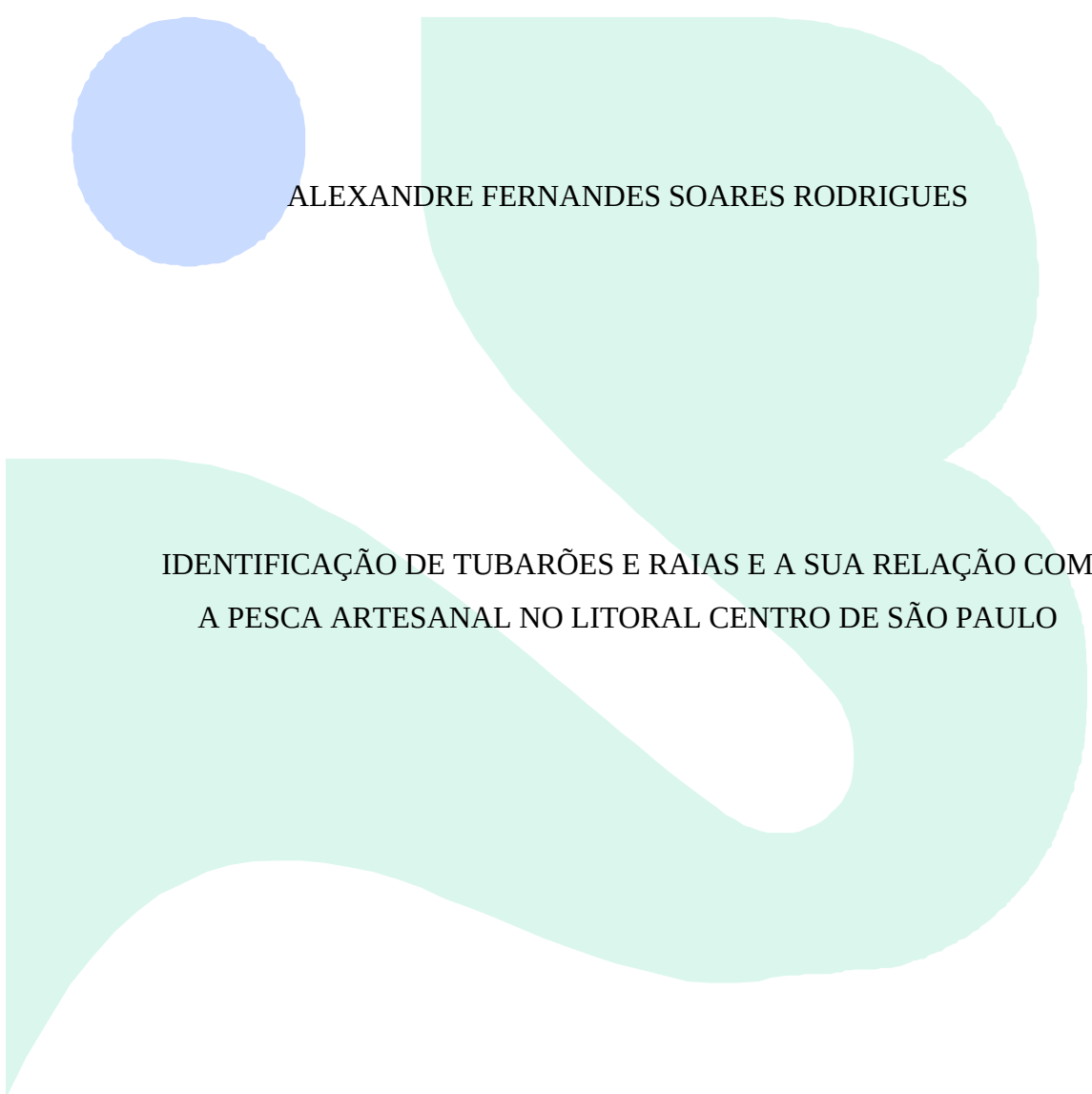


UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS
Programa de pós-graduação em Zoologia IB-UNESP Botucatu



ALEXANDRE FERNANDES SOARES RODRIGUES

IDENTIFICAÇÃO DE TUBARÕES E RAIAS E A SUA RELAÇÃO COM
A PESCA ARTESANAL NO LITORAL CENTRO DE SÃO PAULO

Botucatu – SP

2024

ALEXANDRE FERNANDES SOARES RODRIGUES

IDENTIFICAÇÃO DE TUBARÕES E RAIAS E A SUA RELAÇÃO COM
A PESCA ARTESANAL NO LITORAL CENTRO DE SÃO PAULO

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas (Zoologia) do Instituto de Biociências de Botucatu, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Doutor.

Orientador: Dr. Fausto Foresti

Coorientador: Dr. Alberto Ferreira de Amorim

Coorientadora: Dra. Vanessa Paes da Cruz

Botucatu – SP

2024

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉC. AQUIS. TRATAMENTO DA INFORM.
DIVISÃO TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CÂMPUS DE BOTUCATU - UNESP

BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: ROSANGELA APARECIDA LOBO-CRB 8/7500

Rodrigues, Alexandre Fernandes Soares.

Identificação de tubarões e raias e a sua relação com a pesca artesanal no litoral centro de São Paulo / Alexandre Fernandes Soares Rodrigues. - Botucatu, 2024

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Instituto de Biociências, Botucatu

Orientador: Fausto Foresti

Coorientador: Alberto Ferreira de Amorim

Coorientador: Vanessa Paes da Cruz

Capes: 20406010

1. Unidades de conservação. 2. Educação ambiental.
3. Monitoramento. 4. Pesca artesanal. 5. Raias (Peixe).
6. Tubarões (Peixe).

Palavras-chave: Unidades de conservação; Educação ambiental; Monitoramento participativo; Pesca artesanal; Raias e tubarões.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Botucatu



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA TESE: Identificação de tubarões e raias e a sua relação com a pesca artesanal no Litoral Centro de São Paulo

AUTOR: ALEXANDRE FERNANDES SOARES RODRIGUES

ORIENTADOR: FAUSTO FORESTI

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Doutor em Ciências Biológicas (Zoologia), pela Comissão Examinadora:

Prof.Dr. FAUSTO FORESTI (Participação Virtual)

Departamento de Morfologia / Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho

Pesquisadora BIANCA DE SOUSA RANGEL (Participação Virtual)

Instituto de Biociências / Universidade de São Paulo

Pesquisador VENÂNCIO GUEDES DE AZEVEDO (Participação Virtual)

Centro do Pescado Marinho, Núcleo de Pesquisa e Desenvolvimento do Litoral Norte / Instituto de Pesca

Pesquisador PAULO ROBERTO SANTOS DOS SANTOS (Participação Virtual)

Departamento de Biologia e Pesca / Universidade do Estado de Santa Catarina

Pesquisador ACÁCIO RIBEIRO GOMES TOMÁS (Participação Virtual)

Centro Avançado de Pesquisa e Desenvolvimento do Pescado Marinho / Instituto de Pesca

Botucatu, 02 de maio de 2024

Documento assinado digitalmente
gov.br FAUSTO FORESTI
Data: 02/07/2024 10:57:38-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Documento assinado digitalmente
gov.br AMANDA REGINA SANCHES
Data: 08/05/2024 09:11:41-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Amanda Regina Sanches
Assistente Administrativo II da Seção Técnica de Pós-graduação
do Instituto de Biociências

AGRADECIMENTOS

À Nádia Costa, minha companheira de jornada e pessoa mais importante da minha vida. Sou grato por toda a sua paciência, dedicação, amor, carinho e principalmente por sua compreensão das minhas ausências devidas as constantes viagens e oscilações de humor. Obrigado por estar sempre ao meu lado, isso tudo sempre foi por nós. Amo você.

Aos meus pais Edna e Antônio (em memória), que mesmo distantes nesse momento, foram fundamentais em minha base educacional. Obrigado por todo o esforço de vocês para que eu tivesse uma boa educação, valeu a pena.

Aos meus irmãos Jessyka e Henricky que de forma direta ou indireta contribuíram para a concretização dessa minha etapa de formação.

Ao pescador e amigo Wesley Shkola e a toda equipe de Pesca Kapiloton, obrigado por acreditarem e participarem ativamente das ações de Monitoramento Participativo e de Educação Ambiental do Projeto Raias e Tubarões da Baixada. Sem a parceria de vocês esse trabalho não teria se tornado realidade.

Ao meu orientador Prof. Dr. Fausto Foresti, obrigado pela oportunidade e por acreditar na realização desse projeto, mesmo quando as situações não eram nada favoráveis.

Ao meu grande mestre e coorientador nesta etapa de trabalho, Prof. Dr. Alberto Ferreira de Amorim. Obrigado por acreditar em meu potencial, mesmo naqueles momentos onde nem eu acredito. Trabalhar com o senhor é sempre um privilégio.

A coorientadora e minha amiga Profa. Dra. Vanessa Paes da Cruz que acreditou, incentivou e abriu as portas da Unesp para a realização deste trabalho.

À parceira de pesquisas, risadas, indignações e projetos Dra. Bianca Rangel pelo apoio de todas as horas nessa caminhada acadêmica.

Ao setor de Pós-graduação do Instituto de Biociências de Botucatu por possibilitar o desenvolvimento da minha Tese e as assistentes da Seção Técnica de

Pós-Graduação do IBB/Unesp que com paciência, compreensão e carinho me nortearam pelos caminhos burocráticos.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 88887.496146/2020-00.

Quando Criança eu dizia que queria ser Zoólogo, hoje Doutor em zoologia eu agradeço a todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste sonho.

“Não há ensino sem pesquisa e pesquisa sem ensino. Esses que-fazeres se encontram um no corpo do outro. Enquanto ensino continuo buscando, reprocurando. Ensino porque busco, porque indaguei, porque indago e me indago. Pesquiso para constatar, constatando, intervenho, intervindo educo e me educo. Pesquiso para conhecer o que ainda não conheço e comunicar ou anunciar a novidade”

Paulo Freire, Pedagogia da Autonomia

RESUMO

As populações de tubarões e raias diminuíram significativamente como resultado da extensa exploração antrópica, colocando algumas espécies em perigo de extinção. Portanto, para reduzir esses efeitos negativos, é essencial combinar dados sobre a história de vida das espécies afetadas com os dados de sua exploração. Um método para coletar informações sobre a fauna local de tubarões e raias e a sua interação com a pesca naquela localidade, é através da inclusão das comunidades locais de pescadores nas etapas dos processos conservacionistas. Com o objetivo de caracterizar a fauna de tubarões e raias e mitigar os impactos da pesca na Área de Proteção Ambiental Marinha do Litoral Centro (APAMLC), o presente trabalho apresenta os resultados da inclusão dos pescadores do arrasto de praia do município de Bertioga-SP em um processo de monitoramento participativo da pesca. Dados que exemplificam a importância da implementação de processos participativos na conservação de espécies ameaçadas. Entre novembro de 2015 e janeiro de 2023, foram registradas as ocorrências de 3805 tubarões e raias na área de estudo, pertencentes a cinco ordens, 10 famílias, 12 gêneros e 15 espécies. 97,7% (n=3718) das capturas foram de raias, enquanto 2,3% (n=87) foram de tubarões. As raias-ticonha *Rhinoptera* spp. foram as mais comuns, representando 54,8% das capturas. Os tubarões mais comuns foram os tubarões-martelo *Sphyrna lewini*, com 2,1% das capturas. As capturas mais comuns foram de indivíduos em estágios iniciais de desenvolvimento, com picos de frequência na primavera e no verão. A pesca de arrasto de praia demonstrou ter um grande potencial para a captura, principalmente de raias. No entanto, apresentou baixa taxa de letalidade quando realizada com manejo adequado. Resultando em redução de 16 ocorrências em 2016, zerando o número de mortes a partir de 2022. Foram registradas 16 recapturas uma taxa de aproximadamente 7,5% do total de indivíduos marcados. As recapturas foram representadas em sua totalidade por raias não havendo registros de tubarões recapturados. Todas as espécies de raias marcadas apresentaram ao menos uma recaptura. O presente estudo aumenta o conhecimento sobre os tubarões e raias da APAMLC e incentiva a participação social nas estratégias e tomadas de decisão. Demonstra a importância da integração entre os conhecimentos técnicos-científicos e os tradicionais por meio do entendimento coletivo entre pesquisadores, gestores e pescadores com foco em um manejo mais consciente dos recursos naturais.

ABSTRACT

Shark and ray populations have declined significantly because of extensive human exploitation, placing some species in danger of extinction. Therefore, to reduce these negative effects, it is essential to combine data on the life history of affected species with data from their exploitation. One method for collecting information about the local fauna of sharks and rays and their interaction with fishing in that location is through the inclusion of local fishing communities in the stages of conservation processes. With the objective of characterizing the shark and ray fauna and mitigating the impacts of fishing in the Central Coast Marine Environmental Protection Area (APAMLC), this work presents the results of the inclusion of beach trawling fishermen in the municipality of Bertioga-SP in a participatory fishing monitoring process. Data that exemplify the importance of implementing participatory processes in the conservation of threatened species. Between November 2015 and January 2023, the occurrences of 3805 sharks and rays were recorded in the study area, belonging to five orders, 10 families, 12 genera and 15 species. 97.7% (n=3718) of captures were rays, while 2.3% (n=87) were sharks. The tick rays *Rhinoptera* spp. was the most common, representing 54.8% of captures. The most common sharks were hammerhead sharks *Sphyrna lewini*, with 2.1% of catches. The most common captures were of individuals in the early stages of development, with frequency peaks in spring and summer. Beach trawling has demonstrated great potential for catching, particularly rays. However, it presented a low fatality rate when carried out with appropriate management. Resulting in a reduction of 16 occurrences in 2016, bringing the number of deaths to zero from 2022 onwards. 16 recaptures were recorded, a recapture rate of approximately 7.5% of the total number of marked individuals. Recaptures were entirely represented by rays, with no records of recaptured sharks. All tagged ray species had at least one recapture. The present study increases knowledge about APAMLC sharks and rays and encourages social participation in strategies and decision-making. It demonstrates the importance of integration between technical-scientific and traditional knowledge through collective understanding between researchers, managers, and fishermen with a focus on more conscious management of natural.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO GERAL.....	1
1.1	Espécies ameaçadas	1
1.2	Principais ameaças.....	4
1.3	A pesca.....	5
1.4	Dados da pesca	6
1.5	A pesca artesanal e os tubarões e raias	7
1.6	O Arrasto de praia.....	8
1.7	Área de Proteção Ambiental Marinha do Litoral Centro.....	9
2	OBJETIVO GERAL	11
2.1	Objetivos específicos	11
	REFERÊNCIAS	12
	CAPÍTULO 1 – Monitoramento Participativo da Pesca: Pescadores artesanais como exemplo da participação social na conservação de tubarões e raias ameaçados	19
1	INTRODUÇÃO.....	20
1.1	Espécies Ameaçadas	20
1.2	Classificação de Riscos das Espécies	23
1.3	A Pesca	23
1.4	O Arrasto de Praia	25
1.5	Monitoramento Participativo da Pesca	26
2	MATERIAL E MÉTODOS.....	27
2.1	Caracterização do Arrasto de Praia.....	28
2.1.1	O Coeficiente de entralhe (E)	28
2.1.2	A área do fundo varrida (A).....	28
2.2	Caracterização dos tubarões e raias - Monitoramento Participativo da Pesca.....	29
2.2.1	Desenvolvimento	29
2.2.2	Protocolo do Pescador	29
2.3	Tratamento de Dados.....	30
2.4	Abundância.....	31
2.5	Frequência de Ocorrência	32
3	RESULTADOS	32
3.1	Caracterização da Pesca de Arrasto de Praia.....	32
3.1.1	O petrecho de pesca	32

3.1.2	A rotina dos trabalhadores da pesca de arrasto de praia.....	33
3.1.3	A logística das pescarias	34
3.1.4	Dias trabalhados - Os números do arrasto de praia	37
3.1.5	Pontos de pesca.....	38
3.1.6	Distância, profundidade e área de fundo varrida	38
3.2	Caracterização da Fauna de Tubarões e Raias.....	39
3.2.1	Origem dos dados - Análise do esforço	39
3.2.2	Esforço amostral	40
3.2.3	Raias e tubarões de Bertioga	40
3.2.4	Abundância de espécies e CPUE	40
3.2.5	Frequência de ocorrência.....	41
3.2.6	Categorias de tamanhos	43
3.2.7	Variação das ocorrências	43
3.3	Mortalidade de Tubarões e Raias	46
3.4	Espécies Ameaçadas.....	47
3.4.1.	Global (IUCN).....	47
3.4.2	Nacional (Portaria MMA nº445/14)	47
3.4.3	Estadual (Decreto SMA nº63.583/18)	47
4	DISCUSSÃO	48
4.1	Caracterização da Pesca de Arrasto de Praia.....	48
4.2 A	Fauna de Tubarões e Raias	50
4.2.1	Origem dos dados	50
4.3	A Pesca Artesanal e a Fauna de Tubarões e Raias da APAMLC.....	51
4.4	Arrasto de Praia	52
4.6	Raias e Tubarões de Bertioga	53
4.7	Mortalidade de Tubarões e Raias	54
	CONSIDERAÇÕES FINAIS	55
	REFERÊNCIAS	56
	CAPÍTULO 2 - Observações preliminares da movimentação de raias na área de Proteção Ambiental marinha do Litoral Centro de São Paulo, Brasil	68
1	INTRODUÇÃO.....	68
2	MATERIAL E MÉTODOS.....	70
2.1	Protocolo de captura, manejo e marcação	70
2.1.1	Capturas	71

2.1.2	Manejo	71
2.1.3	Marcação	71
2.1.4	Recapturas	71
3	RESULTADOS	72
3.1	Recapturas por espécie	74
3.1.1	<i>Aetobatus narinari</i>	74
3.1.2	<i>Gymnura altavela</i>	75
3.1.3	<i>Hypanus berthallutzae</i>	75
3.1.4	<i>Hypanus guttatus</i>	76
3.1.5	<i>Pseudobatos percellens</i>	77
3.1.6	<i>Rhinoptera bonasus</i>	78
3.1.7	<i>Rhinoptera brasiliensis</i>	79
4	DISCUSSÃO	79
	REFERÊNCIAS	82
	CAPÍTULO 3 – A Educação Ambiental Crítica como ferramenta de inclusão: A atuação de pescadores artesanais na conservação de raias e tubarões	88
1	INTRODUÇÃO	88
1.1	Educação ambiental Marinha	90
2	MONITORAMENTO PARTICIPATIVO DA PESCA - AS CAPTURAS NÃO INTENCIONAIS DE RAIAS E TUBARÕES	91
2.1	Relato 2015	91
2.2	Relato 2016	92
2.3	Relato 2017	93
2.4	Relato 2018	94
2.5	Relato 2019	95
2.6	Relato 2020	95
2.7	Relato 2021	96
2.8	Relato 2022	96
2.9	Relato 2023	98
3	VIVÊNCIAS DE FÉRIAS – PARTILHA DE SABERES	98
4	ROTEIRO TURÍSTICO DA PESCA DE ARRASTO DE PRAIA – TURISTAS SESC BERTIOGA	100
4.1	Turismo de base Comunitária (TBC)	100
4.2	Etapas de execução da atividade	101

4.2.1	Recepção.....	101
4.2.2	Apresentação	101
4.2.3	Acompanhamento da Pesca de Arrasto de Praia	103
4.2.4	Cientista por um dia.....	103
4.2.5	Partilha do pescado e do saber.....	103
5	ROTEIRO DA PESCA DE ARRASTO DE PRAIA – PROGRAMA CURUMIM ..	104
	<u>REFERÊNCIAS</u>	106
	<u>CAPÍTULO 4 – Extending Records of Albinism and Skin Disorders in American</u>	
	Cownose Rays to Southeastern Brazil	109

1 INTRODUÇÃO GERAL

Tubarões e Raias (Elasmobranchii) compõe a classe de peixes cartilaginosos Chondrichthyes (Nelson, 2016). A origem dos primeiros peixes cartilaginosos é baseada em poucos registros fósseis de espinhos e dentículos dérmicos (Frey *et al.*, 2019). Os primeiros registros de escamas, parecidas com dentículos dérmicos de Elasmobranchii modernos, datam dos Períodos Ordoviciano e Siluriano (Wilk *et al.*, 2021). Uma melhor descrição da linhagem evolutiva de Chondrichthyes foi possível com a descoberta de esqueletos fósseis articulados no Período Devoniano, há 409 milhões de anos (Burrow *et al.*, 2017; Maissey *et al.*, 2017) e ao desenvolvimento dos recursos tecnológicos aplicados nos estudos (Coates *et al.*, 2018). As evidências fósseis, mostram que os Chondrichthyes descendem dos Acanthodii, os primeiros vertebrados mandíbulados, surgidos há 440 milhões de anos durante o período Siluriano. Sendo, portanto, considerados como uma das mais antigas e diversas linhagens de vertebrados tendo sobrevivido a cinco grandes extinções em massa (Ebert *et al.*, 2021).

O sucesso evolutivo dos Elasmobranchii é atribuído a fatores como radiação adaptativa, especialização progressiva, resiliência, complexidade ecológica, reprodutiva, comportamental e baixa mortalidade natural (Compagno, 1990). Possuem uma complexa história de vida, como crescimento lento, maturidade tardia, tempo de vida relativamente longo, baixa fecundidade e frequência reprodutiva, além de exibirem os períodos de gestação mais longos e os maiores níveis de investimento materno entre os vertebrados (Cortés, 2004).

Os Elasmobranchii se adaptaram aos mais variados ambientes marinhos (Weigmann, 2016). Ocupando uma ampla variedade de nichos ecológicos (Pough, 2013), onde exercem o papel de reguladores tróficos dos ecossistemas marinhos (Ferretti *et al.*, 2010) sejam como predadores de topo, mesopredadores ou como presa de outros predadores marinhos (Dulvy *et al.*, 2008). Embora bem adaptados, tubarões e raias, estão listados entre os vertebrados mais ameaçados de extinção, sendo às espécies de maior porte e que habitam águas rasas as mais impactadas (Dulvy *et al.*, 2014; Juan-Jordá *et al.*, 2022). Espécies de tubarões e raias que habitam ou utilizam de forma sazonal as zonas costeiras estão mais sujeitas aos efeitos negativos da crescente expansão das atividades humanas, como os altos índices de poluição (Gelsleichter *et al.*, 2005), perda de habitat (Jennings *et al.*, 2008), alterações climáticas (Chin *et al.*, 2010) e a pesca excessiva (Bonfil, 1994; Pacoureau *et al.*, 2021).

1.1 Espécies ameaçadas

O declínio populacional das espécies de tubarões e raias é preocupante, considerando as características da história de vida destes animais e a sua baixa resiliência aos impactos

pesqueiros (Gadig, 2001; Ferretti *et al.*, 2010; Dias Neto *et al.*, 2011; Dulvy *et al.*, 2017). Fatos que resultam em um aumento significativo da presença das espécies do grupo na Lista Vermelha de Espécies Ameaçadas da União Internacional para a Conservação da Natureza - IUCN (IUCN, 2023).

Através do uso das Categorias e Critérios da IUCN, Dulvy *et al.*, (2014) realizou uma avaliação sistemática global dos riscos relativos de extinção de Chondrichthyes causados pela Pesca. No estudo de 2014 foram analisadas 1041 espécies de tubarões, raias e quimeras, destas 181 (17,4%) estavam classificadas como ameaçadas: 25 (2,4%) como Criticamente em Perigo (CR), 43 (4,1%) Em Perigo (EN) e 113 (10,9%) Vulneráveis (VU). Outro dado relevante foi a identificação de 487 (46,8%) das espécies classificadas como deficientes em dados (DD), ou seja, sem informações suficientes para a avaliação de seu real estado de ameaça. O alto número de espécies DD levantou a hipótese que das 487 espécies provavelmente 68 também estariam ameaçadas.

Estimando então que das 1041 espécies de Chondrichthyes 249 (24%) estariam sob algum grau de ameaça. Mais recentemente Dulvy *et al.*, (2021) reavaliou a situação dos Chondrichthyes, ampliando a análise para 1199 espécies. Destas 391 (32,6%) estão classificadas como ameaçadas: 90 (7,5%) Criticamente em Perigo, 121 (10,1%) Em Perigo (EN) e 180 (15%) Vulneráveis (VU). Houve uma redução das espécies classificadas como deficientes em dados (DD) para 155 (12,9%). O Aumento considerável do número de espécies ameaçadas e a redução das espécies DD corroboram a estimativa do estudo de 2014. Reforçando a necessidade do foco em estudos das espécies da classe, principalmente das espécies com poucas informações disponíveis.

O número exato das espécies de Chondrichthyes no Brasil é incerto, devido a identificação de novas espécies e da reclassificação taxonômica das já existentes. Os dados mais recentes são do Plano de Ação Nacional para a Conservação dos Tubarões e Raias Marinhos Ameaçados de Extinção, o PAN tubarões, que estimada 211 espécies, sendo: 99 de tubarões, 104 de raias e oito quimeras. Destas 10 ainda estão em processo de identificação (PAN, 2023).

Das 211 espécies que ocorrem no Brasil 190 são avaliadas em âmbito global pela IUCN. Destas 93 estão classificadas como ameaçadas: 24 Criticamente em Perigo, 31 Em Perigo (EN) e 38 Vulneráveis (VU). Além de 18 espécies como Quase Ameaçadas (NT), 60 Pouco Preocupante (LC), 19 com dados deficientes (DD). As 10 espécies ainda não identificadas e outras 11 espécies não foram avaliadas (IUCN, 2023).

A primeira lista oficial de espécies ameaçadas da fauna e flora brasileira foi instituída no final da década de 1960 pela Portaria IBDF nº 303, de 29 de maio de 1968 (IBDF, 1968). Porém,

as primeiras espécies de tubarões e raias só foram incluídas em listas de espécies ameaçadas, décadas depois, através da Instrução Normativa MMA nº 05 de maio de 2004 (MMA, 2004). A IN MMA nº 05/2004 incluiu em seu anexo I 16 espécies de tubarões e raias ameaçados e 6 espécies como sobreexplotadas em seu anexo II. No ano seguinte a IN MMA nº 52, de novembro de 2005 (MMA, 2005), realoca três espécies de tubarões (*Carcharhinus porosus*, *Carcharhinus signatus* e *Carcharhinus longimanus*) do Anexo I para o Anexo II e exclui a espécie *Lamna nasus*, classificada como sobre explorada no Anexo II, da lista de espécies ameaçadas.

Em 2008, como comemoração aos 40 anos da lista de 1968 o MMA lança a primeira edição do Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção (MMA, 2008). Nele constam 12 espécies de tubarões e raias marinhas, classificados como: duas (CR), cinco (EN) e cinco (VU). Em 2014 surgiu como um grande avanço na legislação ambiental a Portaria MMA Nº 445, de dezembro de 2014 (MMA, 2014) que em sua publicação amplia a proteção para 31 espécies de tubarões e 24 de raias. Das 55 espécies: 28 CR, 8 EN e 19 VU. Além das espécies *Carcharhinus isodon* e *Schroederichthys bivius* consideradas Extintas no Brasil EX (BR).

No ano de 2018 foi lançada a segunda edição do Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção atualizando as espécies de tubarões e raias registradas na Portaria MMA Nº 445/2014. Em 2022 com a publicação da Portaria MMA Nº 148, de 7 de junho de 2022 (MMA, 2022) ocorrem novas alterações nos anexos I e II da Portaria MMA Nº 445/2014. Esta atualização traz mudanças importantes como a inclusão de seis espécies de raias, a exclusão de quatro espécies de raias (*Mobula hypostoma* e seu sinônimo *Mobula rochebrunei*, *Pseudobatos lentiginosus* e *Tetronarce puelcha*) e duas de tubarões (*Notorynchus cepedianus* e *Squalus acanthias*). Além da recategorização de *Alopias superciliosus*, *Carcharhinus signatus* e *Negaprion brevirostris* de VU para EN, *Alopias vulpinus* de VU para CR, *Sphyrna mokarran* de EN para CR, *Pristis pectinata* de CR para Provavelmente Extinta CR(PEX), *C. isodon* e *S. bivius* anteriormente consideradas Regionalmente Extintas (RE) foram retiradas da lista de espécies ameaçadas.

Ainda em 2022 a Portaria GM/MMA Nº 300, de 13 de dezembro de 2022 (GM/MMA, 2022) revoga, entre outras, as Portarias MMA Nº 445/2014 e Portaria MMA Nº 148/2022 e estabelece nova lista de espécies ameaçadas. São inclusas cinco espécies na lista espécies ameaçadas, sendo elas: *Carcharhinus acronotus* (VU), *Carcharhinus brevipinna* (VU), *Carcharhinus falciformis* (CR), *Carcharhinus leucas* (VU) e *Isurus oxyrinchus* (CR). Restabelece a espécie *Notorynchus cepedianus* (CR) e reclassifica o status de *Carcharhinus signatus* de EN para CR. No início de 2023 a publicação da Portaria MMA Nº 354, de 27 de janeiro de 2023 (MMA, 2023) revoga a Portaria GM/MMA Nº 300/2022 restabelecendo, entre

outras, as Portarias MMA N° 445/2014 e Portaria MMA N° 148/2022. As cinco espécies de tubarões (*C. acronotus*, *C. brevipinna*, *C. falciformis*, *C. leucas* e *I. oxyrinchus*) incluídas na lista da Portaria GM/MMA N° 300/2022, foram realocadas na Portaria MMA N° 148/2022.

1.2 Principais ameaças

Conhecer quais são as principais causas do declínio das espécies e táxons ameaçados é fundamental para a tomada de medidas mitigadoras sobre os impactos antrópicos. Considerando tal fato, a IUCN (2023b) categorizou as causas de ameaças a conservação dos Chondrichthyes, sendo as principais (Fig. 1):

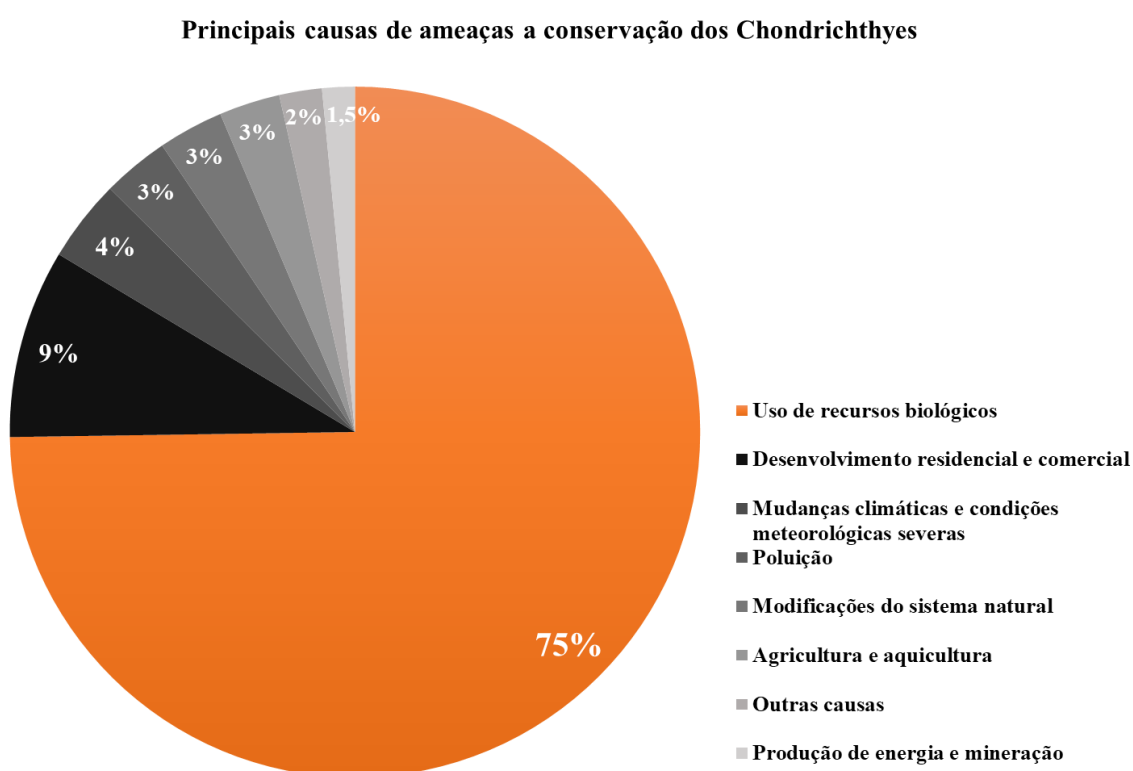


FIGURA 1. Principais causas do declínio das espécies de Chondrichthyes segundo a IUCN.

O **Uso de recursos biológicos** é a categoria de maior impacto na conservação dos Chondrichthyes com 75% de ameaça (Fig. 1). Esta categoria engloba as capturas pela pesca, que foi subdividida em 5 subcategorias separadas entre Capturas não intencionais e Capturas intencionais (Fig. 2).

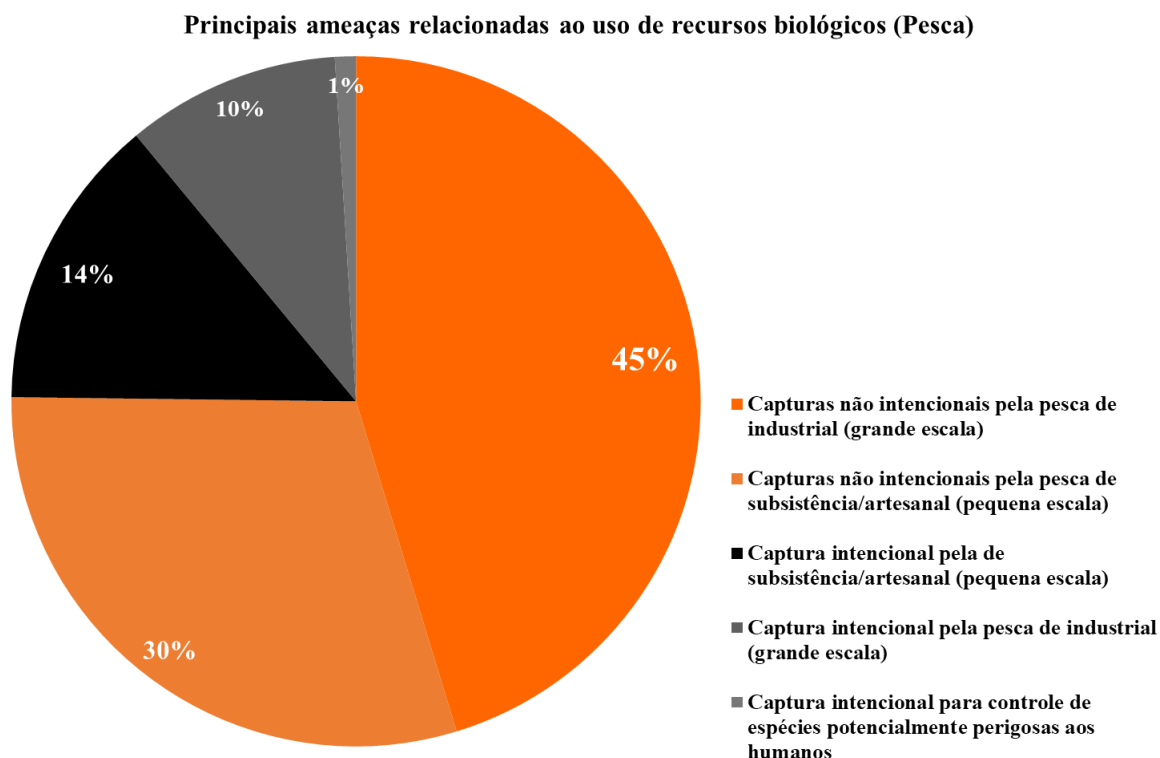


FIGURA 2. Causas do declínio das espécies de Chondrichthyes relacionadas a categoria **Uso de Recursos Biológicos**.

1.3 A pesca

Dentre as principais ameaças antrópicas sofridas pelos Chondrichthyes, a pesca requer maior atenção. Apesar de possuir grande importância para sociedade garantindo o abastecimento e a segurança alimentar, a pesca é considerada uma das atividades humanas mais impactantes para a biodiversidade de ecossistemas aquáticos (Costello *et al.*, 2020; Pham *et al.*, 2023). Além dos impactos sobre a fauna aquática, a alta demanda de consumo impõe um maior esforço pesqueiro, uma consequente pesca excessiva e um iminente colapso da atividade pesqueira (Myers e Worm, 2003; Pauly *et al.*, 2005; Phan *et al.*, 2023).

Embora grande parte das artes de pesca de grande porte tenham como espécies-alvo peixes de maior valor comercial (por exemplo, o atum e o espadarte), o declínio da pesca destas espécies valiosas e aumento da demanda por subprodutos como nadadeiras, carne, óleo de fígado e rastros branquiais, resultou no aumento da captura e retenção de tubarões e raias (Davidson *et al.*, 2016). Grande número de tubarões e raias são capturados como fauna acompanhante (espécies não alvo, mas com aproveitamento para consumo ou comércio permitido) ou captura incidental (espécies não alvo e com aproveitamento para consumo ou

comercio proibido) (PAN Tubarões, 2023). No presente trabalho utilizamos o termo **Captura não intencional** para contemplar os dois casos.

Tubarões pelágicos como *P. glauca*, *Isurus* spp., *Alopias* spp., e *Sphyrna* spp. representam grande parcela das capturas não intencionais na pesca industrial de espinhel, dirigidas ao atum e espadarte (Bonfil, 1994). No caso de espécies que habitam ou utilizam de forma sazonal as zonas costeiras, como *Pseudobatos* spp., *Hypanus* spp., *Squatina* spp. e *Rhizoprionodon* spp., as capturas são frequentes na pesca artesanal, como o arrasto de camarão-sete-barbas e arrasto-de-praia (Rangel *et al.*, 2018; Rodrigues *et al.*, 2018). É estimado que cerca de 50% das capturas globais sejam capturas não intencionais (Stevens, 2000).

Como visto, as características biológicas dos tubarões e raias resulta em uma baixa taxa de crescimento populacional e de resiliência a pesca excessiva, ou seja, tubarões e raias possuem uma capacidade limitada de suportar uma alta pressão pesqueira (Gadig, 2001; Ferreti *et al.*, 2010; Dulvy *et al.*, 2017). A gestão pesqueira voltada a Elasmobranchii apresenta uma série de dificuldades, considerando a diversidade de características biológicas das espécies, sabidamente mais vulneráveis à pesca excessiva que a maioria dos peixes teleósteos (Bonfil, 1994; Stevens, 2000).

1.4 Dados da pesca

Segundo a Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO) desde 1950 as capturas reportadas ao órgão triplicaram, chegando a mais de 860.000 toneladas em 2000 e 680.00 toneladas em 2018, uma redução de 22% que pode refletir um declínio na abundância dos tubarões FAO (2020). A ausência de séries temporais de dados pesqueiros compromete a avaliação das alterações e impactos da pesca excessiva no estado de conservação das espécies brasileiras. No Brasil desde 2011 não há uma atualização oficial dos números das capturas de tubarões e raias em nível nacional. Neste mesmo ano o Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA) declarou a captura de aproximadamente 20.000 toneladas (t) de tubarões (cações) e raias (MPA, 2011). Este potencial de captura, registrado no período, classificou o Brasil, segundo a FAO, como o 11º maior produtor mundial de carne de tubarão (Barreto *et al.*, 2017).

Outra questão que merece atenção é que de 2007 a 2011 os dados sobre as capturas da pesca artesanal e industrial foram unificados nos boletins estatísticos. Segundo a última Estatística da Pesca (IBAMA, 2007), a pesca artesanal foi responsável por aproximadamente 52% da produção nacional de pescado. Deste modo, salvo algumas exceções regionais, existe uma lacuna de mais de uma década no histórico das capturas das espécies de tubarões e raias

pela pesca. Além disso, não há separações por espécies nos dados estatísticos existentes. Com exceção do cação-azul *Prionace glauca* todas as espécies de raias são agrupadas como arraías e as de tubarões como cações (Sbeel, 2005; Bornatowski, 2013, 2018).

Conhecer os números do segmento artesanal da pesca é fundamental, uma vez que tubarões e raias ocorrerem em praticamente todas as suas modalidades de pesca, com destaque para a pesca de espinhel, emalhe, arrasto de fundo (Lessa *et al.*, 1999) e arrasto de praia (Vooren e Klippel, 2005; Fagundes *et al.*, 2007). A ocorrência da captura de tubarões e raias pela pesca artesanal no estado de São Paulo é frequente e registrada por diversos autores e artes de pesca como:

- Emalhe - Gadig *et al.*, (2002) com 14 espécies, Motta (2006) 18 espécies, Namora *et al.*, (2009) 9 espécies.
- Arrasto de fundo - Graça Lopes *et al.*, (2002) 28 espécies, Rodrigues *et al.*, (2018) 9 espécies.
- Arrasto de praia - Fagundes *et al.*, 2007 5 espécies, Rangel *et al.*, 2017, 2018 2 espécies.

1.5 A pesca artesanal e os tubarões e raias

Considerando o dito anteriormente, para a mitigação de um provável colapso dos recursos pesqueiros e redução dos danos à fauna associada é necessário o entendimento da pesca como uma atividade humana, sendo evidente a necessidade da inclusão das comunidades de pescadores em estudos pesqueiros, programas de manejo e de conservação (Fulton *et al.*, 2011; Fischer *et al.*, 2014).

Diante da inexistência de um acompanhamento sistematizado dos impactos pesqueiros em tubarões e raias pela pesca artesanal, o envolvimento da comunidade pesqueira através da gestão participativa nos processos de planejamento, monitoramento e avaliação dos planos de manejo pesqueiro, se apresenta como uma importante ferramenta na gestão dos recursos naturais (Kalikoski *et al.*, 2008; Seixas e Kalikoski, 2009). Neste contexto, uma das principais estratégias para o desenvolvimento da gestão participativa é o monitoramento pesqueiro participativo (MPP) que não objetiva apenas a coleta de dados pesqueiros, mas estimula a participação social, nos processos de tomadas de decisão e na construção de estratégias (Begossi *et al.*, 2012; Constantino *et al.*, 2012) através do entendimento coletivo, entre pesquisadores, gestores e pescadores, com foco em um manejo mais consciente dos recursos naturais (Danielsen *et al.*, 2009).

A contribuição dos atores, que dependem da exploração destes recursos, ocorre em vários níveis e formas variando conforme o grau de comprometimento e autonomia das partes envolvidas (Gelcich *et al.*, 2008; Berkes, 2009). Integrando os saberes científicos com as formas locais de conhecimento tradicional acumulada pelas gerações de pescadores, possibilitando a troca de conhecimentos entre as partes interessadas (Malafaia *et al.*, 2014; Seixas *et al.*, 2017).

1.6 O Arrasto de praia

O arrasto-de-praia é uma arte de pesca artesanal tradicional praticada por comunidades caiçaras, considerada uma atividade de pequena escala é geralmente realizada por pescadores pouco estruturados que muitas vezes atuam como subempregados dos armadores de pesca - os proprietários dos petrechos de pesca, embarcação e veículo de transporte (Fagundes *et al.*, 2007). A atividade fomenta valores de partilha, divisão de tarefas, reciprocidade, cooperação e inclusão comunitária, sendo considerada como uma pesca socializadora que se diferencia de práticas modernas pela manutenção do respeito às regras locais de uso, apropriação dos recursos e um senso de conservação (Pinheiro *et al.*, 2010).

Na Baixada Santista, dentro da área de abrangência da Área de Proteção Ambiental Marinha do Litoral Centro de São Paulo, o arrasto de praia é regulamentado pela resolução SMA N°51 de 28 de junho de 2012. Sendo monitorado pelo Programa de Monitoramento da Atividade Pesqueira – PMAP-SP vinculado ao Instituto de Pesca de São Paulo, entretanto, os registros de capturas de peixes cartilaginosos possuem lacunas em sua linha histórica (IP, 2023). O presente estudo foi o primeiro trabalho de levantamento de longo prazo das capturas de tubarões e raias pela pesca de arrasto de praia no município de Bertioga. Atuou sob o pressuposto de que os praticantes de uma atividade pesqueira com essas características sejam mais acessíveis à sensibilização e conscientização acerca da necessidade de conservação e mitigação dos impactos antrópicos sobre os tubarões e raias.

