

UNIVERSIDADE DO VALE DO ITAJAÍ
ESCOLA DO MAR, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA
AMBIENTAL

CAPTURA INCIDENTAL DE RAIAS-EMPLASTRO DO GÊNERO *Sympterygia*
(CHONDRICHTHYES: ARHYNCHOBATIDAE) EM UMA ÁREA DE PROTEÇÃO
AMBIENTAL NO SUL DO BRAZIL

THIAGO BIF PIAZZA

ITAJAÍ
2022

THIAGO BIF PIAZZA

**CAPTURA INCIDENTAL DE RAIAS-EMPLASTRO DO GÊNERO *Sympterygia*
(CHONDRICHTHYES: ARHYNCHOBATIDAE) EM UMA ÁREA DE PROTEÇÃO
AMBIENTAL NO SUL DO BRAZIL**

Trabalho de Conclusão apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental, como parte dos requisitos para obtenção do grau de Mestre em Ciência e Tecnologia Ambiental.

Orientador: Dr. Joaquim Olinto Branco

Coorientador: Dr. Jorge Luiz Rodrigues Filho

Itajaí

2022

THIAGO BIF PIAZZA

**“CAPTURA INCIDENTAL DE RAIAS-EMPLASTRO DO
GÊNERO SYMPTERYGIA (CHONDRICHTHYES:
ARHYNCHOBATIDAE) EM ÁREA DE PROTEÇÃO
AMBIENTAL NO SUL DO BRASIL”.**

Esta Dissertação foi julgada adequada para a obtenção do título de Mestre em
Ciência e Tecnologia Ambiental e aprovada pelo Programa de Mestrado
Acadêmico em Ciência e Tecnologia Ambiental do Curso de
Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Ciência e Tecnologia Ambiental da Universidade
do Vale do Itajaí - Escola do Mar, Ciência e Tecnologia.

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: ECOSISTEMAS AQUÁTICOS



Prof. Dr. Marcus Polette
Coordenador do Curso de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em
Ciência e Tecnologia Ambiental



Prof. Dr. Rodrigo Rodrigues de Freitas
Universidade do Sul de Santa Catarina, UNISUL – Membro Externo



Prof. Dr. André Silva Barreto
Universidade do Vale do Itajaí, UNIVALI - Membro Interno



Prof. Dr. Paulo Ricardo Schwingel
Universidade do Vale do Itajaí, UNIVALI - Membro Interno



Prof. Dr. Joaquim Olinto Branco
Universidade do Vale do Itajaí, UNIVALI - Presidente e Orientador

AGRADECIMENTOS

Ao meio de ciclones extrapessoais, esta caminha foi de grande crescimento. Neste caminho, tenho muito a agradecer ao meu orientador Dr. Joaquim Olinto Branco pela oportunidade como indivíduo ecossistêmico, de participar desta trajetória acadêmica em um mundo hostil, e a meu coorientador Dr. Jorge Luiz Rodrigues Filho pela oportunidade profissional e pelas boas conversas a respeito da ecologia que nos cerca, e como a estatística pode nos ajudar a compreendê-la. Também tenho muito a agradecer a minha coordenadora de monitoramento da biodiversidade marinha Dr. Roberta Aguiar dos Santos pelo carinho incrível, ajuda pessoal e principalmente intelectual em toda minha trajetória até aqui. Ao colega Antônio Alberto da Silveira Menezes por estar presente e me auxiliar em campo com toda experiência que carrega, e a minha fiel escudeira Larissa Malise, por todo o auxílio em campo, e em especial, pela infinita amizade. Também agradeço de coração ao Centro Nacional de Pesquisa e Conservação da Biodiversidade Marinha do Sudeste e Sul - CEPSUL, pela oportunidade de atuar como bolsista do Projeto Áreas Marinha e Costeiras Protegidas - GEF Mar, que viabilizou a condução desta dissertação. Por fim, agradeço a todos os pescadores artesanais do município de Garopaba/SC, que fielmente prestaram informações a respeito da atividade que exercem com tanta experiência, além dos conhecimentos de vivência que por fim geraram boas amizades para a vida que seguimos. Deixo aqui um abraço gigante a todos que compartilharam em prol dessa dissertação e pela biodiversidade desta linda região de Santa Catarina.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. OBJETIVOS	18
2.1. Objetivo geral	18
2.2. Objetivos específicos	18
3. MATERIAIS E MÉTODOS	18
3.1. Área de estudo	18
3.2. Coleta de dados	19
3.3. Análise dos dados	21
3.3.1. Composição e biomassa desembarcada	22
3.3.2. Proporções de captura	22
3.3.3. Esforço de pesca	22
3.3.4. Áreas de pesca	24
4. RESULTADOS	24
4.1. Composição e biomassa desembarcada	25
4.2. Proporções de captura	26
4.3. Esforço de pesca	28
4.4. Áreas de pesca	32
5. DISCUSSÃO	34
5.1. Proporções de captura	35
5.2. Esforço de pesca	36
5.3. Áreas de pesca	38
6. CONCLUSÕES	39
REFERÊNCIAS	40
APÊNDICES	48

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Área de distribuição geográfica da espécie <i>Rioraja agassizii</i>	13
Figura 2 - Área de distribuição geográfica da espécie <i>Sympterygia acuta</i>	14
Figura 3 - Área de distribuição geográfica da espécie <i>Sympterygia bonapartii</i>	15
Figura 4 - Mapa da área de estudo em Garopaba/SC.	19
Figura 5 - Proporção de CPUE de peixes teleósteos e elasmobrânquios em relação ao CPUE total (A), de raias e tubarões em relação ao CPUE de elasmobrânquios (B), de <i>R. agassizii</i> , <i>S. acuta</i> e <i>S. bonapartii</i> em relação ao CPUE de raias-emplastro (C) e de <i>S. acuta</i> e <i>S. bonapartii</i> em relação ao CPUE de raias do gênero <i>Sympterygia</i> (D).	27
Figura 6 - Efeitos parciais do parâmetro média da proporção de CPUE de <i>S. acuta</i> (μ) extraídos a partir do modelo aditivo generalizado (GAM) família beta para dados com zero inflados (BEZI) para as variáveis explicativas mês (A) e espécie-alvo (B).	29
Figura 7 - Efeitos parciais do parâmetro frequência de ocorrência ($1-\nu$) para captura de <i>S. acuta</i> extraídos a partir do modelo aditivo generalizado (GAM) família beta para dados com zero inflados (BEZI) em relação à espécie-alvo.	30
Figura 8 - Efeitos parciais do parâmetro média da proporção de CPUE de <i>S. bonapartii</i> (μ) extraídos a partir do modelo aditivo generalizado (GAM) família beta para dados com zero inflados (BEZI) para as variáveis explicativas profundidade (A), mês (B) e espécie-alvo (C).	31
Figura 9 - Efeitos parciais do parâmetro frequência de ocorrência ($1-\nu$) para captura de <i>S. bonapartii</i> extraídos a partir do modelo aditivo generalizado (GAM) família beta para dados com zero inflados (BEZI) em relação ao mês (A) e espécie-alvo (B).	32
Figura 10 - Valores de CPUE observados (A) e preditos (B) de <i>S. acuta</i> extraídos a partir do modelo aditivo generalizado (GAM) família beta para dados inflados com zero (BEZI) na zona costeira da região central da APABF durante o ano de 2019.	33
Figura 11 - Valores de CPUE observados (A) e preditos (B) de <i>S. bonapartii</i> extraídos a partir do modelo aditivo generalizado (GAM) família beta para dados inflados com zero (BEZI) na zona costeira da região central da APABF durante o ano de 2019.	34
Figura 12 - Proporção de CPUE de <i>Sympterygia acuta</i> em relação a CPUE total em função da profundidade (A), mês (B) e espécie-alvo (C) nas pescarias da frota de emalhe artesanal do município de Garopaba.	49

Figura 13 - Proporção de CPUE de <i>Sympterygia bonapartii</i> em relação a CPUE total em função da profundidade (A), mês (B) e espécie-alvo (C) nas pescarias da frota de emalhe artesanal do município de Garopaba.	50
Figura 14 - Frequência total de valores da proporção de CPUE para <i>S. acuta</i> nas capturas totais das pescarias da frota de emalhe artesanal do município de Garopaba/SC.	51
Figura 15 - Frequência total de valores da proporção de CPUE para <i>S. bonapartii</i> nas capturas totais das pescarias da frota de emalhe artesanal do município de Garopaba/SC.	52
Figura 16 - Resíduos ponderados do modelo GAM em função dos valores preditos (A) e das covariáveis mês (B) e espécie alvo (C) da proporção de CPUE de <i>S. acuta</i> em relação ao CPUE total das pescarias de emalhe no município de Garopaba/SC para o ano de 2019... ..	53
Figura 17 - Resíduos ponderados do modelo GAM em função dos valores preditos (A) e das covariáveis profundidade (B), mês (C) e espécie alvo (D) da proporção de CPUE de <i>S. bonapartii</i> em relação ao CPUE total das pescarias de emalhe no município de Garopaba/SC para o ano de 2019.	54

