



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO

CENTRO DE BIOCÊNCIAS

MARIA JÚLIA ANDRADE MAIA

**Efeitos da exploração pesqueira na dinâmica populacional do tubarão rabo-seco
(*Rhizoprionodon porosus*) e da serra (*Scomberomorus brasiliensis*): variações espaço-temporais
na plataforma continental de Pernambuco**

RECIFE

2025

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE BIOCÊNCIAS
CIÊNCIAS BIOLÓGICAS BACHARELADO**

MARIA JÚLIA ANDRADE MAIA

“Efeitos da exploração pesqueira na dinâmica populacional do tubarão rabo-seco (*Rhizoprionodon porosus*) e da serra (*Scomberomorus brasiliensis*): variações espaço-temporais na Plataforma Continental de Pernambuco”.

TCC apresentado ao Curso de Ciências
Biológicas bacharelado da Universidade
Federal de Pernambuco, Centro acadêmico
do Recife, como requisito para a obtenção do
título de Bacharel em Biologia

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Francisco de Nóbrega

Coorientador: Me. Alexandre Ricardo dos Santos Jr.

RECIFE

2025

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do programa de geração automática do SIB/UFPE

Maia, Maria Júlia Andrade .

Efeitos da exploração pesqueira na dinâmica populacional do tubarão rabo-seco (*Rhizoprionodon porosus*) e da serra (*Scomberomorus brasiliensis*): variações espaço-temporais na plataforma continental de Pernambuco. / Maria Júlia Andrade Maia. - Recife, 2025.

27p : il., tab.

Orientador(a): Marcelo Francisco de Nóbrega

Coorientador(a): Alexandre Ricardo dos Santos Jr.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Biociências, Ciências Biológicas - Bacharelado, 2025.

Inclui referências, anexos.

1. Biologia Marinha. 2. Oceanografia. 3. Conservação. 4. Tubarão costeiro. 5. Pesca incidental. 6. Sobrepesca . I. Nóbrega, Marcelo Francisco de. (Orientação). II. Santos Jr., Alexandre Ricardo dos . (Coorientação). IV. Título.

500 CDD (22.ed.)

MARIA JÚLIA ANDRADE MAIA

“Efeitos da exploração pesqueira na dinâmica populacional do tubarão rabo-seco (*Rhizoprionodon porosus*) e da serra (*Scomberomorus brasiliensis*): variações espaço-temporais na Plataforma Continental de Pernambuco”.

TCC apresentado ao Curso de Ciências biológicas bacharelado da Universidade Federal de Pernambuco, Centro acadêmico do Recife, como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Biologia

Aprovado em: __/__/__

BANCA EXAMINADORA

Me. Alexandre Ricardo dos Santos Jr.

Dra. Sara de Castro Loebens

Dr. Daniel Lino Lippi

Agradecimentos

Agradeço a Deus e a intercessão de Nossa senhora Aparecida por me acompanharem sempre com muita proteção. Aos meus pais, Valdirene e Wander e meu irmão Luis Eduardo por me apoiarem mesmo longe de casa e confiarem nos meus sonhos com muito amor. A todos que me acompanharam nessa jornada da graduação, em especial aos meus amigos, familiares, meu namorado João Matheus e sua família, que fizeram essa jornada se tornar mais leve, dentro dos desafios que apareceram no caminho.

Aos que me ajudaram a trilhar meu caminho em relação a academia, professores, doutorandos, mestrando e graduandos que fizeram os sonhos da ciência acontecerem.

A graduação em si é uma oportunidade de evolução tanto pessoal quanto profissional, que me moldou de diversas formas, fez com que eu superasse limites que não imaginaria que pudesse superar. Além de me dar a oportunidade de viver momentos incríveis, de viagens de campo, de realização de sonhos, que misturaram o pessoal com a realização acadêmica.

Apesar dos anos de estudo na UFPE, longe de casa e da zona de conforto, no geral a experiência me trouxe saldos positivos.

**Ó Maria Santíssima, pelos méritos de Nosso Senhor Jesus Cristo,
em vossa querida imagem de Aparecida,
espalhais inúmeros benefícios sobre todo o Brasil.**

**Eu, embora indigno de pertencer ao número de vossos filhos e filhas,
mas cheio do desejo de participar dos benefícios de vossa misericórdia,
prostrado a vossos pés, consagro-vos o meu entendimento,
para que sempre pense no amor que mereceis;
consagro-vos a minha língua para que sempre vos louve
e propague a vossa devoção;
consagro-vos o meu coração, para que,
depois de Deus, vos ame sobre todas as coisas.
(Consagração a Nossa Senhora Aparecida)**

RESUMO

Dados do governo brasileiro indicam que apenas uma parte relativamente pequena da produção pesqueira regional é adequadamente monitorada. Essa limitação pode contribuir para diversos problemas, como a captura incidental e a sobrepesca, afetando tanto espécies-alvo quanto a fauna acompanhante. Neste estudo, abordou-se a captura incidental do tubarão rabo-seco *Rhizoprionodon porosus* na pesca que tem como alvo principal a serra *Scomberomorus brasiliensis* em redes de emalhe na pesca de pequena escala no litoral de Pernambuco, nordeste do Brasil. Para entender esse cenário, foram comparadas duas décadas, nos anos de 2010 a 2011 e 2021 a 2022, em que foram analisados 72 lances de pesca contendo 709 indivíduos, sendo 166 tubarões e 543 serras. Indicadores baseados em comprimento foram utilizados, com a classificação dos indivíduos em juvenis, adultos sub Lopt (abaixo do tamanho ideal de captura), adultos no Lopt, e Mega-reprodutores (MS). Foi possível observar que a frequência relativa da proporção dos animais em relação aos anos diminuiu consideravelmente para a serra e aumentou para o tubarão. Uma PERMANOVA evidenciou diferença significativa para o comprimento da serra entre períodos, mas para o tubarão não houve variação. Em relação à profundidade, nossos resultados indicam variações notáveis para ambas as espécies. No geral, os padrões encontrados são preocupantes tanto para a serra quanto para o tubarão rabo-seco, já que ambos são pescados em elevadas proporções nas fases abaixo do Lopt. Para a serra, não foram observados MS e apenas um indivíduo estava na faixa de Lopt, indicando que a população está sendo explorada de forma desordenada nos dois períodos, apesar do aumento no comprimento médio. Para o tubarão rabo-seco, apesar de não terem sido observadas diferenças significativas no comprimento dos indivíduos entre os períodos analisados, o que sugere uma estabilidade no padrão de exploração dessa espécie, os dados indicam um aumento expressivo na frequência relativa de ocorrência nos lances, revelando uma provável pressão crescente sobre a população mesmo diante da aparente constância em seus comprimentos de captura. Em relação a profundidade, os padrões de captura no nosso estudo provavelmente são explicados por padrões de comportamento e uso do habitat distintos pelas duas espécies, onde o tubarão rabo-seco adulto ocorre em locais mais fundos e a serra, em locais mais rasos. Possíveis mudanças de interação de frota, hábitos alimentares e reprodutivos das espécies também podem influenciar de forma direta nos padrões de captura encontrados. A pesca de emalhar, caracterizada pela baixa seletividade, junto à sobreposição de habitats, tamanho corporal semelhante e comportamento trófico relativamente similar torna o tubarão tão suscetível à pesca de emalhar quanto a serra, evidenciando um padrão de exploração provavelmente constante e pouco controlado de elasmobrânquios. Com isso, surge a necessidade de incorporar variáveis ambientais no manejo pesqueiro, além da urgência de desenvolver estratégias específicas que considerem a dinâmica espaço-temporal das espécies, visando reduzir os impactos sobre juvenis e tentando assegurar a sustentabilidade da exploração pesqueira.