Pescadores do arrasto de praia apresentaram um grande potencial colaborativo no processo de monitoramento e manejo consciente da fauna da captura incidental. Fato que pode ser mais bem explorado pela órgãos gestores, utilizando esta arte de pesca e seus bons resultados na mitigação dos impactos pesqueiros, como exemplo positivo para todo o setor pesqueiro artesanal do município de Bertioga e região. Portanto, o presente estudo não avalia apenas os dados das ocorrências das espécies incidentes nas capturas, mas também demonstra na prática a importância da inclusão da comunidade local em ações conservacionistas. Reconhecendo o valor do conhecimento tradicional dos pescadores, o método inclusivo mostrou-se estratégico

para o alcance da sinergia entre pescadores, academia e poder público, demonstrando grande potencial para ações de conservação da fauna de tubarões e raias ameaçados de extinção.

1.7 Área de Proteção Ambiental Marinha do Litoral Centro

Criada pelo Decreto Estadual Nº 53.526 de 08 de outubro de 2008 a Área de Proteção Ambiental Marinha do Litoral Centro de São Paulo (APAMLC) abrange oito municípios da Baixada Santista, sendo constituída por três setores: Guaíbe, Carijó e Itaguaçu, sendo neste último setor a atividade pesqueira proibida pela Resolução SMA Nº 21 de 16 de abril de 2012. Segundo o decreto de criação são objetivos da APAMLC:

- I. Proteger, ordenar, garantir e disciplinar o uso racional dos recursos ambientais da região, inclusive suas águas;
- II. Ordenar o turismo recreativo e as atividades de pesquisa e pesca;
- III. Promover o desenvolvimento sustentável da região.

O plano de manejo instituído pelo Decreto nº 65.544 de 2 de março de 2021, cria o zoneamento da unidade de conservação. A delimitação das zonas da APAML atende critérios técnicos e considera, dentre outros, a existência de:

- I. Áreas reprodutivas de espécies endêmicas, migratórias ou ameaçadas de extinção;
- II. Ambientes frágeis;
- III. Espaços naturais que se destacam pelo alto grau de representatividade dos ecossistemas e dos recursos genéticos;
- IV. Ambientes de especial importância para a renovação dos estoques pesqueiros;
- V. Áreas de ocorrência de pesca artesanal de pequeno porte;
- VI. Praias em processo de urbanização.

A APAMLC possui cinco zonas:

- I. Zona sob Proteção Especial - ZPE: corresponde à unidade de proteção integral. Em Bertioga abrange os manguezais dos rios Guaratuba, Itaguaré e trechos do rio Itapanhaú, localizados no Parque Estadual da Restinga de Bertioga (setor Guaíbe).
- II. Zona de Proteção da Geobiodiversidade - ZPGBio: concentra ecossistemas frágeis e ambientes relevantes para a proteção de espécies endêmicas, migratórias ou ameaçadas de extinção e para a renovação de estoques pesqueiros. Bertioga não possui zonas desta categoria.

- III. Zona para Usos de Baixa Escala - ZUBE: concentra ambientes relevantes para a conservação dos recursos naturais onde ocorrem atividades de baixa escala. A porção do ambiente terrestre e de transição abrange todo o perímetro da Área de Manejo Especial (AME) da Ponta da Armação (no setor Guaíbe), as áreas de manguezais do Canal de Bertiooga e rio Itapanhaú até a fronteira com o Parque Estadual da Restinga de Bertiooga, no Município de Bertiooga, faixas de praia não urbanizadas, toda a área de ocorrência de costão rochoso, inserida no setor Guaíbe. A porção do ambiente marinho corresponde às regiões de ocorrência de atividades de uso de baixa escala com o predomínio da pesca artesanal de menor mobilidade e porte, compreendendo a faixa entre a linha de costa até 5 milhas náuticas. No setor Guaíbe abrange a Área de Manejo Especial (AME) Ilha da Moela.
- IV. Zona de Uso Extensivo - ZUEx: concentra ambientes com média intensidade de uso ou intervenção humana. A porção do ambiente terrestre e de transição compreende as faixas de praia com média intervenção antrópica. No Município de Bertiooga, compreende as faixas de praia da Enseada, Guaratuba e Boracéia. A porção do ambiente marinho corresponde às regiões onde ocorrem atividades e usos de média escala, como a pesca artesanal e industrial de médio porte e o turismo de média intensidade, compreendendo a faixa de 5 milhas náuticas até a isóbata 23,6 m sobrepondo a Zona 3 de Marinha (Z3M) a que se refere o Decreto n.º 58.996 de 25 de março de 2013.
- V. Zona de Uso Intensivo - ZUI: concentra ambientes com alta intensidade de uso ou intervenção humana. A porção do ambiente terrestre e de transição abrange todas as faixas de praia de alta intervenção antrópica, urbanização consolidada, turismo de alta intensidade e associado a locais com maior infraestrutura e serviços. A porção do ambiente marinho corresponde às regiões onde ocorrem atividades e usos de maior escala, como a pesca profissional de grande porte e o trânsito de cruzeiros. Compreende a faixa entre a isóbata de 23,6 m até o limite da unidade, sendo isóbata de 30 m no setor Carijó e 40 m no setor Guaíbe.

As atividades do atual estudo junto a pesca de arrasto de praia ocorreram no Setor Guaíbe da APAMLC. A arte de pesca por se tratar de uma prática que depende tanto da faixa de areia quanto da parte marinha para a sua realização, está sob influência direta do zoneamento imposto pelo plano de manejo da APAMLC. Por ser considerada uma atividade de baixa escala tem a atuação liberada na Zona para Usos de Baixa Escala – ZUBE – Onde no setor Carijó abrange a

parte marinha onde o arrasto de praia atua. Em relação as praias do município de Bertioga (utilizadas pela equipe acompanhada) estas são categorizadas como:

- Zona de Uso Intensivo – ZUI – Enseada, Indaiá e São Lourenço;
- Zona de Uso Extensivo – ZUEx – Jd. Rafael e Vista Linda;
- Zona para Usos de Baixa Escala – ZUBE – Itaguaré.

Com isto, o presente estudo através da união entre conhecimentos técnicos-científicos e tradicionais das comunidades realizou a caracterização da fauna de tubarões e raias, da sua relação com a pesca artesanal. Considerando que:

A. Áreas de Proteção Ambiental Marinhas (APAM) são locais estratégicos da costa brasileira para a conservação da fauna marinha (Prates e Blanc, 2007). Estas por serem unidades de conservação de uso sustentável, são responsáveis por conciliar à proteção e conservação da diversidade biológica com os atributos culturais importantes para a manutenção da qualidade de vida da população local, permitindo a ocupação humana e atividades exploratórias contanto que obedecidos regramentos específicos (Brasil, 2000).

B. A gestão pesqueira das APAMs pode ser aprimorada através do aumento da legitimidade e da representatividade trazidas pela gestão participativa, pelos resultados da implantação do Monitoramento Participativo e pelo fortalecimento de atividades voltadas à conservação com o envolvimento direto das comunidades locais (Constantino *et al.*, 2012).

2 OBJETIVO GERAL

Caracterizar a fauna de tubarões e raias e a sua interação com a pesca artesanal de arrasto de praia na Área de Proteção Ambiental Marinha do Litoral Centro de São Paulo, promovendo através de um processo participativo, a inclusão da comunidade pesqueira local na mitigação dos impactos das capturas não intencionais.

2.1 Objetivos específicos

- Caracterizar a biodiversidade tubarões e raias, descrever a sazonalidade e uso do setor Guaíbe da APAMLC;
- Caracterizar a captura de tubarões e raias pela pesca artesanal de arrasto de praia que atua na APAMLC;
- Avaliar os impactos pesqueiros da pesca de arrasto de praia sobre as espécies de tubarões e raias capturados, seus estágios de desenvolvimento e influência sazonal nas capturas;

- Desenvolver em parceria com os pescadores um protocolo de manejo e soltura que reduza a mortalidade de tubarões e raias causados pelo arrasto de praia.

REFERÊNCIAS

- Barreto, R.R., Bornatowski, H., Motta, F.S., Santander-Neto, J., Vianna, G.M.S. and Lessa, R., 2017. Rethinking use and trade of pelagic sharks from Brazil. *Marine Policy*, 85, pp.114-122.
- Begossi, A., Salyvonchyk, S., Nora, V., Lopes, P.F. and Silvano, R.A., 2012. The paraty artisanal fishery (southeastern Brazilian coast): ethnoecology and management of a social-ecological system (SES). *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 8(1), p.22.
- Berkes, F., 2009. Evolution of co-management: role of knowledge generation, bridging organizations and social learning. *Journal of environmental management*, 90(5), pp.1692-1702.
- Bonfil R. 1994. Overview of the world elasmobranch fisheries. *FAO Fish. Tech. Paper* 341. FAO, Rome.
- Bornatowski, H., Braga, R.R. and Barreto, R.P., 2018. Elasmobranchs consumption in Brazil: impacts and consequences. In *Advances in Marine Vertebrate Research in Latin America* (pp. 251-262). Springer, Cham.
- Bornatowski, H., Braga, R.R. and Vitule, J.R.S., 2013. Shark mislabeling threatens biodiversity. *Science*, 340(6135), pp.923-923.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Instrução Normativa MMA nº 05 de maio de 2004. Reconhecer como espécies ameaçadas de extinção e espécies sobreexploradas ou ameaçadas de sobreexploração, os invertebrados aquáticos e peixes, constantes dos Anexos a esta Instrução Normativa. Publicada no Diário Oficial da União de 28/05/2004, Seção 1, pp.136-142.
- BRASIL. Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal. Portaria IBDF nº 303, de 29 de maio de 1968. Institui a Lista oficial brasileira das espécies de animais e plantas ameaçadas de extinção no País.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Instrução Normativa nº 52, de 8 de novembro de 2005. Alterar os Anexos I e II da Instrução Normativa nº 5 do Ministério do Meio Ambiente, de 21 de maio de 2004, publicada no Diário Oficial da União de 28/05/2004, Seção 1, pp.136-142.

- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Portaria GM/MMA Nº 300, de 13 de dezembro de 2022. Reconhece a Lista Nacional de Espécies Ameaçadas de Extinção. Publicada no Diário Oficial da União de 14/12/2022, Seção1, pp.75.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Portaria MMA Nº 148, de 7 de junho de 2022. Altera os Anexos da Portaria nº 443, de 17 de dezembro de 2014, da Portaria nº 444, de 17 de dezembro de 2014, e da Portaria nº 445, de 17 de dezembro de 2014, referentes à atualização da Lista Nacional.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Portaria MMA Nº 354, de 27 de janeiro de 2023. Revoga as Portarias MMA nº 299, de 13 de dezembro de 2022, e nº 300, de 13 de dezembro de 2022, e dá outras providências. Publicada no Diário Oficial da União de 30/01/2023, Seção1, pp.72.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Portaria MMA nº 445 de 17 de dezembro de 2014. Reconhece como espécies de peixes e invertebrados aquáticos da fauna brasileira ameaçadas de extinção aquelas constantes da "Lista Nacional Oficial de Espécies da Fauna Ameaçadas de Extinção - Peixes e Invertebrados Aquáticos". Publicada no Diário Oficial da União de 18/12/2014, Seção1, pp.126.
- BRASIL. Casa civil. LEI Nº 9.985 de 18 de JULHO de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Publicada no Diário Oficial da União de 19/07/2000, Seção1, pp.1.
- Burrow, C.J., Turner, S., Maisey, J.G., Desbiens, S. and Miller, R.F., 2017. Spines of the stem chondrichthyan *Doliodus latispinosus* (Whiteaves) comb. nov. from the Lower Devonian of eastern Canada. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 54(12), pp.1248-1262.
- Chin A., Kyne P.M., Walker T.I., McAuley R.B. 2010. A new integrated risk assessment for climate change: Analyzing the vulnerability of sharks and rays on Australia's Great Barrier Reef. *Global Change Biology* 16:1936–1953.
- Coates, M.I., Finarelli, J.A., Sansom, I.J., Andreev, P.S., Criswell, K.E., Tietjen, K., Rivers, M.L. and La Riviere, P.J., 2018. An early chondrichthyan and the evolutionary assembly of a shark body plan. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 285(1870), p. 20172418.
- Compagno, L. J. V. Alternative life-history styles of cartilaginous fishes in time and space. *Environ. Biol. Fishes*, v. 28, p. 33-75, 1990.
- Constantino, P., Carlos, H., Ramalho, E., Rostant, L., Marinelli, C.E., Teles, D., Fonseca-Junior, S., Fernandes, R. and Valsecchi, J., 2012. Empowering local people through

- community-based resource monitoring: a comparison of Brazil and Namibia. *Ecology and Society*, 17(4).
- Cortés, E. 2004. Life history patterns, demography, and population dynamics. *Biology of sharks and their relatives*, pp.449-469.
- Costello, C., Cao, L., Gelcich, S., Cisneros-Mata, M. Á., Free, C. M., Froehlich, H. E. and Lubchenco, J. 2020. The future of food from the sea. *Nature*, 588(7836), 95-100.
- Danielsen, F., Burgess, N.D., Balmford, A., Donald, P.F., Funder, M., Jones, J.P., Alviola, P., Balete, D.S., Blomley, T.O.M., Brashares, J. and Child, B., 2009. Local participation in natural resource monitoring: a characterization of approaches. *Conservation biology*, 23(1), pp.31-42.
- Davidson, L. N., Krawchuk, M. A., and Dulvy, N. K. 2016. Why have global shark and ray landings declined: improved management or overfishing? *Fish and Fisheries*, 17(2), 438-458.
- Dias Neto, J., Charvet, P., Amorim, A.F., Rodrigues, A.M.T., Castro, A.L.F., Arfelli, C.A., Vooren, C.M., Motta, F., Santana, F.M., Rincon, G. and Pereira, H.L., 2011. Proposta de plano nacional de gestão para o uso sustentável de elasmobrânquios sobre-explotados ou ameaçados de sobre-exploração no Brasil. Instituto do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis–IBAMA, 156.
- Dulvy, N.K., Baum, J.K., Clarke, S., Compagno, L.J., Cortés, E., Domingo, A., Fordham, S., Fowler, S., Francis, M.P., Gibson, C. and Martínez, J., 2008. You can swim but you can't hide: the global status and conservation of oceanic pelagic sharks and rays. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 18(5), pp.459-482.
- Dulvy, N.K., Fowler, S.L., Musick, J.A., Cavahagh, R.D., Kyne, P.M., Harrison, L.R., Carlson, J.K., Davidson, L.N.K., Fordham, S.V., Francis, M.P., Pollock, C.M., Simpfendorfer, C.A., Burgess, G.H., Carpenter, K.E., Compagno, L.J.V., Ebert, D.A., Gibson, C., Heupel, M.R., Livingstone, S.R., Sanciangco, J.C., Stevens, J.D., Valenti, S. e White, W.T. 2014. Extinction risk and conservation of the world's sharks and rays. *Elife*.
- Dulvy, N.K., Pacoureau, N., Rigby, C.L., Pollom, R.A., Jabado, R.W., Ebert, D.A., Finucci, B., Pollock, C.M., Cheok, J., Derrick, D.H. and Herman, K.B., 2021. Overfishing drives over one-third of all sharks and rays toward a global extinction crisis. *Current Biology*, 31(21), pp.4773-4787.
- Dulvy, N.K., Simpfendorfer, C.A., Davidson, L.N., Fordham, S.V., Bräutigam, A., Sant, G. e Welch, D.J., 2017. Challenges and priorities in shark and ray conservation. *Current Biology*, 27(11), pp. R565-R572.

- Ebert, D.A., Dando, M. and Fowler, S., 2021. *Sharks of the world: a complete guide* (Vol. 19). Princeton University Press.
- Fagundes, L., Tomás, A.R.G., Casarini, L.M., Bueno, E.F., Lopes, G.M., Machado, D.D.A.L., Rosa, R.A., Braga, A.C.A., Camargo, F.B.F., Oberg, I.M.F. e Pellegrini, S.D.O.P. 2007. A pesca de arrasto-de-praia na ilha de São Vicente, São Paulo, Brasil. *Série Relatórios Técnicos*, São Paulo, 29, pp.1-45.
- FAO. Food and Agriculture Organization. 2020. *Fishery and Aquaculture Statistics. Global capture production 1950-2018 (FishstatJ)*. In: FAO Fisheries and Aquaculture Department [online]. Rome. Updated 2020.
- Ferretti, F., Worm, B., Britten, G.L., Heithaus, M.R. e Lotze, H.K., 2010. Patterns and ecosystem consequences of shark declines in the ocean. *Ecology letters*, 13(8), pp.1055-1071.
- Fischer, J., Jorgensen, J., Josupeit, H., Kalikoski, D., and Lucas, C.M. 2014. Fishers' knowledge and the ecosystem approach to fisheries: applications, experiences and lessons in Latin America. *FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 591*. Rome, FAO. 278 pp.
- Frey, L., Coates, M., Ginter, M., Hairapetian, V., Rücklin, M., Jerjen, I. and Klug, C., 2019. The early elasmobranch *Phoebodus*: phylogenetic relationships, ecomorphology and a new timescale for shark evolution. *Proceedings of the Royal Society B*, 286(1912), p.20191336.
- Fulton, E.A., Smith, A.D.M., Smith, D.C., van Putten, I.E., 2011. Human behaviour: the key source of uncertainty in fisheries management. *Fish and Fisheries* 12, 2-17.
- Gadig, O. B. F., Motta, F. S., Namora, R. C. Projeto Cação: a study on small coastal sharks in São Paulo Southeast Brazil. In: DUARTE, P. (Ed.) *Proc. Intl. Conf. Sustainable Management of Coastal Ecosystems*, Portugal, Fundação Fernando Pessoa, 2002, p. 239-246.
- Gadig, O.B.F., 2001. *Tubarões da costa brasileira*. Doctoral dissertation, Instituto de Biociências de Rio Claro da Universidade Estadual Paulista.
- Gelcich, S., Kaiser, M.J., Castilla, J.C. and Edwards-Jones, G., 2008. Engagement in co-management of marine benthic resources influences environmental perceptions of artisanal fishers. *Environmental Conservation*, 35(1), pp.36-45.
- Gelsleichter, J., Manire, C.A., Szabo, N.J., Cortés, E., Carlson, J. e Lombardi-Carlson, L., 2005. Organochlorine concentrations in bonnethead sharks (*Sphyrna tiburo*) from four Florida estuaries. *Archives of environmental contamination and toxicology*, 48(4), pp.474-483.

- Graça Lopes, R., Tomás, A.R.G., dos Santos Tutui, S.L., Rodrigues, E.S. e Puzzi, A., 2002. Fauna acompanhante da pesca camaroeira no litoral do estado de São Paulo. Boletim do instituto de pesca, São Paulo, 28(2), pp.173-188.
- IBAMA. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Estatística da pesca 2007. Brasília, 2007. 113 p.
- IP. Instituto de Pesca de São Paulo. 2023. Programa de Monitoramento da Atividade Pesqueira Marinha e Estuarina do Instituto de Pesca (PMAP). <http://www.propesq.pesca.sp.gov.br/>. Acesso em 10/09/2023.
- IUCN. International Union for Conservation of Nature's. 2023. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2022-2. <https://www.iucnredlist.org>. Acesso em 13/07/2023.
- IUCN. International Union for Conservation of Nature's. 2023b. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2022-2. <https://www.iucnredlist.org/resources/threat-classification-scheme>. Acesso em 10/05/2024.
- Jennings, D.E., Gruber, S.H., Franks, B.R., Kessel, S.T. e Robertson, A.L., 2008. Effects of large-scale anthropogenic development on juvenile lemon shark (*Negaprion brevirostris*) populations of Bimini, Bahamas. *Environmental Biology of Fishes*, 83(4), pp.369-377.
- Juan-Jordá, M.J., Murua, H., Arrizabalaga, H., Merino, G., Pacoureau, N. and Dulvy, N.K., 2022. Seventy years of tunas, billfishes, and sharks as sentinels of global ocean health. *Science*, 378(6620), p.eabj0211.
- Kalikoski, D., Dias Neto, J., Ruffino, M.L. and Marrul Filho, S., 2008. Gestão compartilhada do uso sustentável de recursos pesqueiros: refletir para agir. Ibama, pp.186.
- Lessa, R.P., Santana, F.M., Rincón, G., Gadig, O.B.F. e El-Deir, A.C.A. 1999. Biodiversidade de elasmobrânquios do Brasil. Relatório para o Programa Nacional da Diversidade Biológica (PRONABIO) – Nécton – Elasmobrânquios, MMA dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal (MMA). Recife, 119 p.
- Maisey, J.G., Miller, R., Pradel, A., Denton, J.S., Bronson, A. and Janvier, P., 2017. Pectoral morphology in *Doliodus*: bridging the 'acanthodian'-chondrichthyan divide. *American Museum Novitates*, 2017(3875), pp.1-15.
- Malafaia, P.N., Olavo, G., França, A.R., Seara, F.S., Freitas, M.B.O., de Almeida, J.C., de Alencar, S.M., Rêgo, L.S. and de Castro, M.S., 2014. Experiência de monitoramento participativo a bordo de embarcações da pesca artesanal no Território da Cidadania do Baixo Sul da Bahia, Brasil. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, 32

- MMA, 2008. Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção. 1.ed. Brasília, DF: MMA; Belo Horizonte, MG: Fundação Biodiversitas.
- MMA, 2018. Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção, Volume VI—Peixes. ICMBio, editor. MMA.
- Motta, F.D.S., 2006. Ecologia e pesca artesanal de tubarões costeiros no litoral centro-sul de São Paulo.
- MPA. Ministério da Pesca e Aquicultura. 2011. Boletim estatístico da pesca e aquicultura 2011. MPA. Brasília. 60p
- Myers, R. A., and B. Worm. 2003. Rapid worldwide depletion of predatory fish communities. *Nature* 423:280-283.
- Namora, R.C., dos Santos Motta, F. and Gadig, O.B.F., 2009. Caracterização da pesca artesanal na Praia dos Pescadores, município de Itanhaém, costa centro-sul do Estado de São Paulo. *Arquivos de Ciências do Mar*, 42(2), pp.60-67.
- Nelson, J.S., Grande, T.C. and Wilson, M.V., 2016. *Fishes of the World*. John Wiley and Sons.
- Pacoureau, N., Rigby, C.L., Kyne, P.M., Sherley, R.B., Winker, H., Carlson, J.K., Fordham, S.V., Barreto, R., Fernando, D., Francis, M.P. and Jabado, R.W., 2021. Half a century of global decline in oceanic sharks and rays. *Nature*, 589(7843), pp.567-571.
- Pham, C.V., Wang, H.C., Chen, S.H. and Lee, J.M., 2023. The Threshold Effect of Overfishing on Global Fishery Outputs: International Evidence from a Sustainable Fishery Perspective. *Fishes*, 8(2), p.71.
- Pinheiro, L., Lana, P.C., Andriguetto-Filho, J.M., Hanazaki, N. 2010. Pesca de pequena escala e a gestão patrimonial: o caso da pesca da tainha no litoral paranaense. *Desenvolvimento e Meio Ambiente* 21, p. 143-155.
- Pough, F.H., Janis, C.M. e Heiser, J.B., 2013. *Vertebrate life*. Pearson Higher Ed. Prates e Blanc.
- Prates, A.P. e Blanc, D. 2007. Áreas aquáticas protegidas como instrumento de gestão pesqueira. 271p., Ministério do Meio Ambiente / Secretaria da Biodiversidade e Florestas, Brasília, DF, Brasil. ISBN: 9788577380770
- Rangel, B. S., Paes da Cruz, V., Rodrigues, A., Góes de Araujo, M.L., Oliveira, C., Foresti, F. e Guimarães Moreira, R., 2017. Sympatric and syntopic occurrence of cownose rays: Neonatal strategies for survival? *Journal of Applied Ichthyology*, 33(3), pp.542-545.
- Rangel, B.S., Rodrigues, A. e Moreira, R.G., 2018. Use of a nursery area by cownose rays (*Rhinoptera*) in southeastern Brazil. *Neotropical Ichthyology*, 16(1).

- Rodrigues, A.F.S., de Sousa Rangel, B., Wosnick, N., Bornatowski, H., Santos, J.L., Moreira, R.G. and de Amorim, A.F., 2018. Report of injuries in batoids caught in small-scale fisheries: implications for management plans. *Oecologia Australis*, 23(1).
- São Paulo (Estado). Secretaria do Meio Ambiente. Resolução SMA N°51 de 28 de junho de 2012. Regula o exercício de atividades pesqueiras profissionais realizadas com o uso de redes nas praias inseridas nos limites da Área de Proteção Ambiental Marinha do Litoral Centro, criada pelo Decreto 53.526, de 8 de outubro de 2008, e dá outras providências. Publicada no Diário Oficial do Estado de 29/06/2012, pp.51.
- São Paulo (Estado). Secretaria do Meio Ambiente. Decreto Estadual N° 53.526 de 08 de outubro de 2008. Cria a Área de Proteção Ambiental Marinha do Litoral Centro, e dá providências correlatas. Publicada no Diário Oficial do Estado de 09/10/2008, pp.5.
- SBEEL. Sociedade Brasileira Para o Estudo de Elasmobrânquios. 2005. Plano Nacional de Ação para a Conservação e o Manejo dos Estoques de Peixes Elasmobrânquios no Brasil. Sbeel, Recife. 100p.
- Seixas, C.S. and Kalikoski, D.C., 2009. Gestão participativa da pesca no Brasil: levantamento das iniciativas e documentação dos processos. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, n. 20. pp. 119-139.
- Seixas, C.S., Dias, A.C.E. and de Freitas, R.R., 2017. Navigating from Government-Centralised Management to Adaptive Co-Management in A Marine Protected Area, Paraty, Brazil. *Governing the Coastal Commons: Communities, Resilience and Transformation*, p.157.
- Stevens, J. D., Bonfil, R., Dulvy, N. K., and Walker, P. A. 2000. The effects of fishing on sharks, rays, and chimaeras (chondrichthyans), and the implications for marine ecosystems. *ICES Journal of Marine Science*, 57, 476–494.
- Vooren, C. M., e Klippel, S. 2005. Ações para a conservação de tubarões e raias no sul do Brasil. Sandro Klippel.
- Weigmann, S. 2016. Annotated checklist of the living sharks, batoids and chimaeras of the world, with a focus on biogeographical diversity. *Journal of Fish Biology*, 88(3), pp.837-1037.
- Wilk, O., Olive, S., Pradel, A., Den Blaauwen, J.L. and Szrek, P., 2021. The first lower jaw of a ctenacanthid shark from the Late Devonian (Famennian) of Belgium. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 41(3), p.e1960537.

CAPÍTULO 1 – Monitoramento Participativo da Pesca: Pescadores artesanais como exemplo da participação social na conservação de tubarões e raias ameaçados

Resumo

O Monitoramento Participativo da Pesca (MPP) é considerado um recurso estratégico para a gestão pesqueira e a conservação de espécies, principalmente as ameaçadas de extinção, promovendo um diálogo entre o conhecimento científico e tradicional. A implementação do MPP em parceria com os pescadores do arrasto de praia, que atuam no município de Bertioga, Setor Guaíbe da Área de Proteção Ambiental Marinha do Litoral Central de São Paulo, Brasil, contribuiu com informações valiosas sobre captura de tubarões e raias. O principal alvo desta pescaria é o robalo *Centropomus* spp. e como os elasmobrânquios não têm interesse comercial, geralmente são soltos. Os acompanhamentos técnicos dos pesquisadores responsáveis foram periódicos, na ausência as capturas acessórias foram relatadas pelos pescadores através de imagens, vídeos e anotação nas planilhas de captura. O MPP do arrasto de praia descrito no presente trabalho ocorreu entre novembro/2015 e janeiro de 2023. Foram registradas as ocorrências de 3,805 indivíduos, sendo 1,123 identificados em nível específico: *Aetobatus narinari* (Kuhl 1823) (n=288), *Carcharhinus limbatus* (Müller & Henle, 1839) (n=1), *Gymnura altavela* (Linnaeus 1758) (n=111), *Hypanus berthallutzae* Petean, Naylor & Lima 2020 (n=22), *H. guttatus* (Bloch & Schneider 1801) (n=276), *Mobula hypostoma* (Bancroft 1831) (n=3), *Narcine brasiliensis* (Olfers 1831) (n=41), *Pseudobatos horkelii* (Müller & Henle 1841) (n=18), *P. percellens* (Walbaum 1792) (n= 27), *Rhinoptera bonasus* (Mitchill 1815) (n=216), *R. brasiliensis* Müller 1836 (n=37), *Rhizoprionodon lalandii* (Müller & Henle, 1839) (n=5), *Sphyrna lewini* (Griffith & Smith, 1834) (n=79), *Squatina guggenheim* Marini, 1936 (n=1) e *Tetronarce nobiliana* (Bonaparte 1835) (n=1). 2,682 indivíduos foram identificados até nível de gênero: *Hypanus* spp. (n=527), *Carcharhinus* spp. (n=1), *Mobula* spp. (n=1), *Pseudobatos* spp. (n=316), *Rhinoptera* spp. (n=1837). Das 15 espécies registradas 80% (n= 12) estão ameaçadas de extinção segundo a IUCN, 60% (n=9) segundo a Portaria MMA nº445/14 e MMA 60% (n=9) das espécies registradas estão ameaçadas e 67% (n=10) segundo o Decreto SMA nº63.583/18. Devido à dificuldade de monitoramento em tempo integral da pesca por parte dos pesquisadores ou das instituições responsáveis pela gestão pesqueira, o MPP é uma alternativa importante para a obtenção de dados para uma gestão pesqueira mais eficaz, bem como para aumentar a percepção dos pescadores sobre a relevância da sua colaboração no processo de construção do conhecimento sobre a atividade pesqueira, conservação e uso sustentável dos recursos naturais.

1 INTRODUÇÃO

Tubarões e Raias (subclasse elasmobrânquios) compõe a classe de peixes cartilaginosos Chondrichthyes (Nelson, 2006). A origem dos primeiros peixes cartilaginosos é baseada em registros fósseis de espinhos e dentículos dérmicos (Frey *et al.*, 2019). Os primeiros registros de escamas, parecidas com dentículos dérmicos de elasmobrânquios modernos, datam dos períodos Ordoviciano e Siluriano (Wilk *et al.*, 2021). Uma melhor descrição da linhagem evolutiva de Chondrichthyes foi possível com a descoberta de esqueletos fósseis articulados no período Devoniano, há 409 milhões de anos (Burrow *et al.*, 2017; Maisey *et al.*, 2017) e ao desenvolvimento dos recursos tecnológicos aplicados nos estudos (Coates *et al.*, 2018). As evidências fósseis, mostram que os Chondrichthyes descendem dos Acantódios, os primeiros vertebrados mandíbulados, surgidos há 440 milhões de anos durante o período Siluriano. Sendo, portanto, considerados como uma das mais antigas e diversas linhagens de vertebrados tendo sobrevivido a cinco grandes extinções em massa (Ebert *et al.*, 2021).

O sucesso evolutivo de tubarões e raias é atribuído a fatores como radiação adaptativa, especialização progressiva, resiliência, complexidade ecológica, reprodutiva, comportamental e baixa mortalidade natural (Compagno, 1990). Possuem uma complexa história de vida, como crescimento lento, maturidade tardia, tempo de vida relativamente longo, baixa fecundidade e frequência reprodutiva, além de exibirem os períodos de gestação mais longos e os maiores níveis de investimento materno entre os vertebrados (Cortés, 2004). Os tubarões e raias se adaptaram aos mais variados ambientes marinhos (Weigmann, 2016). Ocupando uma ampla variedade de nichos ecológicos (Pough, 2013), onde exercem o papel de reguladores tróficos dos ecossistemas marinhos (Ferretti *et al.*, 2010) sejam como predadores de topo, mesopredadores ou como presas de outros predadores marinhos (Dulvy *et al.*, 2008). Embora bem adaptados, tubarões e raias, estão listados entre os vertebrados mais ameaçados de extinção, sendo às espécies de maior porte e que habitam ou utilizam de forma sazonal águas rasas as mais impactadas (Dulvy *et al.*, 2014). Estando mais sujeitas aos efeitos negativos da crescente expansão das atividades humanas, como os altos índices de poluição (Gelsleichter *et al.*, 2005), perda de habitat (Jennings *et al.*, 2008), alterações climáticas (Chin *et al.*, 2010) e a pesca excessiva (Bonfil, 1994).

1.1 Espécies Ameaçadas

1.1.1 No Mundo

O declínio populacional das espécies de tubarões e raias é preocupante, considerando as características da história de vida destes animais e a sua baixa resiliência aos impactos humanos

(Dulvy *et al.*, 2017). O que resulta na presença de muitas espécies do grupo na Lista Vermelha de Espécies Ameaçadas da União Internacional para a Conservação da Natureza - IUCN (IUCN, 2022). Dulvy *et al.*, (2014) avaliou os riscos relativos de extinção de 1041 espécies de tubarões, raias e quimeras, destas 181 (17,4%) estavam classificadas como ameaçadas como: criticamente em perigo – CR (n= 25), em perigo – EN (n= 43) e vulneráveis – VU (n= 113). Em reavaliação recentemente Dulvy *et al.*, (2021) ampliou o número de espécies para 1199 espécies, destas 391 (32,6%) foram classificadas como ameaçadas: CR (n= 90), EN (n= 121) e VU (n= 180). O aumento considerável do número de espécies ameaçadas reforça a necessidade do foco em estudos das espécies da classe, principalmente das espécies com poucas informações disponíveis classificadas como Deficientes em Dados (DD).

1.1.2 No Brasil

Os dados mais recentes sobre o número de espécies de Chondrichthyes no Brasil são do Plano de Ação Nacional para a conservação dos tubarões e raias marinhos ameaçados de extinção, o PAN tubarões, que estimada 211 espécies, sendo: 99 de tubarões, 104 de raias e oito quimeras. Destas 10 ainda estão em processo de identificação (PAN, 2023). Do total estimado de espécies com ocorrência no Brasil, 190 tiveram seus status de ameaça avaliados em âmbito global pela IUCN. Destas: 93 foram classificadas como ameaçadas: CR (n= 24), EN (n= 31) e VU (n= 38), além das quase ameaçadas – NT (n=18), pouco preocupante – LC (n= 60) e 19 espécies como DD (IUCN, 2023).

A primeira lista oficial de espécies ameaçadas da fauna e flora brasileira foi instituída no final da década de 1960 pela Portaria IBDF nº 303, de 29 de maio de 1968 (IBDF, 1968). Porém, as primeiras espécies de tubarões e raias só foram incluídas em listas de espécies ameaçadas, décadas depois, através da Instrução Normativa MMA nº 05 de maio de 2004 (MMA, 2004). A IN MMA nº05/2004 incluiu em seu anexo I 16 espécies de tubarões e raias ameaçados e 6 espécies como sobreexplotadas em seu anexo II. No ano seguinte a IN MMA nº 52, de novembro de 2005 (MMA, 2005), realoca três espécies de tubarões (*Carcharhinus porosus*, *Carcharhinus signatus* e *Carcharhinus longimanus*) do Anexo I para o Anexo II e exclui a espécie *Lamna nasus*, classificada como sobreexplotada no Anexo II, da lista de espécies ameaçadas.

Em 2008, como comemoração aos 40 anos da lista de 1968 o MMA lança a primeira edição do Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção (MMA, 2008). Nele constam 12 espécies de tubarões e raias marinhas, classificados como: duas (CR), cinco (EN) e cinco (VU). Em 2014 surgiu como um grande avanço na legislação ambiental a Portaria MMA Nº 445, de dezembro de 2014 (MMA, 2014) que em sua publicação amplia a proteção para 31

espécies de tubarões e 24 de raias. Das 55 espécies: 28 CR, 8 EN e 19 VU. Além das espécies *Carcharhinus isodon* e *Schroederichthys bivius* consideradas Extintas no Brasil EX (BR).

No ano de 2018 foi lançada a segunda edição do Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção atualizando as espécies de tubarões e raias registradas na Portaria MMA N°445/2014. Em 2022 com a publicação da Portaria MMA N° 148, de 7 de junho de 2022 (MMA, 2022) ocorrem novas alterações nos anexos I e II da Portaria MMA N°445/2014. Esta atualização traz mudanças importantes como a inclusão de seis espécies de raias, a exclusão de quatro espécies de raias (*Mobula hypostoma* e seu sinônimo *Mobula rochebrunei*, *Rhinobatos lentiginosus* e *Torpedo puelcha*) e duas de tubarões (*Notorynchus cepedianus* e *Squalus acanthias*). Além da recategorização de *Alopias superciliosus*, *Carcharhinus signatus* e *Negaprion brevirostris* de VU para EN, *Alopias vulpinus* de VU para CR, *Sphyrna mokarran* de EN para CR, *Pristis pectinata* de CR para Provavelmente Extinta CR(PEX) e *Carcharhinus isodon* anteriormente considerado Regionalmente Extinto (RE) foi retirado da lista de espécies ameaçadas.

Ainda em 2022 a Portaria GM/MMA N° 300, de 13 de dezembro de 2022 (GM/MMA, 2022) revoga, entre outras, as Portarias MMA N° 445/2014 e Portaria MMA N° 148/2022 e estabelece nova lista de espécies ameaçadas. São inclusas cinco espécies na lista espécies ameaçadas, sendo elas: *Carcharhinus acronotus* (VU), *Carcharhinus brevipinna* (VU), *Carcharhinus falciformis* (CR), *Carcharhinus leucas* (VU) e *Isurus oxyrinchus* (CR). Restabelece a espécie *Notorynchus cepedianus* (CR) e reclassifica o status de *Carcharhinus signatus* de EN para CR. No início de 2023 a publicação da Portaria MMA N° 354, de 27 de janeiro de 2023 (MMA, 2023) revoga a Portaria GM/MMA N° 300/2022 restabelecendo, entre outras, as Portarias MMA N° 445/2014 e Portaria MMA N° 148/2022. As cinco espécies de tubarões (*C. acronotus*, *C. brevipinna*, *C. falciformis*, *C. leucas* e *I. oxyrinchus*) inclusas na lista da Portaria GM/MMA N° 300/2022, foram realocadas na Portaria MMA N° 148/2022.

1.1.3 Em São Paulo

As espécies ameaçadas da fauna do Estado de São Paulo são declaradas no Decreto SMA N° 63.853 de 27 de novembro de 2018. O documento classifica as espécies de acordo com sua categoria de ameaça segundo os padrões de status da IUCN e as discrimina em Anexos, como:

- **Anexo I** – Espécies da fauna silvestre Regionalmente Extintas (RE) ou ameaçadas de extinção (CR, EN e VU) no estado de São Paulo;
- **Anexo II** – Espécies quase ameaçadas (NT) de extinção no Estado de São Paulo;

- **Anexo III** – Espécies com dados insuficientes (DD) para avaliação do seu estado de conservação no Estado de São Paulo;
- **Anexo IV** – Espécies da fauna ameaçadas de extinção (CR, EN e VU) que deverão possuir plano de ordenamento pesqueiro.

Constam 63 tubarões (n= 29) e raias (n= 34) na lista estadual, destes 63% estão ameaçados como: RE (n= 6); CR (n= 7); EN (n= 16) e VU (n= 17) além de 6 espécies NT e 11 com DD.

1.2 Classificação de Riscos das Espécies

Em uma classificação de riscos a IUCN listou as principais ameaças a conservação de tubarões e raias são:

- **Pesca** (82%) – Destas, a pesca industrial (55%), pesca artesanal (44%) e pesca para controle de espécies potencialmente perigosas aos humanos (1%);
- **Perda de habitat** (13%) – causada, entre outros, principalmente pelo desenvolvimento residencial e comercial (63%), ocupação pela produção agricultura e aquicultura (12%), modificações do sistema natural por barragens (12%);
- **Poluição** (3%) – tendo como principais causas os efluentes agrícolas (34%), o esgoto doméstico (34%) e o esgoto industrial (32%);
- **Mudanças climáticas** (2%) – alterações de habitat (77%), temperaturas extremas (13%), Tempestades, secas, inundações e outros fatores (10%).

1.3 A Pesca

A pesca possui grande importância social, na garantia do abastecimento e segurança alimentar, entretanto, é considerada uma das atividades humanas mais impactantes para a biodiversidade de ecossistemas aquáticos (Costello et. al., 2020; Pham *et al.*, 2023). A alta demanda de consumo do pescado (crustáceos, moluscos e peixes), impõe um maior esforço pesqueiro, uma consequente pesca excessiva e um possível colapso da atividade pesqueira (Myers e Worm, 2003; Pauly *et al.*, 2005; Phan *et al.*, 2023). Segundo a FAO - Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura que monitora a produção mundial de pescado, foi registrado um crescimento da produção global de 19 milhões de toneladas reportados na década de 1950 para 179 milhões de toneladas em 2018. Seguindo a mesma tendência de crescimento, o consumo global per capita de recursos pesqueiros subiu de 9,9 kg na década de 1961 para 20,5 kg em 2019. Dados que refletem o significativo declínio nos

estoques pesqueiros biologicamente sustentáveis de 89% para menos de 70% registrado nos últimos anos (FAO, 2022).

Embora a pesca comercial tenha como espécies-alvo peixes de maior valor de mercado, o declínio das capturas destas espécies valiosas e aumento da demanda por subprodutos como barbatanas, carne, óleo de fígado e rastros branquiais, resultou no aumento da captura e retenção de tubarões e raias, antes sem grande interesse pelas artes de pesca (Davidson *et al.*, 2016). Grande número de tubarões e raias são capturados como: Fauna acompanhante - espécies não alvo, mas com aproveitamento para consumo e/ou comercio permitidos, ou captura incidental- espécies não alvo e com aproveitamento para consumo e/ou comercio proibidos (PAN Tubarões, 2023). Estimasse que cerca de 50% das capturas globais de tubarões e raias não tinham estes animais como espécies-alvo (Stevens, 2000).

No Brasil, os últimos dados de captura de tubarões e raias são de 2011 com o registro de aproximadamente 20.000 toneladas de tubarões e raias (MPA, 2011). Este potencial de captura classifica o Brasil, segundo a FAO, como o 11º maior produtor mundial de carne de tubarão (Barreto *et al.*, 2017). Tal ausência de séries temporais de dados pesqueiros compromete a avaliação das alterações e impactos da pesca excessiva no estado de conservação das espécies brasileiras. Outro ponto que dificulta a análise dos números de capturas é o agrupamento de dados de produção nos boletins estatísticos, como por exemplo, o agrupamento das espécies de raias como “arraias” e as de tubarões como “cações”, ou seja, com exceção do cação-azul *Prionace glauca*, não há um registro espécie-específico das espécies capturadas pela pesca (Sbeel, 2005; Bornatowski, 2013, 2018). A mesma dificuldade é vista na falta da individualização dos números da produção da pesca industrial e da artesanal no período de 2007 a 2011. (IBAMA, 2007; MPA, 2011).

Espécies de tubarões e raias que habitam ou utilizam de forma sazonal a zona costeira brasileira, como por exemplo, *Hypanus* spp., *Pseudobatos* spp., *Sphyrna* spp., *Squatina* spp., *Rhinoptera* spp. e *Rhizoprionodon* spp. tem captura registrada em praticamente todas as suas modalidades de pesca artesanal como o emalhe, arrasto de fundo e arrasto de praia (Lessa *et al.*, 1999; Vooren e Klippel, 2005; Fagundes *et al.*, 2007; Rangel *et al.*, 2018; Rodrigues *et al.*, 2018). No Estado de São Paulo a ocorrência da captura de tubarões e raias é frequente e várias espécies já foram registrada em artes de pesca artesanal como o Emalhe - Gadig *et al.*, (2002) registrou 14 espécies, Motta (2006) 18 espécies, Namora (2009) 9 espécies; Arrasto de fundo - Graça Lopes (2002) registrou 28 espécies, Rodrigues *et al.*, (2018) 9 espécies; Arrasto de praia - Fagundes *et al.*, (2007) 4 espécies, Rangel *et al.*, (2017; 2018) 2 espécies. Estudos envolvendo

o arrasto de praia são escassos, o que justifica o registro de uma baixa riqueza de espécies capturadas por esta arte de pesca.