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Número de habitantes e de pescadores associados às Colônias de Pescadores nos municípios que compõe a APABF em 2016.	16
Tabela 2 - Descrição das informações coletadas através de entrevistas aplicadas com mestres de barco durante o monitoramento do desembarque de pescados no município de Garopaba/SC.....	20
Tabela 3 - Número de entrevistas por mês durante todo o período de estudo e durante o ano de 2019, realizadas com os mestres durante o desembarque da frota de emalhe artesanal do município de Garopaba/SC.....	20
Tabela 4 - Composição e volume de captura de elasmobrânquios registrados durante o monitoramento dos desembarques da frota artesanal do município de Garopaba/SC entre novembro de 2018 e março de 2020.....	25
Tabela 5 - Proporção de CPUE para os diferentes grupos capturados pela frota de emalhe artesanal do município de Garopaba/SC para o ano de 2019.	28
Tabela 6 - Parâmetros para escolha do Modelo Aditivo Generalizado (GAM).	28

RESUMO

No Brasil, a pesca incidental é um dos principais responsáveis por declínios populacionais de elasmobrânquios costeiros. No sul do país, as raias são capturadas na plataforma continental interna através das modalidades de arrasto e emalhe de fundo, incluindo espécies endêmicas e ameaçadas como as raias-emplastro *Rioraja agassizii*, *Sympterygia acuta* e *Sympterygia bonapartii*. Esta realidade também é evidenciada no litoral centro-sul do estado de Santa Catarina, dentro dos limites marítimos da Área de Proteção Ambiental da Baleia Franca (APABF). O presente estudo tem como objetivo avaliar a pesca de raias-emplastro do gênero *Sympterygia*, capturadas pela frota de emalhe artesanal na zona costeira da APABF. Para tal, foram monitorados os desembarques da frota artesanal do município de Garopaba/SC entre os anos de 2018 e 2020, e registrada a composição e biomassa desembarcada, assim como os fatores de esforço e áreas de pesca. Os elasmobrânquios compuseram 12,9% da biomassa monitorada, onde a predominância de sua captura incidental se deu através da modalidade de emalhe de fundo, composto majoritariamente por raias. A proporção de captura de elasmobrânquios (14%) foi significativamente inferior ($p < 0,05$) à de peixes teleósteos (86%), assim como a de raias (66%) foi significativamente superior ($p < 0,05$) quando compara aos tubarões (34%). Entre as raias-emplastro capturadas de forma incidental, *R. agassizii* (35%), *S. acuta* (22%) e *S. bonapartii* (40%) não apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$), o que sugere que estas espécies são capturadas ao longo do ano e da área de estudo em proporções similares. As raias-emplastro do gênero *Sympterygia* apresentaram maior proporção de captura durante os meses de inverno e primavera, possivelmente devido à época de cópula e desova, respectivamente. Por outro lado, nos meses iniciais do verão, a menor proporção de CPUE evidenciada, sugere que ocorra a captura de neonatos e juvenis em desenvolvimento, uma vez que estes apresentem menor biomassa devido a sua fase ontogenética. As pescarias direcionadas aos recursos abrótea, corvina e linguados responderam de forma positiva a captura incidental de raias *Sympterygia*, em especial na porção noroeste, leste e sudoeste da área de estudo, ainda mais intensas abaixo da isóbata de 20 metros, e próximo à costões rochosos e desembocadura de estuários. As evidências aqui apresentadas oferecem pontos de referência para a compreensão de como a pesca artesanal pode afetar as raias-emplastro do gênero *Sympterygia*, além de auxiliar na elaboração de estratégias para conservação e de programas de gestão da pesca junto às comunidades pesqueiras que atuam na APABF.

Palavras-chave: Captura incidental; *Sympterygia*; APABF.

ABSTRACT

Rays and sharks were once considered by-catch of little value, however, the decline of fishery resources with high commercial value has resulted in increased capture and retention of these elasmobranchs. In Brazil, incidental fishing is one of the main factors responsible for population declines of coastal elasmobranchs. In the south of the country, rays are captured on the inner continental shelf by trawling and bottom gillnets, including endemic and endangered species such as the skate rays *Sympterygia acuta* and *Sympterygia bonapartii*. This reality is also evidenced on the south-central coast of the state Santa Catarina, within the maritime limits of the APABF. The present study aims to evaluate the fishing of rays of the genus *Sympterygia*, captured by the artisanal gillnet in the coastal zone of APABF. To this end, the landings of the artisanal fleet in the municipality of Garopaba/SC between 2018 and 2020 were monitored, and the composition and biomass landed, as well as effort factors and fishing areas were recorded. Elasmobranchs made up 12.9% of the monitored biomass, where the predominance of their incidental capture occurred through the bottom gillnet modality, composed mostly by rays. The proportion of capture of elasmobranchs (14%) was significantly lower ($p < 0,05$) than that of teleost fish (86%), as well of rays (66%) was significantly higher ($p < 0,05$) when compared to sharks (34%). Among the incidentally captured skate rays, *R. agassizii* (35%), *S. acuta* (22%) and *S. bonapartii* (40%) showed no significant difference ($p < 0,05$), which suggests that these species are captured throughout the year and in the study area in similar proportions. Skate rays of the genus *Sympterygia* show a higher proportion of capture during the winter and spring months, possibly due to the mating and spawning season respectively. On the other hand, in the initial months of summer, the lower proportion of CPUE evidenced suggests that the capture of developing neonates and juveniles occurs, since they present lower biomass due to their ontogenetic phase. Fisheries targeting to hake, croaker and flounder responded positively to incidental capture of *Sympterygia* rays, especially in the northwest, east and southwest portions of the study area, even more intense below the 20-meter isobath, and close to rocky shores and mouths of estuaries. The evidence presented here offers points of reference for understanding the dynamics of artisanal fishing in the coastal zone of Garopaba/SC, and how it can affect skate rays of the genus *Sympterygia*, in addition to assisting in the elaboration of conservation strategies and programs for the management of the fishing together with the fishing communities that work in the APABF.

Keywords: Incidental capture; *Sympterygia*; APABF.

1. INTRODUÇÃO

Os peixes cartilagosos como as quimeras, raias e tubarões integram a Classe Chondrichthyes (BASALLO e ODDONE, 2014), e seus mais primitivos representantes surgiram há 400 milhões de anos (WALKER, 2005), configurando-se como os mais antigos vertebrados com mandíbulas sobreviventes do planeta (DÍAZ-ANDRADE et al., 2011). Ao longo de sua história evolutiva, tornaram-se uma das linhagens de peixes mais distintas e como importantes componentes das comunidades marinhas, onde desempenham importantes funções (GALÍNDEZ et al., 2010).

Embora apenas os tubarões e raias pertençam a Subclasse Elasmobranchii, mais da metade destes peixes são compostos por raias Rajiformes, a qual inclui a família Rajidae, a mais representativa, e composta exclusivamente por raias ovíparas (DÍAZ-ANDRADE et al., 2009). Essas raias produzem ovócitos grandes que são encapsulados na glândula oviductal fornecendo proteção contra patógenos e predadores quando lançadas ao meio aquático (KORMANIK, 1993).

O sucesso deste grupo está atrelado a características biológicas específicas, como crescimento lento, maturidade sexual tardia, baixa fecundidade e longos ciclos reprodutivos (HAMLETT, 2005). Essas características permitiram a esse grupo adaptar-se a diferentes pressões seletivas (GALÍNDEZ et al., 2010), mas por outro lado resultaram em um baixo potencial reprodutivo (HOENIG e GRUBER, 1990), tornando-os susceptíveis a pesca e poluição marinha (MIRANDA e VOOREN, 2003; DULVY et al., 2008). Estima-se que aproximadamente 25% das espécies de elasmobrânquios encontram-se ameaçadas de extinção (DULVY et al., 2014).

O incremento da atividade pesqueira nas últimas décadas tem ameaçado diversos estoques de peixes marinhos, em especial o de raias e tubarões, cujos declínios populacionais em várias regiões do mundo tornou-se uma preocupação crescente para cientistas e gestores da pesca (DAVIDSON et al., 2015). Em 2018, a pesca extrativista produziu 84,4 milhões de toneladas pescados marinhos, um acréscimo de 6% quando comparado à média dos 3 anos anteriores. Desta produção, aproximadamente 75% são destinados à alimentação, cujo consumo global atingiu seu recorde no mesmo ano com o equivalente a 20,5 kg per capita de pescados (FAO, 2020).

Entre os pescados marinhos que compõem a produção global, as raias e tubarões já foram considerados capturas acessórias menos valorizadas de pescarias mais rentáveis, como por exemplo, as direcionadas a atuns e ao bacalhau, porém, o declínio destas pescarias

resultou no aumento da captura e retenção destes elasmobrânquios (DAVIDSON et al., 2015). No Brasil, a demanda internacional por barbatana de tubarões e carne de raias-emplastro intensificaram o interesse na pesca de elasmobrânquios (MAZZOLENI e SCHWINGEL, 1999), cuja captura incidental continua a ser um dos principais responsáveis por declínios de populações de elasmobrânquios costeiros (RODRIGUES-FILHO et al., 2012; DULVY et al., 2014). Nas regiões norte e nordeste do país foi possível detectar declínios superiores a 90%, como é o caso do cação-quati *Isogomphodon oxyrhynchus*, enquanto peixes-serra *Pristis pectinata* e *Pristis pristis* estão extintos no sudeste e sul do país (ARAGÃO et al., 2020).