Palavras-chave: Pesca incidental, Sobrepesca, Pesca de emalhar, Tubarão costeiro, Conservação.

ABSTRACT

Brazilian government data indicate that only a relatively small portion of regional fisheries production is adequately monitored. This limitation can contribute to several problems, such as bycatch and overfishing, affecting both target species and bycatch. This study addressed the bycatch of the Caribbean sharpnose shark (*Rhizoprionodon porosus*) in fisheries primarily targeting the Serra spanish mackerel (*Scomberomorus brasiliensis*) in small-scale gillnet fisheries off the coast of Pernambuco, northeastern Brazil. To understand this scenario, two decades were compared, from 2010 to 2011 and 2021 to 2022, analyzing 72 net hauls containing 709 individuals, including 166 sharks and 543 mackerels. Length-based indicators were used, with individuals classified as juveniles, sub-Lopt adults (below optimal capture size), at Lopt adults, and mega-spawners (MS). It was possible to observe that the relative frequency of the proportion of animals in relation to the years decreased considerably for the mackerel and increased for the sharpnose shark. A PERMANOVA analysis displayed a significant difference in the mackerel's length between periods, but there was no variation for the sharpnose shark. Regarding depth, our results indicate notable variations for both species. Overall, the patterns found are concerning for both the mackerel and the sharpnose shark, as both are fished in high proportions in the phases below the Lopt. For the mackerel, no MS were observed, and only one individual was in the Lopt range, indicating that the population is being exploited in a disorderly manner in both periods, despite the increase in average length. For the sharpnose shark, although no significant differences in individual length were observed between the analyzed periods, suggesting a stability in the exploitation pattern of this species, the data indicate a significant increase in the relative frequency of occurrence in the hauls, revealing a likely growing pressure on the population even given the apparent constancy in its capture lengths. Regarding depth, the catch patterns in our study are likely explained by distinct behavioral patterns and habitat use of the two species, with adult sharpnose sharks occurring in deeper locations and mackerels in shallower locations. Possible changes in fleet interactions and the species' feeding and reproductive habits may also directly influence the catch patterns observed. Gillnet fishing, characterized by low selectivity, along with overlapping habitats, similar body size, and relatively similar trophic behavior, makes the sharpnose shark as susceptible to gillnet fishing as the mackerel, demonstrating a likely constant and poorly controlled exploitation pattern of elasmobranchs. This highlights the need to incorporate environmental variables into fisheries management, as well as the urgent need to develop specific strategies that consider the spatiotemporal dynamics of the species, aiming to reduce impacts on juveniles and ensuring the sustainability of fisheries exploitation.

Keywords: Bycatch, Overfishing, Gillnet fishing, Coastal shark, Conservation

SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO.....	9
2.METODOLOGIA.....	11
2.1Área de estudos e coletas.....	11
2.2Definição da estrutura populacional.....	12
2.3Análise estatística.....	13
3.RESULTADOS.....	14
3.1Ocorrências.....	14
3.2 Estrutura populacional.....	15
3.3 Variações de comprimento em profundidades.....	16
4.DISSCUSSÃO.....	18
5.CONCLUSÃO.....	22
REFERÊNCIAS.....	23
ANEXO A - Normas de publicação da revista.....	26

1. INTRODUÇÃO

A Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação (FAO) estima que cerca de 7 milhões de toneladas de animais provenientes da pesca incidental são descartados em todo mundo a cada ano (*The State of World Fisheries and Aquaculture 2020: Sustainability in Action*). A maioria das pescarias lida com essa problemática, sendo a captura de organismos diferentes do alvo da pescaria chamada de captura incidental (originalmente denominada bycatch), cujas espécies compõem um conjunto coletivamente denominada fauna acompanhante (Alverson et al., 1994). Em um cenário nacional, reconstruções de estatística pesqueira indicam que apenas uma parte relativamente pequena da produção pesqueira regional, especialmente aquela proveniente da pesca artesanal, é adequadamente monitorada (Freire et al., 2021; Jimenez et al., 2019). Essa limitação pode contribuir para a intensificação de problemas como a captura incidental e a sobrepesca, afetando tanto as espécies-alvo quanto a fauna acompanhante.

No Brasil, a escassez histórica de dados pesqueiros representa um dos principais obstáculos para a gestão sustentável da exploração de recursos marinhos e conservação de espécies. Cerca de 67% dos estoques no país provavelmente são alvo de pesca excessiva, estando abaixo dos níveis mínimos de estabilidade para uma pesca sustentável, e apenas 8% possuem algum tipo de gestão implementada (Dias et al., 2023). Se soma a isso o desafio da falta de jurisdição clara em relação ao impacto da pesca artesanal no Brasil como um todo (da Silveira e Ferreira, 2024; Fogliarini et al., 2021). De acordo com o último relatório oficial do governo sobre estatísticas pesqueiras no Brasil, cerca de 37% de toda a produção pesqueira nacional provém da região Nordeste, incluindo o estado de Pernambuco, no entanto, sem avaliação do estado dos estoques pesqueiros (Freire et al., 2021; Jimenez et al., 2019).