1.4 O Arrasto de Praia

O arrasto de praia é uma arte de pesca artesanal tradicional praticada por comunidades caiçaras, considerada uma atividade de pequena escala é geralmente realizada por pescadores pouco estruturados que muitas vezes atuam como subempregados dos armadores de pesca que são os proprietários dos petrechos de pesca, embarcação e veículo de transporte (Fagundes *et al.*, 2007). A atividade fomenta valores de partilha, divisão de tarefas, reciprocidade, cooperação e inclusão comunitária, sendo considerada como uma pesca socializadora que se diferencia de práticas modernas pela manutenção do respeito às regras locais de uso, apropriação dos recursos e um senso de conservação (Pinheiro *et al.*, 2010).

A região da Baixada Santista localizada no Litoral Centro do Estado de São Paulo, a pesca de arrasto de praia é regulamentada pela resolução SMA N°51 de 28 de junho de 2012 e monitorada pelo Instituto de Pesca (Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo) através do Programa de Monitoramento da Atividade Pesqueira – PMAP. Os relatórios estatísticos da monitoria do PMAP apontam a ocorrência de capturas de tubarões e raias pelo arrasto de praia, entretanto, com inúmeras lacunas em sua série histórica. Tais lacunas nas informações da pesca podem ser justificadas pela própria dinâmica de atuação do arrasto de praia que dificulta a obtenção de dados de capturas, não havendo por exemplo, um ponto fixo para o desembarque do pescado. O que pode ocasionar além de inconsistências nos dados, a perda de oportunidades para uma maior aproximação dos órgãos ambientais e da pesca com a comunidade pesqueira local. Dificultando assim, o diálogo com os pescadores sobre questões relacionadas à conservação dos tubarões e raias.

O município de Bertioga está situado na região metropolitana da Baixada Santista, a cerca de 100 km do município de São Paulo, possui aproximadamente 45 km de costa, destes 35 km são de praias. Grande parte de seu território (498 km²) está inserido em Unidades de Conservação: Parque estadual da Serra do Mar – PESM (Decreto Estadual n°10.251 de 30 de agosto de 1977), Parque Estadual Restinga de Bertioga – PERB (Decreto Estadual n° 56.500 de 9 de dezembro de 2010) e Área de Proteção Ambiental Marinha Litoral Centro – APAMLC (Decreto Estadual n°53.526 de 8 de outubro de 2008). A pesca em Bertioga remonta ao início do Século XVIII com a produção do óleo de baleia para a iluminação de cidades, hoje a pesca ainda representa uma atividade importante, sendo responsável pelo abastecimento do Mercado Municipal de Peixe. Considerando à forma de comercialização do pescado e petrechos de pesca

empregados na atividade, os pescadores de Bertioiga podem ser considerados como tradicionais (Teramoto, 2014). Apesar da importância da pesca artesanal para o município, não há um trabalho que estimule uma maior participação da comunidade de pescadores artesanais locais no compartilhamento de conhecimentos e construção de perspectivas de gestão participativa e conservação dos recursos pesqueiros e fauna associada.

Para a mitigação de um possível colapso dos recursos pesqueiros e mitigação dos impactos sobre a fauna associada é necessário o entendimento da pesca como uma atividade humana, sendo evidente a necessidade da inclusão das comunidades de pescadores locais em estudos pesqueiros, programas de manejo e de conservação (Fulton *et al.*, 2011; Fischer *et al.*, 2014). Diante da inexistência de um acompanhamento sistematizado dos impactos pesqueiros em tubarões e raias pela pesca artesanal, o envolvimento da comunidade pesqueira através da gestão participativa nos processos de planejamento, monitoramento e avaliação dos planos de manejo pesqueiro, se apresenta como uma importante ferramenta na gestão dos recursos naturais (Kalikoski *et al.*, 2008; Seixas e Kalikoski, 2009).

1.5 Monitoramento Participativo da Pesca

Neste contexto, com foco em um manejo dos recursos naturais mais consciente, uma das principais estratégias para o desenvolvimento da gestão participativa é o monitoramento participativo da pesca (MPP), que não objetiva somente a coleta de dados da produção pesqueira, mas estimula a participação social, nos processos de tomadas de decisão e na construção de estratégias de atuação (Begossi *et al.*, 2012; Constantino *et al.*, 2012) através de um entendimento coletivo, entre pesquisadores, gestores e pescadores (Danielsen *et al.*, 2009). Do entendimento coletivo, o grau de comprometimento e a autonomia das partes envolvidas determina os níveis e formas de contribuição dos atores que dependem da exploração dos recursos naturais (Gelcich *et al.*, 2008; Berkes, 2009). Portanto, é necessário integrar os saberes científicos com as formas locais de conhecimento tradicional acumulada pelas gerações de pescadores (Malafaia *et al.*, 2014; Seixas *et al.*, 2017).

Considerando a escassez de informações sobre as populações de tubarões e raias, este diálogo possibilita a obtenção de dados através dos conhecimentos ecológicos locais (CEL) dos pescadores artesanais, que podem ser aplicados no preenchimento de lacunas do conhecimento científico, contribuindo entre outras coisas, com informações sobre a zoologia e ecologia dos peixes capturados, como por exemplo, abundância, comportamento, migração, reprodução, dieta (Johannes *et al.*, 2000; Brook e McLachlan, 2008; Silvano e Valbo-Jorgensen, 2008; Huntington, 2011).

2.1 Caracterização do Arrasto de Praia

Para a caracterização da arte de pesca foi considerado o período de 2018 a 2022, justificado por ter a linha histórica mais completa dos dados necessários para as análises. No presente estudo, entendesse como: dia de pesca - os dias trabalhados pelos pescadores do arrasto de praia; pescaria - cada uma das saídas da equipe de pesca para a realização da atividade pesqueira, podendo e um dia de pesca haver pescaria no período diurno, no noturno ou haver jornada dupla de trabalho com pescarias nos dois períodos do dia de pesca; lance de pesca - cada ação de liberar e recolher a rede de arrasto de praia. Para a caracterização da pesca serão considerados: datas e quantidades dos dias de pesca, pescarias e lances de pesca, período de atuação (D- diurno, N – noturno e JD – Jornada dupla de trabalho); ponto de pesca (praia) e distância da soltura da rede em relação a linha de praia (cabos de tração). Para a caracterização do petrecho de pesca serão considerados: a composição do material utilizado; tamanho das malhas entrenós opostos (mm); o diâmetro dos fios e cabos (mm); comprimento / altura (m) e quantidade de malhas por panagem. Cabos entalhados – dimensões dos cabos superior e inferior, quantidade e características dos chumbos e flutuadores (Fagundes *et al.*, 2007; Mendonça, 2018).

2.1.1 O Coeficiente de entalhe (E)

Foi determinado segundo Oliveira (2020) pela relação entre o comprimento do cabo entalhado e das panagens da rede pela fórmula:

$$E = Cb/(m*Me)$$

Onde: E = coeficiente de entalhe; Cb = comprimento do cabo a ser entalhado (m);

m = número de malhas estiradas (n) e Me = comprimento da malha esticada (mm).

2.1.2 A área do fundo varrida (A)

Foi calculada a partir da relação entre comprimento da rede armada no início do lance com o comprimento dos cabos de tração (Fagundes *et al.*, 2007):

$$A = (r*d)/2$$

Onde: A = área varrida pela rede (m²); r = comprimento da rede armada (m) e

d = comprimento dos cabos de tração (m).

2.2 Caracterização dos tubarões e raias - Monitoramento Participativo da Pesca

A coleta de dados para a caracterização da biodiversidade de tubarões e raias capturados pela pesca artesanal de arrasto de praia é parte do Projeto raias e tubarões da Baixada que monitora de forma participativa a ocorrência de tubarões e raias na região desde 2015.

2.2.1 Desenvolvimento

Durante o período de novembro de 2015 a janeiro de 2023 foram realizadas 48 campanhas para o acompanhamento presencial da pesca, desenvolvimento e orientação de manejo dos exemplares capturados. O desenvolvimento participativo do protocolo de manejo e registro de dados de captura considerou além do conhecimento científico, o conhecimento local dos pescadores parceiros que tiveram envolvimento direto no processo. Todo o protocolo foi pensado para que as etapas de coleta ocorram de forma rápida priorizando a integridade física dos tubarões e raias capturados e segurança dos pescadores.

2.2.2 Protocolo do Pescador

Após o recolhimento da rede (Fig. 2A), foi realizada a despesca que consiste na retirada dos indivíduos capturados da rede (Fig. 2B), durante a retirada, os indivíduos foram identificados pelo nome popular de acordo com o conhecimento local dos pescadores (Tabela I); quantificados e categorizados quanto aos tamanhos aproximados dos indivíduos pelo padrão P, M e G (Tabela I). Quando possível, realização de registro fotográfico (Fig. 2C); após a realização dos procedimentos de coleta e manejo os tubarões e raias capturados foram devolvidos ao mar pelos pescadores (Fig. D). Após o término de cada lance de pesca, os pescadores que realizaram as coletas informam os dados dos indivíduos liberados ao pescador responsável pelos registros nas planilhas do MPP. Que além dos dados de tubarões e raias liberados, registra as informações de cada lance de pesca - data, local, período, quantos cabos foram utilizados (Fig. 2E). Para nortear a construção coletiva da participação dos pescadores no processo de monitoramento e otimizar os métodos de coleta de dados e manejo, foram realizadas reuniões periódicas com os pescadores parceiros.



FIGURA 2. (A) Acompanhamento da pesca; (B) despesca; (C) identificação e Registro Fotográfico; (D) Soltura do indivíduo; (E) Planilha do MPP. Imagens: Alexandre Rodrigues.

2.3 Tratamento de Dados

Todos os dados obtidos nas coletas e/ou cedidos pelos pescadores foram consolidados em planilhas para posterior análise. Para a padronização dos tamanhos e conversão dos tamanhos P, M e G em cm foi elaborada uma tabela considerando o padrão adotado pelo pescador responsável pelas anotações nas planilhas do MPP (Tabela I). Os indivíduos capturados foram identificados segundo Gomes *et al*, 2019 durante as coletas presenciais ou através de imagens encaminhadas pelos pescadores. Na ausência do registro de imagem ou no caso de espécies morfológicamente similares e que ocorrerem em simpatria na região (Rangel *et al.*, 2017) como por exemplo, as raias-ticonha *Rhinoptera bonasus* e *R. brasiliensis*, raias-prego *Hypanus guttatus* e *H. berthalutzae* e raias-viola *Pseudobatos horkelii* e *P. percellens*, os indivíduos capturados foram planilhados com identificação em nível de gênero.

Tabela I – Tabela de conversão das categorias de tamanhos dos tubarões e raias capturadas pelo arrasto de praia. (P) Pequeno; (M) Médio; (G) Grande; (YOY) Jovem do ano; (AD) Adulto.

Tamanhos aproximados em cm				
Espécies	Nome Popular	P	M	G
<i>Aetobatos narinari</i>	Raia-chita	<40	40-80	>80
<i>Gymnura altavela</i>	Raia-borboleta	<30	30-60	>60
<i>Hypanus spp</i>	Raia-prego	<50	50-80	>80
<i>Narcine brasiliensis</i>	Raia-torpedo	<20	20-30	>30
<i>Pseudobatos spp</i>	Raia-viola	<40	40-70	>70
<i>Rhinoptera spp</i>	Raia-ticonha	<50 YOY1	50-70 YOY2	>70 AD
<i>Sphyrna lewini</i>	Cação-martelo	<50	50-80	>80
<i>Rhizoprionodon lalandii</i>	Cação-frango	<40	40-60	>60

2.4 Abundância

A abundância de tubarões e raias capturadas foi determinada pelo índice de abundância relativa, captura por unidades de esforço - CPUE. Considerando que o esforço de pesca não foi padrão durante o período amostrado, o índice CPUE foi utilizado para padronizar os dados considerando os períodos anual, sazonal, por espécie e pelo total de espécies capturadas (Ramirez-Amaro *et al.*, 2013). O valor de CPUE foi estimado através da fórmula:

$$CPUE = C/E$$

Onde: CPUE= captura por unidade de esforço com relação ao número de indivíduos; C = número de indivíduos capturados e E = dias pescados.

Para a análise foram consideradas as ocorrências das capturas de indivíduos de tubarões e raias agrupadas conforme os meses de produção pesqueira. A eficiência do esforço amostral foi verificada através de curvas de rarefação baseadas em três estimadores distintos: Mao Tau que considera somente as espécies observadas e não permite extrapolações, os resultados do primeiro estimador e seu intervalo de confiança (IC 95%) foram comparados com os dados do obtidos do estimador não paramétrico Jackknife 1 e a avaliação das propriedades da distribuição das curvas anteriores foi pelo estimador Bootstrap. A base de dados dos três estimadores para confecção do gráfico com as curvas de rarefação, foi gerada com o auxílio da ferramenta EstimateS 9.1.0. em uma aleatorização de 1000x (Colwell, 2013).

2.5 Frequência de Ocorrência

A frequência de ocorrência foi determinada adotando o índice de constância proposto por Dajoz (1983) de acordo com a fórmula:

$$c = (ci/C) * 100$$

Onde: c = valor da frequência de cada espécie; ci = número de meses com a ocorrência das espécies e C = número de meses de pesca.

Foram consideradas como: **Espécie constante** (Co) $c \geq 50\%$; **Espécie acessória** (Ac) c entre $\geq 25\%$ e $< 50\%$ e **Espécie ocasional** (Oc) $c < 25\%$.

Para a definição das estações do ano utilizadas nas análises sazonais foi convencionada a divisão do ano em 4 trimestres orientada pelo Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo (EM-IAG-USP):

- **Verão:** dezembro, janeiro e fevereiro (DJF)
- **Outono:** março, abril, maio (MAM)
- **Inverno:** junho, julho e agosto (JJA)
- **Primavera:** setembro, outubro e novembro (SON)

Os dados foram testados quanto a sua normalidade de distribuições através do teste Shapiro-Wilk e a homogeneidade das variâncias pelo teste de Levene. Em caso de dados paramétricos as variações das ocorrências foram aferidas pela análise de variância unifatorial (One Way ANOVA) e não paramétricos pelo teste de Kruskal-Wallis. A caracterização populacional das espécies de tubarões e raias foi realizada através da análise das proporções em categorias de tamanhos agrupados em variáveis nominais (Tab. I).

3 RESULTADOS

3.1 Caracterização da Pesca de Arrasto de Praia

3.1.1 O petrecho de pesca

As redes de pesca utilizadas pelo arrasto de praia em Bertioga são entalhadas, ou seja, montadas de forma artesanal pelos próprios pescadores. Com exceção das panagens das redes (Panos) que são produzidos de forma industrial e adquiridos no comércio local da Baixada Santista. A rede de arrasto de praia é composta de duas mangas e o cópio (panagem central da rede) fixados a uma tralha superior com flutuadores (bóias) e a uma tralha inferior com chumbadas, dois calões de madeira e cabos de tração (Fig. 3). As mangas são compostas por

três panagens de monofilamento de polímero de Nylon (PA) transparente e nós duplos. As panagens diferem em altura e comprimento, a primeira (Fig. 3Ac) com 0.90 x 40 x 96 x 356 (espessura do fio (mm) x malha (mm) x malhas de altura x malhas comprimento), a segunda panagem com 0.90 x 40 x 96 x 1250 (Fig. 3Ab) e a terceira com 0.90 x 40 x 96 x 356 (Fig. 3Ac). O cópio é confeccionado com três panagens mais reforçadas, uma central e duas laterais, compostas por fios torcidos de Polietileno (PE) na cor marrom e nós duplos. A parte inferior da panagem central do cópio possui as dimensões 30/21 x 35 x 100 x 714 (Fig. 3Ag), complementada na altura com panagem de dimensões 30/27 x 45 x 21 x 556 (Fig. 3Ae). As outras duas panagens que ficam uma de cada lado da panagem central do cópio possuem as medidas 30/21 x 35 x 100 x 179 (Fig. 3Af), também complementada na altura com panagem 30/27 x 45 x 21 x 139 (Fig. 3Ad).

A tralha superior possui aproximadamente 400 m, confeccionada com cabo náutico torcido de 10 mm de diâmetro produzido em poliamida PA com três fios trançados em um (Fig. 3A), onde são fixados flutuadores (bóias) nº40 de PVC expandido com diâmetro de 112 mm e 0,588 kgf de poder de flutuação, espaçados a cada 22 encalas (1980 mm) nas mangas (Fig. 9B) e a 10 encalas (990 mm) no cópio (Fig. 3C). A tralha inferior é produzida com cabo náutico torcido 12 mm de diâmetro em poliamida PA com três fios trançados em um, com chumbadas nº 6 de 100 g espaçadas a cada 11 encalas (900 mm) nas mangas (Fig. 3B) e a 5 encalas (450 mm) no cópio (Fig. 3C). A fixação das tralhas nas mangas e cópio é feita por encalas de 90 mm (Fig. 3B e 9C). Cada uma das extremidades da rede possui um calão de madeira, de aproximadamente 200 cm de comprimento e 10 kg, fixado aos cabos das tralhas superior e inferior. Dos calões saem os tirantes em formato de V onde são fixados os cabos de tração (Fig. 3A). Os cabos de tração (podem ser utilizados dois ou três em cada extremidade da rede) são produzidos em poliamida PA com três fios torcidos, 12 mm de diâmetro e aproximadamente 250 m de comprimento cada.

3.1.2 A rotina dos trabalhadores da pesca de arrasto de praia

A decisão da ocorrência ou não das pescarias fica sob responsabilidade do armador de pesca, que é o responsável pela organização da equipe e na maioria dos casos o proprietário do petrecho de pesca, embarcação e veículo de transporte. Para a decisão ele avalia principalmente as questões climáticas, condições de mar e número de pescadores disponíveis. Uma operação de pesca necessita de ao menos dez puxadores - responsáveis pelo tracionamento manual da rede (cinco em cada um dos cabos de tração), um piloteiro - responsável pela condução do bote, um proeiro - responsável pela liberação dos cabos e da rede no mar e um enrolador de cabos -

responsável pela organização dos cabos de tração durante o recolhimento da rede. Confirmada a possibilidade de realização das pescarias, os pescadores são convocados via mensagens, ligações de celular ou por comunicação presencial.

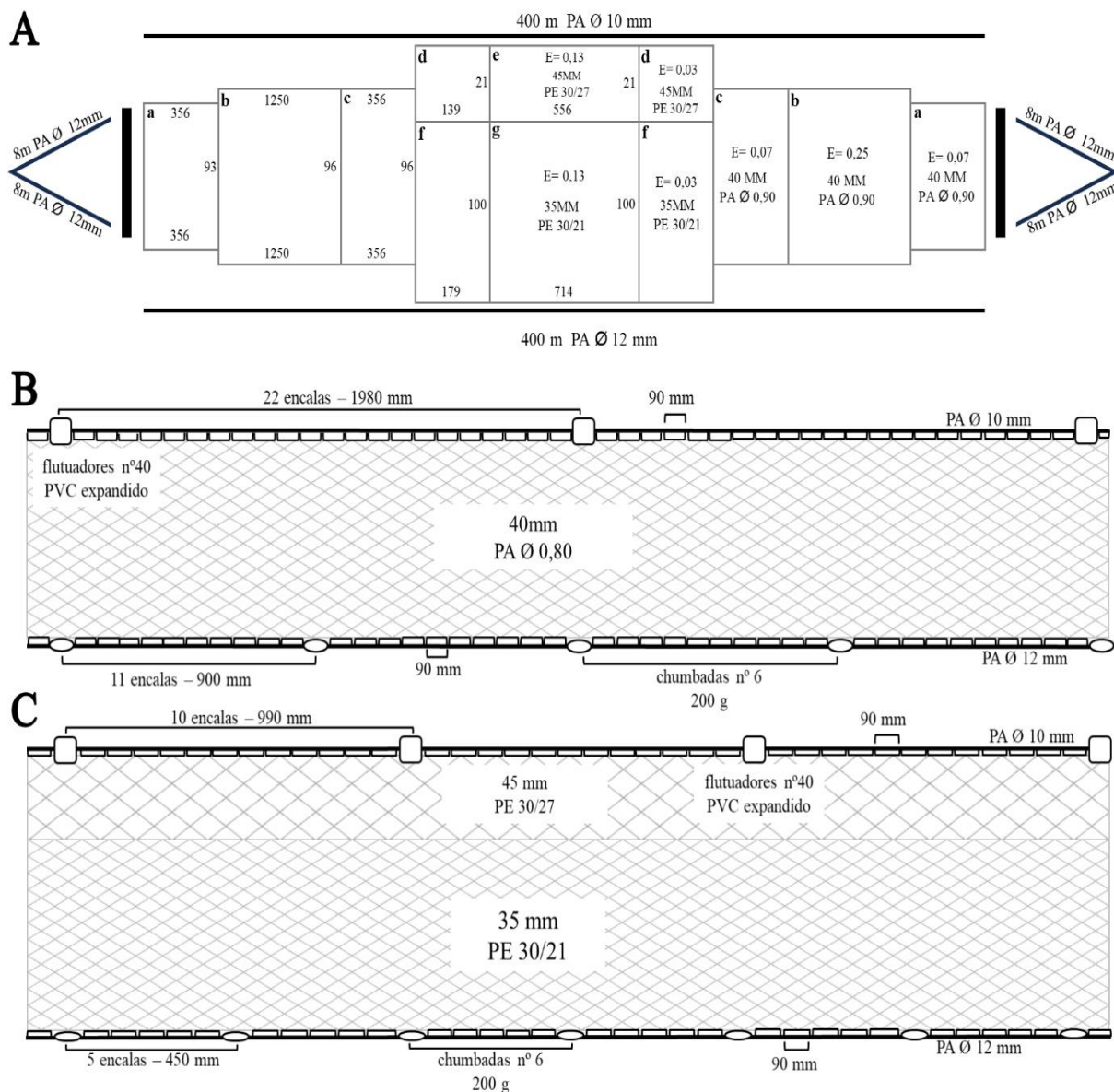


FIGURA 3. Esquema da rede de arrasto de praia; (A) dimensões panagens mangas, cópio e total; (B) entralhe das mangas; (C) entralhe do cópio.

3.1.3 A logística das pescarias

As pescarias ocorrem no início da manhã e/ou da noite, seguindo a determinação de horário das 19:00h às 9:00h imposto pela resolução SMA N°51 de 28 de junho de 2012. O deslocamento da equipe é efetuado em um caminhão adaptado para a pesca, entre as principais adaptações estão uma cabine coberta e bancos para a acomodação dos pescadores durante o trajeto entre o ponto de encontro e o ponto de pesca. Um barco de fibra de vidro com 6 m de

comprimento e motor de popa de 15 HP é transportado em um reboque fixado ao caminhão (Fig. 4A), na proa e parte central da embarcação fica acomodado o petrecho de pesca (Fig. 4B).

Durante o trajeto o caminhão com a equipe, embarcação e petrecho de pesca é conduzido pelo armador também responsável pela escolha do ponto de pesca, que observa as condições do mar e a existência de redes de emalhe armadas no local. Já no ponto de pesca o processo de largada da rede para o lance de pesca é iniciado com a liberação do reboque e a colocação do barco na água (Fig. 4B). A extremidade de um dos cabos de tração é deixada na praia sob a responsabilidade de um dos pescadores, a navegação realizada pelo piloteiro é iniciada em sentido perpendicular à praia com o proeiro liberando o cabo de tração (Fig. 4C). O número de cabos de tração, que unidos e atados em cada uma das extremidades da rede, determina a distância da linha de praia e a profundidade estimada que a rede será liberada, ou seja, como cada cabo tem aproximadamente 250m, dois cabos equivalem a 500 m e profundidades entre três e quatro metros, com a utilização de três cabos a rede é armada a aproximadamente 750 m de distância e entre 5 e 6 m de profundidade.

Terminada a liberação do cabo de tração, é realizada uma navegação paralela à praia com o motor em marcha ré, com o proeiro efetuando a soltura da rede pela proa, tal procedimento assegura que o petrecho de pesca não enrosque na hélice do motor de popa. Após a liberação total da rede o barco retorna em sentido perpendicular a linha de praia, com o proeiro liberando o cabo de tração da outra extremidade da rede. Na chegada à praia o cabo é entregue aos pescadores. Durante a liberação da rede o caminhão se desloca do ponto inicial até o local de término da rede e chegada da embarcação. Enquanto os pescadores iniciam a puxada da rede, parte da equipe coloca o barco no reboque e este é acoplado no caminhão. Inicialmente o recolhimento do petrecho de pesca em direção à praia se dá pelos cabos de tração, para isso, os pescadores utilizam cintos confeccionados com mangueira de bombeiro e aproximadamente 50 cm de corda. A corda do acessório é enrolada no cabo de tração, proporcionando firmeza na puxada e minimizando o atrito do cabo com as mãos (Fig. 4D).

A puxada da rede é coordenada pelo armador que orienta a velocidade e a direção, para que o recolhimento dos cabos e a chegada das duas extremidades da rede na praia seja simultânea. Recolhida a totalidade dos cabos e com chegada as mangas da rede na praia, os pescadores retiram os cintos e seguem a puxada das mangas da rede utilizando somente as mãos (Fig. 4E). Nesse intermédio de tempo o enrolador de cabos, organiza os rolos de cabo de tração na embarcação. Com o término do recolhimento das mangas e a chegada do cópio o armador acompanhado de um outro pescador experiente, entram no mar e se posicionam atrás da rede

para fazer o chamado fundo de rede. Este procedimento objetiva um melhor posicionamento e direcionamento da rede até o seu total fechamento evitando o escape dos peixes capturados.

A despesca é realizada pelos pescadores que acondicionam os peixes em caixas plásticas, após são lavados com água do mar para retirada da areia e guardados no caminhão (Fig. 4F). Durante a despesca animais capturados de forma incidental tem a soltura priorizada, sendo os primeiros a serem retirados da rede e liberados. Em seguida, o reboque e o barco são direcionados próximos a água para o acondicionamento da rede na embarcação, ficando cabos e petrecho preparados para o próximo lance (Fig. 4G). Ao término da pescaria a equipe retorna para o ponto de encontro inicial, onde os equipamentos são limpos, guardados e é realizada a partilha dos peixes (Fig. 4H).

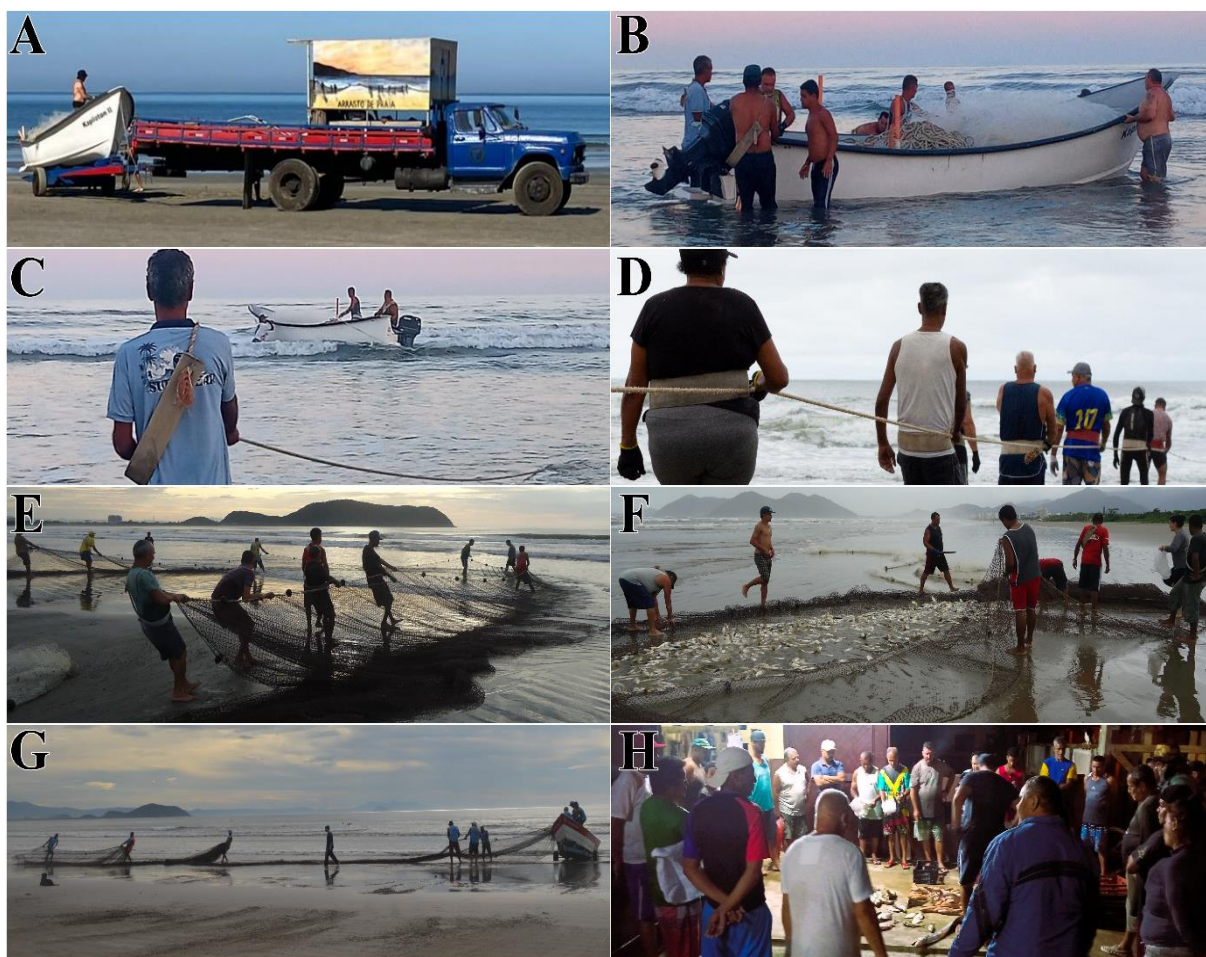


FIGURA 4. Etapas do lance da realização da pesca de arrasto de praia. (A) Veículo e embarcação utilizados nas pescarias; (B) Pescadores colocando a embarcação na água; (C) Pescador segura o cabo liberado pelo proeiro; (D) Puxadores de cabo recolhem a rede; (E) Chegada da rede na areia; (F) Despesca; (G) Embarque da rede e cabos; (H) Partilha dos peixes após a pescaria.

3.1.4 Dias trabalhados - Os números do arrasto de praia

Entre 2018 e 2022 foram anotados 503 dias de pesca, nestes ocorreram 582 pescarias e 833 lances de pesca. Dos dias de pesca (dias trabalhados) 244 dias tiveram somente pescarias o período diurno, 180 somente no noturno e em 79 dias os pescadores tiveram jornada dupla de trabalho (Fig. 5A). Foi observada uma maior tendência de pescarias diurnas nas temporadas 2018, 2019 e 2022, nas temporadas 2020 e 2021 as pescarias noturnas foram em maior número. A temporada 2020 foi a que apresentou o maior número de dupla jornada de trabalho dos pescadores (Fig. 5B). As pescarias apresentaram uma variação de um a quatro lances, destas 350 pescarias (181 diurnas e 169 noturnas) tiveram somente um lance de pesca, 216 pescarias (127 diurnas e 89 noturnas) tiveram dois lances, 13 pescarias (12 diurnas e uma noturna) tiveram três lances cada, em somente três pescarias (duas diurnas e uma noturna) foram registrados quatro lances de pesca seguidos em cada uma delas (Fig. 5C). Em relação a influência sazonal nas pescarias, as estações climáticas primavera/verão apresentaram maior tendência de atividades pesqueiras diurnas, noturnas e maior incidência de dupla jornada de trabalho (Fig. 5D).

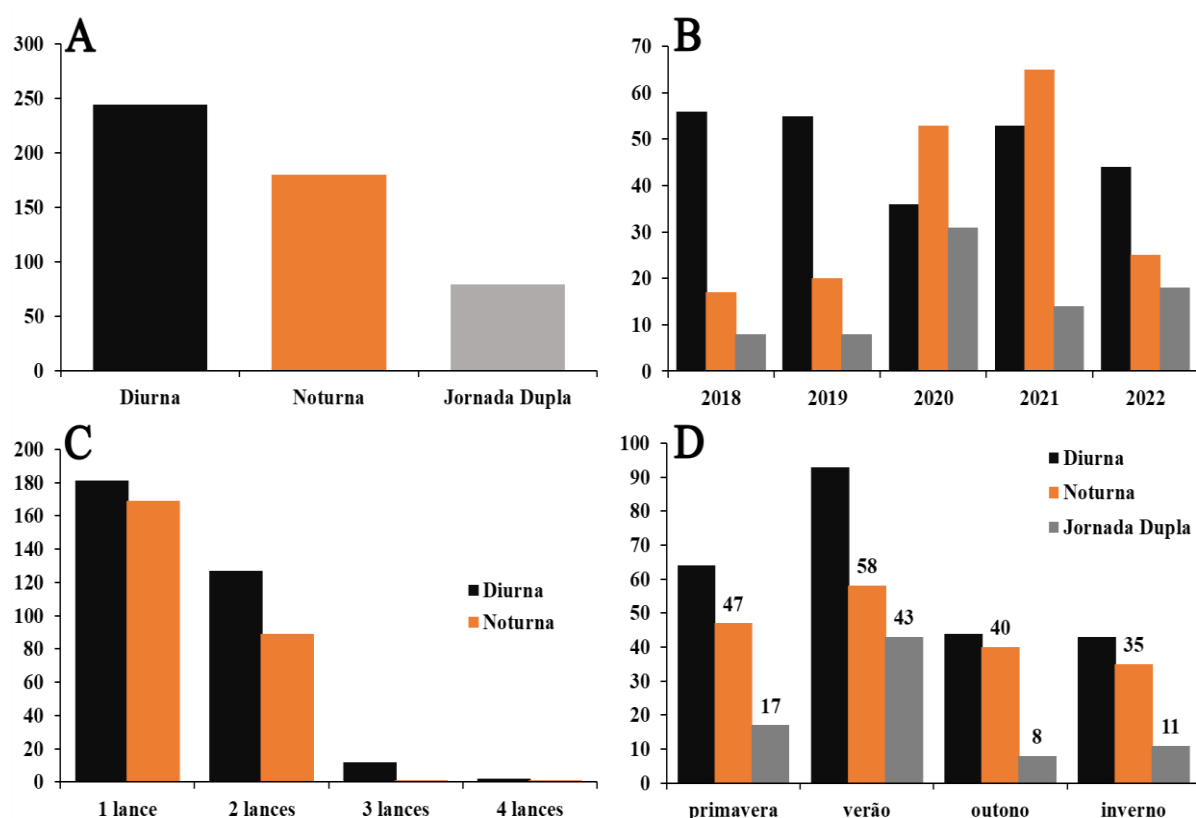


FIGURA 5. Dias trabalhados pelos pescadores do arrasto de praia; (A) Relação dias trabalhados x período; (B) Relação dias trabalhados x período x ano; (C) Relação dias trabalhados x período x estação climática.

Foram registrados e analisados 1826 dias entre 2018 e 2022. Destes, não ocorreram pescarias em 73% (n=1323) dos dias, sendo realizadas pescarias em somente 27% (n= 503) dos dias. Esta tendência de baixo número de dias com a possibilidade de realização de pescarias foi observada em todo o período de estudos (Fig. 6A). A influência sazonal na ocorrência das pescarias é notada, com aumento na quantidade de pescarias realizadas nas estações mais quentes – primavera (Fig. 6B) e verão (Fig. 6C) e redução nas estações mais frias outono (Fig. 6D) e inverno (Fig. 6E).

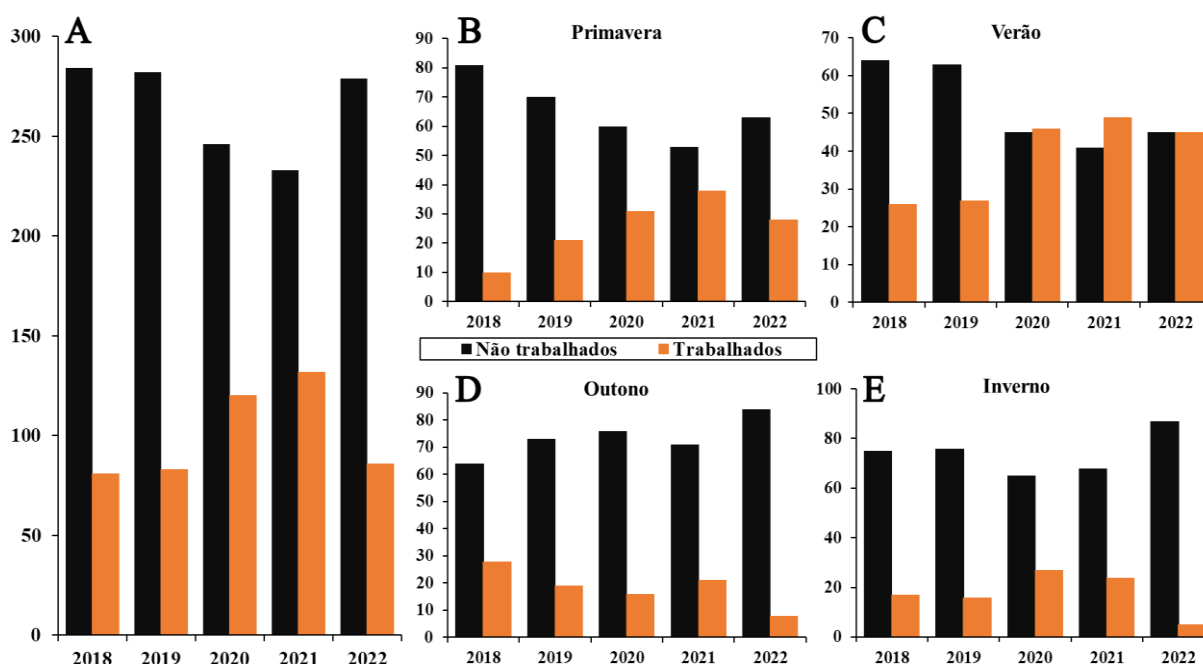


FIGURA 6. Relação dias trabalhados e não trabalhados entre 2018 e 2022.

3.1.5 Pontos de pesca

Para a caracterização da frequência de escolha dos pontos de pesca foram considerados os números de lances de pesca e o local onde eles foram realizados, além das informações dos relatos pessoais do armador. As pescarias do arrasto de praia ocorreram em seis praias: Enseada, Jardim Rafael, Vista Linda, Indaiá, São Lourenço e Itaguaré, um território pesqueiro de aproximadamente 19 km de praias. A maior ocorrência de lances de pesca foi na praia da Enseada 43% (n= 359), seguida por Jd. Rafael 29,5% (n= 249), Indaiá 14% (n= 97), Vista Linda 12%, S. Lourenço 1% (n= 9) e Itaguaré 0,5% (Fig. 1).

3.1.6 Distância, profundidade e área de fundo varrida

Ao determinar o uso de dois cabos ou três cabos o armador aumenta ou diminui a área em m² que a rede irá atuar naquele lance de pesca, a chamada área de fundo varrida. A rede

utilizada pelos pescadores durante o período de estudos tinha 400 m de comprimento (Fig. 3A). Com o uso de dois cabos de tração (D= 500m) no lance a área de fundo varrida (AV) foi de 100.000 m² e profundidades (P) entre 3 e 4 m. Equipada com três cabos (D= 750 m) AV = 150.000 m² e P= 5 e 6 m. Apesar do uso de três cabos proporcionar uma maior área de atuação do petrecho, a opção do armador pelo uso foi em apenas 18% (n= 148) dos lances realizados, contra 82% (n= 685) de uso da rede com dois cabos. Em análise das taxas de captura de tubarões e/ou raias conforme o tamanho da área varrida, o teste Qui-quadrado apontou variação significativa ($\chi^2 = 10,2$; $p < 0,05$). Os lances de pesca com o uso de dois cabos as ocorrências de capturas foram de 69% (n=470) contra 31% (n= 215) sem registros de capturas. Já os lances onde foram utilizados três cabos atados a rede, registraram capturas em 82% (n= 121) contra 18% (n= 27) de lances sem a ocorrência de tubarões e/ou raias.

3.2 Caracterização da Fauna de Tubarões e Raias

3.2.1 Origem dos dados - Análise do esforço

Os resultados dos registros das ocorrências de capturas de tubarões e raias pelo arrasto de praia no município de Bertioga ressaltam a relevância do monitoramento participativo da pesca na obtenção de dados de capturas, onde 86% dos registros são oriundos do monitoramento participativo e somente 14% tiveram origem em coletas presenciais do pesquisador (Fig. 7).

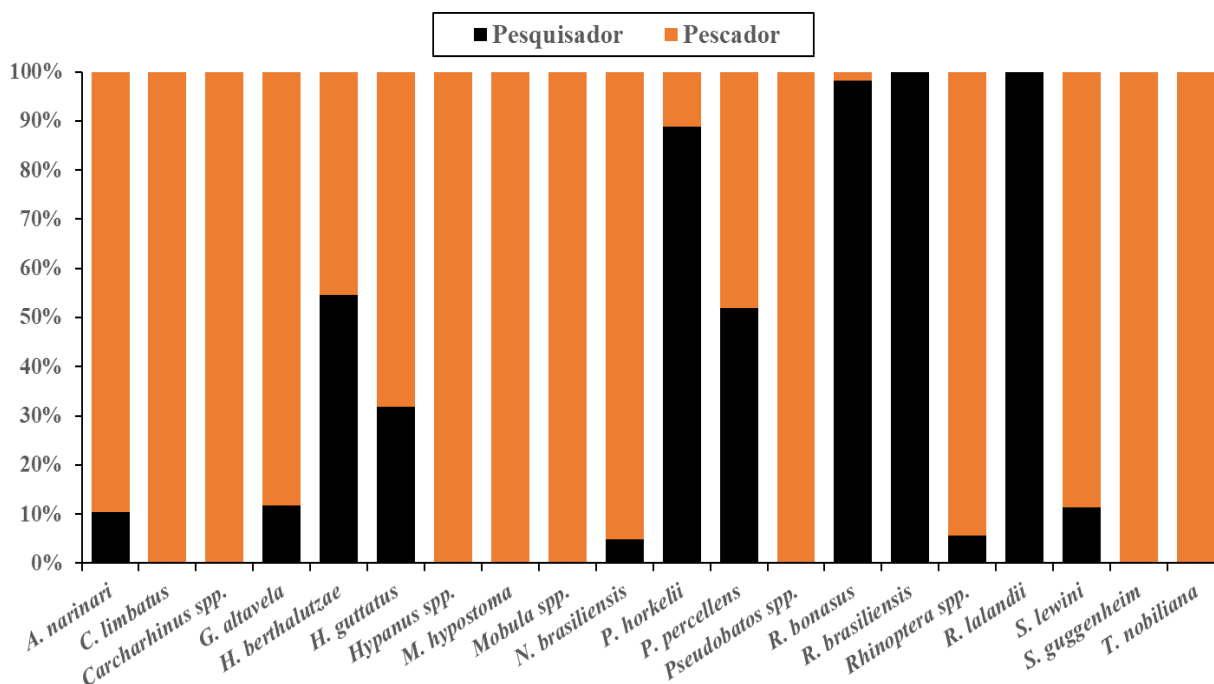


FIGURA 7. Comparativo entre os protocolos de coleta de dados de ocorrência das espécies de tubarões e raias.

3.2.2 Esforço amostral

A riqueza indicada pelo método Mao Tau ($S=15$), demonstrou leve tendência de estabilização assintótica e incremento de espécies conforme o aumento do esforço de coleta. O intervalo de confiança (IC 95%) variou entre 11,92 e 18,08 espécies. O estimador de riqueza Jackknife 1 indicou uma cobertura de 83,5% das 18 espécies estimadas. O estimador Bootstrap apontou que 92,4% das 16,24 espécies estatisticamente possíveis de ocorrer foram amostradas (Fig. 8).