Na região Sul, as raias são comumente capturadas na plataforma continental interna através das modalidades de arrasto e emalhe de fundo (CASARINI, 2006). Seu processamento mais comum consiste na separação das nadadeiras peitorais do corpo por meio de cortes laterais, e são comercializadas separadamente com a denominação de “asa” (MARQUES, 2014). Segundo os dados do Boletim Estatístico da Pesca Industrial de Santa Catarina, em 2012, foram capturadas 2.300 toneladas de elasmobrânquios no estado, dos quais 56% eram raias (UNIVALI, 2013).

Devido à escassez de dados robustos em nível de espécie, as avaliações estatísticas sobre a produção pesqueira de elasmobrânquios tenderam historicamente a agrupar estes indivíduos por categorias, como tubarões, raias e emplastos (COMPAGNO, 1990). Como consequência, a avaliação da exploração desse recurso ficou limitada aos números de captura, principalmente para as raias, que quando comparadas a outras pescarias, tendem a aparecer nas estatísticas baseadas em capturas agregadas, e com isso exibir padrões estáveis, o que gera distorções perigosas para espécies ameaçadas de extinção (BONFIL, 1994).

A fauna costeira de raias-emplastro do Atlântico Sudoeste é composta pelos gêneros *Atlantoraja*, *Rioraja*, *Psammobatis* e *Sympterygia* (VOOREN, 1997), este último formado por quatro espécies ovíparas endêmicas das águas temperadas da América do Sul (MCEACHRAN, 1982). As espécies *Sympterygia brevicaudata* (COPE, 1877) e *Sympterygia lima* (POEPPIG, 1835) ocorrem exclusivamente nas águas costeiras do Oceano Pacífico na América do Sul (MCEACHRAN e MIYAKE, 1990), enquanto *Sympterygia acuta* (GARMAN, 1877) e *Sympterygia bonapartii* (MULLER e HENLE, 1841) são endêmicas das águas costeiras do Atlântico Sudoeste (MCEACHRAN, 1982).

A raia *Rioraja agassizii* é uma espécie endêmica de águas costeiras do Atlântico Sul ocidental, normalmente encontrada até os 130 metros de profundidade (CALTABELLOTTA, 2018; MENNI e STEHMANN, 2000). Sua distribuição ocorre do

Espírito Santo no Brasil até o Golfo de San Matías (Figura 1) na Argentina (LAST et al., 2016). Pesquisas realizadas na plataforma sul do Brasil entre 1980 e 2005 detectaram uma tendência de declínio de 50% na captura por unidade de esforço para esta espécie (FERREIRA; VOOREN; PERES, 2010). Seu estado de ameaça está classificado como "Vulnerável (VU)" na lista Vermelha da IUCN (POLLOM et al., 2019).



Figura 1. Área de distribuição geográfica da espécie *Rioraja agassizii*. Fonte: ICMBIOa, 2018.

A raia *S. acuta* é uma espécie presente ao longo de todo o ano em ambientes rasos e próximo à estuários (MABRAGAÑA et al., 2002). Sua distribuição ocorre do Rio de Janeiro no Brasil, até o Golfo de São Jorge na Argentina (Figura 1), entre as latitudes 22° e 43°20'S (DE-QUEIROZ, 1995; MONTEIRO-NETO et al., 2008; BOVCON et al. 2011). Normalmente é capturada em águas rasas até 50 metros de profundidade e constitui um importante recurso econômico ao longo da sua área de distribuição (MASSA et al., 2004).



Figura 2. Área de distribuição geográfica da espécie *Sympterygia acuta*. Fonte: ICMBIOa, 2018.

Embora em 2005 as estimativas mostrassem um leve incremento na biomassa de *S. acuta*, entre o período de 1993 a 2003, foi observado um declínio de 49% em biomassa entre o Sul do Brasil e Norte da Argentina. Conseqüentemente, desde 2004 o estado de conservação da *S. acuta* está classificado como “Vulnerável (VU)” na Lista Vermelha da IUCN (MASSA e HOZBOR, 2004).

A raia *S. bonapartii* é um elasmobrânquio de médio porte comum em águas costeiras do Atlântico Sudoeste, sendo mais abundante em áreas estuarinas na plataforma Argentina (MABRAGAÑA et al., 2002). Sua distribuição ocorre normalmente até os 100 metros de profundidade, sendo encontrada desde o Sul do Brasil até o Norte da Argentina (Figura 2) entre as latitudes 32° e 44° S (MENNI e STEHMANN, 2000). Atualmente está classificada na categoria "Dados Insuficientes (DD)" na Lista Vermelha da IUCN (MASSA e LAMILLA, 2004).



Figura 3. Área de distribuição geográfica da espécie *Sympterygia bonapartii*. Fonte: ICMBIOa, 2018.

No Brasil, as espécies de *S. acuta* e *S. bonapartii* estão classificadas como “Em Perigo (EN)” no livro vermelho de espécies ameaçadas de extinção, onde a pesca de arrasto e emalhe de fundo costeiro representam a principal ameaça para indivíduos de todos os estágios de vida, principalmente para neonatos (ICMBIO, 2018).

Desta forma, concomitante com a regulamentação proposta pela Portaria MMA N° 445 de 17 de dezembro de 2014, que regulamenta a captura, transporte, armazenamento, guarda, manejo, beneficiamento e comercialização de espécies ameaçadas, as raias-emplastro do gênero *Sympterygia* estão protegidas de modo integral, e quando capturadas incidentalmente, devem ser liberadas vivas ou descartadas no ato da captura.

No sul do Brasil, a pesca marinha era restrita aos estuários, lagoas costeiras e faixa litorânea, expandindo-se para a plataforma continental a partir da década de 1970 com a rápida expansão da pesca marinha mundial (VASCONCELLOS et al., 2014). Embora esta expansão tenha dado origem a pesca industrial de emalhe, os sistemas de pesca artesanal de emalhe continuaram a operar em regiões estuarinas e ao longo da faixa litorânea, e

permanecem sediadas em pequenos portos do litoral catarinense e no estuário da Lagoa dos Patos no Rio Grande do Sul (CARDOSO e HAIMOVICI, 2014). Em Santa Catarina, a pesca artesanal é composta por cerca de 25 mil pescadores artesanais, que atuam em 35 municípios litorâneos e possuem as Colônias de Pescadores como principal entidade representativa (SANTOS e BASTOS, 2019).

Mesmo composto por embarcações de menor porte, o sistema de pesca artesanal de Santa Catarina atingiu a produção de 26.874 toneladas de pescados no primeiro semestre de 2018, o que representa 41,8% do total capturado para o período, cujo petrecho de redes de emalhe foi predominante e responsável por 39,7% das capturas provenientes da pesca artesanal (SANTOS e BASTOS, 2019; UNIVALI, 2018).

Na Área de Proteção Ambiental da Baleia Franca (APABF), uma unidade de conservação federal que abrange 154.381 hectares de extensão no estado de Santa Catarina, a pesca artesanal é uma importante atividade social e econômica, onde os pescadores artesanais compõem 2% do total de habitantes (Tabela 1), e pertencem a uma minoria vulnerável, cuja atividade deve ser resgatada e protegida (ICMBIO, 2018b; SUNYE, 2018).

Tabela 1. Número de habitantes e de pescadores associados às Colônias de Pescadores nos municípios que compõe a APABF em 2016.

Município	População 2015	Número de Pescadores	Percentual
Palhoça	157.833	500	0,32%
Garopaba	21.061	980	4,65%
Imbituba	43.168	780	1,81%
Laguna	44.650	2.300	5,15%
Jaguaruna	18.980	400	2,11%
Balneário Rincão	12.018	1.125	9,36%
Total	297.710	6.085	2,04%

Fonte: FEPESC apud SUNYE (2018).

Nesta região as condições meteorológicas são determinantes para a realização da atividade pesqueira, e devido a precariedade das estruturas de apoio à pesca artesanal, os embarques de tripulantes e os desembarques de pescados ocorrem com o auxílio de pequenos barcos denominados "caícos" a partir de enseadas abrigadas, como por exemplo, na Praia da Pinheira em Palhoça, Praia Central em Garopaba, Praia do Porto em Imbituba e Farol de Santa Marta em Laguna, onde também é comum observar galpões de pesca construídos ao longo das praias utilizados para guardar as embarcações (CAMISÃO, 2015; SUNYE, 2018).

Os ambientes marinhos explorados pelos pescadores artesanais são as praias e enseadas ao longo da plataforma continental interna, onde a pesca de emalhe costeiro é considerada a modalidade mais importante, e com frequência é realizada próximo à parciais e lajes (SUNYE, 2018, CAMISÃO, 2015; PULITA, 2013).