Atrelado a questão de que uma das artes de pesca artesanais importantes é a pesca de emalhar artesanal, que é tida como uma atividade tradicionalmente praticada por comunidades locais e, apesar de sua importância socioeconômica, essa prática enfrenta desafios significativos relacionados à sustentabilidade e à conservação da biodiversidade marinha. Esse cenário permitiu o desenvolvimento de uma pescaria “multiespécies”, submetida a pouco controle e monitoramento, que tem mantido os peixes explorados vulneráveis à sobrepesca (Perez et al., 2024). Assim, a coexistência espaço-temporal entre a fauna acompanhante e as espécies alvo é exacerbada aumentando a riqueza de espécies capturadas (Da Cunha Chaves et al., 2019). Na pescaria de rede de emalhar em Pernambuco, uma das principais espécies-alvo é a serra (*Scomberomorus brasiliensis*), cuja pescaria também captura o tubarão rabo-seco (*Rhizoprionodon porosus*),

principalmente juvenis, como fauna acompanhante (Bezerra et al., 2021). A União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN) classifica o *R. porosus* como "Vulnerável" (VU), refletindo preocupações sobre seu declínio populacional. Por outro lado, a serra está listada como "menos preocupante" na Lista Vermelha da IUCN; sendo uma espécie de importância comercial significativa na região, embora menos estudada em termos de status de conservação. Porém, a captura intensiva sem monitoramento adequado levanta preocupações sobre a sustentabilidade e futuro de populações de peixes, incluindo a serra.

Tubarões no geral são tidos como organismos mais sensíveis à pressão pesqueira, devido às suas características de história de vida como crescimento lento, maturidade tardia, baixa fertilidade e produtividade (Aguilar et al., 2005), o que pode resultar em pouco ou nenhum potencial de sustentabilidade da pesca para essa espécie (Stevens et al., 2000). A sobrepesca de recursos costeiros e a captura incidental de tubarões em pescarias artesanais tropicais têm sido objeto de crescente preocupação (Roskar et al., 2020). Essa lacuna de informações é particularmente problemática para espécies costeiras, como o *R. porosus*, sendo suscetíveis à captura por redes de emalhar devido à sua proximidade com áreas de intensa atividade pesqueira e à falta de regulamentações específicas (Miyaji et al., 2021). No entanto, mesmo com recursos limitados, métricas simples de sustentabilidade baseadas em comprimento e maturidade das espécies, junto ao monitoramento pesqueiro de curto prazo, podem ser empregados para avaliar o estado das espécies exploradas, mesmo em um cenário de subnotificação da pesca (Hordyk et al., 2015 ; Prince et al., 2015; Santos et al., 2024 e Cope et al., 2023).

Pescarias multiespécies artesanais costeiras, mesmo focadas em espécies-alvo, possuem poucas ferramentas de manejo para lidar tanto com a fauna acompanhante (Perez et al., 2024), quanto com a sobrepesca de espécies-alvo. Assim, surge a necessidade de entender o estado das populações exploradas em um cenário de dados limitados. Esse estudo tem como objetivo comparar as estruturas populacionais das serras e tubarões rabo-seco capturados pela pesca de rede de emalhar em Pernambuco, em dois períodos entre uma década e os padrões de exploração das duas espécies e suas respectivas distribuições em relação à profundidade de captura.

2.2 Definição da estrutura populacional

Para avaliar a estrutura das populações exploradas, foram utilizadas as métricas propostas por Froese (2004), que visam acessar e identificar o estado de exploração de um estoque, considerando a estrutura populacional de tamanhos e a proporção de jovens e adultos.

A classificação dos juvenis de ambas as espécies foi definida através do comprimento de primeira maturação (L_{50}), que é o comprimento probabilístico no qual 50% dos indivíduos atingem a maturação sexual. O L_{50} do tubarão rabo-seco e da serra foram 54,4 cm CF (Mattos, 2002) e 42,1 cm CF (Nóbrega, 2009), respectivamente. Peixes com comprimento abaixo do L_{50} foram definidos como juvenis, e peixes com comprimento acima do L_{50} foram definidos como adultos.

Entre os adultos, os peixes foram divididos entre adultos na faixa de comprimento ótimo de captura (L_{opt}), e possíveis mega-reprodutores (MS), indicado pela equação de Beverton (1992):

$$L_{opt} = L_{\infty} [3 / (3 + M/K)]$$

Onde L_{∞} é o comprimento máximo teórico para a espécie, estimado pela equação de Von Bertalanffy (VBGF); M é a taxa de mortalidade natural, que representa uma medida da mortalidade populacional na ausência de mortalidade por pesca (Maunder, 2023).

A mortalidade natural M foi estimada usando a ferramenta FishLife, que fornece um método para obter o valor estimado de traços de história de vida das espécies quando disponível em bancos de dados (Fishbase); esta taxa é estimada com base em modelos filogenéticos na ausência de informações (Thorson, 2017). Assim, foi estimada $M = 0,765$ para o tubarão-rabo-seco e $M = 0,36$ para a serra.

K é o coeficiente de crescimento que mede a taxa em que os peixes atingem seu tamanho máximo, sendo $K = 0,15$ para a serra (Nóbrega, 2009) e de $K = 0,36$ para o tubarão (Mattos, 2002). Nesse caso, o L_{opt} da serra foi definido como sendo 67,5 cm CF e do tubarão rabo-seco 62,8 cm CF. Em um cenário ideal, a captura de peixes deve abranger apenas indivíduos na faixa de comprimento do L_{opt} , com um desvio indicado de $\pm 10\%$. Peixes classificados como MS foram definidos como tendo comprimento 10% acima do L_{opt} , sendo MS para a serra de 74,25 cm e para o tubarão rabo-seco 69,08 cm. Neste estudo, os comprimentos utilizados para identificar a MS foram de CF > 74,25 cm para a serra e CF > 69,08 cm para a tubarão rabo-seco. Idealmente, indivíduos desproporcionalmente responsáveis pela manutenção reprodutiva de uma população não deveriam ser capturados; no entanto, uma presença entre 30% e 40% pode indicar uma estrutura populacional equilibrada, especialmente na ausência de um limite de tamanho máximo regulamentado.

2.3 Análise estatística

Para testar se existe diferença significativa entre comprimento furcal para a serra e o tubarão rabo-seco entre os diferentes períodos, a Análise de Variância Multivariada Permutacional (Anderson et al., 2014) foi utilizada, com diferenças significativas para um nível de significância $\alpha=0,05$. A PERMANOVA pode ser uma ferramenta útil como teste univariado para comparar dados dependentes de pesca, dada à assimetria comum nesse tipo de amostragem. A preparação e a análise dos dados foram realizadas no ambiente R (R Core Team, 2023).