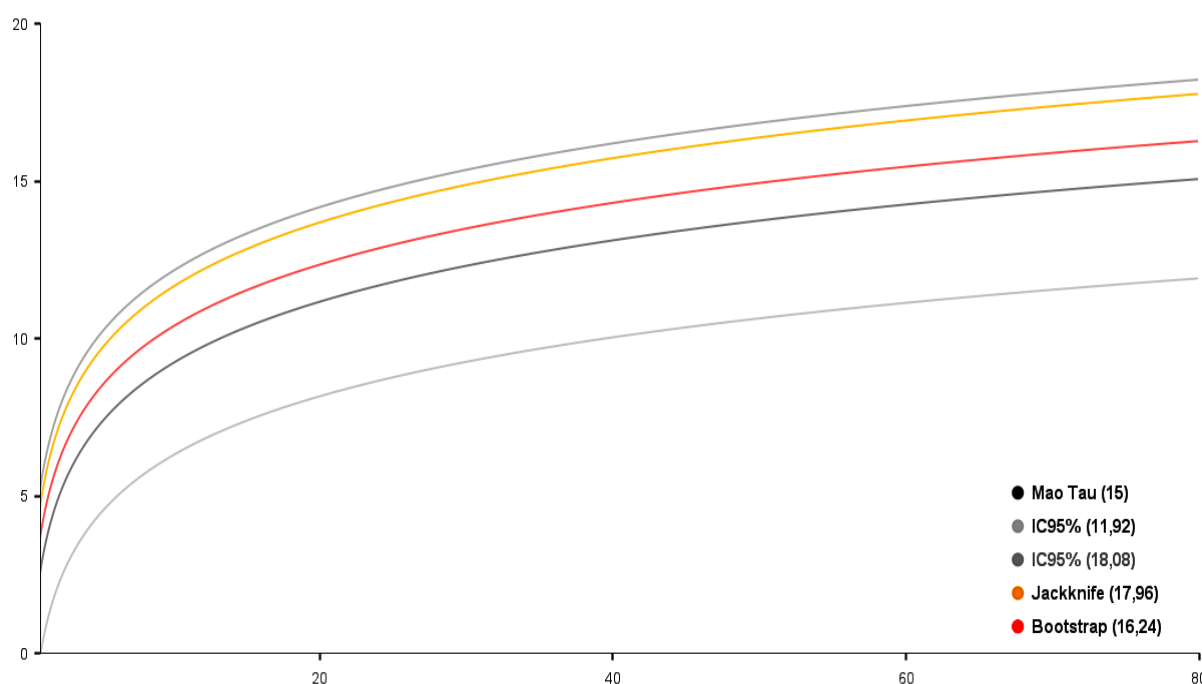


FIGURA 8. Curvas de rarefação dos valores de Mao Tau com intervalo de confiança de 95%, Jackknife 1 e Bootstrap com base no esforço amostral entre novembro/2015 e fevereiro/2023.

3.2.3 Raias e tubarões de Bertioga

Durante o período de novembro de 2015 a janeiro de 2023 foram registradas as ocorrências de 3805 indivíduos de tubarões e raias capturados pelo arrasto de praia. Distribuídos em cinco Ordens, 10 Famílias, 12 Gêneros e 15 Espécies (Tab. II). As raias ($n=3718$) representaram 97,7% dos registros e tubarões ($n=87$) 2,3% dos registros.

3.2.4 Abundância de espécies e CPUE

As raias-ticonha $n=2087$, 54,8%, CPUE 4,00 (*Rhinoptera bonasus* $n=214$, 5,6%, CPUE 0,41; *Rhinoptera brasiliensis* $n=37$, 1%, CPUE 0,07 e registros em nível de gênero *Rhinoptera*

spp. n=1837, 48,3%, CPUE 3,52) foram as mais abundantes no estudo, seguidas das raias-prego (*Hypanus berthallutzae* n=22, 0,6%, CPUE 0,04; *Hypanus guttatus* n=276, 7,3%, CPUE 0,53 e *Hypanus* spp. n=527, 13,9%, CPUE 1,01) As raias-viola (*Pseudobatos horkelii* n=18, 0,5%, CPUE 0,03; *Pseudobatos percellens* n=27, 0,7%, CPUE 0,05 e *Pseudobatos* spp. n= 316, 8,3%, CPUE 0,61) como o terceiro grupo de raias mais frequentes, tiveram forte destaque na abundância das espécies. Entre os tubarões, *Sphyrna lewini* n=79, 2,1%, CPUE 0,15 foi a espécie de maior abundância registrada.

3.2.5 Frequência de ocorrência

As raias-ticonha foram as mais constantes (Co) no estudo, ocorrendo em aproximadamente 68% das pescarias, onde *Rhinoptera* spp. contribuiu com 59,2%, *Rhinoptera bonasus* 7,1% e *Rhinoptera brasiliensis* 2%. As raias-prego foram o segundo agrupamento de espécies mais frequentes com registros de capturas em 47% dos dias pescados, consideradas, portanto, espécies acessórias (Ac). As raias-chita *Aetobatus narinari* tiveram sua frequência considerada acessória (Ac) com registros em 37% das pescarias. O gênero *Pseudobatos* spp. ou raias-viola tem ocorrência ocasional (Oc) nas pescarias, estando presentes em aproximadamente 15% dos dias de pesca. As raias-borboleta *Gymnura altavela*, espécie ocasional (Oc), foram registradas em 13% dos dias pescados. Em aproximadamente 6% dos dias com ocorrência de pesca foram registradas as raias treme-treme *Narcine brasiliensis*, considerada ocasional na atividade. Entre os tubarões a maior frequência foi de tubarões-martelo *Sphyrna lewini* com 6% das ocorrências. Espécies menos frequentes (Oc) de registro raro no arrasto de praia estiveram presentes, sendo elas: Raia-manta *Mobula hypostoma* (0,6%), Cação-frango *Rhizoprionodon lalandii* (0,6%), raia-torpedo *Tetronarce nobiliana* (0,2%), tubarão-galha-preta *Carcharhinus limbatus* (0,2%) e Cação-anjo *Squatina guggenheim* (0,2%).

Tabela II. Espécies; (N) número de indivíduos; Critérios IUCN, MMA e SMA: (LC) Pouco Preocupante, (NT) Quase ameaçada, (VU) Vulnerável, (EN) Em Perigo e (CR) Criticamente em Perigo; (LD) largura do Disco e (CT) comprimento total.

Classe,subclasse, infraclasse, Ordem, Família, Espécie	Nome popular	N	IUCN	Portaria MMA Nº445/14	Decreto SMA Nº63.853/18	LD (cm)				CT (cm)			
						min	máx	Média	DP	min	máx	Média	DP
CHONDRICHTHYES													
ELASMOBRANCHII													
BATOIDEA													
MYLIOBATIFORMES													
Aetobatidae													
<i>Aetobatus narinari</i> (Kuhl 1823)	Raia-chita	288	EN	-	NT	33	107	63	16,2	-	-	-	-
Dasyatidae													
<i>Hypanus berthaltutae</i> Petean, Naylor & Lima 2020	Raia-prego	22	VU	VU	NT	41,5	93	67	17,4	-	-	-	-
<i>Hypanus guttatus</i> (Bloch & Schneider 1801)	Raia-prego	276	NT	-	NT	20	116	62	24	-	-	-	-
<i>Hypanus</i> spp.	Raia-prego	527	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-
Gymnuridae													
<i>Gymnura altavela</i> (Linnaeus 1758)	Raia-borboleta	111	EN	CR	CR	53	111	87	17	-	-	-	-
Mobulidae													
<i>Mobula hypostoma</i> (Bancroft 1831)	Raia-manta	3	EN	VU	VU	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Mobula</i> spp.	Raia-manta	1	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-
Rhinopteridae													
<i>Rhinoptera bonasus</i> (Mitchill 1815)	Raia-ticonha	214	VU	-	EN	31,5	75	51	8,3	-	-	-	-
<i>Rhinoptera brasiliensis</i> Müller 1836	Raia-ticonha	37	VU	CR	EN	35,5	58,5	48	5,6	-	-	-	-
<i>Rhinoptera</i> spp.	Raia-ticonha	1836				-	-	-	-	-	-	-	-
RHINOPRISTIFORMES													
Rhinobatidae													
<i>Pseudobatos horkelii</i> (Müller & Henle 1841)	Raia-viola	18	CR	CR	EN	-	-	-	-	25	32,5	29	2
<i>Pseudobatos percellens</i> (Walbaum 1792)	Raia-viola	27	EN	VU	EN	-	-	-	-	21,5	97	70	23
<i>Pseudobatos</i> spp.	Raia-viola	316	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-
TORPEDINIFORMES													
Torpedinidae													
<i>Narcine brasiliensis</i> (Olfers 1831)	Raia-torpedo	41	NT	VU	DD	-	-	-	-	24	25	-	-
<i>Tetronarce nobiliana</i> (Bonaparte 1835)	Raia-torpedo	1	LC	-	DD	-	-	-	-	-	97	-	-
SELACHIMORPHA													
CARCHARHINIFORMES													
Carcharhinidae													
<i>Carcharhinus limbatus</i> (Müller & Henle, 1839)	Cação-Galha-preta	1	VU	-	VU	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Carcharhinus</i> spp.	Cação-Galha-preta	1				-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Rhizoprionodon lalandii</i> (Müller & Henle, 1839)	Cação-frango	5	VU	-	VU	-	-	-	-	45	48	47	1,5
Sphyrnidae													
<i>Sphyrna lewini</i> (Griffith & Smith, 1834)	Cação-martelo	79	CR	CR	CR	-	-	-	-	46	60	54	4
SQUATINIFORMES													
Squatidae													
<i>Squatina guggenheim</i> Marini, 1936	Cação-anjo	1	-	CR	EN	-	-	-	-	-	-	-	-

3.2.6 Categorias de tamanhos

Foi testada a significância da variação sazonal das categorias de tamanhos de indivíduos capturados entre a primavera de 2015 e o verão de 2023, não sendo constatada significância estatística nas variações ($\chi^2 = 131$; $p > 0,05$). Do total de indivíduos classificados quanto ao seu tamanho, 1684 foram como P, 1327 como M e 660 G (Fig. 9A). Entre as estações climáticas o verão (Fig. 9B) teve maior número de ocorrências para as três categorias, sendo P ($n=723$), M ($n=735$) e G ($n=347$). Foram testadas as variações sazonais nas ocorrências de jovens do ano (YOY) e adultos (AD) de *Rhinoptera* spp. Para YOY1 foi observado tendência de crescimento de ocorrências na primavera, atingindo o pico de ocorrências no verão e tendência de redução no outono/inverno (Fig. 9C). O *test t* apresentou diferenças significativas para as médias mensais de YOY1 e YOY2 ($p < 0,05$). Foi registrada tendência de crescimento do número de ocorrências de indivíduos adultos (AD) de *Rhinoptera* spp. na primavera, pico no verão e ausência nos meses de abril a agosto e outubro (Fig. 9D).

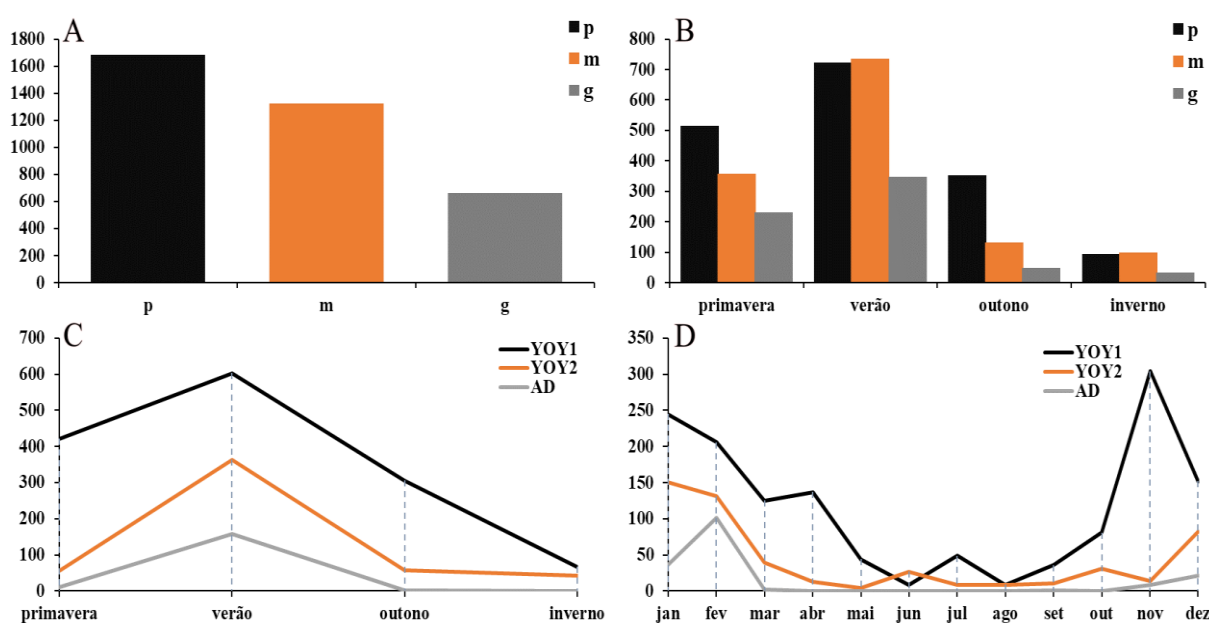


FIGURA 9. (A) Ocorrências por tamanho dos indivíduos; (B) Sazonalidade entre a primavera 2015 e verão 2023; (C) Variação sazonal das ocorrências de jovens do ano e adultos de *Rhinoptera* spp.; (D) Variação mensal das ocorrências.

3.2.7 Variação das ocorrências

Foram identificadas variações significativas nas médias de ocorrências mensais de tubarões e raias no período de 2015 a 2023 ($p < 0,05$). Sendo as principais diferenças entre os meses de janeiro (verão) e os meses de outono (março, abril e maio), inverno (junho, julho e

agosto) e setembro (primavera). Entre dezembro (verão) e maio e junho (outono), agosto (inverno) e setembro (primavera). A CPUE geral das espécies mostrou maior tendência de ocorrências nas estações primavera (CPUE 8,40) verão (CPUE 8,42) redução no outono (CPUE 6,49) e baixa no inverno CPUE (3,06). Em relação as espécies, houve variações significativas nas ocorrências:

A raia-chita *Aetobatus narinari* ocorreu em todas as estações do ano com tendência de acréscimo de registros na primavera e picos no verão (Fig. 10A). A CPUE apresentou resultados próximos, porém com número maior na primavera (CPUE 0,63) e tendência de redução para o verão (CPUE 0,59) e queda no outono (CPUE 0,48) e inverno (CPUE 0,38).

A raia-borboleta *Gymnura altavela* não apresentou variação sazonal significativa ($p>0,05$). Entretanto, o teste de Kruskal-Wallis ($p<0,05$) apresentou variação nas ocorrências entre os anos de 2015 a 2023. Com registros raros na primavera (2015 e 2017), verão (2015, 2016 e 2018) e inverno (2018). Em 2019 nenhuma captura foi registrada. A partir de 2020 as ocorrências passaram a ser frequentes com registros em todas as estações ano, com tendência de maior número de capturas na primavera/verão e redução no outono/inverno (Fig. 10B). A CPUE apresentou maior resultado na primavera (CPUE 0,35) e queda no verão (CPUE 0,16), acréscimo no outono (CPUE 0,23) e nova queda no inverno (CPUE 0,10).

A raia-treme-treme *Narcine brasiliensis* apresentou ocorrências raras no outono/inverno apresentando maior frequência na primavera/verão (Fig. 10C). A CPUE apresentou maior resultado na primavera (CPUE 0,15) e tendência de queda no verão (CPUE 0,07) e outono (CPUE 0,01) e acréscimo no inverno (CPUE 0,05).

A raia-prego *Hypanus guttatus* ocorreu em todas as estações do ano, com acréscimo na primavera, pico no verão e redução de registros no outono/inverno (Fig. 10D). As ocorrências em nível de gênero *Hypanus* spp. (Fig. 10E). e *H. berthaltutzae* (Fig. 10F) apresentaram a mesma tendência de *H. guttatus*, porém, o teste de Kruskal-Wallis ($p>0,05$) não confirmou diferenças significativas para ambos. A mesma tendência foi observada com os dados da CPUE tendência de alta na primavera (CPUE 1,82) e verão (CPUE 1,86) redução no outono (CPUE 1,05) e queda no inverno (CPUE 0,95).

A raia-viola *Pseudobatos* spp. apresentou registros de ocorrências em todas as estações, com maior frequência de capturas registradas na primavera/verão (Fig. 10G). *P. percellens* com registros raros, porém, em todas as estações com picos de capturas no verão (Fig. 10H). *P. horkelii* registros raros ocorridos nos verões de 2017 e 2021 (Fig. 10I). Os dados de CPUE para o gênero apresentam tendência de alta na primavera (CPUE 1,58), redução no verão (CPUE 0,47) e outono (CPUE 0,28) e queda no inverno (CPUE 0,20).

A raia-ticonha *Rhinoptera* spp., ocorreu em todas as estações com tendência de acréscimo na primavera e pico de capturas no verão com tendência de redução no outono e menor ocorrência no inverno (Fig. 10J). *R. bonasus* (Fig. 10K) segue o padrão de ocorrência do gênero. *R. brasiliensis* apresentou maior frequência no verão e ausência de ocorrências para o inverno (Fig. 10L). Os dados de CPUE para o gênero apresentam tendência de crescimento na primavera (CPUE 3,55), alta no verão (CPUE 5,07), tendência de redução no outono (CPUE 4,40) e queda no inverno (CPUE 1,38).

O tubarão-martelo *Sphyrna lewini* apresentou tendência de ocorrência sazonal de indivíduos juvenis nas estações primavera (CPUE 0,31) e verão (CPUE 0,16) sem registro de capturas para o outono/inverno.

Foram registrados 13 registros raros, um na primavera (*Squatina guggenheim*), sete no verão (*Carcharhinus* spp., *Mobula* spp., *M. hypostoma* n=2, *Rhizoprionodon lalandii* n=2 e *Tetronarce nobiliana*), quatro no outono (*Carcharhinus limbatus* e *Rhizoprionodon lalandii* n=3) e um no inverno (*M. hypostoma*).

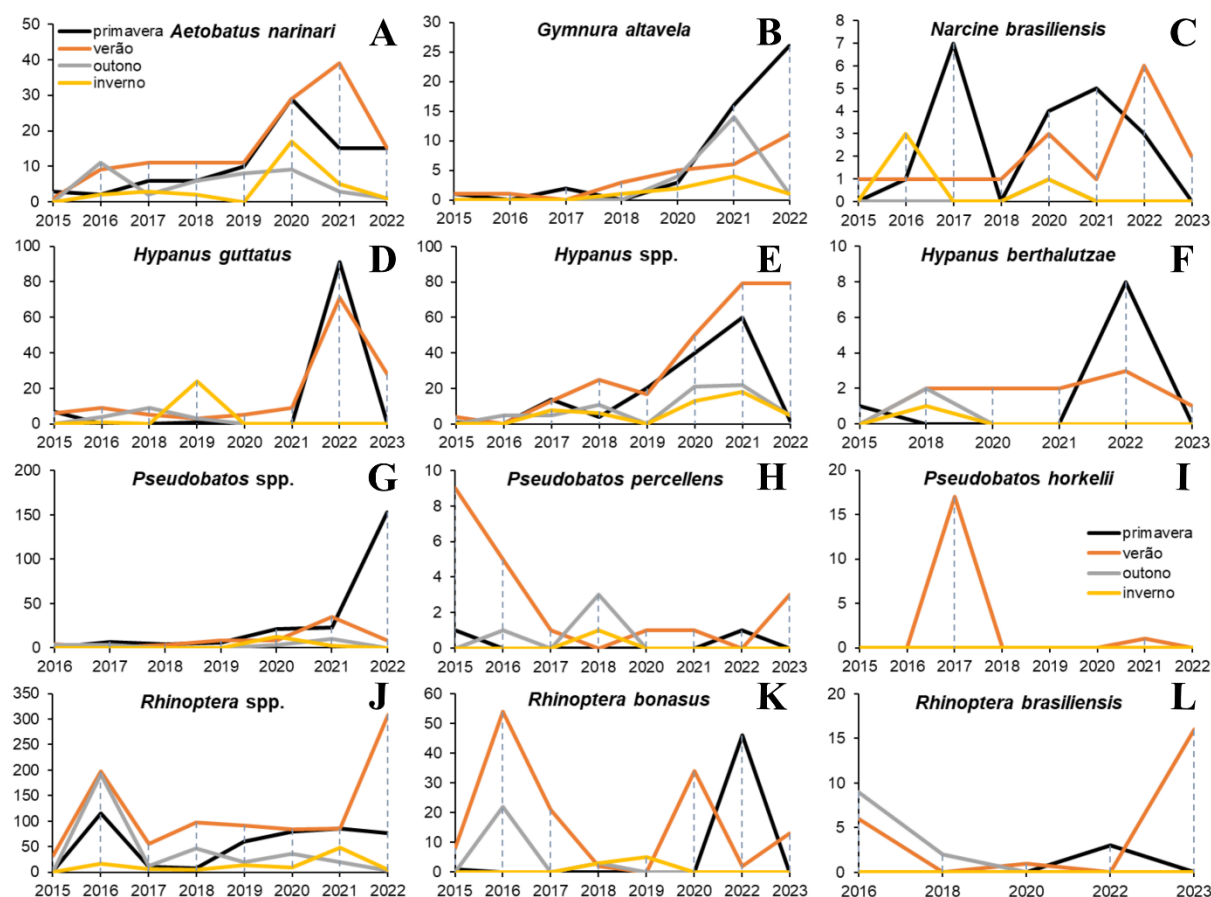


FIGURA 10. Variação das ocorrências das espécies entre os anos 2015 e 2023.

3.3 Mortalidade de Tubarões e Raias

Foram registradas 47 mortes durante o período de estudos, sendo nove (19%) de tubarões e 38 (81%) de raias. O test t ($p < 0,05$) mostrou diferença significativa entre as taxas anuais de mortalidade. O ano com a maior ocorrência foi 2016 ($n = 16$), os de menor ocorrência foram 2019 e 2022 com um óbito cada (Fig. 11A). As principais causas de mortalidade de tubarões e raias registradas foram a pesca com 85% ($n = 40$) dos casos, encalhes 9% ($n = 4$) e 6% ($n = 3$) ocorreram durante o manejo de coleta (Fig. 11A). Entre as espécies de raias o maior número de mortes foi anotado para *Rhinoptera bonasus* ($n = 13$), *Pseudobatos horkelii* ($n = 8$) e *R. brasiliensis* ($n = 6$). Para tubarões (Fig. 10B) os maiores registros foram de *Rhizoprionodon lalandii* ($n = 5$) e *Sphyrna lewini* ($n = 3$). Foi verificada variação significativa ($p < 0,05$) entre as categorias de tamanho (P, M e G) dos tubarões e raias mortos e teste *Post hoc* indicando diferenças entre as categorias P 64% ($n = 30$) e G 4% ($n = 2$). 32% ($n = 15$) dos óbitos foram de animais da classe M (Fig. 11B).

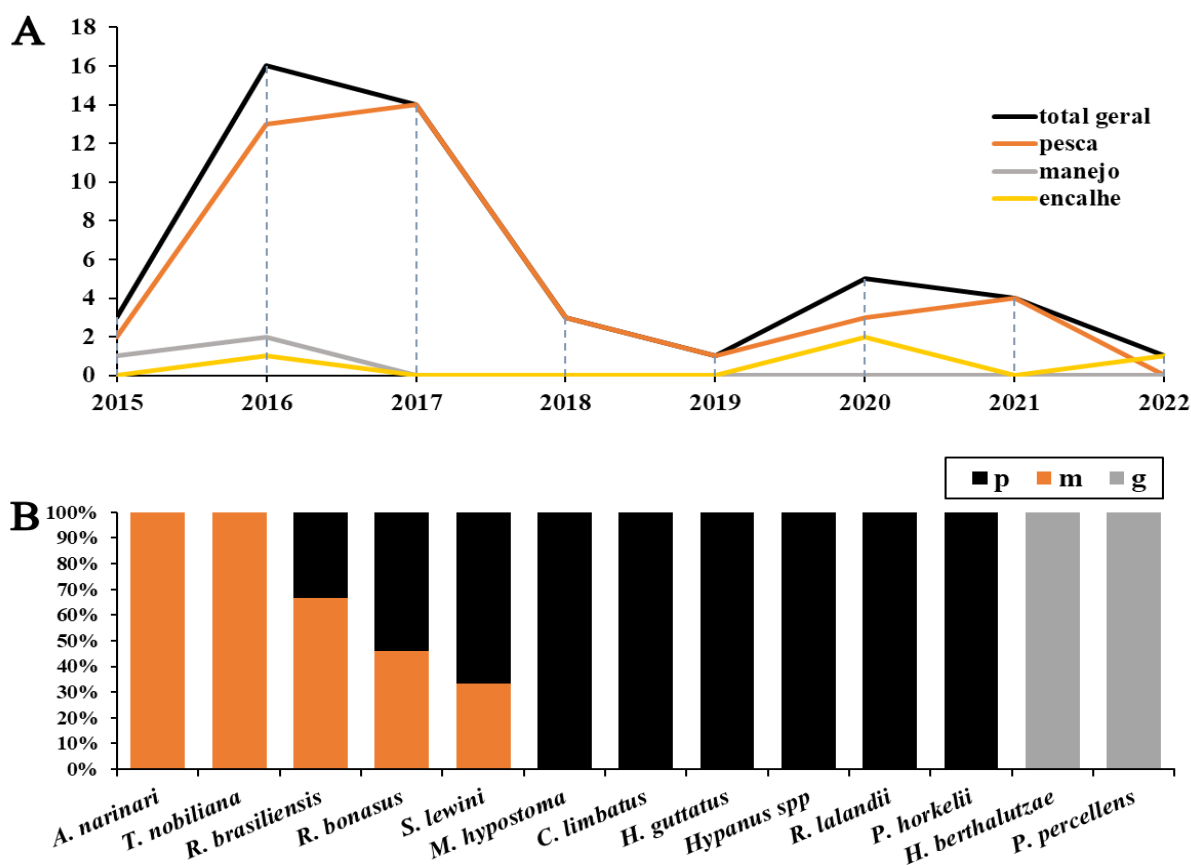


FIGURA 11. Mortalidade de tubarões e raias; (A) Taxas anuais e causas; (B) Espécies e categorias de tamanho.

3.4 Espécies Ameaçadas

Foram consideradas três listas para a caracterização das 15 espécies ameaçadas registradas pelo presente estudo (Tab. II):

3.4.1. Global (IUCN)

Segundo a IUCN 80% (n=12) das espécies da região estão ameaçadas e duas espécies como quase ameaçadas.

- CR (n= 2) – *Pseudobatos horkelii* e *Sphyrna lewini*;
- EN (n= 5) – *Aetobatus narinari*, *Gymnura altavela*, *Mobula hypostoma*, *P. percellens* e *Squatina guggenheim*;
- VU (n= 5) – *Carcharhinus limbatus*, *Hypanus berthallutzae*, *Rhinoptera bonasus*, *R. brasiliensis* e *Rhizoprionodon lalandii*;
- NT (n= 2) – *Hypanus guttatus* e *Narcine brasiliensis*.

3.4.2 Nacional (Portaria MMA nº445/14)

Segundo o MMA 60% (n=9) das espécies registradas estão ameaçadas:

- CR (n= 5) – *P. horkelii*, *S. lewini*, *G. altavela*, *S. guggenheim* e *R. brasiliensis*;
- EN (n= 1) – *P. percellens*;
- VU (n= 3) – *M. hypostoma*, *Narcine brasiliensis* e *Hypanus berthallutzae*.

3.4.3 Estadual (Decreto SMA nº63.583/18)

Segundo a SMA 67% (n= 10) das espécies estão ameaçadas, três quase ameaçadas e duas com dados insuficientes para análise.

- CR (n= 2) – *S. lewini* e *G. altavela*;
- EN (n= 5) – *R. bonasus*, *R. brasiliensis*, *P. horkelii*, *P. percellens* e *S. guggenheim*;
- VU (n= 3) – *M. hypostoma*, *R. lalandii* e *C. limbatus*;
- NT (n= 3) – *Aetobatus narinari*, *H. berthallutzae* e *H. guttatus*;
- DD (n= 2) – *N. brasiliensis* e *Torpedo nobiliana*.

4 DISCUSSÃO

4.1 Caracterização da Pesca de Arrasto de Praia

Apesar da influência urbana na comunidade de pescadores do município de Bertioga, a herança caiçara tradicional da pesca artesanal ficou evidente durante o processo de caracterização e acompanhamento da pesca de arrasto de praia. Considerando os atributos relativamente simples dos equipamentos utilizados (Diegues, 1983) e as responsabilidades individuais e coletivas dos pescadores envolvidos (FAO, 2012) desde a montagem dos petrechos de pesca até a partilha dos peixes. Os atributos dos materiais e a forma de montagem da rede utilizada são os recomendados para o arrasto de praia (FAO, 1990). Características também identificadas por Fagundes *et al.*, (2007) em seu relatório técnico realizado na região da Baía de Santos em São Paulo.

A embarcação utilizada no arrasto de praia possui pequenas dimensões, motor de popa de baixa potência, não têm casaria e quaisquer equipamentos eletrônicos. Sua função é somente a navegação e transporte do petrecho de pesca até o ponto de liberação da rede nos lances de pesca. Não exercendo nenhuma função direta na captura do pescado, devido a tração da rede ser realizada pelos pescadores de forma manual, conforme orienta a Resolução SMA Nº 51/2012. Entretanto, a baixa potência do motor de popa em vários momentos se mostrou insuficiente para transpor as ondas da zona de arrebentação. A INI nº10/2011 limita a potência máxima permitida em 18 HP fato que traz insegurança para a navegação em dias de mar agitado. Em 2021 o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento e a Secretaria de Aquicultura e Pesca responsáveis pela gestão pesqueira na ocasião publicaram a Portaria SAP/MAPA Nº 159/2021, que abria consulta pública para possíveis alterações na INI nº10/2011. Entre elas, a proposta de minuta alterava em seu Art. 6 de 18 HP para 30 HP o limite de potência dos motores das embarcações, porém, até o momento não existem atualizações para a proposta.

As pescarias de arrasto de praia na Baixada Santista em sua ampla maioria ocorrem no período noturno, principalmente nas praias urbanizadas. Segundo comunicação pessoal dos armadores que atuam na região, os principais motivos para a realização de pescas noturnas estão a intenção de evitar o alto fluxo de usuários da praia e a dificuldade para a formação de um grupo de pescadores para a realização da pescaria devido muitos pescadores realizarem outros trabalhos (Fagundes, 2007). Em Bertioga, porém, foi observada uma tendência de maior número de pescarias no período diurno em três dos cinco anos acompanhados (Fig.4B) a exceção para a pesca de arrasto de praia no município foi observada em 2020 e 2021 quando o número de pescarias noturnas foi superior as diurnas. Esta mudança nos padrões, segundo uma

das lideranças da pesca, foi consequência da pandemia de COVID-19 que forçou a alteração da dinâmica do cotidiano da comunidade de pescadores locais.

A maior parte dos pescadores complementam ou tem como fonte principal de renda trabalhos informais, como por exemplo, a realização de serviços gerais em condomínios fechados ou como auxiliares em obras da construção civil (Fagundes *et al.*, 2007). Com a diminuição da oferta de trabalho devido as medidas de restrição sanitária, necessárias para a garantia da segurança, os pescadores tiveram a pesca como única fonte de renda e segurança alimentar, havendo assim um consequente aumento na disponibilização de mão de obra para a realização das pescarias. Os impactos do COVID-19 sobre pescadores e pescadoras brasileiros foram bem relatados por Trindade *et al.*, (2021) e por Santos (2021). Outro fator que justifica o aumento das pescarias noturnas no período pandêmico foi a preocupação dos pescadores em evitar grandes aglomerações de pessoas.

A rotina de trabalho dos pescadores artesanais é extremamente dependente dos limites impostos pelas condições ambientais e climáticas (Diegues, 1988). As condições meteorológicas, de marés e ventos determinam os dias trabalhados ou não. Segundo Cunha, (2004), identificar as condições favoráveis ou não para a realização das pescarias fazem parte do cotidiano dos pescadores e esse saber é elaborado e/ou adquirido com base em observação e experimentação. A baixa taxa de apenas 27% de dias trabalhados em cinco anos de acompanhamento, expõe uma situação de insegurança financeira e ressalta a importância de uma maior atenção dos setores responsáveis para os trabalhadores do arrasto de praia. Barbosa, (2016) bem exemplifica em seu trabalho com pescadores artesanais do Nordeste brasileiro, o fato de em alguns períodos do ano os pescadores considerarem a renda obtida com a pesca o suficiente para a sobrevivência, mas em outros, são muitas as dificuldades enfrentadas por eles, devido não terem a quem recorrer, visto que a pesca é a única fonte de renda destes trabalhadores.

O território é parte fundamental da vida dos pescadores artesanais. Nem sempre os limites dos territórios são claramente definidos, estes podem, por exemplo, ser limitados pela capacidade de deslocamento dos pescadores (Kuhn, 2015). Esta limitação de uso do território é evidente no caso do arrasto de praia em Bertioga. O local onde os pescadores se reúnem para o deslocamento até aos pontos onde foram realizadas as pescarias fica no Jardim Rafael. De lá até o extremo da praia da Enseada ponto de pesca mais utilizado pelos pescadores são aproximadamente 5 km. Por outro lado, a praia de Itaguapé, o ponto de pesca menos utilizado, fica a aproximadamente 14 km de distância do Jd. Rafael. Entre os fatores limitantes indicados pelo armador de pesca estão o maior gasto de combustível até os pontos mais distantes, a

travessia do molhe de pedras que fica na ponta sul da praia de São Lourenço e o fechamento da rua de acesso à praia de Itaguapé, realizado pela Prefeitura do município.

4.2 A Fauna de Tubarões e Raias

No presente estudo foi observada uma diferença significativa entre a ocorrência de capturas de raias e tubarões conforme o número de cabos utilizados na liberação da rede. Foram 82% de ocorrência em lances com 3 cabos ($D= 750$ m, $AV= 150,000$ m², $P = 5$ a 6 m) e 69% de ocorrências com 2 cabos ($D= 500$ m, $AV= 100,000$ m², $P= 3$ a 4 m). Ruiz-García *et al.*, (2020) com o uso de imagens aéreas relatou a influência da profundidade nos padrões de movimentação de raias da família *Dasyatidae* em área sob influência de ondas. Indicando que raias podem orientar seus movimentos através de gradientes de profundidades e evitam a aproximação de zonas de maior ondulação. Conforme observado no arrasto de praia a quantidade de cabos altera além da distância e a área varrida, também a profundidade do ponto de liberação da rede. Portanto algo análogo ao descrito pelo citado autor, pode ocorrer na região do presente estudo e justificar a maior ocorrência de capturas a uma distância de aproximadamente 750 m e a profundidades entre 5 e 6 m.

4.2.1 Origem dos dados

A implantação do monitoramento participativo da pesca desenvolvido junto aos pescadores artesanais de Bertioga mostrou um grande potencial para o estudo e conservação de tubarões e raias. Um grande exemplo está no fato de que 86% dos registros das ocorrências de tubarões e raias tiveram origem na observação dos próprios pescadores. O MPP preenche as lacunas de dados deixadas pela impossibilidade de um acompanhamento técnico científico presencial, proporcionando uma visão mais ampla sobre o foco da pesquisa. Importante salientar que tanto o conhecimento local, quanto o conhecimento técnico-científico, podem apresentar tais lacunas. O que torna essas fontes de conhecimento complementares (Berkes *et al.*, 2000). Mendonça (2015), em sua caracterização da pesca artesanal de pequena escala do Litoral Sul de São Paulo, comenta sobre a ausência de dados contínuos no monitoramento pesqueiro da região Sudeste-Sul do Brasil. Assim, a inclusão de pescadores locais na gestão da pesca através do monitoramento participativo se apresenta como alternativa complementar para a obtenção de dados dos recursos explorados.

A suficiência amostral da caracterização da fauna de tubarões e raias através do MPP foi avaliada por meio da curva do coletor. A amostragem se mostrou satisfatória com tendência de estabilização da curva com a riqueza de $S=15$ dentro do IC 95%. Para contraprova foram

utilizados outros dois estimadores de riqueza: *Jackknife* 1 com estimativa de 18 espécies, o que indica que a amostragem atingiu 83,5% do valor esperado, resultado dentro do intervalo de confiança de 95% de Mao Tau; e *Bootstrap* que estimou 16,24 espécies indicando que a amostragem atingiu 92,4% das espécies estatisticamente possíveis. De acordo com Magurran *et al.* (2011), mesmo com uma amostragem perfeita determinar o número exato de espécies em uma localidade não é tarefa fácil, devido a permeabilidade dos sistemas naturais que proporciona uma rotatividade, onde espécies ocasionais ou errantes colonizam e depois se tornam extintas localmente. Outro ponto a ser considerado é a seletividade do aparato de captura, onde provavelmente algumas das espécies estimadas para o local não sejam capturadas por ele. Assim, os fatos mencionados impossibilitariam a estabilização da curva do coletor, portanto, a suficiência amostral de um estudo deveria ser evidenciada pela diminuição de sua inclinação e não por sua completa estabilização.

4.3 A Pesca Artesanal e a Fauna de Tubarões e Raias da APAMLC

O diagnóstico técnico de ictiofauna utilizado como base para a elaboração do plano de manejo da APAMLC apontou 29 espécies de Chondrichthyes com ocorrência em toda a área da UC (Fundação Florestal, 2018). Entretanto o relatório não detalha quais são estas 29 espécies e nem as formas de coletas de dados. Registros detalhados da fauna de tubarões e raias capturados na APAMLC são escassos. Entretanto, com base nos dados apresentados pelo presente estudo e estudos realizados com outras artes de pesca, é possível verificar a influência da seletividade dos petrechos de pesca na ocorrência de capturas de espécies de tubarões e raias. A seletividade do petrecho de pesca em um levantamento faunístico, pode influenciar o resultado do estudo, mesmo estes sendo realizados na mesma região.

Rodrigues (2016) em seu trabalho com a captura incidental de tubarões e raias pelo arrasto de camarão-sete-barbas *Xiphopenaeus kroyeri* no setor Guaibé da APAMLC, registrou a ocorrência de duas espécies de tubarões (*R. lalandii* e *S. guggenheim*) e sete de raias (*D. hypostigma*, *Gymnura altavela*, *Hypanus guttatus*, *Narcine brasiliensis*, *Pseudobatos horkelii*, *P. percellens*, *Rhinoptera bonasus*, *Rioraja agassizii* e *Z. brevirostris*). Interessante notar a ocorrência da captura de somente um indivíduo do gênero *Rhinoptera*, o mais abundante no presente estudo. Além da presença de capturas de *D. hypostigma*, *R. agassizii* e *Z. brevirostris*, espécies sem nenhum registro no arrasto de praia realizado no mesmo setor da UC. Tal exemplo, demonstra que duas modalidades de pesca de arrasto atuando na mesma região trazem resultados diferentes. Devendo, portanto, serem consideradas as particularidades dos petrechos de cada arte de pesca e suas isóbatas de atuação.

Motta (2006) em seu trabalho sobre a frota de emalhe, registrou para a região do setor Carijó da APAMLC 18 espécies de tubarões. Destas quatro espécies (*Carcharhinus limbatus*, *Rhizoprionodon lalandii*, *S. lewini* e *Squatina* spp) também ocorreram no presente trabalho. Namora (2009) trabalhando com a frota de emalhe do Setor Carijó, registrou 7 espécies de tubarões (*C. brevipinna*, *C. limbatus*, *R. lalandii*, *R. porosus*, *S. lewini*, *S. zygaena* e *Squatina* spp.) e duas de raias (*Pseudobatos* spp e *Rhinoptera* spp). Não ocorreram no presente trabalho as espécies *C. brevipinna*, *R. porosus* e *S. zygaena*.

4.4 Arrasto de Praia

Fagundes *et al.* (2007) que em relatório técnico do Instituto de Pesca sobre a pesca de arrasto de praia na região de Santos/São Vicente, registraram quatro espécies de raias (*Aetobatus narinari*, *Dasyatis hypostigma*, *Pseudobatos percellens* e *Rhinoptera bonasus*) e uma de tubarão *Sphyrna lewini*. Destas a única espécie não registrada no presente estudo foi *D. hypostigma*.

Por mais que realizados em áreas próximas a convergência e divergência na presença e a ausência de espécies de tubarões e raias entre os estudos citados, demonstra influência da opção metodológica na coleta de dados. Sendo, estas mais influenciadas pela seletividade dos petrechos de pesca utilizados nas capturas do que propriamente a não existência daquelas espécies na localidade de coleta (Bhanja *et al.*, 2024). Exemplificando a divergência entre as modalidades de pesca, o arrasto de praia atua em profundidades de até 6 m, com redes de no mínimo malha 70 mm entre nós opostos e com no máximo 500 m de comprimento, tracionadas de forma manual pelos pescadores (Resolução SMA nº 51 de 2012). O arrasto de camarão sete-barbas atua entre 5 e 30 m de profundidade, com redes de tamanho mínimo de malha 24 mm no ensacador e 12m de comprimento na tralha superior, tração mecânica (Portaria Sudepe Nº 56 de 1984). A categoria emalhe engloba várias formas de uso e tipos de redes de espera, à deriva ou fundeada. Podendo ser de superfície, meia água ou fundo, atuando em profundidades de 5 a 30m com malhas de 40 a 160 mm e 18.000 m de comprimento. As operações de lançamento e recolhimento dependem do auxílio de embarcação de pesca (INI MMA nº 12 de 2012).

Informações sobre a seletividade dos petrechos de pesca e as formas de uso de área por pescadores e pelas espécies, são relevantes para responder uma questão recorrente entre os pescadores: **“Como a ticonha está ameaçada se vem muitas na minha na rede?”**. O mesmo questionamento também é feito sobre outras espécies.

Vooren e Klippel (2005) no capítulo Diretrizes para a conservação de espécies ameaçadas de elasmobrânquios, alertam sobre a possibilidade de populações regionais de uma determinada espécie estarem ameaçadas de extinção, mesmo sendo abundantes em outras localidades dentro da sua área de distribuição geográfica. Evento que pode ocorrer com espécies migratórias ou não migratórias. Porém, espécies migratórias que possuem um alto nível de filopatria, ou seja, nasceram em uma determinada área costeira e para lá retornam sazonalmente, tendem a ser mais suscetíveis as pressões antrópicas (Flowers *et al.*, 2016; Martins *et al.*, 2018). Fatos que justificam a implementação de medidas de conservação da biodiversidade também em nível regional.

Um ponto importante a ser considerado é a alta eficiência na captura de raias e tubarões descrito por Lessa (1982) com registros de até 2t de raias-viola *Pseudobatos* spp. em uma única pescaria e capturas anuais que chegavam a 800 t na década de 80. Eficiência, corroborada pelos números de capturas apresentados no presente estudo. Além disso, o arrasto de praia atua na zona de arrebentação das praias, ambiente de alta relevância ecológica e socioeconômicas devido sua função como área de alimentação e berçário de diversas espécies da ictiofauna marinha, muitas dessas de interesse comercial para as comunidades de pescadores artesanais (Lacerda *et al.*, 2014).