Espécies costeiras como a abrótea (*Urophycis brasiliensis*), anchova (*Pomatomus saltatrix*), papa-terra (*Menticirrhus littoralis* e *M. americanus*), pescadas (*Macrodon atricauda* e *Cynoscion* spp.), corvina (*Micropogonias furnieri*) e linguados (*Paralichthys* spp.) são consideradas de grande importância econômica para a pesca na região, e são normalmente capturadas pela modalidade de emalhe de fundo, realizada durante o ano todo, e em todos os municípios da APABF (SUNYE, 2018; PULITA, 2013; CARDOSO e HAIMOVICI, 2011; FILARDI, 2007).

Embora importante para economia regional, a pesca de emalhe praticada na APABF está relacionada com impactos ambientais devido ao seu volume e abrangência de atuação (SUNYE, 2018), por isso, é vista como um objetivo prioritário de gestão, uma vez que, o aumento do esforço pesqueiro desta modalidade tem como efeito secundário as capturas incidentais, e como isso, a intensificação da mortalidade de espécies ameaçadas de extinção, como mamíferos, aves, tartarugas e elasmobrânquios (SUNYE, 2018; VASCONCELLOS et al., 2014; CARDOSO e HAIMOVICI, 2011; CARDOSO et al., 2011).

Ao todo são registradas 39 espécies de fauna ameaçadas de extinção que ocorrem dentro dos limites geográficos da APABF. Destas, 16 espécies são de peixes marinhos, onde 81,25% são elasmobrânquios, que por sua vez incluem as raias-emplastro do gênero *Sympterygia* (ICMBIOb, 2018).

Entre os objetivos propostos no Plano de Manejo da APABF, encontra-se o incentivo à atividade de pesca sustentável, cuja ações envolvem prioritariamente a elaboração e implementação de programas de gestão da pesca, abordando temas como o mapeamento e caracterização das áreas de pesca em seu território, bem como a elaboração de acordos de pesca envolvendo a definição de petrechos, embarcações, limites de esforço de pesca e suas áreas de exclusão (ICMBIOb, 2018).

Frente ao cenário de escassez de informações sobre o estado de conservação das raias *S. acuta* e *S. bonapartii*, ao seu endemismo e importância econômica na zona costeira do Sul do Brasil, e as evidências de capturas incidentais destas espécies no ambiente marinho da APABF, torna-se necessário à condução de estudos que contribuam para conservação e uso sustentável destes recursos junto às comunidades pesqueiras.

2. OBJETIVOS

O presente estudo busca evidenciar quanto, como, quando e onde ocorrem as capturas incidentais de raias-emplastro do gênero *Sympterygia* pela frota de emalhe artesanal na área central da Área de Proteção Ambiental da Baleia Franca, e com isso contribuir para a elaboração de medidas de gestão pesqueira na área de estudo.

2.1. Objetivo Geral

Avaliar a pesca de raias-emplastro do gênero *Sympterygia*, capturadas pela frota de emalhe artesanal atuante na Área de Proteção Ambiental da Baleia Franca.

2.2. Objetivos Específicos

- Analisar a proporção de captura entre os diferentes grupos de recursos pesqueiros desembarcados pela frota de emalhe artesanal do município de Garopaba;
- Investigar os fatores relacionados com a captura incidental de raias-emplastro na Área de Proteção Ambiental da Baleia Franca;
- Identificar as áreas de pesca com maior captura incidental de raias-emplastro.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Área de estudo

O estudo foi conduzido na zona costeira do município de Garopaba, entre as latitudes de 27°84'S e 28°66'S, região que abrange a parte central da APABF. Estima-se que o município de Garopaba possua 222 embarcações predominantemente artesanais e distribuídas ao longo de 13 localidades de pesca, sendo que a região da Praia Central concentra 21 ranchos de pesca e se destaca como polo da pesca marinha na região. A maior parte dos pescadores vende sua produção na forma *in natura*, diretamente ao consumidor e imediatamente após o retorno da pescaria, reduzindo custos e elevando a rentabilidade (UNIVALI, 2015).

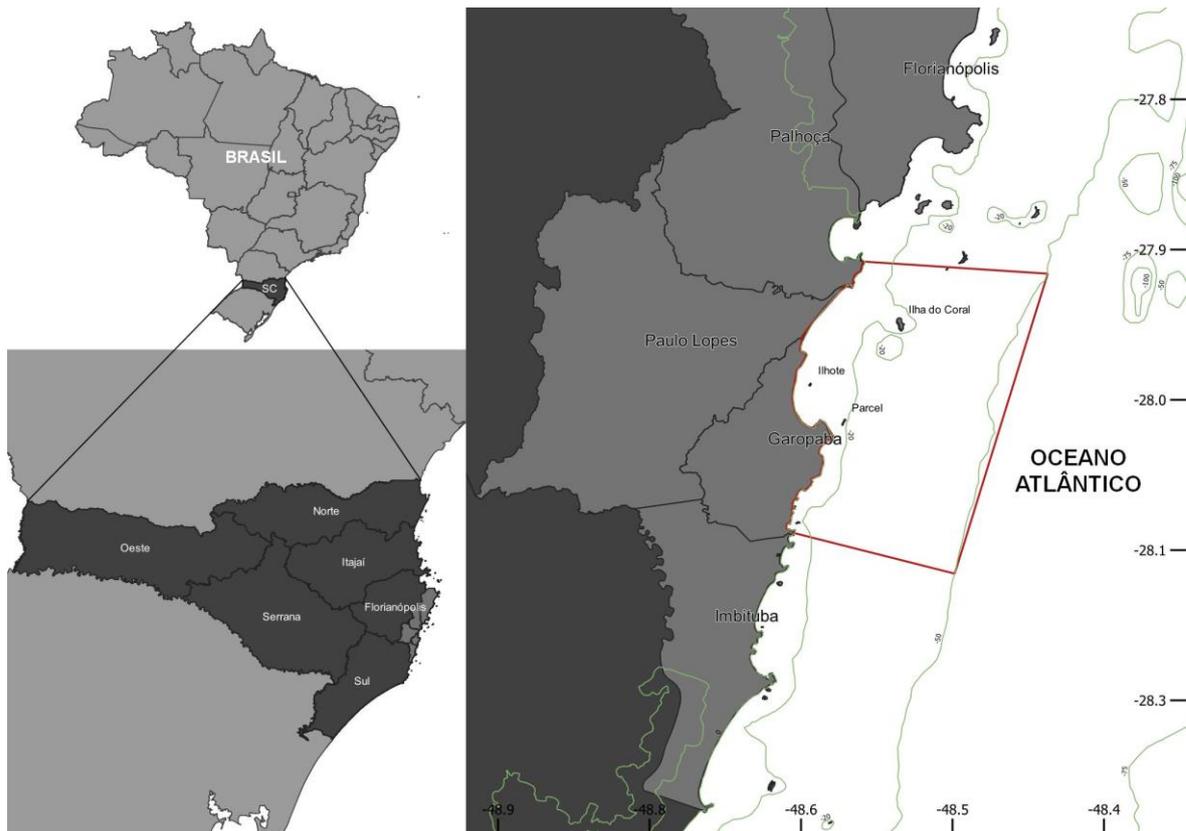


Figura 4. Mapa da área de estudo em Garopaba/SC.

3.2. Coleta de dados

Os dados do presente estudo foram obtidos através do monitoramento da biodiversidade marinha desembarcada pela frota de emalhe artesanal na Praia Central do município de Garopaba durante o período de novembro de 2018 a março de 2020 no âmbito do projeto “Áreas Marinhas e Costeiras Protegidas - GEF Mar” (MMA, 2022). O projeto em questão é coordenado regionalmente pelo Centro Nacional de Pesquisa e Conservação da Biodiversidade Marinha do Sudeste e Sul (CEPSUL).

As informações sobre captura, esforço e áreas de pesca (Tabela 2) foram adquiridas através de entrevistas semiestruturadas, aplicadas com os mestres dos barcos durante o desembarque do pescado (apêndice A). As entrevistas foram conduzidas com respaldo na Instrução Normativa N° 3, de 04 de Setembro de 2017 do Programa Nacional de Monitoramento da Biodiversidade do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio.

Tabela 2. Descrição das informações coletadas através de entrevistas aplicadas com mestres de barco durante o monitoramento do desembarque de pescados no município de Garopaba/SC.

Variável	Descritores
Captura	<ul style="list-style-type: none"> • Nome da espécie • Quantidade desembarcada (kg)
Esforço	<ul style="list-style-type: none"> • Comprimento da rede (m) • Altura da rede (m) • Malha (cm) • Tempo de imersão (h) • Atuação do petrecho (superfície ou fundo) • Espécie-alvo (abrótea, anchova, corvina, linguado, olho-de-cão, papa-terra, pescada)
Área de Pesca	<ul style="list-style-type: none"> • Local (praia, laje, costão, pesqueiro) • Referência (por dentro, por fora, ao norte, ao sul) • Profundidade mínima (m) • Profundidade máxima (m)

Exemplares de complexa identificação e já sem vida foram adquiridos através de doação e conduzidos até o Laboratório de Ecologia Aplicada e Conservação (LEAC) da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), para identificação a nível de espécie.