3. RESULTADOS

3.1: Ocorrências

Em relação aos padrões de ocorrência das espécies nos lances, pode ser observada uma diferença entre os períodos na distribuição espacial dos pontos onde há captura de serra sem tubarão rabo-seco (Mackerel only), que ocorrem exclusivamente na região central da costa de Pernambuco no período de 2021-2022 comparado ao período de 2010-2011. Não foi observada diferença na distribuição espacial dos pontos nas outras categorias (None, Both, Shark Only, Figura 2).

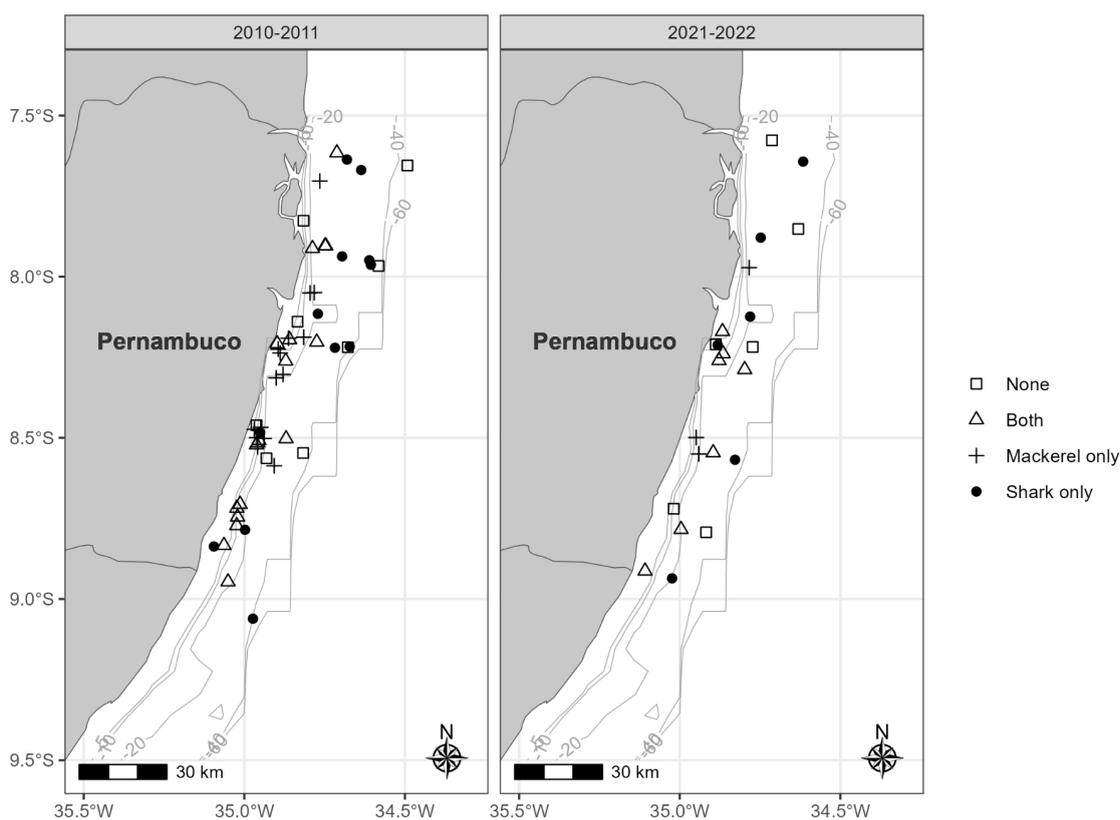
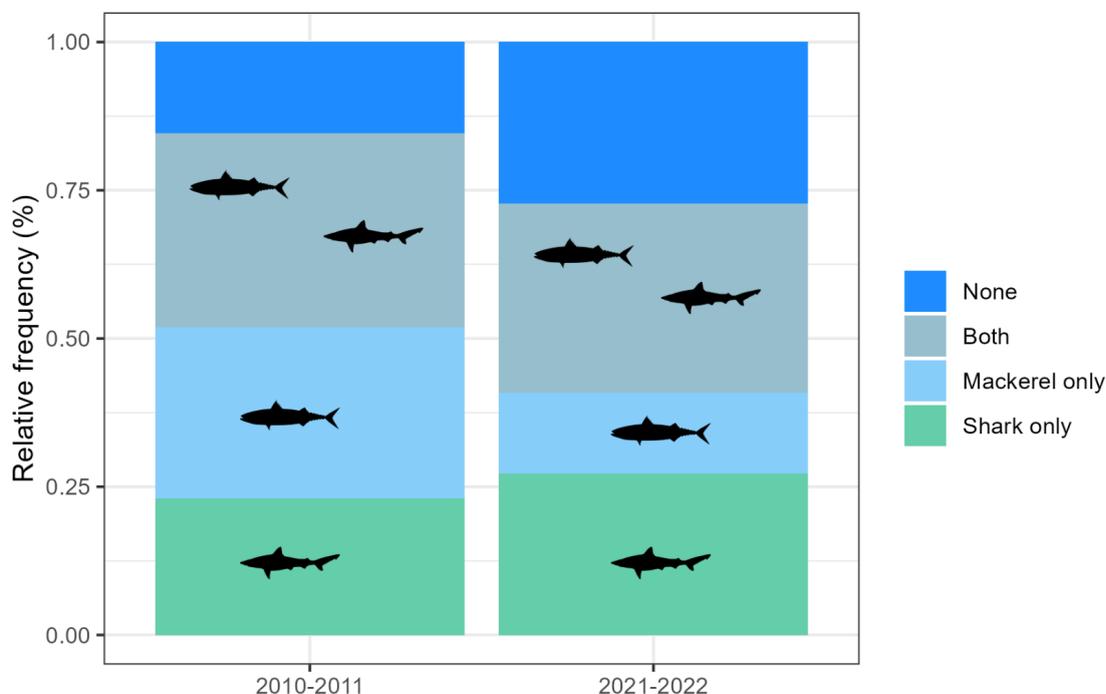


Figura 2: Distribuição espacial da ocorrência das espécies em relação aos anos. Em que “None” é representado por nenhum animal encontrado naquela região. “Both”, há presença tanto de *Scomberomorus brasiliensis* como de *Rhizoprionodon porosus*. “Mackerel only”, apenas *S. brasiliensis*. “Shark only”, apenas *R. porosus*.

Em relação à frequência relativa de ocorrências nos diferentes períodos (Figura 3), a proporção de lances capturando só tubarões rabo-seco aumentou, a de ambas as espécies capturadas juntas permaneceu quase que inalterada, a proporção de nenhum animal pescado aumentou, e de serras somente, sem presença do tubarão rabo-seco diminuiu de forma acentuada.