4.6 Raias e Tubarões de Bertioga

Se comparadas aos tubarões, as raias são mais abundantes em Bertioga com ocorrência em aproximadamente 98% das pescarias de arrasto de praia. Principalmente as raias-ticonha *Rhinoptera* spp. (59,2%) as mais constantes em todo o período de coletas do estudo, o que pode ser explicado pelo seu hábito gregário com a formação de agrupamentos (Ajemian e Powers, 2016) e sua preferência por águas rasas abaixo dos 22m (McEachran e Carvalho, 2002). O uso de área por neonatos e jovens do ano de raias-ticonha foi descrito por Rangel *et al.* (2018) com base em dados de 2015 a 2017. A ampliação da linha histórica de 2015 a 2023 apresentada pelo presente estudo corrobora os estudos anteriores sobre a importância da região como área de interesse para as raias-ticonha em suas fases iniciais de desenvolvimento. A influência sazonal, também foi corroborada, confirmando a tendência de acréscimo de ocorrências de jovens do ano na primavera e picos no verão e redução das capturas no período outono/inverno.

As raias-prego *Hypanus* spp. foram as segundas mais frequente na região. Proporções de capturas análogas foram descritas por Yokota e Lessa (2007) e Lessa *et al.* (2008) que reportaram a espécie *H. guttatus* como a segunda mais capturada pelo arrasto de praia na região nordeste do Brasil. Gianeti *et al.* (2019) em estudo de idade e crescimento, realizado em Caiçara

do Norte - RN, indicam que machos de *H. guttatus* atingem a maturidade sexual com 5 anos e largura de disco (LD) próxima de 43,5 cm, já as fêmeas com 7 anos e 51,3 cm LD. Neste mesmo trabalho, os autores reportam a ocorrência de 82% de juvenis, com o maior indivíduo adulto apresentando 88,5 cm LD. Um levantamento de ocorrências nas regiões Norte e Nordeste do Brasil indicou o maior indivíduo de *H. guttatus* com 113 cm LD, tamanho abaixo dos 200 cm consensuados na literatura científica como o tamanho máximo para a espécie. Baseados nesses fatos propuseram uma possível alteração no padrão de tamanhos máximos por pressão pesqueira ou devido divergências nas características populacionais. No presente estudo, todas as fases de desenvolvimento da espécie estiveram presentes, sendo 18% LD <50 cm, 38% LD entre 50 e 80 cm e 45% de indivíduos com LD > 80cm. Considerando esses dados, podemos afirmar que 82% das raias da espécie capturadas na região de Bertiooga entre 2015 e 2023 são adultas e tem acima de 5 anos. Nenhum indivíduo atingiu largura de disco próxima dos 200 cm propostos como tamanho máximo para a espécie, tendo o maior indivíduo capturado apresentado 116 cm LD, dados que indicam semelhança no padrão de tamanho máximo entre as regiões Norte, Nordeste e a do presente estudo.

Duas agregações, possivelmente reprodutivas, de raias-viola foram reportadas na Reserva Biológica Marinha do Arvoredo em Santa Catarina ambas no verão (Anderson *et al.*, 2021), a primeira com 25 indivíduos e a segunda com aproximadamente 50 raias adultas. A sazonalidade reprodutiva do gênero *Pseudobatos* spp para o período da primavera foi descrita por (Vooren *et al.*, 2005; Lessa e Vooren, 2007). Três agregações de raias-viola registradas no presente estudo possuem semelhanças sazonais com ambos os estudos (Chaikin *et al.*, 2020 e Anderson *et al.*, 2021). Todas ocorridas no mês de outubro (primavera) na praia do Indaiá, a primeira em 2020 constituída de 11 indivíduos com tamanhos acima de 70 cm LD, a segunda em 2021 com oito indivíduos acima dos 70 cm LD e a terceira em 2022 composta por 142 indivíduos com porte variando de 40 a 70 cm LD e acima de 70 cm LD. Tais ocorrências potencializam a praia do Indaiá como possível área de agregação reprodutiva para as raias-viola na APAMLC.

4.7 Mortalidade de Tubarões e Raias

As possíveis consequências da captura não intencional de tubarões e raias são amplamente discutidas na literatura científica (Worm *et al.*, 2013, Dulvy *et al.*, 2014). Entre os principais impactos estão os físicos e fisiológicos (Rodrigues *et al.*, 2018; Rangel *et al.*, 2021; Wosnick *et al.*, 2023) que podem levar a mortalidade (Oliver *et al.*, 2015; Mohidin *et al.*, 2021). A taxa de mortalidade de tubarões e raias capturados pelo arrasto de praia foi de aproximadamente 1% em relação ao total de capturas registradas, sendo a ampla maioria dos

óbitos de indivíduos juvenis. Ações estressoras frequentes como por exemplo, pequenas variações na mortalidade causadas por atividade pesqueira em áreas de uso constante e de importância para espécies em estágios críticos da história de vida (Heupel e Simpfendorfer, 2002; Hussey *et al.*, 2010) podem trazer efeitos negativos para a população (Walters e Martell, 2004).

Das 15 espécies registradas pelo estudo, 14 estão classificadas como ameaçadas em pelo menos uma das três listas de espécies ameaçadas: Global, Nacional e Estadual. O que reforça a importância da implantação de medidas mitigatórias dos impactos pesqueiros na Baixada Santista. O presente estudo foi desenvolvido junto ao Projeto Raias e tubarões da Baixada que atua na mitigação dos impactos da pesca sobre raias e tubarões desde 2015. As linhas de ação do projeto estão alinhadas com cinco (Objetivos: 3, 4, 5, 7 e 8) dos nove objetivos do Plano de Ação Nacional para conservação dos tubarões e raias marinhos ameaçados de extinção – PAN Tubarões. O processo de mitigação dos impactos do arrasto de praia sobre tubarões e raias em Bertioxa, foi iniciado em 2016 com a implantação de orientações sobre técnicas de manejo consciente e sensibilização dos pescadores parceiros quanto a importância da conservação desses animais. A ação apresentou resultados positivos, com as taxas de mortalidade causadas pela pesca de arrasto de praia apresentando quedas consideráveis na linha história. Com registro inicial de 16 mortes em 2016, chegando a 2022 com o registro de somente uma morte, sendo este, um registro de encalhe sem nenhuma ligação com a pesca de arrasto de praia. Tais resultados exemplificam a importância da inclusão dos atores das comunidades locais em ações de mitigação dos impactos da pesca sobre espécies ameaçadas

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O arrasto de praia apresenta uma tendência para a baixa mortalidade quando manejado de forma adequada e com priorização de soltura da captura incidental durante a despesca. Entretanto, recomendamos cautela, pois estes resultados positivos foram obtidos devido um forte empenho das lideranças locais da pesca e demais membros da comunidade de pescadores do município de Bertioxa. Que foram motivados pelas ações inclusivas do processo participativo e pelo acompanhamento técnico-científico constante da equipe responsável por este estudo. Fato que evidencia a necessidade urgente de um maior empenho dos órgãos ambientais competentes, não somente em atos regulatórios, mas na implementação de uma gestão pesqueira inclusiva aproximando as comunidades de pescadores dos processos conservacionistas.

A construção de processo participativo requer um empenho coletivo para a redução de efeitos negativos na comunidade local e em possíveis trabalhos futuros, ou seja, comprometimento das instituições de pesquisa exigindo um maior cuidado de seus representantes nas abordagens aos membros de comunidades tradicionais, além da exigência da apresentação de devolutivas com os resultados construídos com informações fornecidas pelos membros da comunidade local. Eventos negativos anteriores comprometem significativamente o acesso aos pescadores e o engajamento deles em novos projetos. A experiência vivida em Bertioga, embora bem-sucedida, mostra claramente isso. Na região entre praia da Enseada e Boraceia são aproximadamente cinco equipes atuantes na pesca de arrasto de praia, destas, somente uma foi efetiva nos registros do MPP e na participação em outras atividades como, por exemplo, reuniões e ações educacionais com turistas e estudantes.

Contudo, é necessário um maior apoio do poder público na inclusão e empoderamento dos atores locais na elaboração das políticas públicas. Além, da importância da sensibilização da comunidade de pescadores quanto a importância de seu papel dentro dos processos legais, exploratórios e conservacionistas.

Como recomendações a estudos futuros advindas dos resultados do presente estudo, destacam-se:

- Monitoramento das capturas dos peixes ósseos;
- Implementação de um estudo socioeconômico da comunidade de pescadores locais;
- Implementação do modelo do monitoramento participativo em outras localidades da Baixada Santista.
- Ampliação do monitoramento das capturas de raias-ticonha para regiões ao Norte e ao Sul de Bertioga.
- Monitoramento das ocorrências de capturas de raias-borboleta, considerando o aumento de registros a partir de 2020.

REFERÊNCIAS

- Ajemian, M. J., and Powers, S. P. 2016. Seasonality and ontogenetic habitat partitioning of cownose rays in the northern Gulf of Mexico. *Estuaries and Coasts*, 39, 1234-1248.
- Anderson, A.B., Fiuza, T.M., Araujo, G.S., Canterle, A.M., Canto, L.M., Freitas, R.H., Gadig, O.B. and Floeter, S.R., 2021. A safe haven for potential reproductive aggregations of the

- critically endangered Brazilian guitarfish (*Pseudobatos horkelii*). *Journal of Fish Biology*, 99(6), pp.2030-2034.
- Barbosa, L.T.B., 2016. “Ai resolvi enfrentar o mar pra sobreviver, né?” condições de trabalho dos pescadores de Caiçara do Norte (RN) (Bachelor's thesis, Universidade Federal do Rio Grande do Norte).
- Barreto, R.R., Bornatowski, H., Motta, F.S., Santander-Neto, J., Vianna, G.M.S. and Lessa, R., 2017. Rethinking use and trade of pelagic sharks from Brazil. *Marine Policy*, 85, pp.114-122.
- Begossi, A., Salyvonchik, S., Nora, V., Lopes, P.F. and Silvano, R.A., 2012. The paraty artisanal fishery (southeastern Brazilian coast): ethnoecology and management of a social-ecological system (SES). *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 8(1), p.22.
- Berkes, F., 2009. Evolution of co-management: role of knowledge generation, bridging organizations and social learning. *Journal of environmental management*, 90(5), pp.1692-1702.
- Berkes, F., Colding, J. & Folke, C. 2000. Rediscovery of traditional ecological knowledge as adaptive management. *Ecological Applications* 10 (5): 1251-1262.
- Bhanja, A., Payra, P. and Mandal, B., 2024. A Study on the Selectivity of Different Fishing Gear. *Ind. J. Pure App. Biosci*, 12(2), pp.8-19.
- Bonfil R. 1994. Overview of the world elasmobranch fisheries. *FAO Fish. Tech. Paper* 341. FAO, Rome.
- Bornatowski, H., Braga, R.R. and Barreto, R.P., 2018. Elasmobranchs consumption in Brazil: impacts and consequences. In *Advances in Marine Vertebrate Research in Latin America* (pp. 251-262). Springer, Cham.
- Bornatowski, H., Braga, R.R. and Vitule, J.R.S., 2013. Shark mislabeling threatens biodiversity. *Science*, 340(6135), pp.923-923.
- BRASIL. Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal. Portaria IBDF nº 303, de 29 de maio de 1968. Institui a Lista oficial brasileira das espécies de animais e plantas ameaçadas de extinção no País.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Instrução Normativa interministerial nº 12 de 22 de agosto de 2012. Dispõe sobre critérios e padrões para o ordenamento da pesca praticada com o emprego de redes de emalhe nas águas jurisdicionais brasileiras das regiões Sudeste e Sul. Publicada no Diário Oficial da União de 24/08/2012, Seção 1 - pp.39-40.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Instrução Normativa Interministerial MMA/MPA nº10, de 10 de junho de 2011. Aprova as normas gerais e a organização do sistema de

- permissionamento de embarcações de pesca para acesso e uso sustentável dos recursos pesqueiros, com definição das modalidades de pesca, espécies a capturar e áreas de operação permitidas. Publicada no Diário Oficial da União de 13/06/2011, Seção1, pp.50.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Instrução Normativa MMA nº 05 de maio de 2004. Reconhecer como espécies ameaçadas de extinção e espécies sobreexplotadas ou ameaçadas de sobreexploração, os invertebrados aquáticos e peixes, constantes dos Anexos a esta Instrução Normativa. Publicada no Diário Oficial da União de 28/05/2004, Seção 1, pp.136-142.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Instrução Normativa nº 52, de 8 de novembro de 2005. Alterar os Anexos I e II da Instrução Normativa nº 5 do Ministério do Meio Ambiente, de 21 de maio de 2004, publicada no Diário Oficial da União de 28/05/2004, Seção 1, pp.136-142.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Portaria GM/MMA Nº 300, de 13 de dezembro de 2022. Reconhece a Lista Nacional de Espécies Ameaçadas de Extinção. Publicada no Diário Oficial da União de 14/12/2022, Seção1, pp.75.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Portaria MMA Nº 148, de 7 de junho de 2022. Altera os Anexos da Portaria nº 443, de 17 de dezembro de 2014, da Portaria nº 444, de 17 de dezembro de 2014, e da Portaria nº 445, de 17 de dezembro de 2014, referentes à atualização da Lista Nacional de Espécies Ameaçadas de Extinção. Publicada no Diário Oficial da União de 08/06/2022, Seção1, pp.74.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Portaria MMA Nº 354, de 27 de janeiro de 2023. Revoga as Portarias MMA nº 299, de 13 de dezembro de 2022, e nº 300, de 13 de dezembro de 2022, e dá outras providências. Publicada no Diário Oficial da União de 30/01/2023, Seção1, pp.72.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Portaria MMA nº 445 de 17 de dezembro de 2014. Reconhece como espécies de peixes e invertebrados aquáticos da fauna brasileira ameaçadas de extinção aquelas constantes da "Lista Nacional Oficial de Espécies da Fauna Ameaçadas de Extinção - Peixes e Invertebrados Aquáticos". Publicada no Diário Oficial da União de 18/12/2014, Seção1, pp.126.
- BRASIL. Secretaria de Aquicultura e Pesca. Portaria SAP/MAPA Nº 159 de 10 de maio de 2021. Abre Consulta Pública sobre a Matriz de Modalidades de Pesca para a concessão de Permissão Prévia de Pesca e Autorização de Pesca para embarcações de pesca brasileiras para o uso sustentável dos recursos pesqueiros. Publicada no Diário Oficial da União de 11/05/2021, Seção 1 - pp.3.

- BRASIL. Superintendência do Desenvolvimento da Pesca. Portaria SUDEPE nº 56 de 20 de dezembro de 1984. Regulamenta a pesca de camarão sete-barbas (*Xiphopenaeus kroyeri*), com redes de arrastão de portas com determinadas especificações no SE/S. Publicada no Diário Oficial da União de 26/12/1984.
- Brook, R.K. and McLachlan, S.M., 2008. Trends and prospects for local knowledge in ecological and conservation research and monitoring. *Biodiversity and Conservation*, 17(14), pp.3501-3512.
- Burrow, C.J., Turner, S., Maisey, J.G., Desbiens, S. and Miller, R.F., 2017. Spines of the stem chondrichthyan *Doliodus latispinosus* (Whiteaves) comb. nov. from the Lower Devonian of eastern Canada. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 54(12), pp.1248-1262.
- Chaikin, S., Belmaker, J. and Barash, A., 2020. Coastal breeding aggregations of threatened stingrays and guitarfish in the Levant. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 30(6), pp.1160-1171.
- Chin *et al.*, 2010
- Chin A., Kyne P.M., Walker T.I., McAuley R.B. 2010. A new integrated risk assessment for climate change: Analyzing the vulnerability of sharks and rays on Australia's Great Barrier Reef. *Global Change Biology* 16:1936–1953.
- Coates, M.I., Finarelli, J.A., Sansom, I.J., Andreev, P.S., Criswell, K.E., Tietjen, K., Rivers, M.L. and La Riviere, P.J., 2018. An early chondrichthyan and the evolutionary assembly of a shark body plan. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 285(1870), p. 20172418.
- Colwell, R. K. 2013. EstimateS: Statistical Estimation of Species Richness and shared Species from Samples. Version 9. User's Guide and Application. Department of Ecology and Evolutionary Biology, University of Connecticut, Storrs.
- Compagno, L. J. V. Alternative life-history styles of cartilaginous fishes in time and space. *Environ. Biol. Fishes*, v. 28, p. 33-75, 1990.
- Constantino, P., Carlos, H., Ramalho, E., Rostant, L., Marinelli, C.E., Teles, D., Fonseca-Junior, S., Fernandes, R. and Valsecchi, J., 2012. Empowering local people through community-based resource monitoring: a comparison of Brazil and Namibia. *Ecology and Society*, 17(4).
- Cortés, E. 2004. Life history patterns, demography, and population dynamics. *Biology of sharks and their relatives*, pp.449-469.
- Costello, C., Cao, L., Gelcich, S., Cisneros-Mata, M. Á., Free, C. M., Froehlich, H. E. and Lubchenco, J. 2020. The future of food from the sea. *Nature*, 588(7836), 95-100.

- Cunha, L.H.O. 2004. Saberes patrimoniais pesqueiros. In: Diegues, A.C. Enciclopédia caiçara. São Paulo: Hucitec: NUPAUB: CEC/ESP, p.105-114.
- Dajoz, R. 1983. Ecologia geral. 4ª edição. Petrópolis, Vozes. 472p.
- Danielsen, F., Burgess, N.D., Balmford, A., Donald, P.F., Funder, M., Jones, J.P., Alviola, P., Balete, D.S., Blomley, T.O.M., Brashares, J. and Child, B., 2009. Local participation in natural resource monitoring: a characterization of approaches. *Conservation biology*, 23(1), pp.31-42.
- Davidson, L. N., Krawchuk, M. A., and Dulvy, N. K. 2016. Why have global shark and ray landings declined: improved management or overfishing? *Fish and Fisheries*, 17(2), 438-458.
- Diegues, A.C.S. 1983. Pescadores, camponeses e trabalhadores do mar. São Paulo: Ática. 287p.
- Diegues, A.C.S. 1988. A pesca artesanal no litoral brasileiro: cenários e estratégias para sua sobrevivência. Pescadores artesanais – entre o passado e o futuro. FASE, nº 38, 74 p.
- Dulvy, N.K., Baum, J.K., Clarke, S., Compagno, L.J., Cortés, E., Domingo, A., Fordham, S., Fowler, S., Francis, M.P., Gibson, C. and Martínez, J., 2008. You can swim but you can't hide: the global status and conservation of oceanic pelagic sharks and rays. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 18(5), pp.459-482.
- Dulvy, N.K., Fowler, S.L., Musick, J.A., Cavahagh, R.D., Kyne, P.M., Harrison, L.R., Carlson, J.K., Davidson, L.N.K., Fordham, S.V., Francis, M.P., Pollock, C.M., Simpfendorfer, C.A., Burgess, G.H., Carpenter, K.E., Compagno, L.J.V., Ebert, D.A., Gibson, C., Heupel, M.R., Livingstone, S.R., Sanciangco, J.C., Stevens, J.D., Valenti, S. e White, W.T. 2014. Extinction risk and conservation of the world's sharks and rays. *Elife*.
- Dulvy, N.K., Pacoureau, N., Rigby, C.L., Pollom, R.A., Jabado, R.W., Ebert, D.A., Finucci, B., Pollock, C.M., Cheok, J., Derrick, D.H. and Herman, K.B., 2021. Overfishing drives over one-third of all sharks and rays toward a global extinction crisis. *Current Biology*, 31(21), pp.4773-4787.
- Dulvy, N.K., Simpfendorfer, C.A., Davidson, L.N., Fordham, S.V., Bräutigam, A., Sant, G. e Welch, D.J., 2017. Challenges and priorities in shark and ray conservation. *Current Biology*, 27(11), pp. R565-R572.
- Ebert, D.A., Dando, M. and Fowler, S., 2021. *Sharks of the world: a complete guide* (Vol. 19). Princeton University Press.
- Fauconnet, L. and Rochet, M.J., 2016. Fishing selectivity as an instrument to reach management objectives in an ecosystem approach to fisheries. *Marine Policy*, 64, pp.46-54.

- Fagundes, L., Tomás, A.R.G., Casarini, L.M., Bueno, E.F., Lopes, G.M., Machado, D.D.A.L., Rosa, R.A., Braga, A.C.A., Camargo, F.B.F., Oberg, I.M.F. e Pellegrini, S.D.O.P. 2007. A pesca de arrasto-de-praia na ilha de São Vicente, São Paulo, Brasil. Série Relatórios Técnicos, São Paulo, 29, pp.1-45.
- FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. 1990. Guia Prático do Pescador. Ed. Editamar. Lisboa, Portugal. 195 p.
- FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2012. Artisanal fisheries. FAO Glossary. Disponível em: <http://www.fao.org/glossary/FoodandAgricultureOrganization>. Acesso em 15/09/2023.
- FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2022. The State of World Fisheries and Aquaculture 2022. Towards Blue Transformation. Rome, FAO.
- Ferretti, F., Worm, B., Britten, G.L., Heithaus, M.R. e Lotze, H.K., 2010. Patterns and ecosystem consequences of shark declines in the ocean. *Ecology letters*, 13(8), pp.1055-1071.
- Figueiredo, J. L., 1977: Manual de Peixes marinhos do sudeste do Brasil. Introdução. Cações, raias e quimeras. I. Museu de Zoologia. Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil, 104 pp.
- Fischer, J., Jorgensen, J., Josupeit, H., Kalikoski, D., and Lucas, C.M. 2014. Fishers' knowledge and the ecosystem approach to fisheries: applications, experiences and lessons in Latin America. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 591. Rome, FAO. 278 pp.
- Flowers KI, Ajemian MJ, Bassos-Hull K, Feldheim KA, Hueter RE, Papastamatiou YP, Chapman DD (2016) A review of batoid philopatry, with implications for future research and population management. *Mar Ecol Prog Ser* 562: 251–261
- Frey, L., Coates, M., Ginter, M., Hairapetian, V., Rücklin, M., Jerjen, I. and Klug, C., 2019. The early elasmobranch *Phoebodus*: phylogenetic relationships, ecomorphology and a new timescale for shark evolution. *Proceedings of the Royal Society B*, 286(1912), p.20191336.
- Fulton, E.A., Smith, A.D.M., Smith, D.C., van Putten, I.E., 2011. Human behaviour: the key source of uncertainty in fisheries management. *Fish and Fisheries* 12, 2-17.
- Fundação Florestal. 2018. Plano de Manejo Área de Proteção Ambiental Marinha do Litoral Centro. Fundação Florestal; Secretaria de Meio Ambiente, Governo do Estado de São Paulo. Disponível em: < <https://fflorestal.sp.gov.br/apa-marinha-do-litoral-centro/>> Acesso em 05/10/2023.

- Gadig, O. B. F., Motta, F. S., Namora, R. C. Projeto Cação: a study on small coastal sharks in São Paulo Southeast Brazil. In: DUARTE, P. (Ed.) Proc. Intl. Conf. Sustainable Management of Coastal Ecosystems, Portugal, Fundação Fernando Pessoa, 2002, p. 239-246.
- Gelcich, S., Kaiser, M.J., Castilla, J.C. and Edwards-Jones, G., 2008. Engagement in co-management of marine benthic resources influences environmental perceptions of artisanal fishers. *Environmental Conservation*, 35(1), pp.36-45.
- Gelsleichter, J., Manire, C.A., Szabo, N.J., Cortés, E., Carlson, J. e Lombardi-Carlson, L., 2005. Organochlorine concentrations in bonnethead sharks (*Sphyrna tiburo*) from four Florida estuaries. *Archives of environmental contamination and toxicology*, 48(4), pp.474-483.
- Gianeti, M. D., Santana, F. M., Yokota, L., Vasconcelos, J. E., Dias, J. F., and Lessa, R. P. 2019. Age structure and multi-model growth estimation of longnose stingray *Hypanus guttatus* (Dasyatidae: Myliobatoidei) from north-east Brazil. *Journal of Fish Biology*, 94(3), 481-488.
- Graça Lopes, R., Tomás, A.R.G., dos Santos Tutui, S.L., Rodrigues, E.S. e Puzzi, A., 2002. Fauna acompanhante da pesca camaroeira no litoral do estado de São Paulo. *Boletim do instituto de pesca, São Paulo*, 28(2), pp.173-188.
- Heupel MR, Simpfendorfer CA. Estimation of mortality of juvenile blacktip sharks, *Carcharhinus limbatus*, within a nursery area based on telemetry data. *Can J Fish Aquat Sci*. 2002; 59(4):624-32.
- Huntington, H.P., 2011. Arctic science: the local perspective. *Nature*, 478(7368), p.182.
- Hussey NE, Wintner SP, Dudley SFJ, Cliff G, Cocks DT, MacNeil MA. Maternal investment and size-specific reproductive output in carcharhinid sharks. *J Anim Ecol*. 2010; 79(1):184-93.
- IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Estatística da pesca 2007. Brasília, 2007. 113 p.
- EM-IAG-USP. Estações meteorológicas. Seção Técnica de Serviços Meteorológicos. Disponível em: < <http://www.estacao.iag.usp.br/seasons/>>. Acesso em: 15/02/2021.
- IUCN. International Union for Conservation of Nature's. 2022. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2022-2. <https://www.iucnredlist.org>. Accessed on [13/07/2023].
- Jennings, D.E., Gruber, S.H., Franks, B.R., Kessel, S.T. e Robertson, A.L., 2008. Effects of large-scale anthropogenic development on juvenile lemon shark (*Negaprion brevirostris*) populations of Bimini, Bahamas. *Environmental Biology of Fishes*, 83(4), pp.369-377.

- Johannes, R. E., Freeman, M. M. R., and Hamilton, R. J. 2000. Ignore fishers' knowledge and miss the boat. *Fish and Fisheries*, 1, 257-271.
- Kalikoski, D., Dias Neto, J., Ruffino, M.L. and Marrul Filho, S., 2008. Gestão compartilhada do uso sustentável de recursos pesqueiros: refletir para agir. Ibama, pp.186.
- Kuhn, E.R.A., 2015. Terra e água: Territórios dos pescadores artesanais de São Francisco do Paraguaçu-Bahia.
- Lacerda, C.H.F., Barletta, M. and Dantas, D.V., 2014. Temporal patterns in the intertidal faunal community at the mouth of a tropical estuary. *Journal of Fish Biology*, 85(5), pp.1571-1602.
- Lessa, R. and Vooren, C. 2007. *Rhinobatos horkelii*. The IUCN Red List of Threatened Species 2007: e. T41064A10396152.
- Lessa, R. P. Biologie et dynamique des populations de *Rhinobatos horkelii* du plateau continental du Rio Grande do Sul (Brésil). Tese de Doutorado, Université de Bretagne Occidentale, Brest, França. 1982. 238 p.
- Lessa, R.P., Barreto, R.R., Quaggio, A.L.C., Valença, L.R., Santana, F., Yokota, L. and Gianetti, M.D., 2008. Levantamento das espécies de elasmobrânquios capturados por aparelhos-de-pesca que atuam no berçário de Caiçara do Norte (RN).
- Lessa, R.P., Santana, F.M., Rincón, G., Gadig, O.B.F. e El-Deir, A.C.A. 1999. Biodiversidade de elasmobrânquios do Brasil. Relatório para o Programa Nacional da Diversidade Biológica (PRONABIO) – Nécton – Elasmobrânquios, MMA dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal (MMA). Recife, 119 p.
- Magurran, A.E., Khachonpisitsak, S. and Ahmad, A.B., 2011. Biological diversity of fish communities: pattern and process §. *Journal of Fish Biology*, 79(6), pp.1393-1412.
- Maisey, J.G., Miller, R., Pradel, A., Denton, J.S., Bronson, A. and Janvier, P., 2017. Pectoral morphology in *Doliodus*: bridging the 'acanthodian'-chondrichthyan divide. *American Museum Novitates*, 2017(3875), pp.1-15.
- Malafaia, P.N., Olavo, G., França, A.R., Seara, F.S., Freitas, M.B.O., de Almeida, J.C., de Alencar, S.M., Rêgo, L.S. and de Castro, M.S., 2014. Experiência de monitoramento participativo a bordo de embarcações da pesca artesanal no Território da Cidadania do Baixo Sul da Bahia, Brasil. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, 32
- Mceachran, J. D. and Carvalho, M. R. 2002. Batoid fishes. In the Living Marine Resources of the Western Central Atlantic, Vol. 1 (Carpenter, K. E., ed.). FAO Species Identification Guide for Fishery Purposes and American Society of Ichthyologists and Herpetologists, Special Publication No. 5. Rome: FAO.

- Mendonça, J.T., 2018. Caracterização da pesca artesanal no litoral sul de São Paulo-Brasil. Boletim do Instituto de Pesca, 41(3), pp.479-492.
- MMA, 2008. Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção. 1.ed. Brasília, DF: MMA; Belo Horizonte, MG: Fundação Biodiversitas.
- MMA, 2018. Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção, Volume VI—Peixes. ICMBio, editor. MMA.
- Mohidin, N.A.H., Hajisamae, S., Hashim, M., Ali, N.A.N. and Abd Aziz, M.F.H., 2021. A Review on Ray Capture According to Fishing Gear Worldwide. Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan, 13(1), pp.68-82.
- Motta, F.D.S., 2006. Ecologia e pesca artesanal de tubarões costeiros no litoral centro-sul de São Paulo.
- MPA. 2011. Boletim estatístico da pesca e aquicultura 2011. MPA. Brasília. 60p
- Myers, R. A., and B. Worm. 2003. Rapid worldwide depletion of predatory fish communities. Nature 423:280-283.
- Namora, R.C., dos Santos Motta, F. and Gadig, O.B.F., 2009. Caracterização da pesca artesanal na Praia dos Pescadores, município de Itanhaém, costa centro-sul do Estado de São Paulo. Arquivos de Ciências do Mar, 42(2), pp.60-67.
- Nelson, J.S., Grande, T.C. and Wilson, M.V., 2016. Fishes of the World. John Wiley and Sons.
- Oliver, S., Braccini, M., Newman, S.J. and Harvey, E.S., 2015. Global patterns in the bycatch of sharks and rays. Marine Policy, 54, pp.86-97.
- PAN, 2023. PAN Tubarões: Primeiro Ciclo do Plano de Ação Nacional para a Conservação dos Tubarões e Raias Marinhos Ameaçados de Extinção / organizadores: Jorge Eduardo Kotas, Eloisa Pinto Vizuete, Roberta Aguiar dos Santos, Maya Ribeiro Baggio, Paula Guimarães Salge e Rodrigo Barreto. Brasília (DF): ICMBio/CEPSUL. 384p.: il., color.
- Pauly, D.; Watson, R.; Alder, J. 2005. Global trends in world fisheries: impacts on marine ecosystems and food security. Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences, v. 360, n. 1453, p. 5–12.
- Pham, C.V., Wang, H.C., Chen, S.H. and Lee, J.M., 2023. The Threshold Effect of Overfishing on Global Fishery Outputs: International Evidence from a Sustainable Fishery Perspective. Fishes, 8(2), p.71.
- Pinheiro, L., Lana, P.C., Andriguetto-Filho, J.M., Hanazaki, N. 2010. Pesca de pequena escala e a gestão patrimonial: o caso da pesca da tainha no litoral paranaense. Desenvolvimento e Meio Ambiente 21, p. 143-155.
- Pough, F.H., Janis, C.M. e Heiser, J.B., 2013. Vertebrate life. Pearson Higher Ed. Prates e Blanc.

- Ramirez-Amaro, S.R., Cartamil, D., Galvan-Magaña, F., Gonzalez-Barba, G., Graham, J.B., Carrera-Fernandez, M., Escobar-Sanchez, O., Sosa-Nishizaki, O. e Rochin-Alamillo, A., 2013. The artisanal elasmobranch fishery of the Pacific coast of Baja California Sur, Mexico, management implications. *Scientia Marina*, 77(3), pp.473-487.
- Rangel, B. S., Paes da Cruz, V., Rodrigues, A., Góes de Araujo, M.L., Oliveira, C., Foresti, F. e Guimarães Moreira, R., 2017. Sympatric and syntopic occurrence of cownose rays: Neonatal strategies for survival? *Journal of Applied Ichthyology*, 33(3), pp.542-545.
- Rangel, B.D.S., Rodrigues, A. and Moreira, R.G., 2021. Capture and handling stress in incidentally captured rays from small-scale fishing: a physiological approach. *Oecologia Australis*.
- Rangel, B.S., Rodrigues, A. e Moreira, R.G., 2018. Use of a nursery area by cownose rays (*Rhinopteridae*) in southeastern Brazil. *Neotropical Ichthyology*, 16(1).
- Rodrigues, A. F. S. 2016. Captura incidental de raias na pesca do camarão-sete-barbas do Perequê, Guarujá, São Paulo, Brasil. São Paulo. 73p. (Dissertação de Mestrado. Instituto de Pesca).
- Rodrigues, A.F.S., de Sousa Rangel, B., Wosnick, N., Bornatowski, H., Santos, J.L., Moreira, R.G. and de Amorim, A.F., 2018. Report of injuries in batoids caught in small-scale fisheries: implications for management plans. *Oecologia Australis*, 23(1).
- Ruiz-García, D., Adams, K., Brown, H. and Davis, A.R., 2020. Determining stingray movement patterns in a wave-swept coastal zone using a blimp for continuous aerial video surveillance. *Fishes*, 5(4), p.31.
- Santos, L.D.F.T.D., 2022. Lideranças femininas da pesca artesanal do estado de São Paulo: Análise das percepções sobre o trabalho em meio à pandemia de COVID-19. São Paulo (Estado). Secretaria do Meio Ambiente. Decreto Estadual Nº 53.526 de 08 de outubro de 2008. Cria a Área de Proteção Ambiental Marinha do Litoral Centro, e dá providências correlatas. Publicada no Diário Oficial do Estado de 09/10/2008, pp.5.
- São Paulo (Estado). Secretaria do Meio Ambiente. Decreto Estadual nº 56.500 de 09 de dezembro de 2010. Cria o Parque Estadual Restinga de Bertiooga e dá providências correlatas. Publicada no Diário Oficial do Estado de 10/12/2010, pp.1.
- São Paulo (Estado). Secretaria do Meio Ambiente. Decreto Estadual nº10.251 de 30 de agosto de 1977. Cria o Parque Estadual da Serra do Mar e dá providências correlatas. Publicada no Diário Oficial do Estado de 31/08/1977, pp.19.
- São Paulo (Estado). Secretaria do Meio Ambiente. Decreto SMA Nº 63.853 de 27 de novembro de 2018. Declara as espécies da fauna silvestre no Estado de São Paulo regionalmente

extintas, as ameaçadas de extinção, as quase ameaçadas e as com dados insuficientes para avaliação, e dá providências correlatas. Publicado no Diário Oficial do Estado de 29/11/2018, p.1

São Paulo (Estado). Secretaria do Meio Ambiente. Resolução SMA N°51 de 28 de junho de 2012. Regula o exercício de atividades pesqueiras profissionais realizadas com o uso de redes nas praias inseridas nos limites da Área de Proteção Ambiental Marinha do Litoral Centro, criada pelo Decreto 53.526, de 8 de outubro de 2008, e dá outras providências. Publicada no Diário Oficial do Estado de 29/06/2012, pp.51.

SBEEL. Sociedade Brasileira Para o Estudo de Elasmobrânquios. 2005. Plano Nacional de Ação para a Conservação e o Manejo dos Estoques de Peixes Elasmobrânquios no Brasil. Sbeel, Recife. 100p.

Seixas, C.S. and Kalikoski, D.C., 2009. Gestão participativa da pesca no Brasil: levantamento das iniciativas e documentação dos processos. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, n. 20. pp. 119-139.

Seixas, C.S., Dias, A.C.E. and de Freitas, R.R., 2017. Navigating from Government-Centralised Management to Adaptive Co-Management in A Marine Protected Area, Paraty, Brazil. *Governing the Coastal Commons: Communities, Resilience and Transformation*, p.157.

Silvano, R.A.M., Valbo-Jorgensen, J. 2008. Beyond fishermen's tales: contributions of fishers' local ecological knowledge to fish ecology and fisheries management. *Environment, Development and Sustainability* 10, 657-675.

Stevens, J. D., Bonfil, R., Dulvy, N. K., and Walker, P. A. 2000. The effects of fishing on sharks, rays, and chimaeras (chondrichthyans), and the implications for marine ecosystems. *ICES Journal of Marine Science*, 57, 476–494.

Teramoto, C.S. and Diegues, A.C.S.A., 2014. Conflitos entre pescadores artesanais e amadores de bertiooga/SP e adjacências. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014. Acesso em: 21 out. 2023.

Trindade, A.A.M.D., Pena, P.G.L., Lima, M.A.G.D., Freitas, M.D.C.S.D. and Araújo, K.L.D., 2021. Vigilância popular da saúde nas comunidades pesqueiras tradicionais e ecologia dos saberes no enfrentamento à COVID-19. *Ciência & Saúde Coletiva*, 26, pp.6017-6026.

Vooren, C. M., e Klippel, S. 2005. Ações para a conservação de tubarões e raias no sul do Brasil. Sandro Klippel.

Walters, C.J., and Martell, S.J.D. 2004. *Fisheries Ecology and Management*. Princeton University Press, Princeton, New Jersey.

- Weigmann, S. 2016. Annotated checklist of the living sharks, batoids and chimaeras of the world, with a focus on biogeographical diversity. *Journal of Fish Biology*, 88(3), pp.837-1037.
- Wilk, O., Olive, S., Pradel, A., Den Blaauwen, J.L. and Szrek, P., 2021. The first lower jaw of a ctenacanthid shark from the Late Devonian (Famennian) of Belgium. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 41(3), p.e1960537.
- Worm, B., Davis, B., Kettener, L., Ward-Paige, C.A., Chapman, D., Heithaus, M.R., Kessel, S.T., Gruber, S.H. 2013. Global catches, exploitation rates and rebuilding options for sharks. *Mar. Pol.* 40: 194-204.
- Wosnick, N., Leite, R.D., Balanin, S., Chaves, A.P., de Senna Gastal, E.R., Hauser-Davis, R.A. and Giaretta, E.P., 2023. Behavioral and visual stress-induced proxies in elasmobranchs. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 33(1), pp.175-199.
- Yokota, L. and Lessa, R.P. Reproductive biology of three ray species: *Gymnura micrura* (Bloch and Schneider, 1801), *Dasyatis guttata* (Bloch and Schneider, 1801) and *Dasyatis marianae* Gomes, Rosa and Gadig, 2000, caught by artisanal fisheries in Northeastern Brazil. *Ca. Biol. Mar.* 48, 249-257, 2007.

CAPÍTULO 2 - Observações preliminares da movimentação de raias na área de Proteção Ambiental marinha do Litoral Centro de São Paulo, Brasil

1 INTRODUÇÃO

Tubarões e Raias compõe a subclasse de peixes cartilaginosos elasmobrânquios (Nelson, 2016). Surgidos há mais de 400 milhões de anos são considerados como uma das mais antigas e diversas linhagens de vertebrados tendo sobrevivido a cinco grandes extinções em massa (Ebert *et al.*, 2021). Adaptados aos mais variados ambientes marinhos (Weigmann, 2016) ocupam uma ampla variedade de nichos ecológicos (Pough, 2013), onde exercem o papel de reguladores tróficos dos ecossistemas marinhos (Ferretti *et al.*, 2010). Sejam como predadores de topo, mesopredadores ou como presas de outros predadores marinhos (Dulvy *et al.*, 2008).

Embora bem adaptados estão listados entre os vertebrados mais ameaçados de extinção, estando às espécies de tubarões e raias que habitam ou utilizam de forma sazonal as zonas costeiras mais sujeitas aos efeitos negativos da crescente expansão das atividades humanas (Dulvy *et al.*, 2014). Como os altos índices de poluição (Gelsleichter *et al.*, 2005), perda de habitat (Jennings *et al.*, 2008), alterações climáticas (Chin *et al.*, 2010) e a pesca excessiva (Bonfil, 1994). O declínio populacional das espécies de tubarões e raias é preocupante, considerando as características da história de vida destes animais e a sua baixa resiliência aos impactos pesqueiros (Ferretti *et al.*, 2010; Dulvy *et al.*, 2017).

Estes impactos sofridos resultam na presença de muitas espécies de tubarões e raias nas listas de espécies ameaçadas em nível **Global** - criticamente em perigo- CR= 90, em perigo EN= 121 e vulnerável VU= 180 (Dulvy *et al.*, 2021; IUCN, 2022); **Nacional** – CR= 24, EN= 31 e VU= 38 (Brasil, 2014); **Estadual** – CR= 7); EN= 16 e VU= 17 (São Paulo, 2018). Na **localidade de estudos** são registradas 15 espécies, destas 80% (n=12) estão classificadas como ameaçadas pela IUCN, sendo CR= 2, EN= 5 e VU= 5; segundo o MMA 60% (n=9), CR= 5, EN= 1 e VU= 3 e pela SMA 67% (n=10), CR= 2, EN= 5 e VU= 3.

O presente estudo foi realizado no município de Bertioga, localizado no extremo norte da região metropolitana da Baixada Santista no litoral do Estado de São Paulo. Grande parte do território está inserido em três unidades de conservação: PESM - Parque estadual da Serra do Mar (São Paulo, 1977); PERB - Parque Estadual Restinga de Bertioga (São Paulo, 2010) e APAMLC - Área de Proteção Ambiental Marinha do Litoral Centro de São Paulo (São Paulo, 2008).

Áreas de proteção ambiental marinha (APAM) são locais estratégicos da costa brasileira para a conservação da fauna marinha (Prates e Blanc, 2007). Estas por serem unidades de

conservação de uso sustentável são responsáveis por conciliar à conservação da biodiversidade com os atributos culturais da população local. O que permite a ocupação humana e a realização de atividades exploratórias contanto que obedecidos regramentos específicos (Brasil, 2000). Assim sendo, a região possui intensa atividade pesqueira artesanal, com características como estrutura pesqueira, o volume de pescado e objetivo predominantemente comercial, além da intensa pesca amadora (Teramoto, 2014).

As capturas de tubarões e raias pela pesca artesanal e amadora são frequentes na localidade do estudo. Raias não possuem valor comercial, portanto são devolvidas ao mar, já os tubarões com origem na pesca artesanal são geralmente vendidos no comercio local como cação. O monitoramento dos desembarques da pesca artesanal é realizado pelo Programa de Monitoramento da Atividade Pesqueira – PMAP vinculado ao Instituto de Pesca de São Paulo. Os desembarques da pesca amadora, por mais que constantes e com registro de grandes quantidades de tubarões capturados, não são monitorados pelas autoridades responsáveis.

Portanto, é fundamental conhecer além dos padrões populacionais das espécies ameaçadas e a sua movimentação no habitat marinho, migração e fidelidade ao local (Hammerschlag *et al.*, 2011). Uma importante ferramenta que possibilita a realização de estudos de movimento da fauna é a marcação (McFarlane *et al.*, 1990; Kohler e Turner, 2001). O uso de marcas externas convencionais, apesar de não possibilitar o relato do padrão diário de movimentação dos animais estudados (Rogers e White, 2006), constitui uma importante alternativa para estudos com baixos recursos, pouco ou nenhum apoio institucional e financeiro, devido terem um custo relativamente baixo.

Estudos que utilizam marcas convencionais dependem das recapturas ou relatos de observação dos indivíduos marcados. As taxas de retorno variam conforme a espécie, porém, são geralmente baixas (Kohler *et al.*, 1998). O baixo retorno das recapturas pode ser devido: perda de marcas por má aplicação, morte do animal ou soltura do ancoramento por alargamento do orifício da aplicação (Goñi *et al.*, 2000); bioincrustação por algas filamentosas, cracas, esponjas e ascídias (Dicken *et al.*, 2011); recapturas não reportadas devido falhas na comunicação entre os pesquisadores responsáveis pelo estudo e a comunidade de pescadores (Fable, 1990).