Foram realizadas 221 entrevistas semiestruturadas com 39 mestres e 45 embarcações de emalhe ao longo período de estudo. No entanto, com o intuito de equalizar o esforço amostral dos dados de desembarque, foram selecionadas as entrevistas do ano de 2019, o qual teve uma frequência mais equitativa de amostragens entre os meses do ano. Desta forma as análises comparativas deste estudo foram conduzidas com 139 entrevistas (Tabela 3).

Tabela 3. Número de entrevistas por mês durante todo o período de estudo e durante o ano de 2019, realizadas com os mestres durante o desembarque da frota de emalhe artesanal do município de Garopaba/SC.

Mês	Número de Entrevistas	
	2018 - 2020	2019
Jan	42	14
Fev	34	11
Mar	20	5
Abr	7	7
Mai	8	8
Jun	6	6
Jul	13	13
Ago	18	18
Set	15	15
Out	4	4

Nov	17	11
Dez	37	27
Total	221	139

3.3. Análise dos Dados

As análises foram conduzidas no software estatístico R versão 4.0.1 64-bit (R Core Team, 2020). A normalidade e homocedasticidade dos dados foram verificadas através dos testes de Shapiro-Wilk e Levene ($p > 0,05$) respectivamente.

Os dados de biomassa por categoria de pescado desembarcado (total, teleósteos, elasmobrânquios, tubarões, raias, emplastros, *Sympterygia*, *S. acuta* e *S. bonapartii*) foram padronizados pelo esforço de pesca (área da rede x tempo de imersão) através do cálculo de captura por unidade de esforço (CPUE):

Equação 1. Cálculo de CPUE para viagem de pesca e categoria de pescado desembarcado.

$$U_{ij} = C_{ij} / f_i$$

Em que: U_{ij} é a CPUE da viagem de pesca i , da categoria de pescado j ; C_{ij} é a captura em kg, da viagem de pesca i , da categoria de pescado j ; f_i é o esforço de pesca empregado na viagem de pesca i , calculado através da multiplicação da área do petrecho em metros quadrados pelo seu tempo de imersão em horas.

Esta padronização é necessária para minimizar a variabilidade das estimativas de CPUE, ocasionadas pela adoção de diferentes estratégias de captura e poder de pesca das embarcações (GULLAND, 1964).

Após o cálculo do CPUE para todos os grupos, este valor foi dividido pelo CPUE total da viagem de pesca para se atingir o valor de proporção de CPUE para o grupo de interesse:

Equação 2. Cálculo de proporção de CPUE para viagem de pesca e recurso pesqueiro desembarcado.

$$pCPUE_{ij} = CPUE_{ij} / tCPUE_i$$

Em que: $pCPUE_{ij}$ é a proporção de CPUE do grupo de recurso pesqueiro j em relação ao CPUE total da viagem de pesca i ; $CPUE_{ij}$ é a CPUE da viagem de pesca i , do grupo de recurso pesqueiro j ; $tCPUE_i$ é o CPUE total da viagem de pesca i .

3.3.1. *Composição e biomassa desembarcada*

Para a descrição da atividade pesqueira, bem como a composição e biomassa desembarcada, foram utilizados os dados em sua totalidade, englobando as informações em todo o período de monitoramento.

O total desembarcado foi registrado para cada espécie identificada e apresentada como biomassa total e relativa. A categoria de risco de extinção foi consultada a nível global através da classificação do International Union for Conservation of Nature (IUCN) e a nível nacional através do Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção – Volume VI do ICMBio.

3.3.2. *Proporções de captura*

A análise da proporção de CPUE entre os diferentes grupos de recursos pesqueiros foi realizada através do teste não paramétrico de Kruskal Wallis ($p < 0,05$) com a correção de Bonferroni visando não enviesar diferenças significativas mediante múltiplas comparações. O teste post hoc de Mann Whitney foi aplicado quando detectado diferença significativa ($p < 0,05$).

3.3.3. *Esforço de pesca*

O conjunto de dados das proporções de CPUE de *S. acuta* e *S. bonapartii*, foram inicialmente explorados para se checar a dispersão dos dados, bem como suas relações com as variáveis explicativas “profundidade da área de pesca”, “mês” e “espécie alvo da pescaria”, segundo Zuur et al. (2010).

Os valores das proporções de CPUE dos recursos em relação ao total obtidos variaram de 0 a 1, portanto adotou-se modelos de regressão da família beta, os quais são os mais apropriados por incorporarem a elevada heterocedasticidade observada neste tipo de dados (CRIBARI-NETO e ZELEIS, 2010).

Posteriormente a escolha da família dos modelos, procedeu-se com a exploração de dados seguindo as recomendações de Zuur et al. (2010). Ainda, por conta do conjunto de dados de proporções apresentarem heterocedasticidade e não normalidade como características estatísticas (CRIBARI-NETO e ZELEIS, 2010), optou-se por checar a

quantidade de zeros da variável resposta (proporção de CPUE) no conjunto das variáveis explicativas (profundidade, mês e espécie-alvo) e explorar suas relações.

A exploração dos dados evidenciou uma elevada frequência de zeros para ambas as espécies (apêndice D e E), bem como uma possível relação não linear das variáveis respostas (i.e proporções de CPUE de *S. acuta* e *S. bonapartii*) com a profundidade mínima da área de pesca (apêndice B e C).

Neste sentido, optou-se por utilizar Modelos Aditivos Generalizados (GAM) para dados inflados com zero (ZUUR et al., 2009; MORENO et al., 2019). Desta forma, os modelos GAM família Beta Zero Inflated (BEZI) foram criados utilizando o pacote *Gamlss* (RIGBY e STASINOPOULOS, 2005), disponível no software R.

Os fatores de esforço de pesca relacionados com a captura incidental de raias-emplastro foram analisados através do Modelo Aditivo Generalizado (GAM). Para tal, os valores de CPUE de *S. acuta* foram divididos pelo CPUE do total das capturas, com o objetivo de estimar proporção do recurso em relação ao total das capturas em cada uma das amostragens realizadas (Equação 2). O mesmo procedimento foi adotado para *S. bonapartii*.

Para o processo de modelagem, inicialmente criou-se um modelo BEZI global para cada variável resposta (i.e proporção de CPUE de *S. acuta* e *S. bonapartii* nas capturas) contendo todas as variáveis explicativas para se avaliar a importância das mesmas na estimativa dos distintos parâmetros da estrutura da regressão beta zero inflado (*mu*: média da variável resposta Y; *sigma*: dispersão da variável resposta; *nu*: probabilidade de variável resposta ser igual 0).

Na sequência, utilizou-se a função *stepGAIC* do pacote *Gamlss* para selecionar as variáveis que compõem cada uma das estruturas das regressões supracitadas, de forma a se encontrar o melhor modelo ajustado. De posse do modelo “BEZI Global” e do “BEZI de Melhor ajuste” para cada variável resposta, estimou-se o critério de informação de Akaike corrigido (AICc) para cada modelo, por meio da função *AICc* do pacote *MuMin* (BARTON, 2022). Os AICs foram comparados e optou-se pelo modelo com menor valor, o qual indica o modelo com melhor ajuste (BURNHAM e ANDERSON, 2002).

Os resíduos padronizados dos modelos selecionados para cada recurso (*S. acuta* e *S. bonapartii*) foram extraídos por meio da função *residuals*, sendo os mesmos plotados em função dos valores estimados para *mu* e *nu* (apêndice F e G), de forma a validar os modelos ajustados quanto sua representatividade (ZUUR et al., 2009).

Por meio do BEZI Melhor modelo, os resultados preditos de Y e de *nu* foram extraídos dos modelos com melhores ajustes por meio da função *lpred* do pacote *Gamlss*,

sendo tais valores utilizados para se construir gráficos Box plot com o pacote *ggplot* (WICKHAM, 2016). Os valores de *nu* foram invertidos ($1-nu$) com o intuito de indicar a probabilidade de captura.

Na representação gráfica optou-se por utilizar somente os valores preditos e não estimar o intervalo de confiança dos mesmos, pelo fato de que em modelos com termos aditivos ajustados com suavização ocorre uma estimativa grosseira na estimativa dos erros padrões dos mesmos (STASINOPOULOS et al., 2008).

3.3.4. Áreas de pesca

Para compreender a relação entre as áreas de pesca e sua influência sobre a captura incidental de raias-emplastro, as áreas foram padronizadas conforme as macrorregiões (i.e praias e feições geográficas) e referências (i.e por fora, por dentro, ao norte e ao sul) informadas nas entrevistas. Após a padronização, as áreas de pesca foram validadas através de indicação visual em mapas com pescadores selecionados aleatoriamente ($n=4$). Cada viagem de pesca foi espacializada conforme o centro médio geográfico da área de pesca e as isóbatas de profundidade mínima e máxima. Esta metodologia foi elaborada através de uma adaptação da metodologia de análise espacial proposta por Mesa et al. (2017).