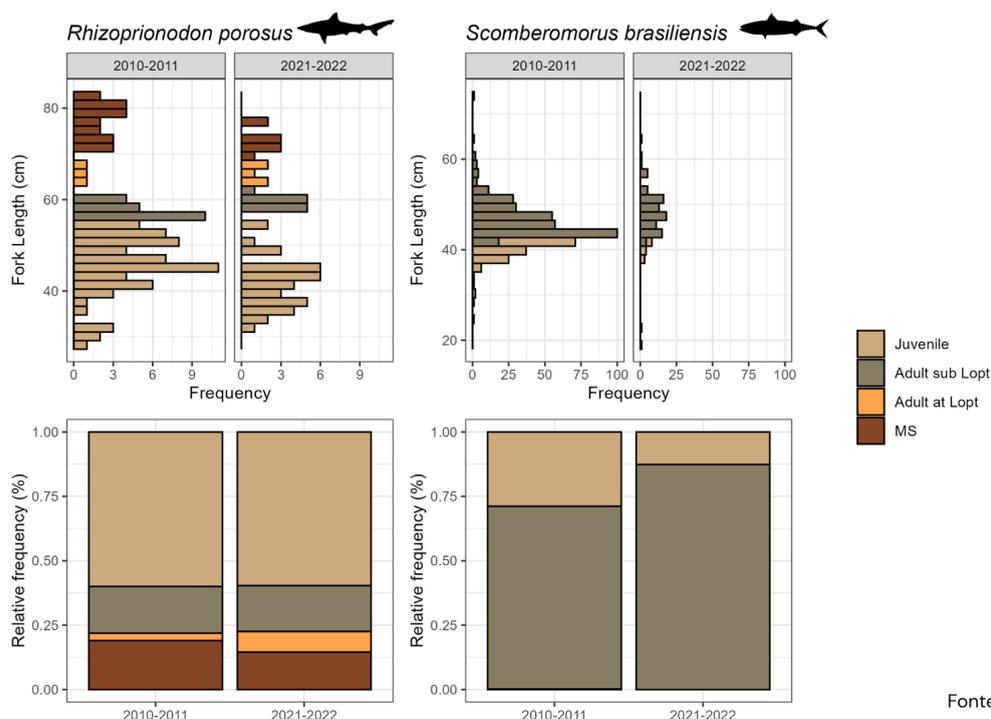


Fonte:MAIA, M. J. A.

Figura 3. Frequência relativa das presenças do tubarão rabo-seco (*Rhizoprionodon porosus*) e da serra (*Scomberomorus brasiliensis*) capturado por redes de emalhar no estado de Pernambuco entre os períodos de 2010-2011 e 2021-2022. Em que “None” é representado por nenhum animal encontrado naquela região. “Both”, há presença tanto de *Scomberomorus brasiliensis* como de *Rhizoprionodon porosus*. “Mackerel only”, apenas *S. brasiliensis*. “Shark only”, apenas *R. porosus*.

3.2 Estrutura populacional

Os resultados da PERMANOVA indicam que, para o tubarão rabo-seco, não há diferença significativa entre períodos na estrutura de comprimentos ($p > 0,05$). Já em relação à serra, houve diferença significativa ($p < 0,05$) de comprimento entre os dois períodos (Tabela 1). Proporcionalmente, foram pescados mais indivíduos abaixo do tamanho ideal de pesca (adultos sub L_{opt} e juvenis) de tubarão rabo-seco. Em relação à serra, há grande proporção de indivíduos na categoria adulto sub L_{opt} , e menos juvenis em relação ao tubarão rabo seco. Não houveram indivíduos considerados MS na captura da serra, e foi notada a presença de um único indivíduo na classe de L_{opt} .



Fonte:MAIA, M. J. A.

Figura 4: Relações entre as espécies estudadas e o comprimento furcal com análise em relação a proporção das fases de vida, divididas em Juvenile (Juvenil), Adult sub Lopt (adulto abaixo do L ótimo), Adult at Lopt(adulto no L ótimo) e MS(mega-reprodutores).

Tabela 1: .Sumário das PERMANOVAs. Grau de Liberdade: Indica o número de grupos ou categorias comparadas. F: Mede a razão entre a variabilidade dentro dos grupos (dispersão interna), ou seja, quanto maior o valor de F, maior a evidência de que os grupos são diferentes. P: Calculado por permutações dos dados, em que $p < 0,05$: apresenta diferença estatisticamente significativa entre os grupos e $p \geq 0,05$: não há evidência suficiente para rejeitar a hipótese nula.

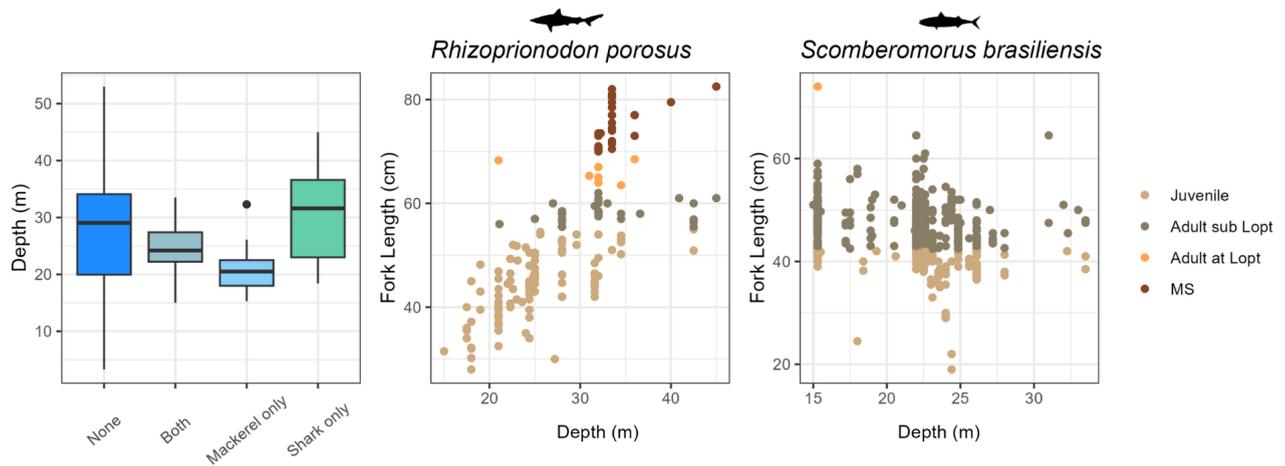
Animal analisado	Grau de Liberdade	F	P
<i>Scomberomorus brasiliensis</i>	1	15.224	0.000999
<i>Rhizoprionodon porosus</i>	1	1.6882	0.1608

3.3 Variações de comprimento em profundidades

Tubarões classificados como “adulto at Lopt” e “MS” foram capturados em regiões mais profundas quando comparados aos que foram pescados em regiões mais próximas à plataforma continental, onde principalmente juvenis foram capturados. A serra, por outro lado, foi capturada

em regiões menos profundas em relação ao tubarão rabo-seco, com profundidade máxima registrada em torno de 35 metros.