Considerando tais fatores, o presente trabalho apresenta as observações preliminares sobre a movimentação de raias realizadas com o uso de marcação e recaptura na área da APAMLC.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O desenvolvimento da pesquisa se deu na região do Setor Guaíbe da APAMLC, no município de Bertioga 23° 50'47" S e 46° 08'21" O (Fig. 1). A metodologia utilizada objetivou a geração de dados com foco na identificação e auxílio à gestão dos impactos pesqueiros sobre em tubarões e raias na APAMLC. A realização de todas as etapas contou com o apoio da comunidade de pescadores artesanais locais, estando alinhado com o programa de gestão de interação socioambiental do plano de manejo da APAMLC – Diretriz A1 – Ação 1.8 que prevê por meio de interação interinstitucional a criação de uma rede de monitoramento da pesca incidental. O estudo foi conduzido em concordância com os parâmetros legais e éticos, sob a autorização SISBIO Nº 48271-11. Em concordância com as medidas de conservação, motivadas pela busca por métodos substitutivos as tradicionais técnicas letais, principalmente quando o estudo envolve espécies ameaçadas de extinção (Heupel e Simpfendorfer, 2010; Hammerschlag e Sulikowski, 2011).

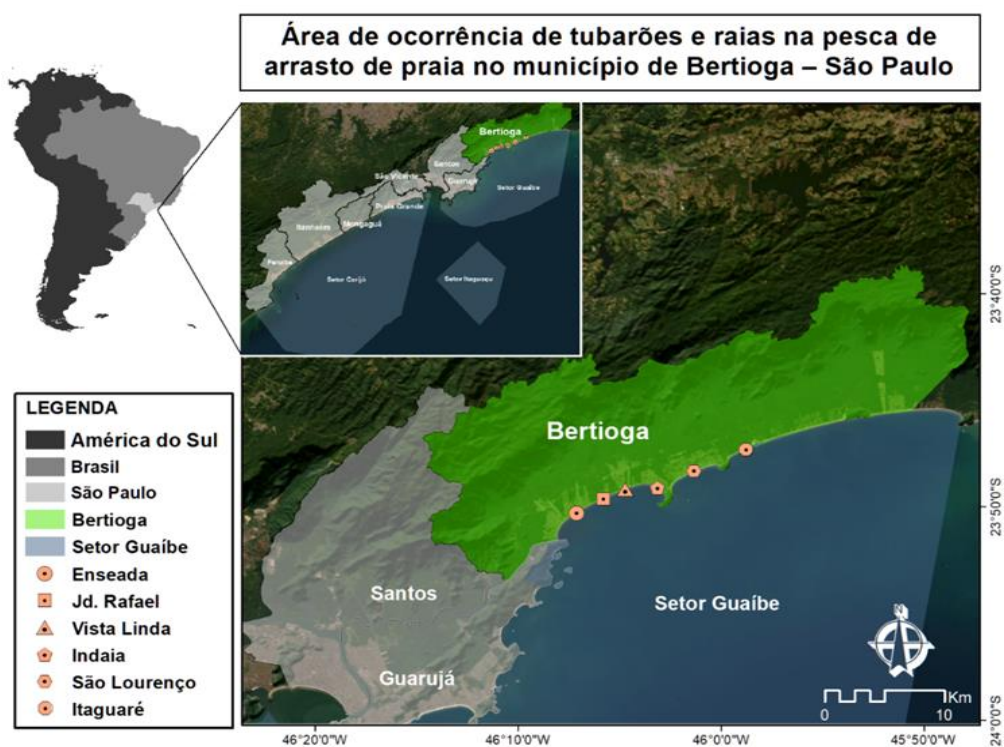


FIGURA 1. Bertioga – Área do monitoramento das capturas de tubarões e raias pelo arrasto de praia.

2.1 Protocolo de captura, manejo e marcação

As marcações ocorreram fevereiro/2018 e janeiro/2023 e são parte do Projeto raias e tubarões da Baixada que monitora as capturas não intencionais na região desde 2015.

2.1.1 Capturas

O acesso as raia e tubarões foi possibilitado pela parceria e auxílio dos pescadores artesanais de arrasto de praia do município de Bertioga. A rede de arrasto de praia utilizada nas capturas possui aproximadamente 400 m de comprimento por 9 m de altura, a panagem central é dividida em duas partes: uma superior com malha de 90 mm entre nós opostos e inferior com malha 70 mm entre nós opostos, as mangas são confeccionadas em malha 80 mm entre nós opostos. Para as liberações da rede na água a cada lance de pesca foi utilizado um bote de fibra de vidro de 6 m de comprimento e motor de popa de 15 HP. A rede é liberada a uma distância entre 500 e 750 m da linha de praia e seu recolhimento é por tração manual realizada por no mínimo 10 pescadores (Fig.2A).

2.1.2 Manejo

Imediatamente após o termino do recolhimento da rede, durante a despesca as raia foram retiradas da rede (Fig. 2B), e colocadas em bandejas com água (Fig. 2C), sexadas e identificadas em nível de espécie (Fig. 2D), seguindo as descrições de Figueiredo (1977), McEachran e Carvalho, (2002), Vooren *et al.*, (2005) e Gomes *et al.*, (2010), registro de dados morfométricos de comprimento total – CT (cm), largura do disco – LD (cm) (Fig. 2E), peso total – PT em gramas (Fig. 2F), visando o bem estar das raia indivíduos com LD acima de 70 cm não tiveram seus pesos aferidos através de balanças suspensas, sendo, portanto realizada a estimativa com o uso de ferramenta disponibilizada pelo FishBase que considera a relação peso/comprimento conforme a espécie (FishBase, 2024).

2.1.3 Marcação

Para a realização das marcações foram utilizadas marcas plásticas externas do tipo TBA *T-bar anchor tag*. Confeccionadas na coloração vermelha, com as inscrições de identificação na cor preta (Fig. 2G); após a realização dos procedimentos de coleta de dados e marcação os indivíduos foram devolvidos ao mar (Fig. 2H).

2.1.4 Recapturas

A ocorrência de Bioincrustação marinha e o tamanho reduzido das inscrições das marcas dificultam a leitura dos números de identificação principalmente em capturas noturnas. Portanto, em caso de impossibilidade de leitura do número na recaptura, os pescadores são orientados a retirar a marca para o registro.

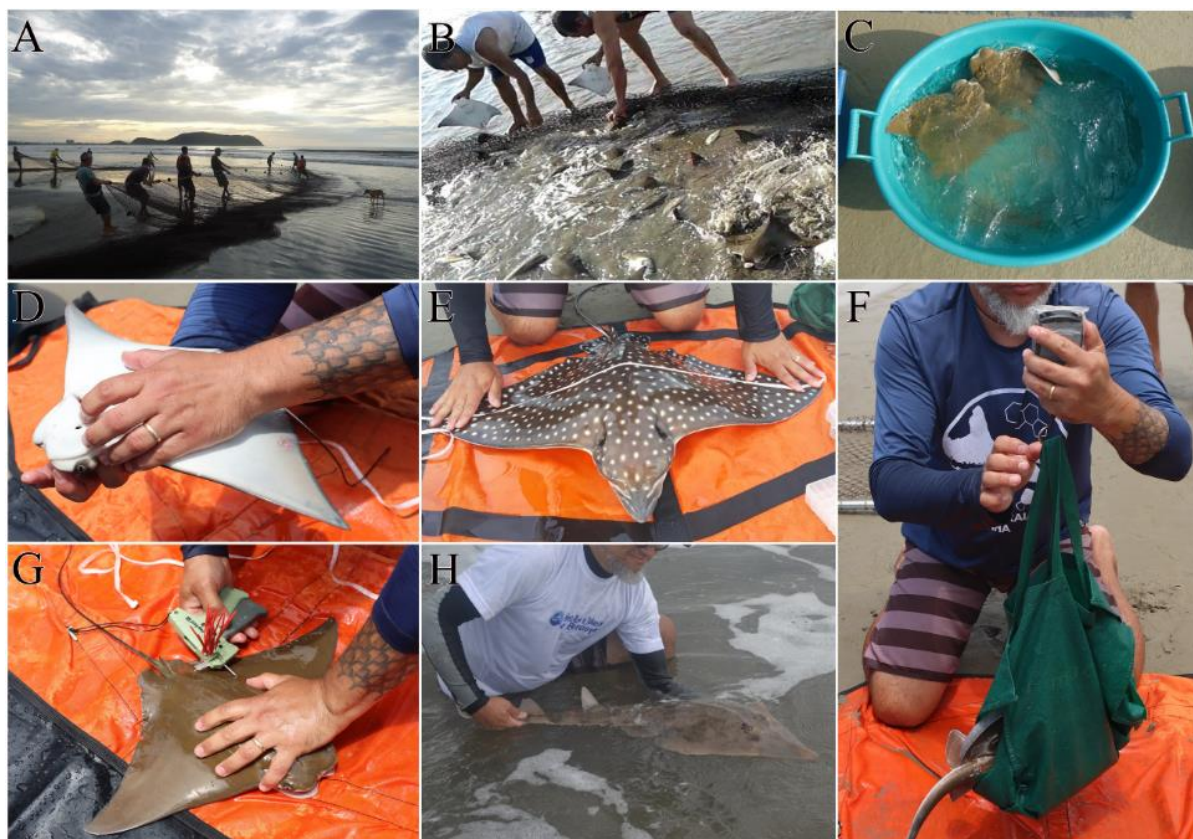


FIGURA 2. Manejo de coleta de exemplares (A) Acompanhamento da pesca; (B) despesca; (C) Acomodação dos exemplares; (D) identificação morfológica; (E) morfometria; (F) coleta de amostras de tecido; (G) Marcação; (H) Registro Fotográfico; (I) Soltura do indivíduo. Imagens: Projeto Raias e Tubarões da Baixada.

3 RESULTADOS

Os estudos envolvendo marcação do projeto raias e tubarões da Baixada que monitora desde 2014 as ocorrências de capturas não intencionais de raias e tubarões pela pesca artesanal na área da APAMLC. Neste período já foram aproximadamente 4000 indivíduos da subclasse elasmobrânquios registrados e liberados de volta para o mar, com a ajuda dos pescadores locais. Foram marcadas 213 raias de sete espécies (Tab. I): *Aetobatus narinari*, *Gymnura altavela*, *Hypanus berthalutzae*, *Hypanus guttatus*, *Pseudobatos percellens*, *Rhinoptera bonasus*, *Rhinoptera brasiliensis* e cinco indivíduos de tubarões-martelo *Sphyrna lewini*. Ocorreram 16 recapturas, o que representa uma taxa de recaptura de 7,5% do total de indivíduos de raias marcadas. Todas as espécies de raias marcadas apresentaram ao menos uma recaptura no período de estudo, não houve registro de recaptura de tubarões, sendo estes, portanto a espécie excluída das análises.

Tabela I. N = número de raias marcadas; Recap = total raias recapturadas; % = percentual de recapturas por espécie; Tag = número da marca utilizada na marcação; Local = região da marcação e recapturadas; IT = intervalo de tempo entre a marcação e a recaptura (dias); Dist = distância entre os locais de marcação e o de recaptura (km); PT= peso total (g); CT = comprimento total (cm); LD = largura do disco (cm).

MARCAÇÕES						RECAPTURAS																				
Espécies	N	♀	♂	JUV	AD	Recap	%	TAG	Ação	Datas	Local	IT	Dist (km)	Sexo	PT (g)	CT (cm)	LD (cm)	Ação pós-recaptura								
<i>Aetobatus narinari</i>	19	9	10	15	4	3	16%	98	marcação	27/01/2020	V. Linda			♂	2580	-	57									
									recaptura	29/01/2020	Enseada	2	7		-	-	-	Reintroduzida								
									132	marcação	31/01/2020	Jd. Rafael			♂	3190	-	59,5								
									recaptura	01/04/2020	Enseada	61	4		-	-	-	Encalhe morta								
									238	marcação	11/11/2022	Jd. Rafael			♂	3015	-	60								
								290*	recaptura	12/01/2023	Jd. Rafael	62	2,5		4125	-	67	*Reintroduzida após substituição da marca								
<i>Gymnura altavela</i>	12	7	5	1	11	1	8%	288	marcação	12/01/2023	Jd. Rafael			♀	10600**	-	100	**Estimativa peso/comprimento FishBase								
									recaptura	16/01/2023	Jd. Rafael	4	2,5		-	-	-	Reintroduzida sem a marca (pescador)								
<i>Hypanus berthallutzae</i>	10	5	5	8	2	1	10%	81	marcação	16/07/2018	Enseada			♀	20700**	-	89	**Estimativa peso/comprimento FishBase								
									recaptura	25/09/2018	Cananeia	71	260		-	-	-	Abatida para consumo								
<i>Hypanus guttatus</i>	54	37	17	45	9	3	6%	204	marcação	27/10/2022	Enseada			♂	1030	-	31									
									recaptura	28/10/2022	Enseada	1	4		-	-	-	Encalhe morta								
									237	marcação	11/11/2022	Jd. Rafael			♀	22900**	-	109	**Estimativa peso/comprimento FishBase							
									recaptura	24/11/2022	Jd. Rafael	13	2,5		-	-	-	Reintroduzida								
									310	marcação	23/01/2023	Jd. Rafael			♀	4000	-	51								
									recaptura	02/02/2023	Indaia	10	5		-	-	-	Reintroduzida sem a marca (pescador)								
<i>Pseudobatos percellens</i>	10	6	4	5	5	1	10%	174	marcação	24/02/2021	Enseada			♀	750	54	-									
									recaptura	18/04/2021	Indaia	53	9		-	-	-	Reintroduzida								
<i>Rhinoptera bonasus</i>	91	40	51	68	23	6	7%	95	marcação	27/01/2020	Jd. Rafael			♂	2330	-	55									
									recaptura	31/01/2020	Jd. Rafael	4	2,5		-	-	-	Reintroduzida								
								181	marcação	12/10/2022	Enseada			♀	1665	-	45									
									recaptura	27/10/2022	Enseada	15	2,5		1620	-	45	Reintroduzida								
								182	marcação	12/10/2022	Enseada			♀	1675	-	44									
									recaptura	28/10/2022	Enseada	16	4		-	-	46	Reintroduzida								
								183	marcação	12/10/2022	Enseada			♂	870	-	36									
									recaptura	27/10/2022	Enseada	15	4		710	-	36,5	Reintroduzida								
																	marcação	13/10/2022	Enseada			♂	2115	-	55	
																	195	recaptura	28/10/2022	Enseada	15	4		-	-	-
										recaptura	12/12/2022	Enseada	45	4		-	-	-	Reintroduzida sem a marca (pescador)							
<i>Rhinoptera brasiliensis</i>	17	8	9	17	0	1	6%	213	marcação	28/10/2022	Enseada			♀	1850	-	49									
									recaptura	28/10/2022	Enseada	0	4		-	-	-	Reintroduzida								

3.1 Recapturas por espécie

3.1.1 *Aetobatus narinari*

Um total de 19 raias-chita *Aetobatus narinari* foram marcadas, nove fêmeas com largura de disco (LD) entre 46 e 107 cm e peso total (PT) entre 1575 e 25000 g. Entre os machos da espécie, ocorreram 10 marcações de raias com LD entre 54 e 76 cm e PT de 2295 a 6485 g. Foram registradas três recapturas para a espécie, um percentual de recaptura de 16%, considerando o total de indivíduos marcados da espécie (n=19) e uma taxa de 19% considerando o total geral de indivíduos das espécies recapturas (n=16). Todos os indivíduos recapturados eram machos juvenis. O maior intervalo de tempo (IT) entre a marcação e a recaptura foi de 62 dias obtido pelo indivíduo de marca nº 238 que teve a marca substituída devido a primeira marca apresentar alta bioincrustação por algas (Fig. 3A) e a maior distância de movimentação registrada para a espécie foi de 7 km (Fig. 3B). Dentre as três recapturas duas foram reintroduzidas ao mar com vida pelos pesquisadores e uma (marca nº132) foi encontrada encalhada morta após 61 dias da marcação (Fig. 3C) registro do encalhe (Fig. 3D).

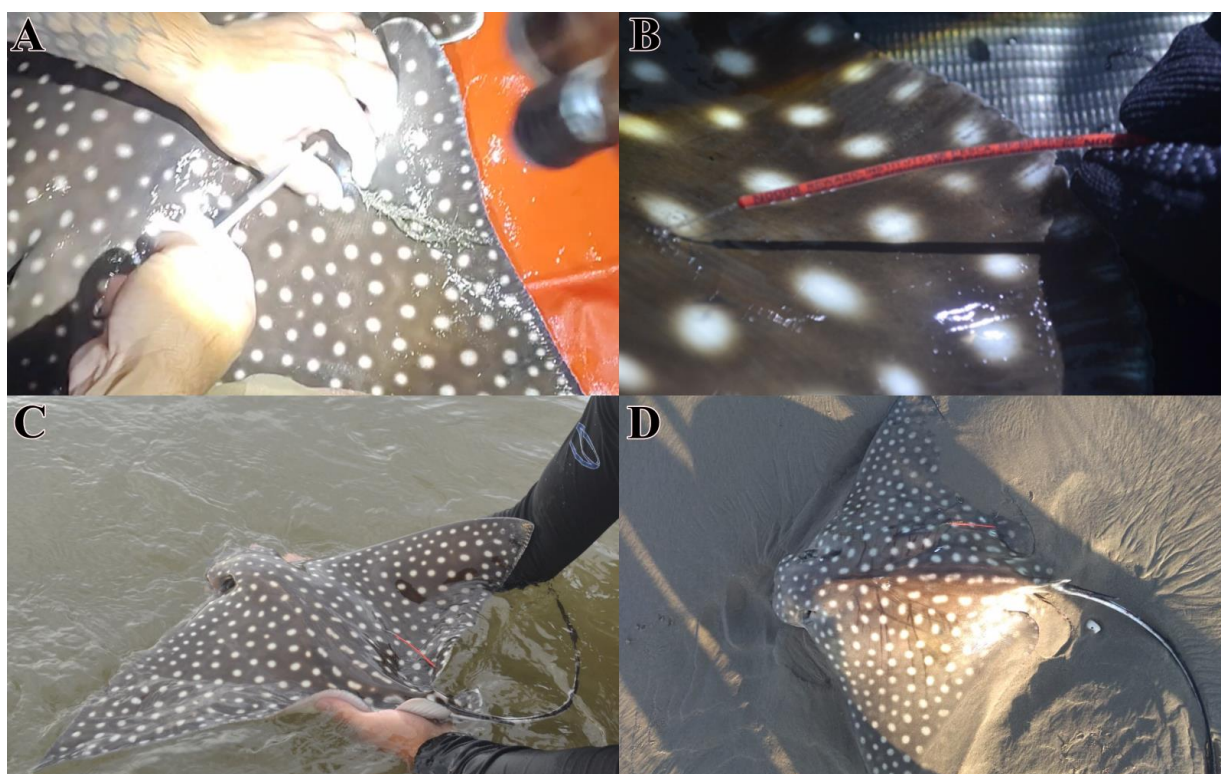


FIGURA 3. (A) Substituição da marca devido bioincrustação; (B) marcação da *Aetobatus narinari*; (C) Soltura indivíduo de marca nº132 realizada em 31/01/2020 na praia Jd. Rafael; (D) encalhe do indivíduo nº132 na praia da Enseada após 61 dias da soltura, Bertioga, SP. Imagem: A – Jessica Corso; B e C – Projeto Raias e tubarões da Baixada; D – Wesley Shkola.

3.1.2 *Gymnura altavela*

12 raias-borboleta *Gymnura altavela* foram marcadas, 7 fêmeas com LD entre 53 e 102 cm. O PT mínimo registrado foi de 1550 g, o PT máximo foi estimado em 11000g. Entre os machos da espécie, ocorreram 5 marcações de raias com LD entre 72 e 111 cm; PT mín. de 3490 g PT máx. estimado de aproximadamente 14700g. Foi registrada somente uma recaptura para a espécie, um percentual de recaptura de 10%, considerando o total de indivíduos marcados da espécie (n=10) e uma taxa de 6% considerando o total geral de indivíduos das espécies recapturas (n=16). O indivíduo recapturado era uma fêmea adulta. O IT entre marcação e recaptura foi de apenas 4 dias. A marcação e a recaptura ocorreram na mesma localidade, a praia do Jd. Rafael que possui uma extensão de 2,5 km entre os pontos extremos norte e sul. Após a recaptura o indivíduo de marca nº 288 foi reintroduzido ao ambiente sem a marca que foi retirada pelo pescador para o registro da ocorrência (Fig. 4).



FIGURA 4. Registro de recaptura de *Gymnura altavela* marca nº288. Imagem: Wesley Shkola

3.1.3 *Hypanus berthalutzae*

Dez raias-prego *Hypanus berthalutzae* foram marcadas, 5 fêmeas com LD entre 41 e 89 cm. O PT mínimo registrado foi de 2300 g, o PT máximo foi estimado em aproximadamente 20700g. Entre os machos da espécie, ocorreram 5 marcações de raias com LD entre 48 e 78 cm; PT mín. de 3520g e PT máx. de aproximadamente 14000g. Foi registrada somente uma recaptura para a espécie, um percentual de recaptura de 8%, considerando o total de indivíduos marcados da espécie (n=12) e uma taxa de 6% considerando o total geral de indivíduos das espécies recapturas (n=16). O indivíduo recapturado era uma fêmea adulta. O IT entre marcação e recaptura foi 71 dias. A recaptura do indivíduo de marca nº 81 foi reportada por pescadores do município de Cananéia, Litoral Sul do Estado de São Paulo. A distância de movimentação registrada entre os pontos de

marcação e o de recaptura foi de aproximadamente 260 km. Segundo relato dos pescadores a recaptura ocorreu nas proximidades da entrada do rio Itapitangui, dentro do estuário de Cananéia, em uma rede de emalhe de fundo, com panagens de malha 110 mm entre nós opostos, destinada a captura de peixes ósseos da espécie bagre-branco *Genidens barbus*. Pescador informou somente a data de captura, local, petrecho e o número da marca. A raia foi abatida para consumo (Fig. 5).



FIGURA 5. Mapa da movimentação da Raia-prego *H. berthallutzae* marca nº81

3.1.4 *Hypanus guttatus*

Foram marcadas 54 raias-prego *Hypanus guttatus*, destas 37 fêmeas com LD entre 28 e 116 cm. O PT mínimo registrado foi de 710 g, o PT máximo foi estimado em aproximadamente 28000g. Entre os machos da espécie ocorreram 17 marcações com LD entre 22 e 110 cm; PT mín. de 330g e PT máx. de aproximadamente 23000g. Foram registradas três recapturas para a espécie, uma fêmea juvenil, uma adulta e um macho adulto. A taxa de recaptura registrada foi de 6%, considerando o total de indivíduos marcados da espécie (n=54) e uma taxa de 19% considerando o total geral de indivíduos das espécies recapturas (n=16). O maior intervalo de tempo (IT) entre a marcação e a recaptura foi de 13 dias obtido pelo indivíduo de marca nº 237 (Fig. 6A) e a maior

distância de movimentação registrada para a espécie foi de 5 km (Fig. 6B). Dentre as três ocorrências duas foram reintroduzidas ao mar com vida e uma (marca nº 204) foi encontrada encalhada morta um dia após a marcação (Fig. 6C e D).

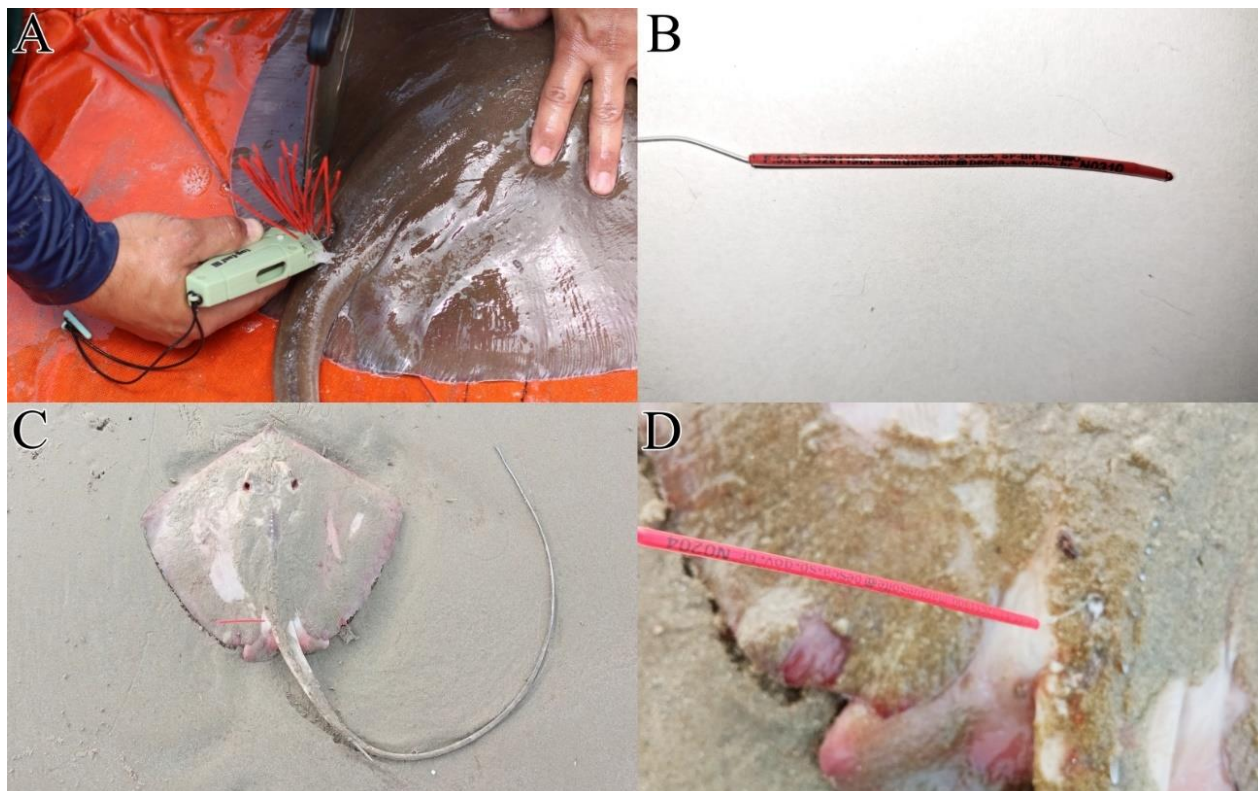


FIGURA 6. (A) marcação de *H. guttatus*; (B) Registro de recaptura da marca nº310; (C) registro de encalhe do indivíduo nº204; (D) detalhe marca nº204. Imagens: A – Rafael Mesquita; B – Wesley Shkola; C e D – Alexandre Rodrigues.

3.1.5 *Pseudobatos percellens*

Dez raias-viola *Pseudobatos percellens* foram marcadas (Fig. 7A), seis fêmeas com CT entre 54 e 97 cm (Fig. 7B). O PT mínimo registrado foi de 750g, o PT máximo registrado foi de 4010g. Entre os machos da espécie ocorreram quatro marcações com CT entre 52 e 91 cm; PT mín. de 510g e PT máx. de aproximadamente 2610g. Foi registrada somente uma recaptura para a espécie, uma fêmea juvenil. A taxa de recaptura foi de 10%, considerando o total de indivíduos marcados da espécie (n=10) e uma taxa de 6% considerando o total geral de indivíduos das espécies recapturas (n=16). O indivíduo recapturado era uma fêmea juvenil. O IT entre marcação e recaptura foi de 53 dias. A marcação ocorreu na Praia da Enseada (Fig.7C) e a recaptura o na Praia do Indaiá uma movimentação entre os pontos de aproximadamente 9 km. A recaptura foi reportada por pescador, que retirou a marca para registro e realizou a reintrodução da raia ao mar.



FIGURA 7. (A) manejo de marcação; (B) Soltura raia-viola *P. percellens*; (C) registro da soltura do indivíduo nº 174 realizado em 24/02/2021 na Praia da Enseada, Bertioga. Imagens: A – Projeto Raias e Tubarões da Baixada; B – Ricardo Garla; C – Alexandre Rodrigues.

3.1.6 *Rhinoptera bonasus*

91 uma raias-ticonha *Rhinoptera bonasus* foram marcadas, sendo 40 fêmeas com LD entre 34 e 71 cm; PT mín. registrado foi de 680 g e PT máx. de 5020g. Entre os machos foram 51 marcações com LD entre 36 e 72 cm; PT mín. de 710g e PT máx. de 5490g. Ocorreram seis recapturas, destes o indivíduo nº195 foi recapturado duas vezes após a sua marcação. Portanto foram duas fêmeas e três machos recapturados, todos juvenis. A taxa de recaptura correspondeu a 7% do total de indivíduos marcados da espécie (n=91) e uma taxa de 38% considerando o total geral de recapturas (n=16). O maior intervalo de tempo (IT) entre a marcação e a recaptura foi de 60 dias obtido pelo indivíduo de marca nº 195 entre a sua marcação e a segunda recaptura. Todas as recapturas ocorreram na mesma localidade de marcação. O indivíduo nº95 foi marcado e recapturado na praia do Jd. Rafael que possui uma extensão de 2,5 km entre os pontos extremos norte e sul. Os indivíduos

nº 181, 182 e 183 e 195 foram marcados e recapturados na praia da Enseada que tem aproximadamente 4 km entre seus pontos extremos. Todas as raias foram reintroduzidas no mar, cinco pelos pesquisadores do projeto e a raia nº195 que em sua segunda recaptura foi reintroduzida sem a marca retirada pelo pescador para registro.

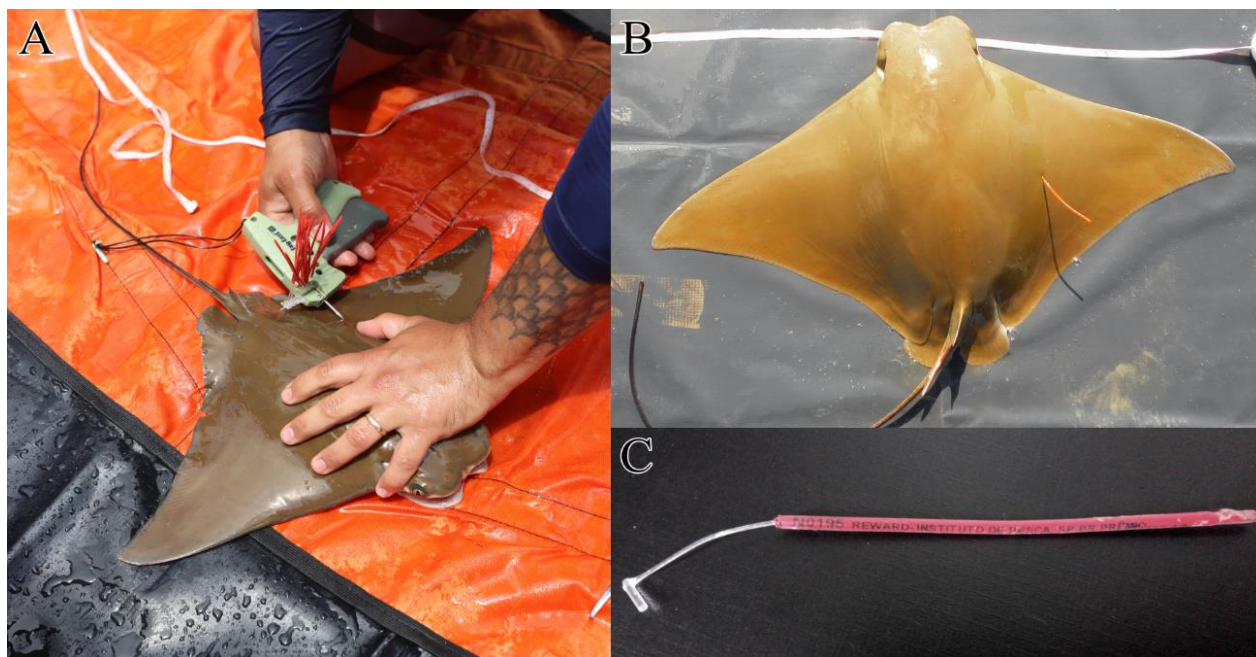


FIGURA 8. (A) Manejo de marcação; (B) Indivíduo marcado de *R. bonasus*; (C) Registro da segunda recaptura da marca nº195 realizada em 12/12/2022 na praia Enseada em Bertioga, SP.

3.1.7 *Rhinoptera brasiliensis*

17 raias-ticonha *Rhinoptera brasiliensis* foram marcadas, oito fêmeas com LD entre 43 e 53 cm; PT mín. registrado foi de 1290 g e PT máx. de 2210. Entre os machos foram 9 marcações com LD entre 39 e 52 cm; PT mín. de 975g e PT máx. de 2805g. Foi registrada somente uma recaptura para a espécie, uma fêmea juvenil. A taxa registrada de recaptura foi de 6%, considerando o total de indivíduos marcados da espécie (n=17) e uma taxa de 6% considerando o total geral de indivíduos das espécies recapturas (n=16). A raia nº 213 foi marcada e recapturada no mesmo dia em lances de pesca seguidos realizados na praia da enseada em uma extensão de aproximadamente 4 km. Após a recaptura a raia foi novamente reintroduzida ao mar pelo pesquisador.

4 DISCUSSÃO

Apesar do número reduzido de raias marcadas, a taxa amostral de 8% de recapturas possibilitou ao presente estudo a apresentação preliminar de informações importantes sobre a movimentação de sete espécies de raias na Área de Proteção Ambiental Marinha do Litoral Centro

de São Paulo. Estes dados preliminares são os primeiros sobre a movimentação de raias na região da Baixada Santista. O Setor Guaíbe da APAMLC localizado no extremo norte da Baixada Santista, região escolhida para a realização do estudo é descrita como área de ocorrência de raias em fases iniciais de seu ciclo de vida. Que utilizam as águas rasas como berçário e área de alimentação (Rangel *et al.*, 2017; 2018; 2019), sendo os juvenis capturados com frequência pela pesca artesanal (Rodrigues *et al.*, 2016; 2018). Tais características justificam o fato de 75% do total das marcações do presente estudo terem sido realizadas em indivíduos juvenis.

A movimentação de tubarões e raias pode ser estimulada tanto por fatores bióticos, como por exemplo, a fuga de predadores e/ou a busca por locais com maior disponibilidade de presas, como também, por fatores abióticos como a temperatura da água que favorece a regulação de processos fisiológicos como o crescimento e a reprodução (por exemplo DeGroot *et al.*, 2021). Esse comportamento migratório ou de permanência temporária ou fixa em determinado local demonstram a constante busca por condições favoráveis a sobrevivência (Schlaff *et al.* 2014).

No caso das raias-chita *Aetobatus narinari* as três recapturas de indivíduos machos e juvenis, em uma faixa de movimentação máxima de 5km, aliados aos dados de sazonalidade das capturas apresentados no capítulo 1, indicam uma possível fidelidade local pela espécie em suas etapas iniciais de vida. Possibilidade também observada para a espécie no atlântico norte por Degroot *et al.*, (2020). A maior frequência de *A. narinari* na região é registrada nas estações quentes (primavera/verão), entretanto os juvenis ocorrem o ano todo, sendo raras as ocorrências de indivíduos adultos nas estações frias (outono/inverno). Padrões de movimentação que podem estar associados a temperatura da água, conforme descrito para a espécie por Degroot *et al.*, (2021). Outro ponto que pode justificar estas variações ontogenéticas no uso do habitat, são as diferentes demandas de recursos entre juvenis e adultos, corroborando com Grubbs, (2010) em seu trabalho sobre mudanças ontogenéticas nos movimentos e no uso do habitat.

Entre as 16 recapturas anotadas 15 (94%) ocorreram nas proximidades do local de captura inicial e marcação, dentro de uma faixa de aproximadamente 9 km entre os extremos sul da praia da Enseada e norte da praia do Indaiá. No caso das raias-prego *Hypanus guttatus* as marcações e recapturas ocorridas em uma distância máxima de 5 km entre os pontos, com a observação da ausência de partição ontogenética do habitat em isóbatas abaixo dos 6 metros, registros de indivíduos neonatos, juvenis e adultos de ambos os sexos, além do registro da presença de fêmeas prenhas, indicam uma movimentação restrita para a espécie e uma possível fidelidade local, corroborando o relatado por Feitosa *et al.*, (2021) para a região do Maranhão.

Estudos sobre a recém descrita *Hypanus berthallutzae* são escassos (Charvet *et al.*, 2020; Branco-Nunes *et al.*, 2021; Queiroz *et al.*, 2023). Os existentes são em sua maioria baseados nos

sinônimos *H. americanus* (Hildebrand & Schroeder, 1928) ou ainda *Dasyatis americana* Hildebrand & Schroeder, 1928. Entre estes Yokota e Lessa (2006) relatam para a na região nordeste do Brasil a ocorrência de juvenis e adultos da espécie somente em profundidades entre 10 e 20 m, além da ausência de neonatos em seus registros. As capturas do presente estudo foram realizadas abaixo do 6 m de profundidade e registrou capturas de indivíduos de todas as faixas de desenvolvimento maturacional da espécie. O que indica uma possível ausência de partição ontogênica entre as *H. berthalutzae* na região sudeste e possível diferença no uso de área entre as populações da espécie residentes na região Nordeste.

Alguns estudos com *H. americanus* realizados em ilhas oceânicas apontam uma possível fidelidade local e baixo deslocamento para a espécie (Tilley *et al.*, 2013; Schwanck *et al.*, 2020), entretanto estes resultados podem estar relacionados as características geográficas dos locais de realização destas observações. O presente estudo apresenta o registro da movimentação de uma fêmea adulta de *H. berthalutzae* em um deslocamento de aproximadamente 260 km. Entre a captura inicial realizada na praia da Enseada de Bertiooga na APAMLC, passando pela costa abrangida pela APAMLS, até a sua recapturada na entrada do rio Itapitangui na região do estuário de Cananéia, extremo sul da distribuição da espécie que vai da foz do Rio Amazonas até a divisa entre os estados de São Paulo e Paraná. Este registro pode indicar uma possível diferenciação comportamental, não corroborando com o consenso de baixo deslocamento para a espécie endêmica brasileira. Outro ponto relevante deste registro está no fato da recaptura ter ocorrido na área mais interna do Estuário de Cananéia, portanto, uma região de baixa salinidade. Que segundo Contente (2016), recebe significativo aporte de água doce do canal do Mar de Cubatão e dos rios Boacica, Taquarí, das minas e Itapitangui, sofrendo forte influência sazonal em sua salinidade com variações de 8 PSU no verão e 27 no inverno e profundidade de até 7m (Contente, 2016). Gomes *et al.*, (2010) citam a ocorrência da espécie geralmente em salinidades entre 28,5 e 36,2 PSU. Petean (2020) em sua modelagem de nicho indica entre as variáveis ambientais mais relevantes para a ocorrência da espécie valores de salinidade bentônica superiores a 35 PSU. O registro de um deslocamento de 260 km, realizado por uma espécie recém descrita e classificada como ameaçada de extinção, com o uso do território de duas áreas marinhas protegidas, reforça a importância da manutenção e ampliação das unidades de conservação para a movimentação e conservação das espécies de tubarões e raias. Importância também descrita por Motta, *et al.*, (2024) e Rolim *et al.*, (2019; 2022).

A raia-ticonha *Rhinoptera bonasus* está entre as espécies que possuem os padrões migratórios mais bem estudados, principalmente para as regiões da Flórida e Golfo do México no Atlântico Norte (Fisher *et al.*, 2013; Omori e Fisher 2017). Para o Atlântico Sul Ocidental estudos sobre o uso de área pela espécie são raros, entre eles Souza *et al.*, (2021) em estudo com genética populacional

destaca três ecorregiões (Amazônica, Nordeste e Sudeste) indicando baixo fluxo entre as ecorregiões Amazônica e Nordeste/Sudeste e um forte fluxo gênico entre as ecorregiões Nordeste e Sudeste. A região de Bertioga já foi descrita como área de importância ecológica para o Gênero *Rhinoptera*, principalmente nas fases iniciais do ciclo de vida (Rangel *et al.* 2017; 2018; 2019; Rodrigues *et al.*, 2023).

As seis recapturas de *R. bonasus* corroboram a hipótese de permanência da espécie na região durante as primeiras fases de seu desenvolvimento, além de indicar um possível baixo deslocamento dos juvenis entre as praias da região. Informações exemplificadas pelas observações do indivíduo nº195 que foi capturado, marcado e reintroduzido pela primeira vez em 13/10/2022, recapturado e reintroduzido pela segunda vez em 28/10/2022 e capturado e reintroduzido em uma terceira oportunidade em 12/12/2022. A captura, recapturas e reintroduções ocorreram na praia da Enseada em uma faixa de 4 km, indicando que durante o intervalo de tempo de 60 dias entre a captura inicial e a segunda recaptura o indivíduo permaneceu no mesmo ponto. O mesmo padrão de fidelidade local foi observado nas recapturas dos indivíduos nº181, 182 e 183 também marcados e recapturados na praia da Enseada. Um outro registro para a espécie seguiu o mesmo padrão de fidelidade local, o indivíduo nº95 foi marcado e recapturado na praia do Jd. Rafael. Registros únicos de recaptura apresentaram padrão similar de fidelidade local e baixo deslocamento para as espécies *Rhinoptera brasiliensis*, *Gymnura altavela* e *Pseudobatos percellens*.

REFERÊNCIAS

- Bonfil R. 1994. Overview of the world elasmobranch fisheries. FAO Fish. Tech. Paper 341. FAO, Rome.
- Branco-Nunes, I., Niella, Y., Hazin, F.H.V., Creio, E., de Oliveira, P.G.V. and Afonso, A.S., 2021. Abundance dynamics of a new, endemic batoid from Brazil: The Lutz's stingray, *Hypanus berthallutzae*. *Regional Studies in Marine Science*, 48, p.102059.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Publicada no Diário Oficial da União de 19/07/2000, Seção1, pp.1.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Portaria MMA nº 445 de 17 de dezembro de 2014. Reconhece como espécies de peixes e invertebrados aquáticos da fauna brasileira ameaçadas de extinção aquelas constantes da "Lista Nacional Oficial de Espécies da Fauna Ameaçadas de Extinção - Peixes e Invertebrados Aquáticos". Publicada no Diário Oficial da União de 18/12/2014, Seção1, pp.126.

- Charvet, P., Derrick, D., Faria, V., Motta, F. and Dulvy, N.K., 2020. *Hypanus berthallutzae*. IUCN Red List of Threatened Species Version.
- Chin A., Kyne P.M., Walker T.I., McAuley R.B. 2010. A new integrated risk assessment for climate change: Analyzing the vulnerability of sharks and rays on Australia's Great Barrier Reef. *Global Change Biology* 16:1936–1953.
- Contente, R.F., 2013. Padrões ecológicos locais e multidecadais da ictiofauna do estuário Cananéia-Iguape. Masther Thesis, Universidade de São Paulo.
- DeGroot B.C., Roskar G., Brewster L., Ajemian M.J. 2020. Fine-scale movement and habitat use of whitespotted eagle rays *Aetobatus narinari* throughout the Indian River Lagoon, Florida, USA. *Endang Species Res* 42:109–124.
- DeGroot, B.C., Bassos-Hull, K., Wilkinson, K.A., Lowerre-Barbieri, S., Poulakis, G.R. and Ajemian, M.J., 2021. Variable migration patterns of whitespotted eagle rays *Aetobatus narinari* along Florida's coastlines. *Marine Biology*, 168, pp.1-21.
- Dicken, M.L., Nance, S.P. and Smale, M.J., 2011. Sessile biofouling on tags from recaptured raggedtooth sharks (*Carcharias taurus*) and their effects on tagging studies. *Marine and freshwater research*, 62(4), pp.359-364.
- Dulvy, N.K., Baum, J.K., Clarke, S., Compagno, L.J., Cortés, E., Domingo, A., Fordham, S., Fowler, S., Francis, M.P., Gibson, C. and Martínez, J., 2008. You can swim but you can't hide: the global status and conservation of oceanic pelagic sharks and rays. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 18(5), pp.459-482.
- Dulvy, N.K., Fowler, S.L., Musick, J.A., Cavahagh, R.D., Kyne, P.M., Harrison, L.R., Carlson, J.K., Davidson, L.N.K., Fordham, S.V., Francis, M.P., Pollock, C.M., Simpfendorfer, C.A., Burgess, G.H., Carpenter, K.E., Compagno, L.J.V., Ebert, D.A., Gibson, C., Heupel, M.R., Livingstone, S.R., Sanciangco, J.C., Stevens, J.D., Valenti, S. e White, W.T. 2014. Extinction risk and conservation of the world's sharks and rays. *Elife*.
- Dulvy, N.K., Pacoureau, N., Rigby, C.L., Pollom, R.A., Jabado, R.W., Ebert, D.A., Finucci, B., Pollock, C.M., Cheok, J., Derrick, D.H. and Herman, K.B., 2021. Overfishing drives over one-third of all sharks and rays toward a global extinction crisis. *Current Biology*, 31(21), pp.4773-4787.
- Dulvy, N.K., Simpfendorfer, C.A., Davidson, L.N., Fordham, S.V., Bräutigam, A., Sant, G. e Welch, D.J., 2017. Challenges and priorities in shark and ray conservation. *Current Biology*, 27(11), pp. R565-R572.
- Ebert, D.A., Dando, M. and Fowler, S., 2021. *Sharks of the world: a complete guide* (Vol. 19). Princeton University Press.