O processo de espacialização foi realizado em forma geométrica de pontos aplicando-se um buffer de raio medindo o comprimento total da rede. Para esta feição geográfica proveniente da pescaria foi atribuído o valor observado de proporção de CPUE de *S. acuta* e *S. bonapartii* em relação ao CPUE total, que por sua vez, foi utilizado para a interpolação dos dados de captura incidental ao longo de toda a área de estudo através do método de *Krigagem* (LANDIM et al., 2002). O mesmo procedimento foi adotado para os valores de proporção de CPUE preditos pelo modelo GAM.

4. RESULTADOS

A modalidade de pesca de emalhe de fundo foi predominante e representou 78% das pescarias. O comprimento das redes variou entre 150 e 5.500 metros, e a altura entre 1,5 e 20 metros. Foi monitorado um total de 14.075 kg de peixes ósseos e 2.077 kg de elasmobrânquios desembarcados, cujas pescarias atuaram com predominância sobre as

seguintes espécies-alvo: *Urophycis brasiliensis*, *Priacanthus arenatos*, *Cynoscion* spp., *Paralichthys* spp. e *Micropogonias furnieri*.

4.1. Composição e biomassa desembarcada

Os elasmobrânquios representaram 12,9% do peso dos desembarques monitorados. Destes, 71,6% foram representados por raias das famílias Arhynchobatidae, Rhinobatidae e Trygonorrhinidae. Os emplastos do gênero *Sympterygia* e *Rioraja* foram predominantes, e representaram juntos 32,74%, enquanto a espécie *Pseudobatos horkelli* (raia-viola) representou 30,66% do peso de elasmobrânquios monitorados nos desembarques. Em relação aos tubarões, a família Sphyrnidae (tubarões-martelo) compuseram 20,2% do total de elasmobrânquios, cuja espécie *Sphyrna lewini* (tubarão-martelo-entalhado) foi mais representativa (Tabela 3).

Tabela 4. Composição e volume de captura de elasmobrânquios registrados durante o monitoramento dos desembarques da frota artesanal do município de Garopaba-SC entre novembro de 2018 e março de 2020.

ESPÉCIES	BT	BR	CICMBio	CIUCN
Raias	1552,10	74,70%		
<u>Dasyatidae</u>	<u>15,78</u>	<u>0,76%</u>		
<i>Dasyatis hypostigma</i>	11,40	0,55%	DD	DD
<i>Hypanus guttatus</i>	4,38	0,21%	LC	DD
<u>Gymnuridae</u>	<u>14,27</u>	<u>0,69%</u>		
<i>Gymnura altavela</i>	14,27	0,69%	CR	VU
<u>Myliobatidae</u>	<u>31,50</u>	<u>1,52%</u>		
<i>Myliobatis</i> spp.	31,50	1,52%	CR	DD
<u>Rhinopteridae</u>	<u>2,50</u>	<u>0,12%</u>		
<i>Rhinoptera brasiliensis</i>	2,50	0,12%	CR	EN
<u>Arhynchobatidae</u>	<u>700,96</u>	<u>33,74%</u>		
<i>Atlantoraja castelnaui</i>	19,70	0,95%	EN	EN
<i>Atlantoraja cyclophora</i>	1,00	0,05%	NT	VU
<i>Rioraja agassizii</i>	307,34	14,79%	EN	VU
<i>Sympterygia acuta</i>	131,47	6,33%	EN	VU
<i>Sympterygia bonapartii</i>	241,45	11,62%	EN	DD
<u>Rhinobatidae</u>	<u>637,02</u>	<u>30,66%</u>		
<i>Pseudobatos horkelii</i>	637,02	30,66%	CR	CR
<u>Trygonorrhinidae</u>	<u>150,07</u>	<u>7,22%</u>		
<i>Zapteryx brevirostris</i>	150,07	7,22%	VU	VU
Tubarões	525,60	25,30%		
<u>Carcharhinidae</u>	<u>74,15</u>	<u>3,57%</u>		
<i>Carcharhinus brevipinna</i>	27,00	1,30%	DD	NT
<i>Rhizoprionodon lalandii</i>	47,15	2,27%	NT	DD

<u>Sphyrnidae</u>	<u>419,90</u>	<u>20,21%</u>		
<i>Sphyrna lewini</i>	375,10	18,05%	CR	CR
<i>Sphyrna zygaena</i>	44,80	2,16%	CR	VU
<u>Triakidae</u>	<u>1,50</u>	<u>0,07%</u>		
<i>Mustelus schimitti</i>	1,50	0,07%	CR	EN
<u>Squatinae</u>	<u>30,05</u>	<u>1,45%</u>		
<i>Squatina guggenheim</i>	30,05	1,45%	CR	EN
TOTAL MONITORADO	2077,70	100%		

* B_T = Biomassa Total, B_R = Biomassa Relativa.

** C_{ICMBio} = Categoria de risco de extinção no Brasil (ICMBio, 2018).

** C_{IUCN} = Categoria de risco de extinção global (IUCN).

Das 18 espécies de elasmobrânquios identificados durante o monitoramento, 66% estão em alguma categoria de ameaça de extinção, seja em nível nacional ou global. Em relação as raias, das 12 espécies identificadas, 4 estão classificadas como “Críticamente em Perigo (CR)” e 4 (emplastros) classificadas como “Em Perigo (EN)”, segundo o Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção.

4.2. Proporções de Captura

Os elasmobrânquios apresentaram proporção de captura inferior (14%) quando comparado aos peixes teleósteos (Figura 4A). Em relação aos elasmobrânquios, as raias apresentaram predominância (66%) significativa nas capturas (Figura 4B).

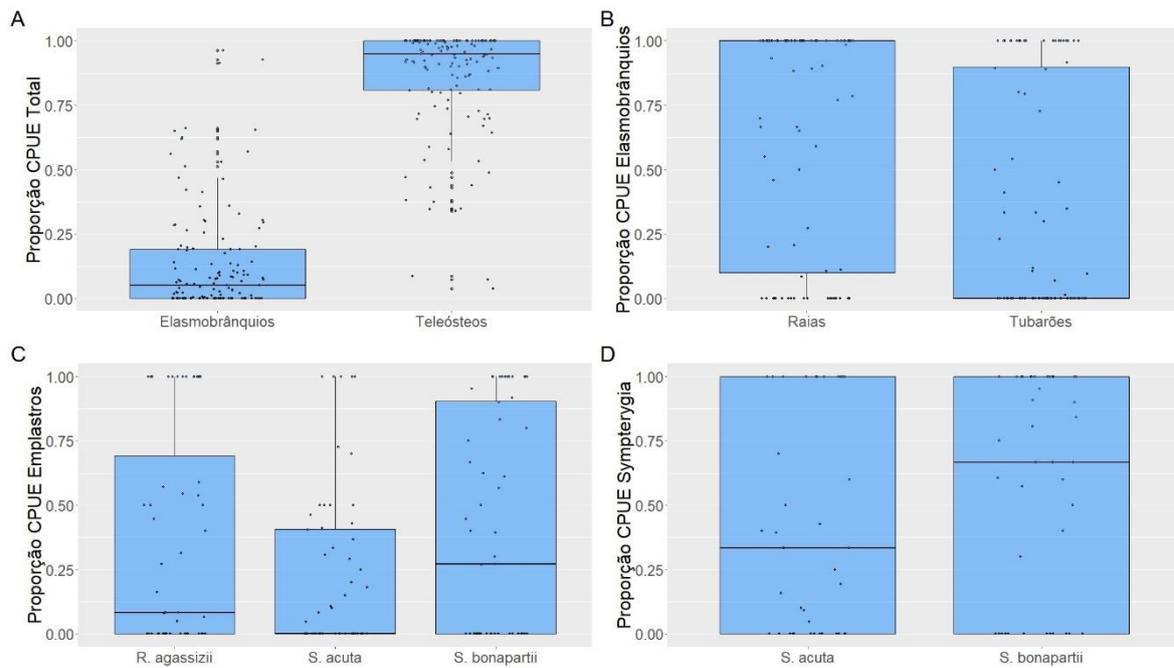


Figura 5. Proporção de CPUE de peixes teleósteos e elasmobrânquios em relação ao CPUE total (A), de raias e tubarões em relação ao CPUE de elasmobrânquios (B), de *R. agassizii*, *S. acuta* e *S. bonapartii* em relação ao CPUE de raias-emplastro (C) e de *S. acuta* e *S. bonapartii* em relação ao CPUE de reais do gênero *Sympterygia* (D).

Em relação ao grupo de raias-emplastro, as capturas de *R. agassizii* (35%), *S. acuta* (22%) e *S. bonapartii* (40%) não diferiram significativamente e apresentaram proporções de CPUE similares quando comparadas ao CPUE do grupo emplastros (Figura 4C). O mesmo resultado foi observado quando comparado a proporção de CPUE das espécies *S. acuta* (41%) e *S. bonapartii* (59%) em relação ao CPUE do grupo *Sympterygia* (Figura 4D).

Tabela 5. Proporção de CPUE para os diferentes grupos capturados pela frota de emalhe artesanal do município de Garopaba/SC para o ano de 2019.