No geral, tubarões rabo-seco de maior porte são capturados em ambientes mais profundos, com uma maior proporção de lances onde o tubarão foi capturado sem serras (Shark only). A categoria na qual nem tubarões nem serras foram capturados (None) é concentrada em locais mais fundos, apesar da variação no desvio padrão. Por fim, a categoria que representa os dois pescados juntos varia entre profundidades de 15 m a 35 m (Figura 5).



Fonte:MAIA, M. J. A.

Figura 5: Diferentes tipos de ocorrência de tubarão rabo-seco (*Rhizoprionodon porosus*) e serra (*Scomberomorus brasiliensis*) em relação a profundidade, seguido dos comprimentos das espécies capturadas (categorizados com base na estrutura populacional) em relação à profundidade.

4. DISCUSSÃO

Os resultados obtidos revelam padrões preocupantes para as espécies. Houve uma queda notável na frequência de ocorrência relativa de pontos na categoria “Mackerel only”, que diminuíram de aproximadamente 28% no primeiro período para 12,5% no segundo, sugerindo um possível declínio populacional, que pode refletir uma tendência de aumento da pressão pesqueira sobre a espécie. Já para o tubarão rabo-seco, a ocorrência da presença exclusiva desses animais se intensificou, e houve um aumento na frequência de ocorrência de lances em que ambas as espécies estavam ausentes. Em relação às duas espécies ocorrendo juntas, a proporção de ocorrências permaneceu similar, sugerindo que os tubarões continuam sendo capturados mesmo na ausência da principal espécie-alvo, reforçando a problemática do bycatch para esse tipo de pescaria.

Em relação à estrutura populacional, nossos resultados indicam que há diferença significativa no comprimento da serra entre os períodos, enquanto não há diferença significativa no comprimento do tubarão. Porém, tanto a serra quanto o tubarão rabo-seco são pescados em elevadas proporções nas fases abaixo do L_{opt} , mas, proporcionalmente, mais indivíduos de tubarão rabo-seco estão sendo pescados abaixo do tamanho ideal, indicando um possível desgaste dos estoques nos dois períodos estudados. Houve diferença significativa de comprimento para a serra entre os períodos, e os indicadores baseados em comprimento revelaram que há uma predominância de indivíduos capturados abaixo do comprimento ótimo de pesca (sub L_{opt}), o que pode indicar uma tendência de pressão pesqueira desproporcional sobre juvenis e adultos ainda imaturos. A ausência de indivíduos na categoria MS e a presença de apenas um indivíduo com comprimento na faixa de L_{opt} reforçam o padrão de que a população está sendo explorada de forma desordenada, antes que os indivíduos atinjam plena maturidade reprodutiva e antes do comprimento ótimo de captura.

Apesar de não terem sido observadas diferenças significativas no comprimento dos indivíduos de tubarão-rabo-seco entre os períodos analisados, o que sugere uma estabilidade no padrão de exploração dessa espécie, os dados indicam um aumento expressivo na frequência relativa de ocorrência nos lances. Esse crescimento aponta que os padrões encontrados em nosso estudo corroboram com a literatura, que revela que embora os tubarões não sejam o alvo principal das pescarias, eles vêm sendo capturados de forma crescente, categorizando-o como o grupo de espécie mais afetada pela captura incidental e revelando uma pressão crescente sobre suas populações mesmo diante da aparente constância em seus comprimentos de captura.

A profundidade enquanto resposta, demonstrou padrões em que tubarões classificados como L_{opt} e MS tendem a ser capturados em maiores profundidades, enquanto juvenis são mais abundantes em regiões menos profundas. Já a serra apresentou um limite máximo de profundidade

de captura de cerca de 35 m, com maior número de indivíduos em regiões mais rasas, indicando uma possível diferença de uso de habitat pelas duas espécies.

Padrões de variação de comprimento e composição de captura em relação à profundidade, também foram evidenciados por Rolim et al. (2016), que relatou a possibilidade de mudança de interação das frotas com espécies exploradas, o que pode ser o caso do tubarão rabo-seco. Nesse sentido, os pescadores, ao direcionarem seus esforços para áreas mais profundas em busca da espécie alvo acabam interagindo cada vez mais com a fauna acompanhante. Os hábitos alimentares e reprodutivos conhecidos para o tubarão rabo-seco, que influenciam de forma direta na ocorrência de captura e no tamanho, podem influenciar esse padrão (Machado et al., 2014). Já que o tubarão é predominantemente piscívoro, podendo ser considerado um predador oportunista (Silva et al., 2001), ou seja, não é um especialista rígido e não depende exclusivamente de uma única fonte alimentar. Essa estratégia aumenta suas chances de sobrevivência, especialmente em ambientes costeiros, que são naturalmente variáveis, podendo migrar para locais mais fundos se a pressão pesqueira se concentrar em lugares mais rasos. A reprodução também pode ser um fator, já que a biologia reprodutiva da espécie pode ser influenciada por condições ambientais, que variam com a profundidade (Machado et al., 2014). Águas costeiras rasas, estuarinas e baías são áreas preferenciais para crescimento, reprodução e desenvolvimento de neonatos e juvenis de tubarões (Lessa et al., 1999), o que pode explicar o padrão de tubarões juvenis ou abaixo do L_{opt} estarem sendo pescados em locais mais rasos. Além disso, não há cuidado parental, logo após o fim da gestação a fêmea já está apta para engravidar novamente, deixando seu filhote em regiões mais rasas e voltando para locais mais fundos para continuar seu ciclo de vida (Mattos et al., 2001).