- Fable, W.A., 1990. Summary of king mackerel tagging in the southeastern USA: mark-recapture techniques and factors influencing tag returns. In: Parker, N.C., Giorgi, A.E., Heidinger, R.C., Jester Jr, D.B., Prince, E.D., Winans, G.A.s (Eds.), Fish-Marking techniques. American Fisheries Society Symposium, Bethesda, Maryland, pp. 161-167.
- Feitosa, L.M., Queiroz, A.P., Labonne, M., Dressler, V.L. and Lessa, R.P., 2021. Habitat use and nursery evaluation for the longnose stingray *Hypanus guttatus* (Bloch and Schneider, 1801) using vertebral microchemistry. *Journal of Fish Biology*, 99(5), pp.1538-1549.
- Ferretti, F., Worm, B., Britten, G.L., Heithaus, M.R. e Lotze, H.K., 2010. Patterns and ecosystem consequences of shark declines in the ocean. *Ecology letters*, 13(8), pp.1055-1071.
- Figueiredo, J. L., 1977: Manual de Peixes marinhos do sudeste do Brasil. Introdução. Cações, raias e quimeras. I. Museu de Zoologia. Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil, 104 pp.
- FishBase, 2024. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org, version (02/2024)
- Fisher RA, Call GC, Grubbs RD. Idade, crescimento e biologia reprodutiva de arraias-nariz-de-boi na Baía de Chesapeake. *Peixes da Costa do Mar*. 2013; 5(1):224-35.
- Gelsleichter, J., Manire, C.A., Szabo, N.J., Cortés, E., Carlson, J. e Lombardi-Carlson, L., 2005. Organochlorine concentrations in bonnethead sharks (*Sphyrna tiburo*) from four Florida estuaries. *Archives of environmental contamination and toxicology*, 48(4), pp.474-483.
- Gomes, U.L.; Signori, C.; Gadig, O.B.F. and Santos, H.R.S. 2010. Guia para identificação de tubarões e raias do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, Technical Books.
- Goñi Beltrán de Garizurieta, R., Harmelin-Vivien, M., Badalamenti, F., Le Diréach, L. and Bernard, G., 2000. Introductory guide to methods for selectec ecological studies in marine reserves. GIS Posidonie.
- Grubbs, R. D. 2010. Ontogenetic shifts in movements and habitat use. *Sharks and their relatives II: biodiversity, adaptive physiology, and conservation*, 319-350.
- Hammerschlag, N. e Sulikowski, J. 2011. Killing for conservation: the need for alternatives to lethal sampling of apex predatory sharks. *Endangered Species Research*, 14, 135-140.
- Hammerschlag, N., Gallagher, A.J. and Lazarre, D.M., 2011. A review of shark satellite tagging studies. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 398(1-2), pp.1-8.
- Heupel, M.R. e Simpfendorfer, C.A. 2010. Science or slaughter: need or lethal sampling of sharks. *Conserv Biol* 24.
- IUCN. International Union for Conservation of Nature's. 2022. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2022-2. <https://www.iucnredlist.org>. Accessed on [13/07/2023].

- Jennings, D.E., Gruber, S.H., Franks, B.R., Kessel, S.T. e Robertson, A.L., 2008. Effects of large-scale anthropogenic development on juvenile lemon shark (*Negaprion brevirostris*) populations of Bimini, Bahamas. *Environmental Biology of Fishes*, 83(4), pp.369-377.
- Kohler, N.E. and Turner, P.A., 2001. Shark tagging: a review of conventional methods and studies. *Environmental Biology of Fishes*, 60(1), pp.191-224.
- Kohler, N.E., Casey, J.G. and Turner, P.A., 1998. NMFS cooperative shark tagging program, 1962-93: an atlas of shark tag and recapture data. *Marine Fisheries Review*, 60(2), pp.1-87.
- Mceachran, J. D. and Carvalho, M. R. 2002. Batoid fishes. In the Living Marine Resources of the Western Central Atlantic, Vol. 1 (Carpenter, K. E., ed.). FAO Species Identification Guide for Fishery Purposes and American Society of Ichthyologists and Herpetologists, Special Publication No. 5. Rome: FAO.
- McFarlane, G.A., Wydoski, R.S., Prince, E.D., 1990. Historical Review of the Development of External tags and marks. In: Parker, N.C., Giorgi, A.E., Heidinger, R.C., Jester Jr, D.B., Prince, E.D., Winans, G.A.s (Eds.), *Fish-Marking techniques*.
- Motta, F.S., Rolim, F.A., Athayde, A.C.S., Gragnolati, M., Munhoz, R.R., Chelotti, L.D., Andres, N., Pereira-Filho, G.H. and Gadig, O.B., 2024. Initial effects of the expansion and enforcement of a subtropical marine reserve on threatened shark species. *Environmental Biology of Fishes*, pp.1-12.
- Nelson, J.S., Grande, T.C. and Wilson, M.V., 2016. *Fishes of the World*. John Wiley and Sons.
- Omori, K.L. and Fisher, R.A., 2017. Summer and fall movement of cownose ray, *Rhinoptera bonasus*, along the east coast of United States observed with pop-up satellite tags. *Environmental biology of fishes*, 100, pp.1435-1449.
- Pough, F.H., Janis, C.M. e Heiser, J.B., 2013. *Vertebrate life*. Pearson Higher Ed. Prates e Blanc.
- Prates, A.P. e Blanc, D. 2007. Áreas aquáticas protegidas como instrumento de gestão pesqueira. 271p., Ministério do Meio Ambiente / Secretaria da Biodiversidade e Florestas, Brasília, DF, Brasil. ISBN: 9788577380770
- Queiroz, A.P.N., Araújo, M.L.G., Hussey, N.E. and Lessa, R.P., 2023. Trophic ecology of three stingrays (Myliobatoidei: Dasyatidae) off the Brazilian north-eastern coast: Habitat use and resource partitioning. *Journal of Fish Biology*, 102(1), pp.27-43.
- Rangel, B. S., Husset, N. E., Gomes, A. D., Rodrigues, A., Martinelli, L. A. and Moreira, R. G. 2019. Resource partitioning between two young-of-year cownose rays *Rhinoptera bonasus* and, *R. brasiliensis* within a communal nursery inferred by trophic biomarkers. *Journal of Fish Biology*, 94(5): 781-788.

- Rangel, B. S., Paes da Cruz, V., Rodrigues, A., Góes de Araujo, M.L., Oliveira, C., Foresti, F. e Guimarães Moreira, R., 2017. Sympatric and syntopic occurrence of cownose rays: Neonatal strategies for survival? *Journal of Applied Ichthyology*, 33(3), pp.542-545.
- Rangel, B.S., Rodrigues, A. e Moreira, R.G., 2018. Use of a nursery area by cownose rays (*Rhinoptera*) in southeastern Brazil. *Neotropical Ichthyology*, 16(1).
- Rodrigues, A. F. S. 2016. Captura incidental de raias na pesca do camarão-sete-barbas do Perequê, Guarujá, São Paulo, Brasil. São Paulo. 73p. (Dissertação de Mestrado. Instituto de Pesca).
- Rodrigues, A., Shkola, W. and Rangel, B.S., 2023. Extending records of albinism and skin disorders in American cownose rays to southeastern Brazil. *Journal of Fish Biology*.
- Rodrigues, A.F.S., de Sousa Rangel, B., Wosnick, N., Bornatowski, H., Santos, J.L., Moreira, R.G. and de Amorim, A.F., 2018. Report of injuries in batoids caught in small-scale fisheries: implications for management plans. *Oecologia Australis*, 23(1).
- Rogers, K.B., White, G.C., 2006. Analysis of movement and habitat use from telemetry data. In: Guy, C., Brown, M.s (Eds.), *Analysis and Interpretation of Freshwater Fisheries Data*. American Fisheries Society, Bethesda, Maryland, pp. 2-95.
- Rolim, F.A., Langlois, T., Rodrigues, P.F., Bond, T., Motta, F.S., Neves, L.M. and Gadig, O.B., 2019. Network of small no-take marine reserves reveals greater abundance and body size of fisheries target species. *PLoS One*, 14(1), p.e0204970.
- Rolim, F.A., Rodrigues, P.F., Langlois, T., Neves, L.M. and Gadig, O.B., 2022. A comparison of stereo-videos and visual census methods for assessing subtropical rocky reef fish assemblage. *Environmental Biology of Fishes*, 105(3), pp.413-429.
- São Paulo (Estado). Secretaria do Meio Ambiente. Decreto Estadual nº 56.500 de 09 de dezembro de 2010. Cria o Parque Estadual Restinga de Bertioiga e dá providências correlatas. Publicada no Diário Oficial do Estado de 10/12/2010, pp.1.
- São Paulo (Estado). Secretaria do Meio Ambiente. Decreto Estadual nº10.251 de 30 de agosto de 1977. Cria o Parque Estadual da Serra do Mar e dá providências correlatas. Publicada no Diário Oficial do Estado de 31/08/1977, pp.19.
- São Paulo (Estado). Secretaria do Meio Ambiente. Decreto Estadual Nº 53.526 de 08 de outubro de 2008. Cria a Área de Proteção Ambiental Marinha do Litoral Centro, e dá providências correlatas. Publicada no Diário Oficial do Estado de 09/10/2008, pp.5.
- Schlaff, A.M., Heupel, M.R. and Simpfendorfer, C.A., 2014. Influence of environmental factors on shark and ray movement, behaviour and habitat use: a review. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 24, pp.1089-1103.

- Schwanck, T.N., Schweinsberg, M., Lampert, K.P., Guttridge, T.L., Tollrian, R. and O'Shea, O., 2020. Linking local movement and molecular analysis to explore philopatry and population connectivity of the southern.
- Souza, B.C., Cruz, V.P., Almeida, T.R., Sales, J.B.L., Rodrigues-Filho, L.F.S., Vianna, M., Rotundo, M.M., Oliveira, C. and Foresti, F. 2021. Genetic diversity assessment for the vulnerable migratory cownose ray *Rhinoptera bonasus* (Myliobatiformes: Rhinopteridae) from the southwestern Atlantic Ocean. *Neotropical Ichthyology*, 19, p. e210077Stevens, 1999).
- Teramoto, C.S. and Diegues, A.C.S.A., 2014. Conflitos entre pescadores artesanais e amadores de bertioga/SP e adjacências. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014. Acesso em: 21 out. 2023.
- Tilley, A., Lopez-Angarita, J., and Turner, J. R. 2013. Effects of scale and habitat distribution on the movement of the southern stingray *Dasyatis americana* on a Caribbean atoll. *Marine Ecology Progress Series*, 482, 169–179.
- Vooren, C. M., Klippel, S., and Galina, A. B. 2005. Os elasmobrânquios das águas costeiras da Plataforma Sul. In C. M. Vooren and S. Klippel (Eds.), *Ações para a conservação de tubarões e raias no sul do Brasil* (pp. 113– 120). Porto Alegre: Igaré.
- Weigmann, S. 2016. Annotated checklist of the living sharks, batoids and chimaeras of the world, with a focus on biogeographical diversity. *Journal of Fish Biology*, 88(3), pp.837-1037.
- Yokota, L. and Lessa, R.P., 2006. A nursery area for sharks and rays in Northeastern Brazil. *Environmental Biology of Fishes*, 75, pp.349-360.

CAPÍTULO 3 – A Educação Ambiental Crítica como ferramenta de inclusão: A atuação de pescadores artesanais na conservação de raias e tubarões

1 INTRODUÇÃO

Tubarões e Raias (Elasmobranchii) compõe a subclasse de peixes cartilaginosos Elasmobranchii (Nelson, 2016). A origem dos Elasmobranchii é estimada em 400 milhões de anos (Burrow *et al.*, 2017; Maisey *et al.*, 2017). As evidências fósseis, mostram que tubarões e raias descendam dos Acanthodii, os primeiros vertebrados mandíbulados, surgidos há 440 milhões de anos. Sendo, portanto, considerados como uma das mais antigas e diversas linhagens de vertebrados tendo sobrevivido a cinco grandes extinções em massa (Ebert *et al.*, 2021). Os Elasmobranchii se adaptaram aos mais variados ambientes marinhos (Weigmann, 2016). Ocupando uma ampla variedade de nichos ecológicos (Pough, 2013), onde exercem o papel de reguladores tróficos dos ecossistemas marinhos (Ferretti *et al.*, 2010). Embora bem adaptados, tubarões e raias, estão listados entre os vertebrados mais ameaçados de extinção, sendo às espécies de maior porte e que habitam águas rasas as mais impactadas (Dulvy *et al.*, 2014). Espécies de tubarões e raias que habitam ou utilizam de forma sazonal as zonas costeiras estão mais sujeitas aos efeitos negativos da crescente expansão das atividades humanas, como os altos índices de poluição (Gelsleichter *et al.*, 2005), perda de habitat (Jennings *et al.*, 2008), alterações climáticas (Chin *et al.*, 2010) e a pesca excessiva (Bonfil, 1994).

Os impactos ambientais causados por ações antrópicas são motivo de preocupação de parte da sociedade moderna, o que motiva inúmeras iniciativas na busca pela mitigação da degradação dos recursos naturais e possíveis consequências a todas as formas de vida no Planeta Terra. Por outro lado, a ética antropocêntrica cujo valores delegam ao ser humano posição central na Natureza, onde todas as coisas existem em função dele e para ele, pode ser considerada como uma das principais causas da degradação ambiental (Grün, 2000). O antropocentrismo rompe as relações naturais, afastando os seres humanos do restante da natureza. Atribuindo aos humanos a pretensa posição de superioridade nas relações interespecíficas, ou seja, a natureza é vista de uma perspectiva utilitarista, que avalia os recursos naturais com base nos benefícios que eles trazem para a existência humana (Santos, 2009). As questões socioambientais neste momento da história humana surgem como um tema relevante, exigindo a conscientização humana sobre o seu verdadeiro papel nos processos socioambientais emergentes. O agente que transforma, é transformado e herda os efeitos de suas próprias ações (PMF/SME, 2004). De tal modo, é necessário iniciar um processo de desconstrução e reconstrução dos pensamentos individual e coletivo que constituirá a base da necessária mudança de paradigma socioambiental (Andrade, 2001).

Uma nova consciência socioambiental pode ser estimulada através de ações educativas que priorizem conceitos de sustentabilidade nas relações homem-natureza. A Educação Ambiental (EA) tem o potencial de facilitar esse processo proporcionando ao sujeito ferramentas para a criação, reelaboração de atitudes, valores e comportamentos. Contribuindo, através de experiências e observações, com o entendimento das relações e responsabilidades humanas com o meio ambiente (Muggler, 2006). Serrano (2003) alerta sobre o fato de muitos projetos de EA serem mais discursivos e teóricos do que práticos. Tendo, portanto, a EA se reduzido ao simples treinamento de alunos repetidores de "clichês ambientais". Tais repetições de conceitos são consequências da falta de preparação dos educadores, herança de sua má formação (Brugger, 1994). Esse despreparo e má formação induz a reprodução de abordagens educacionais de vertentes conservadoras de uma EA normativa, conteudista e instrumental. Pautada pelo foco reducionista em ações individuais e comportamentais, ignorando os elementos políticos e históricos (Layrargues, 2012).

As ações de EA não devem se resumir somente ao fornecimento de informações técnicas, sensibilizadoras ou que induzam ao ativismo ambiental, mas sim, fornecer um entendimento que estimule o senso crítico e a reflexão ética do sujeito (Tozoni-Reis, 2007). Portanto, segundo Veras e Bomfim (2021) é necessário contrapor as vertentes conservadoras da EA, através da implantação de uma Educação Ambiental Crítica (EAC). Que extrapole as barreiras que impedem a reflexão e o questionamento, separando-se de uma EA que culpabiliza somente o indivíduo ao mesmo tempo que desvia o foco das responsabilidades do Estado e do modelo de sociedade em si. Sendo, indispensável ampliar o enfoque das discussões ambientais, responsabilizando os demais setores da sociedade pelos impactos socioambientais. Freire (1992) afirma que a educação não é neutra, a educação é uma prática política e toda prática política é pedagógica, sendo a educação em si é um ato político. Portanto, a EAC deve contemplar os conteúdos políticos-ideológicos e considerar as questões sociais (Bomfim, 2011).

A relação entre a educação e as questões socioambientais é política à medida que permite aos sujeitos envolvidos, em possíveis impactos em seu ambiente, a participação nos processos de mitigação (Tozoni-reis, 2006). Sorrentino (2005) afirma que a EA tem o potencial de organizar e capacitar para ações políticas uma coletividade responsável pelo seu próprio mundo. Assim, para a linha de pensamento da EAC recortes socioambientais pertinentes, a realidade dos sujeitos, devem ser escolhidos de forma participativa e abordados por essa coletividade (Tozoni-reis (2006). Nesta mesma linha de pensamentos, Freire (2000) alerta sobre a importância da luta coletiva pelos princípios éticos mais fundamentais como o respeito a vida humana, dos animais, dos rios e florestas. Para Freire (1983) o diálogo é essencial para a vida, e apenas através da discussão e problematização da realidade podemos desenvolver uma consciência crítica. No entanto, ele afirma

que o diálogo não pode existir sem amor, sendo o diálogo fundamental para a educação como prática de liberdade.

Pensar a Educação Ambiental Crítica como um ato de amor, requer olhar para nossa realidade atual e assumir as responsabilidades para as transformações necessárias até a realidade esperada.

1.1 Educação ambiental Marinha

Apesar de esforços acadêmicos, governamentais e do terceiro setor, realizados nos últimos anos, a Educação Ambiental Marinha (EAM) e costeira é ainda limitada se comparada com as ações de EA em meio terrestre. Mesmo entre a EAM, grande parte das ações educativas é voltada para a fauna carismática (popularmente conhecida como “Fofofauna”), ou seja, destinada a organismos que possuem forte apelo estético e impacto no imaginário da sociedade (Perdini *et al.*, 2010). Um exemplo é a Rede Biomar, fundada em 2005, é certamente a maior rede de apoio a projetos socioambientais que possuem entre as suas demandas, ações educativas. Em seus ciclos de atuação, iniciados em 2007, já participaram projetos com foco na fauna marinha, como por exemplo: baleias, golfinhos, tartarugas, aves-marinhas, meros e peixes-boi (Biomar, 2017). Por mais que a patrocinadora oficial da Rede Biomar, apoie um projeto destinado a conservação de Raias-manta *Mobula birostris*, este nunca compôs a lista de projetos da rede. Ações educacionais com foco na conservação de tubarões e raias, são escassos.

Em uma tentativa de reverter esse fato, o PAN tubarões previa entre seus objetivos ações de sensibilização de pescadores e da sociedade em geral acerca da importância da conservação de tubarões e raias (Brasil, 2014). Com base no potencial de engajamento de ações educacionais previstas pelo PAN Tubarões, o Instituto Linha D’Água lança em 2016 um edital de chamamento para projetos com foco neste grupo de animais, onde foram contemplados três projeto da Região Sul e um da Região Nordeste do Brasil (PAN Tubarões, 2023). Os esforços do PAN tubarões e do Instituto Linha D’Água resultaram na realização de aproximadamente 20 esforços de EA em todas as regiões da Costa Brasileira. Entretanto, somente 4 ações, realizadas na Região Sul da Costa Brasileira, envolviam de alguma forma as comunidades de pescadores, destes somente dois tinham foco direto na relação entre pescadores e elasmobrânquios. Esses dados enfatizam a carência de trabalhos de EA voltados para a conservação de tubarões e raias com o envolvimento direto de comunidades locais de pescadores. Ações educacionais que deveriam ser priorizadas pelo fato da atividade pesqueira ser responsável pelos maiores impactos sofridos por tubarões e raias. Que por sua vez, são animais extremamente ameaçados e deveriam estar entre os organismos com prioridade de medidas de conservação.

Portanto, o presente relato apresenta ações de EA realizadas pelo Projeto Raias e Tubarões da Baixada com o envolvimento direto de pescadores artesanais do município de Bertiooga, localizado no extremo norte da região metropolitana da Baixada Santista no litoral do Estado de São Paulo e abrange o setor Guaíbe da Área de Proteção Ambiental Marinha do Litoral Centro de São Paulo.

2 MONITORAMENTO PARTICIPATIVO DA PESCA - AS CAPTURAS NÃO INTENCIONAIS DE RAIAS E TUBARÕES

O processo de implantação do Monitoramento Participativo da Pesca (MPP) de arrasto de praia em Bertiooga, foi gradativo e contou com a colaboração direta dos pescadores em todas as suas etapas. Durante esse período foram registradas as ocorrências de capturas de aproximadamente de 3805 indivíduos de raias e tubarões na área de estudos. Distribuídos em cinco Ordens, 10 Famílias, 12 Gêneros e 15 Espécies. As raias representaram 98% dos registros e tubarões 2% das capturas durante os meses de acompanhamento da pesca. A mortalidade de raias e tubarões apresentou redução importante, o que demonstra a relevância da inclusão dos pescadores nos processos de mitigação dos impactos antrópicos. Em 2016 foram 16 registro de mortes registradas, com redução para um caso de encalhe em 2022, ou seja, nenhuma morte de raias ou tubarões causada pela pesca de arrasto de praia foi registrada nos últimos dois anos.

Para relatar as intercorrências e evoluções do processo foi elaborada uma linha histórica de 2015 a 2023.

2.1 Relato 2015

A colaboração com os pescadores começou em novembro de 2015. Após um primeiro contato pessoal para a exposição das ideias e possibilidades de linhas de atuação. Ainda em 2015 foi realizado um segundo acompanhamento da pesca e nova rodada de diálogo com os pescadores sobre as capturas de raias e tubarões e a tradição da pesca artesanal de arrasto de praia. O diálogo presencial marcou o início do Monitoramento Participativo da Pesca (MPP). Os primeiros registros das capturas de raias e tubarões sem a presença da equipe de pesquisa em campo, foram enviadas via celular através de um aplicativo de mensagens (Fig. 1). Nos dois meses de acompanhamento foram registradas 82 ocorrências de capturas de sete espécies de raias e duas de tubarões. Ocorreram três mortes - uma raia e um tubarão em decorrência da pesca e uma raia durante o manejo de coleta.

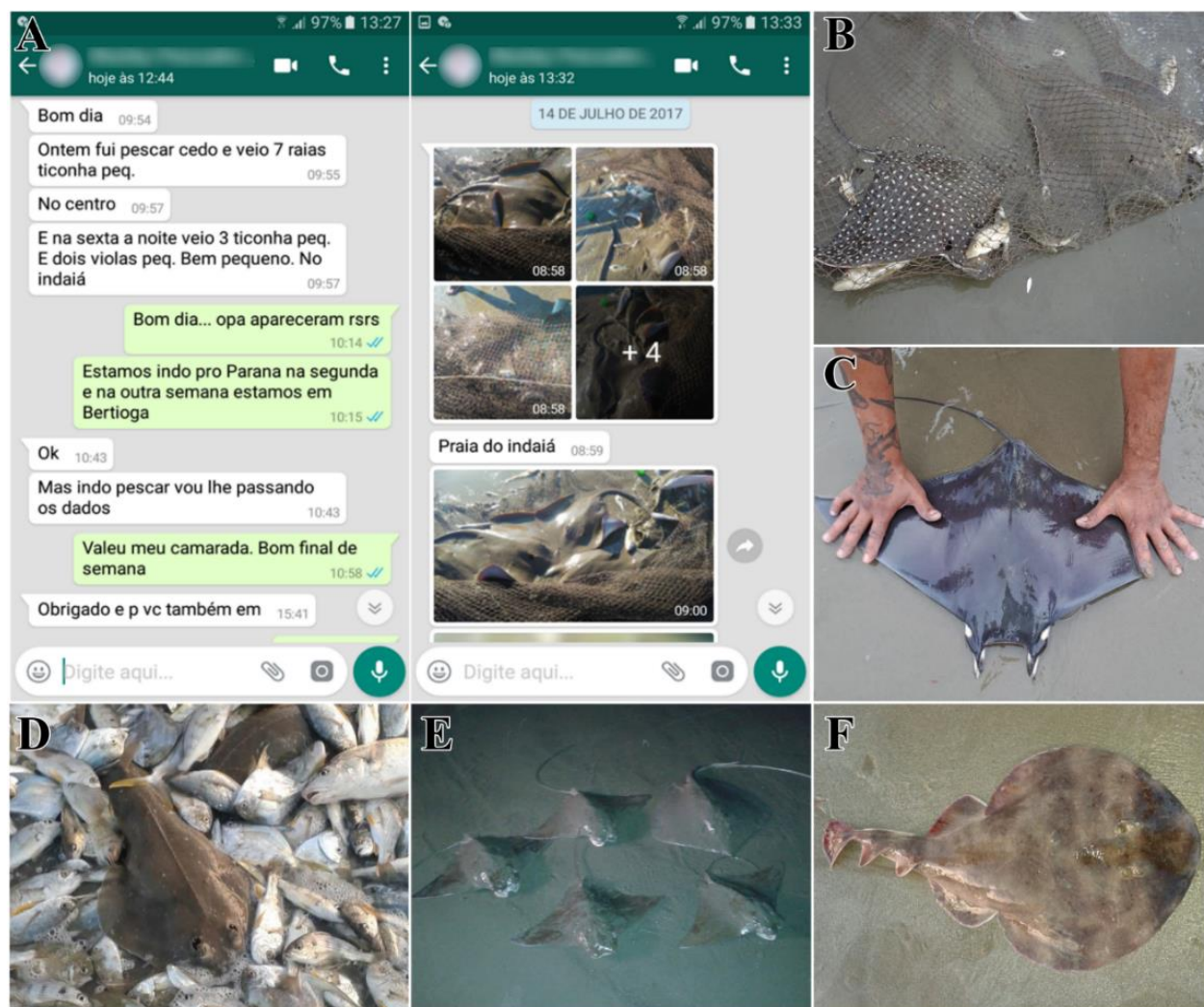


FIGURA 1. (A) Relatos de capturas por texto e imagens via mensagem de celular; (B) registro da captura de raias *Aetobatus narinari* e *Hypanus guttatus*; (C) *Mobula hypostoma*; (D) *Pseudobatos percellens*; (E) *Rhinoptera* spp. e *H. guttatus*; (F) *Narcine brasiliensis*.

2.2 Relato 2016

Foram realizados 10 dias de acompanhamento presencial da pesca. O maior tempo junto na comunidade propiciou uma maior oportunidade de aproximação entre a equipe e pescadores, criando uma oportunidade de diálogos sobre a vida do pescador artesanal e sua relação com as raias e tubarões. O MPP seguiu com as notificações de seus resultados via celular, porém, foi notada uma redução no envio de imagens das capturas. Fato que justificado pelos pescadores, devido a saída da pescadora responsável pelos registros da equipe de pesca. Em contrapartida, houve considerável aumento nas anotações dos registros de captura via celular, além de maior demonstração de interesse em contribuir do pescador responsável pela liderança da equipe de pesca. Foram registradas 680 capturas de 10 espécies de raias e duas de tubarões. Ocorreram 16 registros de mortes - uma raia

por encalhe na praia, duas raias durante o manejo das coletas de pesquisa e 13 em decorrência da pesca (10 de raias e três de tubarões).

2.3 Relato 2017

Foram realizados três dias acompanhamento presencial da pesca. O MPP seguiu com os relatos via mensagem de aplicativo de celular até o final do mês de março, sendo interrompido nos meses de abril, maio e junho, a justificativa do pescador para a interrupção foram “dificuldades no registro durante as pescarias”. Identificada a dificuldade no registro de imagens e no encaminhamento de relatos frequentes das capturas via celular. Foi sugerida a adoção de uma planilha para a anotação dos registros. Mediante a adaptação de acordo com a realidade dos pescadores e aceite da liderança da equipe, os registros com o novo método foram restabelecidos em julho de 2017. Com o início da implantação da planilha os registros passaram a contar com informações sobre o número de lances de pesca e a distância da praia que a rede de pesca é liberada (Fig. 2). Foram registradas 207 capturas de oito espécies de raias e duas de tubarões. Ocorreram 14 registros de mortes em decorrência da pesca (13 de raias e uma de tubarão).

Data	Praia	Período	Lance	Cabos	Peso total peixes	Raia - Nº/Espécie	Tamanho	Observações
08/07	ENSEADA	Manhã	1	3	92 Peixes Brs		M/G	
08/07	"	"	"	"	234g 2 Brs	Raia Branca Marrom	M	
09/07	"	"	"	"	148 RP/32 Brs		M/G	
09/07	"	"	"	"	02 PLS	Raia Guaraná	Peg	
13/07	"	"	"	"	434 63 RP		M/G	
13/07	"	"	"	"	305g 10 Brs		M	
17/07	"	"	"	"	346g R F		G	
17/07	"	"	"	"	01 PL	Raia Guaraná peg	P	
19/07	"	"	2	"	394g RD		M/G	
19/07	"	"	2	"	01 PL	Raia Pintada	M	
19/07	"	Madr	1	"	16,5 RP		M/G	
19/07	"	Madr	1	"	54 RP/45 Brs		M/G	
21/07	Vista Lido	"	1	"	63 RP/3 RP		M/G	
21/07	"	"	1	"	03 PLS	Raia Branca Marrom	M/G	
22/07	ENSEADA	Madr	2	2	165 RP			
22/07	"	"	"	"	01	Raia Guaraná	Peg	
23/07	ENSEADA	"	2	3/2	42 RP/12 Brs		M/G	
23/07	"	"	"	"	04 PLS	Raia Guaraná P/Raia Branca	M/G	
24/07	"	Madr	4	3	18 RP	Raia Pintada Def	G	
25/07	"	"	1	3	21 RP/8 Brs		M/G	
26/07	"	Madr	1	2	11,3 RP		M	
27/07	"	Madr	1	2	24/5 RP		M/G	
28/07	"	Madr	1	2	6 RP/5 Brs	Raia Branca Marrom	M/G	
28/07	"	"	"	"	02 PLS	Raia Branca Marrom	P/M	

FIGURA 2. Primeiro modelo de planilha de monitoramento participativo.

2.4 Relato 2018

Foram realizados cinco dias de acompanhamento presencial da pesca e início da marcação das raias e tubarões capturados em parceria com o Instituto de Pesca de São Paulo. Os relatos via celular passaram a ser somente em casos de ocorrências atípicas, o registro habitual das ocorrências passou a ser somente através das planilhas. As informações sobre as ausências de capturas passaram a ser informadas nas planilhas. Passando, a serem registradas todas as saídas de pesca. Assim, foi possível verificar dias de pesca com captura, dias de pesca sem captura e dias sem a realização de pescarias (Fig. 3). Foram registradas 273 capturas de oito espécies de raias e uma de tubarão. A mortalidade de raias e tubarões em decorrência da pesca, caiu consideravelmente em relação aos anos anteriores, sendo registradas três mortes de raias. Resultado positivo que demonstra o empenho dos pescadores em priorizar a soltura da captura incidental.



FIGURA 3. (A) Marcas externas cedidas pelo Instituto de Pesca de São Paulo; (B) marcação de raia-ticonha *Rhinoptera bonasus*; (C) Planilha de MPP com registros das pescarias sem capturas de Raias e tubarões identificadas pelo Ø.

2.5 Relato 2019

Foi realizado apenas um dia de acompanhamento presencial da pesca. O MPP seguiu com os mesmos protocolos de registro do ano anterior. Foram registradas 333 capturas de três espécies de raias e uma de tubarão. As espécies morfologicamente similares de difícil identificação pelos pescadores e que ocorrerem em simpatria na região (Rangel *et al.*, 2017) como por exemplo, as raias-ticonha (*Rhinoptera bonasus* e *R. brasiliensis*), raias-prego (*Hypanus guttatus* e *H. berthallutzae*) e raias-viola (*Pseudobatos horkelii* e *P. percellens*), foram anotadas em nível de gênero. Fato que somado a baixa presença dos pesquisadores em campo justifica o baixo número de espécies registrado no ano. A mortalidade em decorrência da pesca foi de um tubarão. Ainda em 2019 foi realizado o primeiro encontro dos Arrastões de Praia, onde foi feita a devolutiva com a apresentação dos resultados parciais. Estavam presentes no encontro as lideranças dos arrastos de praia, representantes do Projeto Raias e Tubarões da Baixada, APAMLC, Instituto de Pesca, Sesc Bertioga, Colônia de Pesca Z23 (Fig. 4).



FIGURA 4. (A) cartaz do 1º Encontro dos Arrastões de praia do Litoral Centro; (B) Matéria do Jornal Martim-Pescador edição 162.

2.6 Relato 2020

Foram realizados cinco dias de acompanhamento presencial da pesca. Devido as medidas de restrição sanitária impostas pela pandemia da COVID-19 os dias de acompanhamentos presenciais foram

interrompidos. O MPP foi interrompido por alguns dias devido ao bloqueio de acesso as praias imposto pela prefeitura do município de Bertioga (Fig. 5A). Portanto, não houve grande impacto ou avanços no protocolo do MPP em relação ao ano anterior. Foram 534 registros de capturas de nove espécies de raias e duas de tubarões. O aumento dos dias pescados pode justificar o aumento no número de capturas comparado aos três anos anteriores. Sobre isso, a liderança da pesca afirma que muitos pescadores têm outros empregos, geralmente informais, os chamados “bicos”. Como resultado da pandemia, ocorreu uma baixa oferta destes bicos na região e com isto, a pesca passou a ser uma das únicas alternativas de renda e segurança alimentar para muitos membros da comunidade. Portanto, como resultado do aumento da demanda dos pescadores, houve um aumento na produção de peixes, o que resultou em um aumento na taxa de captura de raias e tubarões. Ocorreram cinco registros de mortes - duas raias por encalhe na praia, e uma raia e dois tubarões em decorrência da pesca.

2.7 Relato 2021

A flexibilização dos protocolos sanitários possibilitou o retorno aos acompanhamentos presenciais da pesca, sendo três dias em janeiro e fevereiro (Fig. 5B). Contudo, com a piora dos casos da COVID-19 e a chegada da segunda onda os acompanhamentos presenciais foram novamente interrompidos, seguindo as recomendações dos órgãos responsáveis. A exemplo de 2020 o monitoramento participativo não sofreu fortes impactos. Com nova alta nos registros, chegando a 639 ocorrências de capturas de oito espécies de raias e uma de tubarão. A mortalidade registrada foi de três raias e um tubarão.

2.8 Relato 2022

Somente em outubro foi possível o retorno aos acompanhamentos presenciais da pesca, foram nove dias de coletas presenciais nos meses de outubro, novembro e dezembro. A liderança da pesca relatou dificuldades devido a alta demanda de tempo no preenchimento da planilha e sugeriu a elaboração de uma planilha de fácil preenchimento (Fig. 6). Neste novo modelo elaborado com a participação direta do pescador, o preenchimento dos campos passou a ser mais dinâmico, com as informações sendo assinaladas, a escrita ficou restrita somente ao número de indivíduos da espécie capturada e em caso de alguma observação relevante. Houve também a inclusão do campo Sexo, agregando mais uma informação aos registros. Foram registradas 963 ocorrências de capturas de nove espécies de raias e duas de tubarões. A maior taxa de ocorrência de capturas da linha histórica iniciada em 2015. Outro resultado positivo é a ausência de mortes de raias e tubarões provocada pela pesca, sendo registrado somente o encalhe de uma raia, provocada por motivos desconhecidos.



FIGURA 5. (A) Faixa da prefeitura de Bertioga comunicando a interdição do acesso as praias. Imagem: <https://www.bertioga.sp.gov.br/>; (B) Retorno as atividades de campo após flexibilização das medidas sanitárias para o combate do Covid-19.



Monitoramento Participativo Arrasto de Praia - Bertiooga



Data	Praia	Periodo	Cabos	Espécie	Tamanho						Sexo		Observação
07 / 10 / 22	Laje	Manhã	1	Chita	PP	P	M	G	GG	M	F		
	Centro	Noite	2	Prego bicuda	PP	P	M	X	G	GG	M	F	
	Sesc		3	Prego Preta	PP	P	M	G	GG	M	F		
	Jd Rafael			Ticonha	PP	X	P	X	M	G	GG	M	F
	Vista Linda			Borboleta	PP	P	M	X	G	GG	M	F	
	Indaia			Viola	PP	P	M	G	GG	M	F		
	S. Lourenço			Martelo	PP	P	M	G	GG	M	F		
				Frango	PP	P	M	G	GG	M	F		

Data	Praia	Periodo	Cabos	Espécie	Tamanho						Sexo		Observação
07 / 10 / 22	Laje	Manhã	1	Chita	PP	X	P	M	G	GG	M	F	
	Centro	Noite	2	Prego bicuda	PP	X	P	X	M	G	GG	M	F
	Sesc		3	Prego Preta	PP	P	M	G	GG	M	F		
	Jd Rafael			Ticonha	PP	P	X	M	G	GG	M	F	
	Vista Linda			Borboleta	PP	P	M	X	G	GG	M	F	02 c/3 manchas brancas nas costas
	Indaia			Viola	PP	P	X	M	G	GG	M	F	
	S. Lourenço			Martelo	PP	P	M	G	GG	M	F		
				Frango	PP	P	M	G	GG	M	F		

Data	Praia	Periodo	Cabos	Espécie	Tamanho						Sexo		Observação
07 / 10 / 22	Laje	Manhã	1	Chita	PP	P	M	G	GG	M	F		
	Centro	Noite	2	Prego bicuda	PP	P	M	G	GG	M	F		
	Sesc		3	Prego Preta	PP	P	M	G	GG	M	F		
	Jd Rafael			Ticonha	PP	P	M	G	GG	M	F		
	Vista Linda			Borboleta	PP	P	M	G	GG	M	F		
	Indaia			Viola	PP	P	X	M	G	GG	M	F	
	S. Lourenço			Martelo	PP	P	M	G	GG	M	F		
				Frango	PP	P	M	G	GG	M	F		

FIGURA 6. Nova planilha do MPP elaborada segundo orientações do pescador.

2.9 Relato 2023

Foram realizados 10 dias de acompanhamento da pesca no mês de janeiro, com o registro de 93 capturas de raias, sendo estas de oito espécies diferentes. Os acompanhamentos presenciais da pesca foram realizados ao programa de vivência de férias.

3 VIVÊNCIAS DE FÉRIAS – PARTILHA DE SABERES

Foram realizadas 3 vivências de férias, a primeira em 2019 e outras duas em 2023. Foram 25 participantes e quatro pesquisadores de outros projetos convidados. Entre eles estavam alunos de graduação e pós-graduação, em sua maioria dos cursos de biologia e medicina veterinária, matriculados em instituições de 8 estados brasileiros. Durante cinco dias de uma experiência imersiva, os participantes acompanharam as atividades de pesquisa dos biólogos do Projeto Raias e Tubarões da Baixada, sendo apresentados aos protocolos de saída de campo para coleta de dados e materiais biológicos destinados aos trabalhos científicos. Acessando de forma prática conteúdos técnicos, como por exemplo, técnicas de triagem, manejo, contenção, identificação de espécies, métodos de coleta e armazenamento de material biológico, formas de registro de dados e imagens, morfometria, marcação e soltura. A proposta principal da vivência é propiciar aos participantes, além do acesso a um conteúdo técnico-acadêmico de forma prática no manejo direto de animais de vida livre, conteúdo que muitas vezes não consta nas grades curriculares das universidades, possibilitar um intercâmbio cultural entre eles e a comunidade local de pescadores. Vivenciando no

cotidiano a importância do desenvolvimento de trabalhos inclusivos, onde a comunidade de pescadores locais participa ativamente das tomadas de decisão das ações conservacionistas. Um exemplo de ação participativa que concilia a busca de informações sobre a história de vida de tubarões e raias ameaçados de extinção e formas de mitigação dos impactos causados pelos meios de exploração dos recursos naturais.



FIGURA 7. (A) Recolhimento da rede de arrasto de praia; (B) Participantes da vivência de férias e pescadores após atividade de campo; (C) Prática de manejo, pesagem de raia; (D) Prática de manejo, marcação; (E) Prática de manejo, soltura; (F) Diálogo entre participantes e liderança da pesca; (G) Partilha de saberes.

4 ROTEIRO TURÍSTICO DA PESCA DE ARRASTO DE PRAIA – TURISTAS SESC BERTIOGA

4.1 Turismo de base Comunitária (TBC)

Segmento turístico com foco nos recursos naturais, humanos e estruturais de uma comunidade e do território onde vivem. Assim, o protagonismo e a participação da comunidade nas etapas de elaboração e execução são fundamentais. Sendo, portanto, uma proposta fortemente ligada ao desenvolvimento local e ao turismo sustentável (Fabrino e Costa, 2017). Entre os princípios norteadores do TBC estão, a autogestão, associativismo e cooperativismo, a valorização da cultura local e a democratização da participação e de oportunidades na gestão das atividades turísticas e oferta de bens e serviços turísticos (MTur, 2010). O TBC tem o potencial de oferecer benefícios além dos ganhos financeiros, ele pode contribuir diretamente com a preservação da identidade cultural de comunidades tradicionais e com a conservação ambiental de seus territórios (Sansolo e Bursztyn, 2009).

O roteiro turístico da pesca de arrasto de praia, considerou em sua elaboração os princípios do TBC. Portanto, foi realizado na sede da Área de Proteção Ambiental Marinha do Litoral Centro (APAMLC) em Bertioga, uma reunião para a apresentação da proposta inicial do projeto. Foram convidadas as lideranças da pesca de arrasto de praia de Bertioga, a equipe gestora da APAMLC, representantes dos monitores ambientais e guias de turismo e a coordenação do Projeto Raias e Tubarões da Baixada. Estavam presentes na reunião de apresentação e elaboração do projeto, ocorrida em 31/08/2018, quatro lideranças do arrasto de praia estavam presentes, além dos representantes das instituições convidadas (Fig. 8A). Após a apresentação para as lideranças presentes, somente uma delas demonstrou interesse na participação. Assim, com a confirmação da participação de uma das equipes de arrasto de praia e das demais instituições presentes, a proposta inicial do roteiro turístico foi concluída e encaminhada para o Sesc Bertioga.

Com o retorno positivo para a execução da proposta, o Sesc Bertioga agendou as três primeiras datas (Fig. 8B; C). Desde 2018 o Sesc Bertioga oferece aos seus turistas a opção do Roteiro do Arrasto de praia, já foram realizadas aproximadamente 30 atividades, com a participação média de 15 participantes por atividade. Desta forma, os pescadores do arrasto de praia já apresentaram a cultura tradicional da pesca artesanal para aproximadamente 450 turistas.