Grupo	Proporção CPUE								
	<i>n</i>	Min	Máx	Q1	Med	Q3	\bar{x}	DP	
Teleósteos	135	0,04	1,00	0,81	0,95	^a	1,00	0,86	0,208
Elasmobrânquios	135	0,00	0,96	0,00	0,05	^b	0,19	0,14	0,208
Tubarões	87	0,00	1,00	0,00	0,00	^A	0,90	0,34	0,438
Raias	87	0,00	1,00	0,10	1,00	^B	1,00	0,66	0,437
Emplastros	168	0,00	1,00	0,00	0,07		0,59	0,32	0,397
<i>R. agassizii</i>	56	0,00	1,00	0,00	0,08	^{aa}	0,69	0,35	0,419
<i>S. acuta</i>	56	0,00	1,00	0,00	0,00	^{aa}	0,41	0,22	0,318
<i>S. bonapartii</i>	56	0,00	1,00	0,00	0,27	^{aa}	0,90	0,40	0,430
Sympterygia	82	0,00	1,00	0,00	0,50		1,00	0,50	0,430
<i>S. acuta</i>	41	0,00	1,00	0,00	0,33	^{AA}	1,00	0,41	0,420
<i>S. bonapartii</i>	41	0,00	1,00	0,00	0,67	^{AA}	1,00	0,59	0,420

* Letras diferentes representam diferença significativa entre os grupos ($p < 0,05$).

4.3. Esforço de Pesca

Os modelos BEZI Global e Melhor ajuste para *S. acuta* e *S. bonapartii* apresentaram valores de AICc bem distintos, sendo este último modelo com valores consideravelmente menores (Tabela 5). Desta maneira, optou-se pelo BEZI Melhor ajuste para se estimar e avaliar os parâmetros significativos para cada estrutura do modelo.

Tabela 6. Parâmetros para escolha do Modelo Aditivo Generalizado (GAM).

Espécie	Modelo	Parâmetros do modelo			GL	AICc
		<i>mu</i>	<i>sigma</i>	<i>nu</i>		
<i>S. acuta</i>	Global	m + ea + p	m + ea + p	m + ea + p	56	37,21
	Final	m + ea	m + p	ea	37	-15,65*
<i>S. bonapartii</i>	Global	m + ea + p	m + ea + p	m + ea + p	56	73,33
	Final	m + ea + p	ea + p	m + ea	44	28,34*

* Modelo selecionado com base no menor valor de Akaike corrigido (AICc).

** Variáveis explicativas: m = mês, ea = espécie-alvo e p = profundidade

*** Parâmetros do modelo GAM: *mu* = média da variável resposta (proporção de CPUE), *sigma* = variabilidade dos dados e *nu* = quantidade de zeros

Os resultados do BEZI Melhor ajuste evidenciaram que as variações da proporção média de CPUE (*mu*) de *S. acuta* foram relacionadas com as variáveis meses e espécie-alvo (Tabela 5). Os valores preditos de *mu* para o BEZI Melhor modelo foram extraídos e plotados contra as variáveis explicativas meses e espécie-alvo (Figura 5).

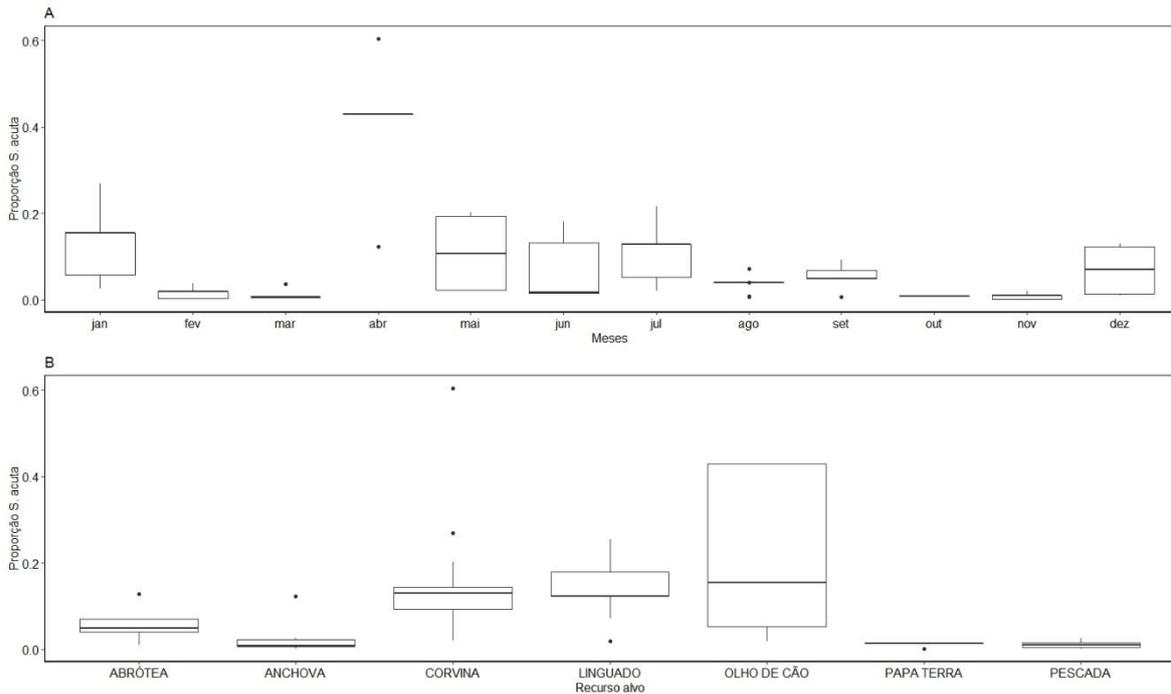


Figura 6. Efeitos parciais do parâmetro média da proporção de CPUE de *S. acuta* (μ) extraídos a partir do modelo aditivo generalizado (GAM) família beta para dados com zero inflados (BEZI) para as variáveis explicativas mês (A) e espécie-alvo (B).

Quando confrontadas com as capturas totais, as maiores proporções de *S. acuta* ocorreram nos meses de abril, maio, julho e janeiro, enquanto proporções moderadas foram registradas em junho, agosto, setembro e dezembro (Figura 5A).

As proporções de *S. acuta* foram mais acentuadas nas pescarias destinadas à captura de linguados, corvina e olho de cão, enquanto moderadas para abrótea e baixas para as demais espécies-alvo (Figura 5B).

A variância (σ) na série de dados por sua vez esteve relacionada com a covariável mês e profundidade, enquanto a frequência de zeros (ν) foi relacionada às espécies-alvo (Tabela 3).

Uma maior probabilidade de captura para *S. acuta* foi identificada para a pescaria Linguado, seguidos de nível moderado para Abrótea, Anchova e Corvina, e nível baixo para as espécies-alvo Olho de Cão, Papa Terra e Pescada, conforme demonstrado na Figura 6.

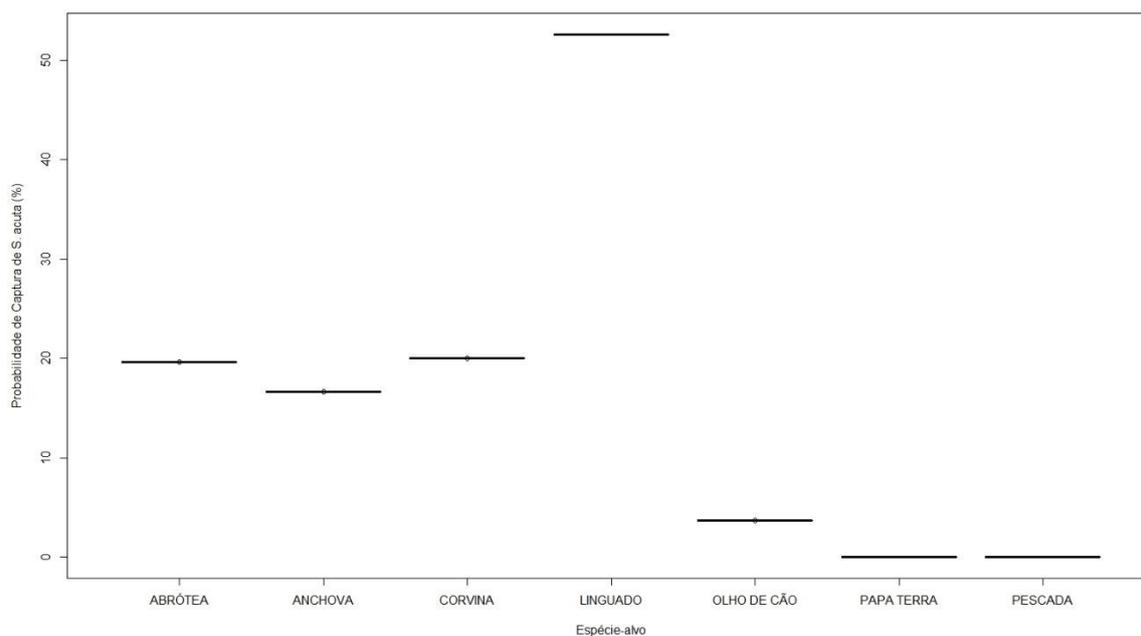


Figura 7. Efeitos parciais do parâmetro frequência de ocorrência ($I-nu$) para captura de *S. acuta* extraídos a partir do modelo aditivo generalizado (GAM) família beta para dados com zero inflados (BEZI) em relação à espécie-alvo.