A serra, por outro lado, tem preferências por locais mais rasos. Combinação de fatores ecológicos, fisiológicos e tróficos favorecem a sua sobrevivência, alimentação e reprodução nesses locais (Lima; Fonteles Filho; Chellappa, 2007; Collette & Nauen, 1983). Um estudo etnoecológico na costa sudeste do Brasil evidenciou que a dieta da serra inclui principalmente manjuba (família Engraulidae), sardinha (famílias Clupeidae/Pristigasteridae) e camarões, espécies comuns em cardumes costeiros rasos (Ramires et al., 2015) e itens alimentares frequentes na dieta do tubarão rabo-seco (Melo et al., 2024). Além disso, águas rasas costumam ser mais quentes e oxigenadas, o que favorece o metabolismo de peixes tropicais e a serra, sendo uma espécie tropical-subtropical, tem preferência por temperaturas entre 24°C e 28°C, comuns na plataforma costeira (Froese et al., 2024).

Todo esse cenário pode ser explicado pela baixa seletividade do formato da pesca de emalhe. Por conta do tamanho da malha da rede, muitos animais além da espécie alvo são capturados (dos Santos Jr. et al., 2025), como no caso do tubarão rabo-seco. Além disso, ambas as espécies são costeiras e ocorrem com frequência em regiões da plataforma continental, com níveis

tróficos relativamente similares (Bornatowski et al., 2014, Chaves et al., 2021), sugerindo não só uma sobreposição espacial de populações, mas também algum grau de sobreposição de nicho ecológico, o que aumenta a susceptibilidade do tubarão à pesca da serra. Comprimentos médios relativamente próximos entre as espécies (de 40 a 60 cm para a serra e 50 a 70 cm para o tubarão rabo-seco) também podem aumentar a susceptibilidade do tubarão rabo-seco à pescaria direcionada à serra. Além disso, embora tubarões geralmente tenham um ciclo de vida mais lento, o tubarão rabo-seco tem um ciclo de vida mais rápido para um elasmobrânquio (Corso et al., 2020), o que em termos ecológicos o torna um indivíduo mais próximo da esfera comportamental da serra (Oliveira et al., 2015). Com isso, é possível concluir que a sobreposição de habitat, tamanho corporal e comportamento trófico, aliados à baixa seletividade da pesca de emalhe torna o tubarão tão suscetível à pesca de emalhar quanto a serra, embora não seja a espécie alvo.

Neste trabalho, evidenciamos um padrão de exploração provavelmente constante e pouco controlado de um elasmobrânquio costeiro em pescarias artesanais tropicais. Esse padrão se faz consistente com os relatados por Lemke e Simpfendorfer (2023) na costa australiana em que foi avaliada a seletividade por malha de redes de emalhe usadas na pesca costeira em Queensland, mostrando como que redes com diferentes tamanhos de malha capturam espécimes de tubarões e raias de portes variados, incluindo espécimes no gênero *Rhizoprionodon*. Além disso, Graça Aranha (2025) em Portugal analisou a captura incidental de elasmobrânquios de profundidade, incluindo tubarões em pescarias de arrasto para crustáceos, e mostra como a expansão para áreas mais profundas aumenta a captura incidental.

Alguns vieses podem influenciar as conclusões dada à natureza dos dados dependentes de pesca presentes neste trabalho. A assimetria no número de amostras entre os períodos analisados e o relativo pouco tempo de monitoramento poderiam representar potenciais fonte de viés nos resultados. No entanto, a abordagem relativa utilizada aliada ao monitoramento temporalmente e espacialmente bem distribuído (apesar de desigual) ajudam a reduzir potenciais vieses. Além disso, informações relacionadas ao impacto de pescarias artesanais costeiras no Brasil são escassas (Batista et al., 2014 e Freire et al., 2021) e as conclusões obtidas neste estudo já oferecem uma visão preliminar importante para a conservação e manejo de tubarões e espécies-alvo exploradas.

Assim, é fundamental que os próximos passos na pesquisa sobre a pesca artesanal em regiões tropicais avancem no sentido de compreender de forma mais ampla os padrões espaço-temporais da captura de tubarões costeiros, especialmente em contextos de pesca mista e de baixa seletividade, como o observado na costa de Pernambuco. Dessa forma, surge a urgência da adoção de medidas de manejo sustentável, como o uso de artes de pesca mais seletivas, a delimitação de áreas de proteção e o monitoramento contínuo. Além de mais estudos na área,

buscando uma abordagem integrada entre ciência, políticas públicas e saberes tradicionais, para a conservação das espécies e sustentabilidade da pesca artesanal.

5. CONCLUSÃO

O estudo revelou um panorama preocupante sobre a pesca artesanal na plataforma continental de Pernambuco, com redução na ocorrência de serras e constante pressão pesqueira sobre indivíduos juvenis e imaturos de ambas as espécies. A persistência da captura de tubarões, mesmo na ausência da espécie-alvo, associada à estabilidade do comprimento da população explorada nos diferentes períodos, indica exploração contínua e pouco seletiva. A profundidade demonstrou influência direta na distribuição de captura, provavelmente devido à processos reprodutivos e uso de habitat das espécies analisadas. A possível sobreposição de habitat e comportamento trófico entre a serra e o tubarão-rabo-seco, somada à baixa seletividade das redes de emalhe, intensifica a captura incidental do elasmobrânquio. Para o tubarão rabo-seco, não foi possível identificar o manejo que não resulte em algum tipo de prejuízo para a espécie na pesca de emalhar, mesmo sendo um animal que não deveria estar sendo capturado. Assim, é necessário compreender melhor os processos ecológicos envolvidos e propor medidas de conservação mais eficazes, investindo em monitoramentos de longo prazo, em que se integre dados biológicos, ambientais e socioeconômicos.