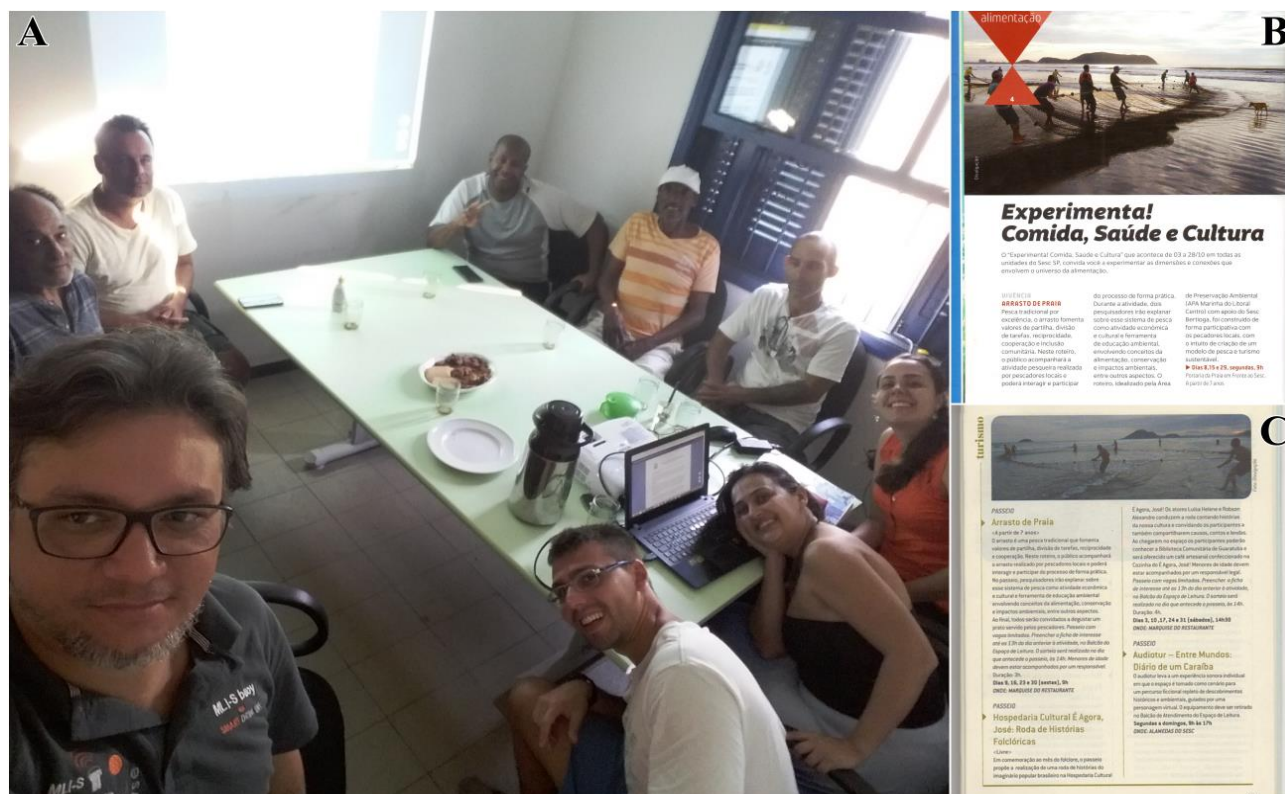


FIGURA 8. (A) primeira reunião do roteiro turístico do arrasto de praia; (B) Revista de programação do Sesc outubro/2018; (C) Revista de programação do Sesc agosto/2019.

4.2 Etapas de execução da atividade

Para orientar a realização da atividade foi elaborado um plano com as etapas de execução e as funções de cada um dos responsáveis (pescadores, monitores e biólogo). Abaixo são descritas as etapas do cronograma.

4.2.1 Recepção

Os turistas se reúnem em horário e ponto de encontros estipulados pelos responsáveis do Sesc, com o grupo reunido se desloca em direção à praia acompanhados pelo monitor ambiental credenciado. Na praia são recebidos pelos pescadores e pelo biólogo responsável pelo acompanhamento.

4.2.2 Apresentação

QUEM SÃO OS PARTICIPANTES PRESENTES? (Responsável - Monitor Credenciado)

- Pescadores Artesanais
- Biólogo Projeto Raias e Tubarões da Baixada
- Monitores ambientais credenciados
- SESC Bertioga

ONDE ESTAMOS? (Responsável – Monitor Credenciado)

- Bertiooga – Dados do município
- Região metropolitana da Baixada Santista
- Litoral Centro do estado de SP
- 498 Km² de seu território estão inseridos em Unidades de Conservação
- Parque estadual da Serra do Mar e Parque Estadual Restinga de Bertiooga
- 45 km de costa, sendo 35 km de praias.
- Setor Guaíbe da APAMLC

O QUE É APAMLC – O que é APA? (Responsável – Biólogo) (Fig.9A)

- Área de Proteção Ambiental - O objetivo primordial de uma APA é a conservação de processos naturais e da biodiversidade, orientando o desenvolvimento, adequando às várias atividades humanas às características ambientais da área.

O QUE É TBC? (Responsável – Biólogo)

- Turismo sustentável que incentiva o uso consciente dos recursos ambientais, a valorização dos costumes locais e a integração entre o homem e a natureza;
- O modo de vida como produto turístico;
- O turismo como instrumento para o fortalecimento comunitário e associativo;
- A comunidade é proprietária, gestora e dos empreendimentos turísticos;
- Relação de parceria e troca entre o turista e a comunidade;
- Valorização cultural e afirmação da identidade e do lugar.
- O turismo é uma atividade complementar a outras atividades já praticadas.
- Conservação e sustentabilidade ambiental.

A PESCA ARTESANAL – PESCA DE ARRASTO DE PRAIA (Responsáveis – Pescadores)

- Importância socioeconômica;
- Geração de renda e segurança alimentar;
- Arte de pesca tradicional caiçara;
- Partilha, cooperação, divisão de tarefas e inclusão comunitária.
- Como são e quais são os equipamentos de pesca?

LEGISLAÇÃO E IMPACTOS PESQUEIROS (Responsável – Biólogo)

- Regulamentada pela Resolução SMA N°51 de 28 de junho de 2012
- Peixes capturados pela pesca;
- Medidas conservacionistas;
- Captura incidental de Raias, tubarões e outros;
- Medidas conservacionistas;
- A participação da comunidade de pescadores no MPP.

4.2.3 Acompanhamento da Pesca de Arrasto de Praia

Após as falas iniciais, os pescadores colocam o barco na água e iniciam a soltura da rede para a realização da pescaria (Fig. 9C). As etapas são observadas pelos turistas enquanto o biólogo descreve os passos e elucida as possíveis dúvidas. Durante a pesca, os participantes são convidados pelos pescadores a auxiliarem no recolhimento da rede (Fig. 9D).

4.2.4 Cientista por um dia

Com a chegada da rede na praia, após o recolhimento, os pescadores e o biólogo realizam explicações sobre as espécies de peixes capturadas (Fig. 9E). Em caso de captura de raias ou tubarões, os turistas sob orientação do biólogo responsável pelo projeto têm a oportunidade de auxiliarem nas etapas de uma coleta científica (Fig.9F) e até mesmo efetuarem a soltura de uma raia (Fig. 9G).

4.2.5 Partilha do pescado e do saber

Após acompanharem a pesca os turistas são levados pelos monitores até o quiosque de praia que pertence à família de um dos pescadores. Nessa etapa da atividade são servidas porções de peixes pescados e preparados pela própria comunidade local. É o momento da troca de ideias entre os participantes que flui entre uma posta de peixe e um gole de alguma bebida servidos com carinho pela comunidade (Fig. 9H).

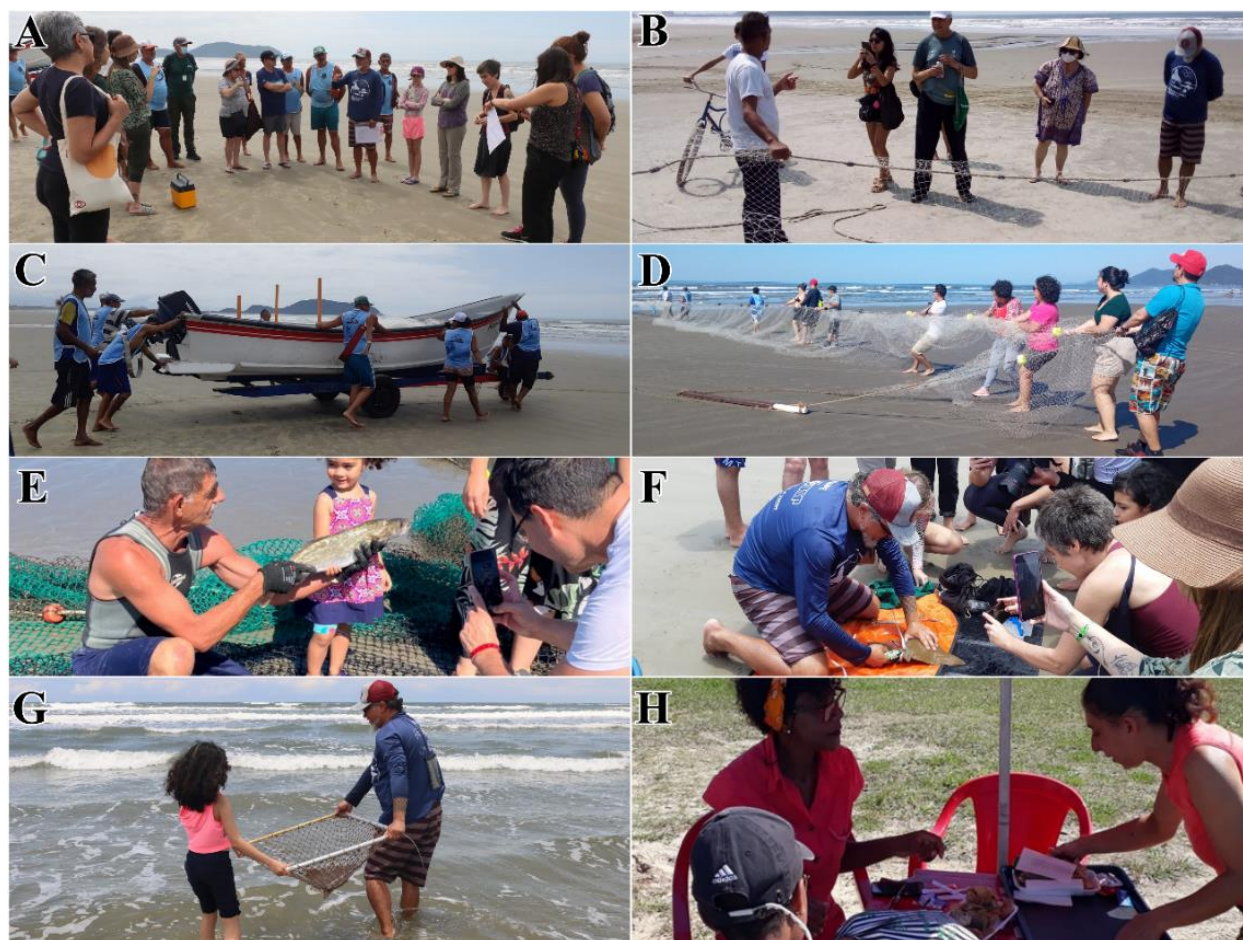


FIGURA 9. (A) Abertura da atividade; (B) Pescador fala sobre a pesca com os turistas; (C) A colocada do barco na água marca o início da pescaria; (D) Turistas durante a puxada da rede; (E) explicações sobre os peixes dadas pelos pescadores; (F) Turistas acompanham a marcação das raias realizada pelo Projeto Raias e Tubarões da Baixada; (G) Soltura monitorada de uma raia; (H) Degustação de peixes oferecidos pela comunidade local.

5 ROTEIRO DA PESCA DE ARRASTO DE PRAIA – PROGRAMA CURUMIM

Após a avaliação positiva dos turistas, o Sesc Bertioga sugeriu que o roteiro fosse feito também para os alunos do Programa Curumim. O Curumim é um programa socioeducativo de educação não formal que há mais de 35 anos contribui para o desenvolvimento integral das crianças de 7 a 12 anos através de experimentações, brincadeiras, convivência e novas amizades. As crianças são acompanhadas por uma equipe de educadoras e educadores e a participação em atividades educativas estimulam autoestima, pensamento crítico, ética, solidariedade e autonomia (Sesc, 2024). O cronograma da atividade elaborado para o Curumim segue os quatro pontos principais do roteiro original: Recepção (Fig. 10A), Apresentação (Fig. 10B), acompanhamento da

pesca (Fig. 10C), Cientista por um dia (Fig. 10D) e degustação (Fig. 10E). Entretanto, para atender a linha didática e dinâmica das atividades do programa, a linguagem do roteiro original foi adaptada.

Dois novos recursos didáticos foram sugeridos e confeccionados pelos próprios pescadores com a reutilização de petrechos de pesca antigos. O primeiro é o **Cabo de Guerra da Maré** – com o objetivo simular a força efetuada pelos pescadores durante a puxada de rede, a tradicional disputa entre equipes foi adaptada para a realidade da pesca de arrasto de praia (Fig. 10F). A rede utilizada pelos pescadores nas pescarias do arrasto de praia tem aproximadamente 400 m de comprimento e é lançada a até 750 m da linha de praia. Pensando em uma atividade que estimule a autonomia das crianças, foi confeccionado o **Arrastão Mirim**, uma rede de arrasto de praia em dimensões reduzidas, com apenas 50 m de comprimento e 100 m de corda (Fig. 10G).

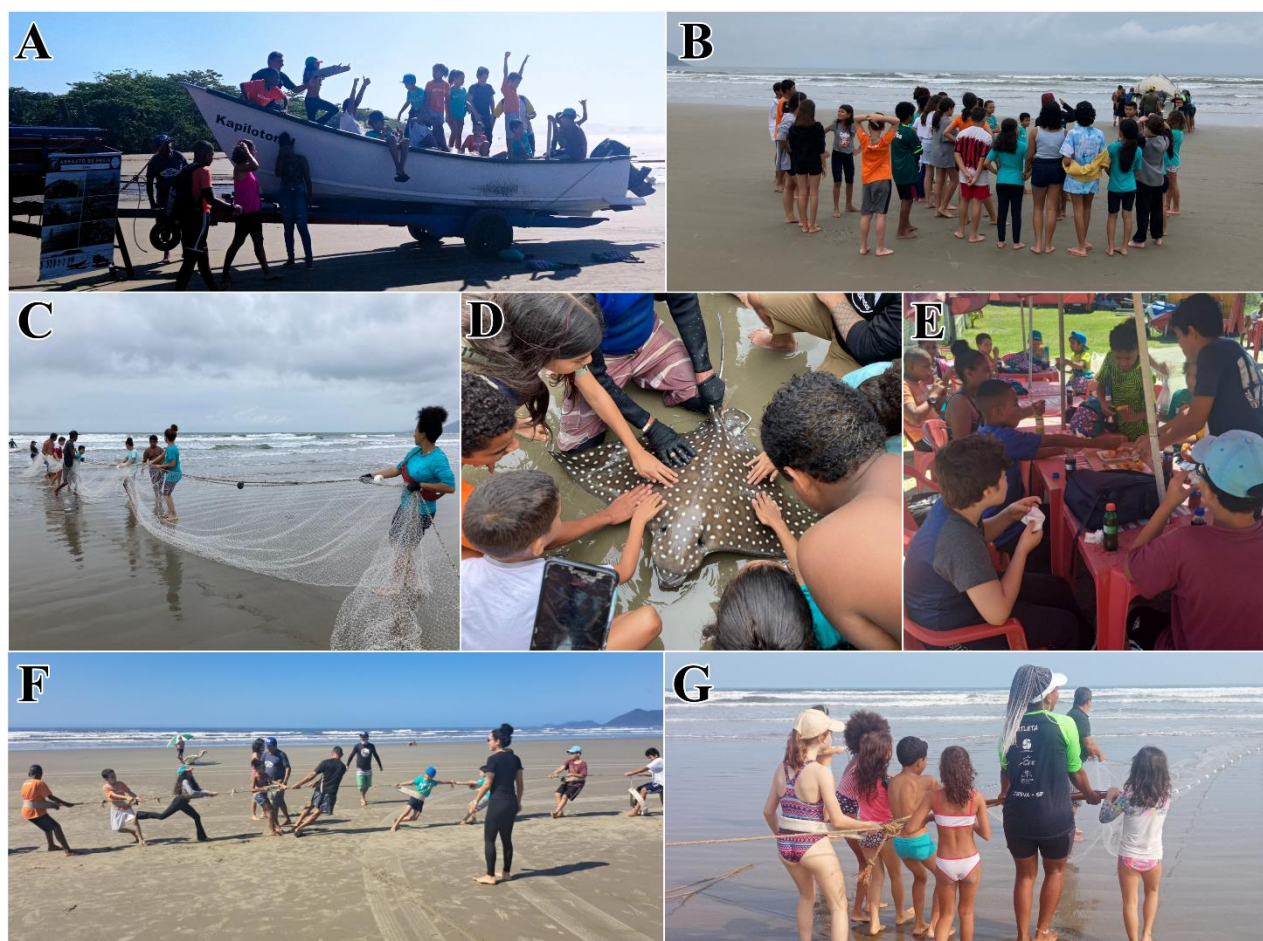


FIGURA 10. (A) Abertura da atividade - reconhecimento do território; (B) cabo de guerra; (C) A colocada do barco na água marca o início da pescaria; (D) crianças durante a puxada da rede; (E) crianças com raia-ticonha antes da soltura; (F) Pescadora as crianças na puxada da rede mirim de arrasto de praia; (G) degustação de peixes oferecidos pela comunidade local.

REFERÊNCIAS

- Andrade, S.A. 2001. Curso Básico de Educação Ambiental: Considerações sobre a problemática ambiental. MMA, 2001. 2ª edição.
- Biomar, 2017. Relatório Rede BIOMAR 10 anos - rede de conservação da biodiversidade marinha: relatório de atividades do planejamento estratégico integrado de biodiversidade marinha 2007-2016 / [organização Luena Fernandes]. 1. ed. São Paulo: Bambu Editora.
- Bomfim, A. M. do. Educação Ambiental (EA) para Além do Capital: estudos e apontamentos para a EA sob a perspectiva do trabalho. Trabalho Necessário, v. 9, n. 13, p. 1-20, 2011.
- Bomfim, A. M.; Piccolo, F. D. 2011. Educação ambiental crítica: a questão ambiental entre os conceitos de cultura e trabalho. Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental, v. 27, p. 184-195.
- Bonfil R. 1994. Overview of the world elasmobranch fisheries. FAO Fish. Tech. Paper 341. FAO, Rome.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Portaria Nº 125, de 04 de dezembro de 2014. Aprova o Plano de Ação Nacional para a Conservação dos Tubarões e Raias Marinhos Ameaçados de Extinção, com ênfase nas 12 espécies ameaçadas de extinção, estabelecendo seu objetivo geral, objetivos específicos, ações, prazo de execução, abrangência e formas de implementação e supervisão. Publicada no Diário Oficial da União de 05/12/2014, Seção 1.
- Brügger, P., 2004. Educação ou adestramento ambiental? rev. Chapecó: Letras Contemporâneas.
- Burrow, C.J., Turner, S., Maisey, J.G., Desbiens, S. and Miller, R.F., 2017. Spines of the stem chondrichthyan *Doliodus latispinosus* (Whiteaves) comb. nov. from the Lower Devonian of eastern Canada. Canadian Journal of Earth Sciences, 54(12), pp.1248-1262.
- Chin A., Kyne P.M., Walker T.I., McAuley R.B. 2010. A new integrated risk assessment for climate change: Analyzing the vulnerability of sharks and rays on Australia's Great Barrier Reef. Global Change Biology 16:1936–1953.
- Dulvy, N.K., Fowler, S.L., Musick, J.A., Cavahagh, R.D., Kyne, P.M., Harrison, L.R., Carlson, J.K., Davidson, L.N.K., Fordham, S.V., Francis, M.P., Pollock, C.M., Simpfendorfer, C.A., Burgess, G.H., Carpenter, K.E., Compagno, L.J.V., Ebert, D.A., Gibson, C., Heupel, M.R., Livingstone, S.R., Sanciangco, J.C., Stevens, J.D., Valenti, S. e White, W.T. 2014. Extinction risk and conservation of the world's sharks and rays. Elife.
- Ebert, D.A., Dando, M. and Fowler, S., 2021. Sharks of the world: a complete guide (Vol. 19). Princeton University Press.
- Fabrino, N.H., do Nascimento, E.P. and Costa, H.A., 2017. Turismo de Base Comunitária: uma reflexão sobre seus conceitos e práticas. Caderno Virtual de Turismo, 16(3).

- Ferretti, F., Worm, B., Britten, G.L., Heithaus, M.R. e Lotze, H.K., 2010. Patterns and ecosystem consequences of shark declines in the ocean. *Ecology letters*, 13(8), pp.1055-1071.
- Freire, P. 1983. *Pedagogia do Oprimido*. 16 ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra.
- Freire, P. 1992. *Pedagogia da esperança*. 9º ed. São Paulo: Paz e Terra.
- Freire, P., 2000. *Pedagogia da indignação: cartas pedagógicas e outros escritos*. São Paulo: Unesp.
- Gelsleichter, J., Manire, C.A., Szabo, N.J., Cortés, E., Carlson, J. e Lombardi-Carlson, L., 2005. Organochlorine concentrations in bonnethead sharks (*Sphyrna tiburo*) from four Florida estuaries. *Archives of environmental contamination and toxicology*, 48(4), pp.474-483.
- Grün, M. 2000. *Ética e Educação Ambiental: a conexão necessária*. 2. ed. Campinas/SP: Papirus, Coleção Magistério e Trabalho Pedagógico.
- Jennings, D.E., Gruber, S.H., Franks, B.R., Kessel, S.T. e Robertson, A.L., 2008. Effects of large-scale anthropogenic development on juvenile lemon shark (*Negaprion brevirostris*) populations of Bimini, Bahamas. *Environmental Biology of Fishes*, 83(4), pp.369-377.
- Layrargues, P. P. 2012. Para onde vai a Educação Ambiental? O cenário político-pedagógico da educação Ambiental Brasileira e os desafios de uma agenda política crítica contra-hegemônica. *Revista Contemporânea de Educação*, v. 7, n. 14, p. 398-420.
- Maisey, J.G., Miller, R., Pradel, A., Denton, J.S., Bronson, A. and Janvier, P., 2017. Pectoral morphology in *Doliodus*: bridging the ‘acanthodian’-chondrichthyan divide. *American Museum Novitates*, 2017(3875), pp.1-15.
- MTur, 2010. *Dinâmica e Diversidade do Turismo de Base Comunitária: desafio para a formulação de política pública*. Brasília: Ministério do Turismo.
- Muggler, C.C.; Sobrinho, F.A.P.; Machado, V.A. 2006. Educação em solos: Princípios, teoria e métodos. *Rev. Brasileira. Ci Solo*.
- Nelson, J.S., Grande, T.C. and Wilson, M.V., 2016. *Fishes of the World*. John Wiley and Sons.
- Oliver, S., Braccini, M., Newman, S.J. and Harvey, E.S., 2015. Global patterns in the bycatch of sharks and rays. *Marine Policy*, 54, pp.86-97.
- PAN Tubarões: Primeiro Ciclo do Plano de Ação Nacional para a Conservação dos Tubarões e Raias Marinhos Ameaçados de Extinção / organizadores: Jorge Eduardo Kotas, Eloisa Pinto Vizuet, Roberta Aguiar dos Santos, Maya Ribeiro Baggio, Paula Guimarães Salge e Rodrigo Barreto. Brasília (DF): ICMBio/CEPSUL, 2023. 384p.: il., color.
- Pedrini, A.G. 2010. Educação ambiental marinha e costeira no Brasil: aportes para uma síntese. In: PEDRINI, A.G. *Educação ambiental marinha e costeira no Brasil*. Rio de Janeiro: EdUERJ, p.19-31. PMF/SME, 2004
- Pough, F.H., Janis, C.M. e Heiser, J.B., 2013. *Vertebrate life*. Pearson Higher Ed. Prates e Blanc.

- Rangel, B. S., Paes da Cruz, V., Rodrigues, A., Góes de Araujo, M.L., Oliveira, C., Foresti, F. e Guimarães Moreira, R., 2017. Sympatric and syntopic occurrence of cownose rays: Neonatal strategies for survival? *Journal of Applied Ichthyology*, 33(3), pp.542-545.
- Sansolo, D.G. and Bursztyn, I., 2009. Turismo de base comunitária. *Turismo de Base Comunitária*, p.142.
- Santos, J.R., 2009. Educação ambiental e o trabalho com valores: olhando para os animais não humanos. Dissertação (mestrado) - UNESP, Instituto de Biociências de Rio Claro.
- Serrano, C.M.L., 2003. Educação ambiental e consumerismo em unidades de ensino fundamental de Viçosa-MG.
- SESC. 2024. Programa Curumim. Disponível em: < <https://www.sescsp.org.br/projetos/curumim/> >. Acesso em: 15/30/2024.
- Sorrentino, M., Trajber, R., Mendonça, P. and Ferraro Junior, L.A., 2005. Educação ambiental como política pública. *Educação e pesquisa*, 31(02), pp.287-299.
- Tozoni-Reis, M. F. C. 2006. Temas ambientais como temas geradores: contribuições para uma metodologia educativa ambiental crítica, transformadora e emancipatória. *Educar em revista*, v. 22, n. 27.
- Tozoni-Reis, M. F. C. 2007. Contribuições para uma pedagogia crítica na educação ambiental: reflexões teóricas. In: LOUREIRO, C. F. B. (org.) *A questão ambiental no pensamento crítico: natureza, trabalho e educação*. Rio de Janeiro: Quartet.
- Veras, P.D.P.S. e do Bomfim, A.M. 2021. *A Educação Ambiental Crítica e Freire: um encontro com a dialogia e com os temas geradores*.
- Weigmann, S. 2016. Annotated checklist of the living sharks, batoids and chimaeras of the world, with a focus on biogeographical diversity. *Journal of Fish Biology*, 88(3), pp.837-1037.

CAPÍTULO 4 – Extending Records of Albinism and Skin Disorders in American Cownose Rays to Southeastern Brazil

Received: 29 March 2023 | Accepted: 23 May 2023

DOI: 10.1111/jfb.15463

BRIEF COMMUNICATION



Extending records of albinism and skin disorders in American cownose rays to southeastern Brazil

Alexandre Rodrigues¹ | Wesley Shkola² | Bianca S. Rangel³

¹Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Botucatu, Laboratório de Biologia e Genética de Peixes, Botucatu, Brazil

²Pescador, líder da equipe Kapilaton, São Paulo, Brazil

³Departamento de Fisiologia, Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brazil

Correspondence

Bianca S. Rangel, Departamento de Fisiologia, Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, Rua do Matão, travessa 14, 321, CEP 05508-090, Cidade Universitária, São Paulo, SP, Brazil.

Email: bianangel.sharks@gmail.com; bianangel.sea@ib.usp.br

Abstract

Albinism is a genetic condition expressed as a lack of integumentary and retinal melanin. Although documented across many vertebrate species, albinism and other skin disorders are rarely observed in elasmobranchs (sharks and rays). The present study describes the first confirmed case of albinism in American cownose ray (*Rhinoptera bonasus*), and three other juveniles of the species with undetermined skin disorders observed in São Paulo, southeastern Brazil. Pigmentation disorders have already been observed in American cownose rays from the North Atlantic, including two cases of leucism and a possible albinism. Based on the results, it was discussed the possible consequences of albinism for the ray survival as well as the possible causes for the undetermined skin disorders.

KEYWORDS

colour pigmentation, elasmobranch, field observation, *Rhinoptera bonasus*, white cownose ray

Pigmentation disorders whether due to a deficiency (i.e., hypomelanosis) or an excess (i.e., hypermelanosis) of pigmentation are rarely observed in the wild, especially in marine animals (Arronte et al., 2022; McCordle, 2012). Examples of hypomelanotic conditions are albinism, a genetic condition expressed as a total lack of integumentary and retinal melanin (Jawad & Ibrahim, 2018), and leucism caused by the expression of recessive alleles, resulting in a total or partial loss of melanin, but with a regular coloration of eyes (Fertl & Rosel, 2009; Leroux et al., 2022). In Chondrichthyes species (sharks, batoids, chimaeras), albinism and leucism are extremely rare and have been documented only in 61 species across 31 families (reviewed by Arronte et al., 2022; Bigman et al., 2016). In the present study, it were reported an albinistic neonate American cownose rays *Rhinoptera bonasus* (Mitchill, 1815), and three other juveniles of the species with undetermined skin disorders observed in São Paulo, southeastern Brazil. Pigmentation disorders have already been observed in American cownose rays, including two cases of leucism (Joseph, 1961; Schwartz, 1959) and a possible albinism (Fisher et al., 2014), all of them in North Atlantic coastal waters.

The American cownose ray is a medium-sized, coastal benthopelagic ray distributed from United States of America to Uruguay (Carlson et al., 2020). Individuals of this species usually live in large

schools, even when residing in nursery areas during their early-life stages (Rangel et al., 2018) and perform large coastal migrations (Ajemian & Powers, 2016; Fisher et al., 2013). Due to the level of exploitation by widespread commercial and artisanal fisheries especially in Southwest Atlantic, it is suspected that the American cownose ray has undergone an overall population reduction of 30%–49%; therefore, it is currently listed as “Vulnerable” by the IUCN (Carlson et al., 2020). Despite that, basic aspects of the species biology remain poorly known in most locations, including in Brazilian coastal waters.

Pigmentation disorders were recorded in four Atlantic cownose rays caught in Bertioga, a marine protected area on the central coast of São Paulo, South Atlantic Ocean. All records were obtained from rays incidentally caught by the same fishing method using beach seine nets cast 400–600 m from the beach and gathered by hand over a period of c. 40 min (for details: Rangel et al., 2018). Three young-of-the-year (YOY) individuals with undetermined pigmentation disorders were documented on 22 December 2016 at *Jardim Rafael* beach (23° 49' 19" S, 46° 05' 20" W). In this case, captured individuals were removed from the fishing net, held in 50 l plastic containers filled with sea water (2–3 individuals per box) and identified to species level using dental morphological characteristics, and their corresponding disc widths (DW, cm) were recorded. The albino Atlantic cownose ray

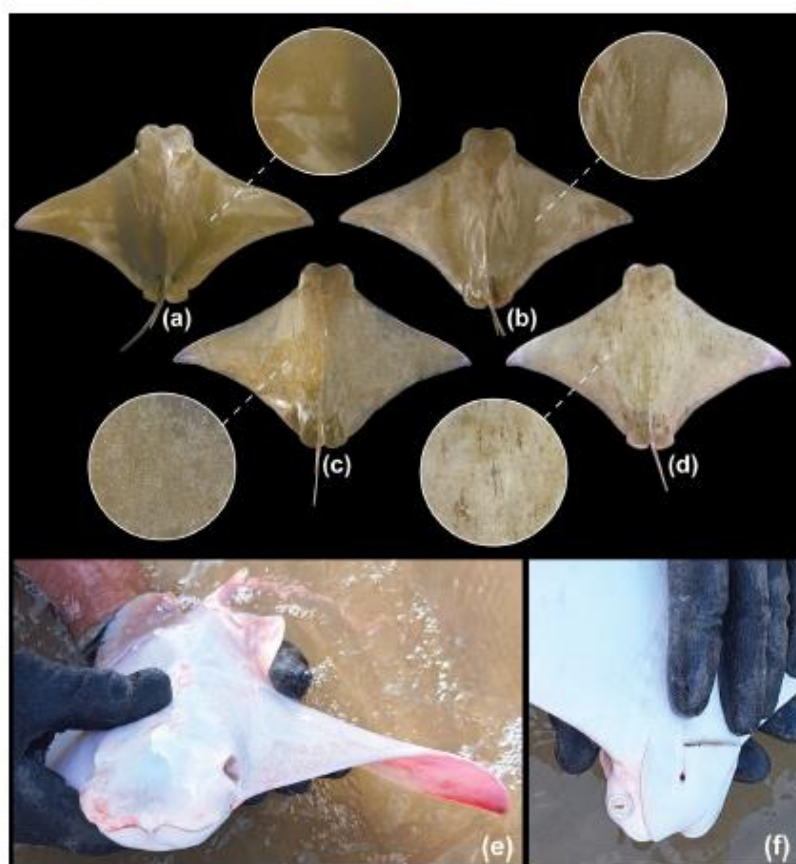


FIGURE 1 (a) Individual Atlantic cownose ray (*Rhinoptera bonasus*) showing common pigmentation. (b–d) Three juvenile cownose rays with undetermined skin disorders. (e, f) Albino neonate cownose ray. All individuals were similar in size and were recorded in the same location, São Paulo, Brazil

was incidentally captured on 19 March 2023 at Indaiá Beach (23° 48' 55" S, 46° 03' 10" W). Unlike the other three individuals, this one was just recorded through images. All rays were released alive after procedures. Research permits were granted by SISBIO (ICMBIO/SISBIO #48572) and the Animal Ethics Committee (CEUA #258/2016) of the Institute of Biosciences, University of São Paulo.

The pigmentation of the four American cownose rays described in this study differed significantly from the pigmentation pattern found in this species (Figure 1). In their normal colour pattern, *i.e.*, the most frequent in the region studied, individuals present the dorsal region in uniform brown colour (Figure 1a) and ventral region in white or yellowish. In addition, they may exhibit dark edges on the disc (ventral region). Of the three rays that showed undetermined pigmentation disorders, a 58.0 cm DW female (Figure 1b) and a 50.0 cm DW male (Figure 1c) exhibited uniform brown colour in the dorsal region and pelvic fins, but with the presence of atypical and lighter dots and spots of varying sizes. The third American cownose ray recorded with undetermined pigmentation disorders, also a 50.0 cm DW male, differed more from the others as it had spots more evident on the skin that extended throughout the dorsal region and pelvic fins. The only individual with pigmentation disorder confirmed was an albino male of c. 40.0 cm DW, which corresponds to a newborn American cownose ray (Rangel *et al.*, 2020). This individual had a completely

depigmented body and eye iris (Figure 1e,f; Supporting Information Video S1).

Although other six American cownose with apparent skin disorders were sighted between December 2016 and January 2017, they were not reported in the present study due to lack of photographic records. A similar case had already been observed between 2015 and 2016 in Baa Atoll, Maldives, in eight YOY *Carcharhinus melanopterus* with abnormal skin pigmentation (Bruckner & Coward, 2018). Given that these types of skin abnormalities were punctual and observed in several individuals at once (three confirmed and six unconfirmed), it is plausible to suggest that skin disorders could be attributed to environmental stress associated with aquatic pollution, as also suggested by Bruckner and Coward (2018). Historically, the coastal region of the study site receives contaminants through the discharge of a channel that connects to the Santos harbour and one of the most important industrial centres of the country (Gonçalves *et al.*, 2013). It is also possible that skin disorders could be attributed to some disease and immunological depression (*e.g.*, dolphins, Harzen & Brunnick, 1997), or exposure to elevated temperatures (*e.g.*, sharks, Gervais *et al.*, 2016). Furthermore, the authors do not discard the possibility of genetic alterations in melanin production (Arronte *et al.*, 2022), or even though the colour variations are just a natural variability, although of the 2086 cownose rays analysed from this population between 2015

and 2023 these conditions have not been observed in rays beyond those described here.

Although the first two reports of pigmentation disorders in American cownose rays had been initially attributed to albinism (i.e., Joseph, 1961; Schwartz, 1959), both were actually cases of leucism based on Clark's (2002) reclassification. More recently, Fisher et al. (2014) described a white embryo cownose ray, as possibly an albino individual. Nonetheless, because the embryo exhibited a dark tail and absent eyes due to developmental abnormalities, the authors made no definitive classification. Albinism is a rare condition reported in only 33 Chondrichthyes species, including 19 sharks, 13 rays, and 1 chimera (references in Arronte et al., 2022). Within representatives of the Myliobatiformes, in which the Atlantic cownose ray is placed, albinism was reported only in five species: *Bathytoshia brevicaudatus* (Talent, 1973), *Hypanus americanus* (Wakida-Kusunoki, 2015), *Gymnura micrura* (Lara-Mendoza & Guerra-Jiménez, 2020), *Myliobatis californica* (De Jesús-Roldán, 1990) and *Urotrygon nana* (Anislado-Tolentino et al., 2016). Although the lack of pigmentation does not appear to affect survival in some species with adult individuals reported, most records appear to be in neonates or juveniles (Arronte et al., 2022; Escobar-Sánchez et al., 2014). This suggests that the lack of pigmentation may confer a greater vulnerability to albino animals. In the case of Atlantic cownose rays, the lack of pigmentation could disrupt social interactions (e.g., catfish, Slavik et al., 2015; primates, Leroux et al., 2022) as they show gregarious behaviour (Ajemian and Powers, 2016; Fisher et al., 2013). Furthermore, both prey and predators could easily detect the albino ray (e.g., Sandoval-Castillo et al., 2006).

AUTHOR CONTRIBUTIONS

Conceptualization and data curation: all authors; roles/writing – original draft: A.R. and B.S.R.; formal analysis: A.R. and B.S.R.; methodology: all authors; writing – review and editing: A.R. and B.S.R.

ACKNOWLEDGEMENTS

We are grateful to the Kapiloto fishing team, especially fisherman Nadur Silva, for their invaluable field assistance. A. Rodrigues is funded by the grant #88887496146/2020-00, Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

ORCID

Bianca S. Rangel  <https://orcid.org/0000-0002-4029-765X>

REFERENCES

- Ajemian, M. J., & Powers, S. P. (2016). Seasonality and ontogenetic habitat partitioning of cownose rays in the northern Gulf of Mexico. *Estuaries and Coasts*, 39, 1234–1248.
- Anislado-Tolentino, V., Medina-Lerma, M., & Del Moral-Flores, L. (2016). First record of albinism in the dwarf round stingray, *Urotrygon nana* (Urotrygonidae: Elasmobranchii), in the eastern Pacific. *Journal of Marine and Coastal Sciences*, 8(2), 93–100.
- Arronte, J. C., Antolínez, A., Bañón, R., Rodríguez-Gutiérrez, J., Ortiz, J. J., & Martínez, J. M. (2022). First recorded case of leucism in the velvet belly lantern shark *Etmopterus spinax* (Squaliformes: Etmopteridae). *Journal of Applied Ichthyology*, 38, 455–461.
- Bigman, J. S., Knuckey, J. D. S., & Ebert, D. A. (2016). Color aberrations in chondrichthyan fishes: First records in the genus *Bathyrhaja* (Chondrichthyes: Rajiformes: Arhynchobatidae). *Marine Biodiversity*, 46(3), 579–587.
- Bruckner, A. W., & Coward, G. (2018). Unusual occurrence of abnormal skin pigmentation in blacktip reef sharks (*Carcharhinus melanopterus*). *Coral Reefs*, 37(2), 389.
- Carlson, J., Charvet, P., Avalos, C., Blanco-Parra, M. P., Briones Bell-Iloch, A., Cardenas, D., Crysler, Z., Derrick, D., Espinoza, E., Morales-Saldana, J. M., Naranjo-Elizondo, B., Pacoureau, N., Pérez Jiménez, J. C., Schneider, E. V. C., Simpson, N. J., & Dulvy, N. K. (2020). *Rhinoptera bonasus*. The IUCN red list of threatened species 2020: E. T60128A3088381. Accessed on 21 March 2023.
- Clark, S. (2002). First report of albinism in the white-spotted bamboo shark, *Chiloscyllium plagiosum* (Orectolobiformes: Hemiscyllidae), with a review of reported color aberrations in elasmobranchs. *Zoo Biology: Published in Affiliation with the American Zoo and Aquarium Association*, 21(6), 519–524.
- De Jesús-Roldán, M. (1990). An albino bat ray, *Myliobatis californica*, from the Pacific coast of Baja California Sur Mexico. *California Fish and Game*, 76(2), 126–127.
- Escobar-Sánchez, O., Moreno-Sánchez, X. G., Aguilar-Cruz, C. A., & Abitia-Cárdenas, L. A. (2014). First case of synophthalmia and albinism in the Pacific angel shark *Squatina californica*. *Journal of Fish Biology*, 85(2), 494–501.
- Fertl, D., & Rosel, P. E. (2009). Albinism. In W. F. Perrin, B. Würsig, & J. G. M. Thewissen (Eds.), *Encyclopedia of marine mammals* (pp. 24–26). San Diego, CA: Academic Press.
- Fisher, R. A., Call, G. C., & Grubbs, R. D. (2013). Age, growth and reproductive biology of cownose rays in Chesapeake Bay. *Marine and Coastal Fisheries*, 5, 224–235. <https://doi.org/10.1080/19425120.2013.81258>
- Fisher, R. A., Call, G. C., & McDowell, J. R. (2014). Reproductive variations in cownose rays (*Rhinoptera bonasus*) from Chesapeake Bay. *Environmental Biology of Fishes*, 97, 1031–1038.
- Gervais, C., Mourier, J., & Rummer, J. L. (2016). Developing in warm water: Irregular colouration and patterns of a neonate elasmobranch. *Marine Biodiversity*, 46, 743–744.
- Gonçalves, C., Figueira, R. C. L., Sartoretto, J. R., Salaroli, A. B., Ribeiro, A. P., Ferreira, P. A. D. L., & Mahiques, M. M. D. (2013). Reconstruction of historical trends in potentially toxic elements from sediment cores collected in Bertoga channel, southeastern Brazil. *Brazilian Journal of Oceanography*, 61, 149–160.
- Harzen, S., & Brunnick, B. J. (1997). Skin disorders in bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*), resident in the Sado estuary, Portugal. *Aquatic Mammals*, 23(1), 59–68.
- Jawad, L. A., & Ibrahim, M. (2018). Partial xanthism and xanthic phenotype in two fish species from Jubail City, Arabian gulf Saudi Arabia. *Cahiers de Biologie Marine*, 59(1), 37–42.
- Joseph, B. (1961). An albino cownose ray, *Rhinoptera bonasus* (Mitchill) from Chesapeake Bay. *Copeia*, 1961(4), 482–483.
- Lara-Mendoza, R. E., & Guerra-Jiménez, L. A. (2020). Record of albinism in the smooth butterfly ray *Gymnura micrura* (Rajiformes, Gymnuridae) from the southeastern Gulf of Mexico. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*, 15(1), 33–38.
- Leroux, M., Monday, G., Chandra, B., Akankwasa, J. W., Zuberbühler, K., Hobaiter, C., ... Fedurek, P. (2022). First observation of a chimpanzee with albinism in the wild: Social interactions and subsequent infanticide. *American Journal of Primatology*, 84(6), e23305.
- McCardle, H. (2012). *Albinism in wild vertebrates (unpublished master's thesis)*. San Marcos, TX: Texas State University-San Marcos.
- Rangel, B. S., Rodrigues, A., & Moreira, R. G. (2018). Use of a nursery area by cownose rays (*Rhinoptera*) in southeastern Brazil. *Neotropical Ichthyology*, 16, e170089.

- Rangel, B. S., Hussey, N. E., Niella, Y., Martinelli, L. A., Gomes, A. D. O., & Moreira, R. G. (2020). Neonatal nutritional strategy of a viviparous elasmobranch with extremely low reproductive output. *Marine Ecology Progress Series*, 638, 107–121.
- Sandoval-Castillo, J., Mariano-Meléndez, E., & Villavicencio-Garayzar, C. J. (2006). New records of albinism in two elasmobranchs: The tiger shark *Galeocerdo cuvier* and the giant electric ray *Narcine entemedor*. *Cybium*, 30(2), 191–192.
- Schwartz, F. J. (1959). White cownose ray, *Rhinoptera bonasus*, from Tangier sound. *Maryland Tidewater News*, 15(3), 12.
- Slavík, O., Horký, P., & Madiak, M. (2015). Ostracism of an albino individual by a group of pigmented catfish. *PLoS One*, 10(5), e0128279.
- Talent, L. G. (1973). Albinism in embryo gray smoothhound sharks, *Mustelus californicus*, from Elkhorn Slough, Monterey Bay, California. *Copeia*, 1973(3), 595–597.
- Wakida-Kusunoki, A. T. (2015). First record of total albinism in southern stringray *Dasyatis americana*. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 50(1), 135–139.

SUPPORTING INFORMATION

Additional supporting information can be found online in the Supporting Information section at the end of this article.

How to cite this article: Rodrigues, A., Shkola, W., & Rangel, B. S. (2023). Extending records of albinism and skin disorders in American cownose rays to southeastern Brazil. *Journal of Fish Biology*, 103(2), 453–456. <https://doi.org/10.1111/jfb.15463>