REFERÊNCIAS

- ALVERSON, D. L. *A global assessment of fisheries bycatch and discards*. Roma: Food & Agriculture Organization, 1994. (FAO Fisheries Technical Paper, v. 339).
- ANDERSON, M. J. Permutational multivariate analysis of variance (PERMANOVA). *Wiley StatsRef: Statistics Reference Online*, p. 1-15, 2014.
- BATISTA, V. S. et al. Tropical artisanal coastal fisheries: challenges and future directions. *Reviews in Fisheries Science & Aquaculture*, v. 22, n. 1, p. 1-15, 2014.
- BEZERRA, N. P. A. et al. Elasmobrânquios marinhos do nordeste Brasileiro. In: _____. *Ciências do Mar: dos oceanos do mundo ao Nordeste do Brasil*, v. 2, p. 205-235, 2021.
- BORNATOWSKI, H. et al. Feeding ecology and trophic comparisons of six shark species in a coastal ecosystem off southern Brazil. *Journal of Fish Biology*, v. 85, n. 2, p. 246-263, 2014.
- CHAVES, P. T. C.; BIRNFELD, P. O. The Serra Spanish mackerel fishery (*Scomberomorus brasiliensis*–Teleostei) in Southern Brazil: the growing landings of a high trophic level resource. *Brazilian Journal of Biology*, v. 83, e246180, 2021.
- COLLETTE, B. B.; NAUEN, C. E. *Scombrids of the world: an annotated and illustrated catalogue of tunas, mackerels, bonitos, and related species known to date*. v. 2. Roma: FAO, 1983.
- COMPAGNO, L. J. V. *Sharks of the world: an annotated and illustrated catalogue of shark species known to date*. Roma: FAO, 1984. (FAO Species Catalogue, v. 4, pt. 2).
- DOS SANTOS JR, A. R. et al. Using functional diversity to assess fish community susceptibility to multi-species coastal gillnetting in the East and South Brazilian Shelves. *Marine Ecology Progress Series*, v. 758, p. 125-142, 2025.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). (2020). *The State of World Fisheries and Aquaculture 2020: Sustainability in Action*. Rome: FAO. <https://doi.org/10.4060/ca9229en>
- FREIRE, K. M. F. et al. Reconstrução de Desembarques Comerciais Marinhos para a Pesca Industrial e Artesanal Brasileira de 1950 a 2015. *Fronteiras na Ciência Marinha*, v. 8, 2021.

FROESE, R.; PAULY, D. (ed.). *Scomberomorus brasiliensis* (Collette, Russo & Zavala-Camin, 1978). FishBase, 2024. Disponível em: <https://www.fishbase.se/summary/Scomberomorus-brasiliensis.html>. Acesso em: 2 jul. 2025.

GRAÇA ARANHA, S. et al. Sob pressão: os elasmobrânquios de águas profundas sofrem elevada mortalidade e stress na pesca de arrasto de crustáceos. *Fronteiras na Ciência dos Peixes*, v. 3, 1473376, 2025.

LEMKE, L. R.; SIMPFENDORFER, C. A. Gillnet size selectivity of shark and ray species from Queensland, Australia. *Fisheries Management and Ecology*, v. 30, n. 3, p. 300-309, 2023.

LIMA, J. T. A. X. D.; FONTELES FILHO, A. A.; CHELLAPPA, S. Biologia reprodutiva da serra, *Scomberomorus brasiliensis* (OSTEICHTHYES: SCOMBRIDAE), em águas costeiras do Rio Grande do Norte, 2007.

MACHADO, M. R. B.; SILVA, Z. A.; CASTRO, A. C. L. Estudo da biologia reprodutiva de *Rhizoprionodon porosus* Poey, 1861 (Condriichthyes: Carcharhinidae) na plataforma continental do estado do Maranhão, Brasil. 2014.

MATTOS, S. M. G.; PEREIRA, J. A. Parâmetros de crescimento do tubarão rabo-seco, *Rhizoprionodon porosus* (POEY, 1861), no litoral do estado de Pernambuco-Brasil. 2002.

MATTOS, S. M. et al. Reproductive biology of the Caribbean sharpnose shark, *Rhizoprionodon porosus*, from northern Brazil. *Marine and Freshwater Research*, v. 52, n. 5, p. 745-752, 2001.

MAUNDER, M. N. et al. A review of estimation methods for natural mortality and their performance in the context of fishery stock assessment. *Fisheries Research*, v. 257, 106489, 2023.

MELO, R. R. et al. Top predator feeding ecology and microplastic (MP) contamination on the far eastern South American coast: Evidence of MP trophic biotransfer. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, v. 301, p. 108736, 2024.

MPA – MINISTÉRIO DA PESCA E AQUICULTURA. *Boletim Estatístico da Pesca de Aquicultura*, 2010. Disponível em: https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/biblioteca/download/estatistica/est_2010_nac_bol_etim.pdf. Acesso em: 15 maio 2025.

NÓBREGA, M. F.; LESSA, R. P. Age and growth of Spanish mackerel (*Scomberomorus brasiliensis*) off the northeastern coast of Brazil. *Neotropical Ichthyology*, v. 7, p. 667-676, 2009.

RAMIRES, M. et al. Fishers' knowledge about fish trophic interactions in the southeastern Brazilian coast. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, v. 11, p. 1-11, 2015.

ROLIM, F. A. et al. Assessing elasmobranch diversity with baited remote underwater video in Brazil: challenges and perspectives. In: ENCONTRO DA SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O ESTUDO DE ELASMOBRÂNQUIOS (SBEEL), 9., 2016, Penedo. *Anais...* Penedo: SBEEL, 2016.

ROSKAR, G.; MCCALLISTER, M. P.; AJEMIAN, M. J. Performance of two survey gears targeting elasmobranchs in a shallow, subtropical estuary. *Marine and Coastal Fisheries*, v. 12, n. 1, p. 50-63, 2020.

RSTUDIO TEAM. *RStudio: Integrated Development for R*. Boston: RStudio, PBC, 2023. Disponível em: <https://posit.co>. Acesso em: 11 jun. 2025.

SILVA, C. M. L.; ALMEIDA, Z. S. Feeding of *Rhizoprionodon porosus* (Elasmobranchii: Carcharhinidae), from Maranhão coast, Brazil. *Boletim do Instituto de Pesca*, p. 201-207, 2001.

THORSON, J. T. et al. Predicting life history parameters for all fishes worldwide. *Ecological Applications*, v. 27, n. 8, p. 2262-2276, 2017.

ANEXO A- Normas de publicação da revista

Regras da revista

Artigos apresentam os resultados de um estudo de pesquisa completo. Meta-análises são caracterizadas como artigos.

- Título: até 200 caracteres
- Resumo: 250 palavras em um único parágrafo
- Texto principal: até 6.000 palavras, incluindo métodos e legendas de figuras/tabelas
- Os artigos devem ser divididos em seções numeradas, da seguinte forma:
 1. Introdução
 2. Métodos
 3. Resultados
 4. Discussão
 5. Declarações de ética e integridade:
 - declaração de disponibilidade de dados
 - declaração de ética e aprovação de permissão
 - declaração de financiamento
 - divulgação de conflito de interesses
 - permissão para reproduzir material de outras fontes
 6. Referências: recomendamos até 60
- Métodos, Resultados e Discussão podem ser divididos por subtítulos temáticos, se necessário
- Itens de exibição: até 6 itens (Figuras e/ou Tabelas)
- Informações suplementares são permitidas
- Os artigos são revisados por pares