Os resultados do BEZI Melhor ajuste evidenciaram que as variações da proporção média de CPUE (μ) de *S. bonapartii* foram relacionadas com as variáveis profundidade, meses e espécie-alvo (Tabela 5). Os valores preditos de μ para o BEZI Melhor modelo foram extraídos e plotados contra as variáveis explicativas profundidade, meses e espécie-alvo (Figura 7).

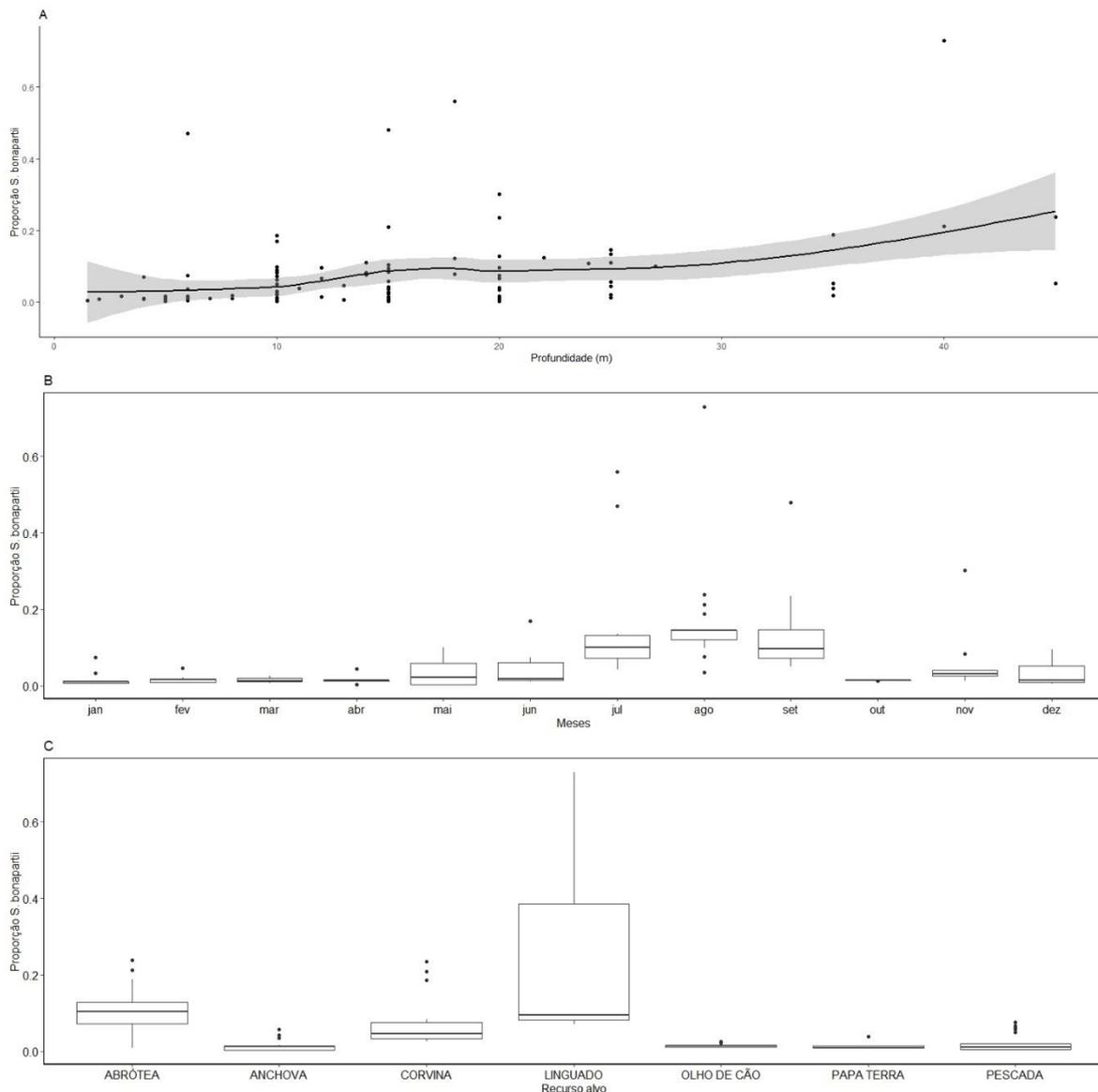


Figura 8. Efeitos parciais do parâmetro média da proporção de CPUE de *S. bonapartii* (μ) extraídos a partir do modelo aditivo generalizado (GAM) família beta para dados com zero inflados (BEZI) para as variáveis explicativas profundidade (A), mês (B) e espécie-alvo (C).

Maiores proporções de *S. bonapartii* foram evidenciadas próximo a 15 metros de profundidade e com tendência crescente a partir dos 25 metros (Figura 7A). Em relação à variável mês, ocorreram maiores proporções de captura nos meses de julho, agosto e setembro, enquanto proporções moderadas foram registradas em maio, junho, novembro e dezembro (Figura 7B).

As proporções de *S. bonapartii* foram mais acentuadas nas pescarias destinadas à captura de linguado e abrótea, enquanto moderadas para pescarias direcionadas à captura de corvina, e baixas para as demais espécies-alvo (Figura 7C).

A variância (σ) na série de dados por sua vez esteve relacionada com a covariável espécie-alvo e profundidade, enquanto a frequência de zeros (nu) foi relacionada às covariáveis mês e espécies-alvo (Tabela 5).

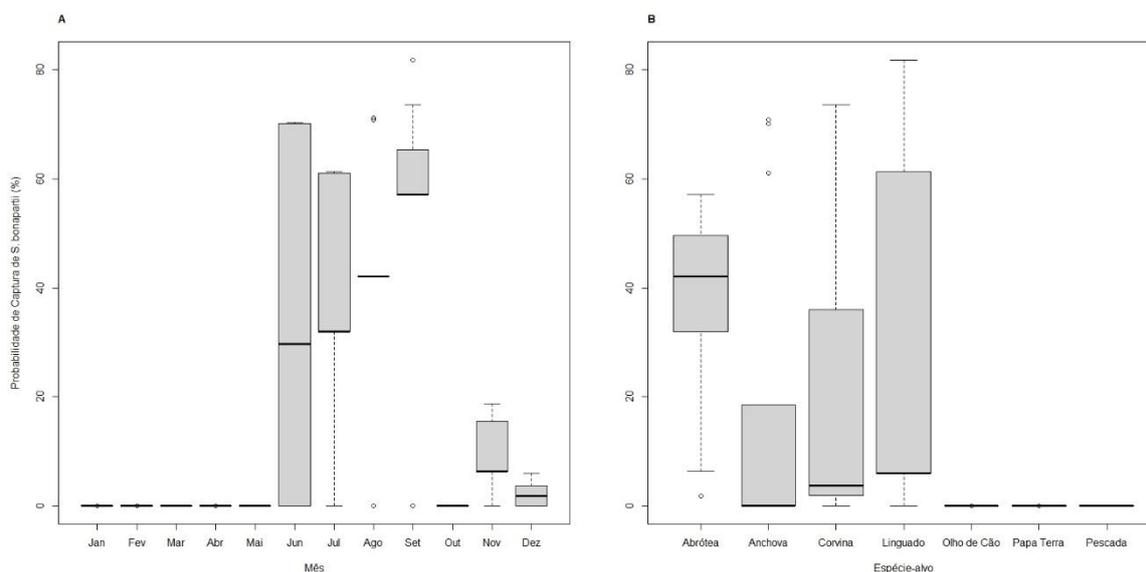


Figura 9. Efeitos parciais do parâmetro frequência de ocorrência ($1-nu$) para captura de *S. bonapartii* extraídos a partir do modelo aditivo generalizado (GAM) família beta para dados com zero inflados (BEZI) em relação ao mês (A) e espécie-alvo (B).

Alta probabilidade para captura de *S. bonapartii* foi identificada nos meses de junho, julho, agosto e setembro, seguidos de nível moderado em novembro e dezembro (Figura 8A). As pescarias direcionadas para os recursos alvo Abrótea e Linguado demonstraram alta probabilidade de captura de *S. bonapartii*, enquanto as direcionadas ao recurso Corvina apresentou nível moderado. As pescarias direcionadas os demais recursos apresentaram baixa probabilidade de captura de *S. bonapartii* (Figura 8B).

4.4. Áreas de pesca

Com base na espacialização dos valores preditos de proporção de CPUE do modelo GAM, é possível observar focos de captura de *S. acuta* em quatro regiões ao longo da área de estudo. Os padrões espaciais que indicam as áreas mais importantes de agregação de *S. acuta* estão localizados nas regiões noroeste, nordeste e sudeste da área de estudo, entre as latitudes 27,90°S e 28,11°S e longitudes 48,62°W e 48,46°W (Figura 9).

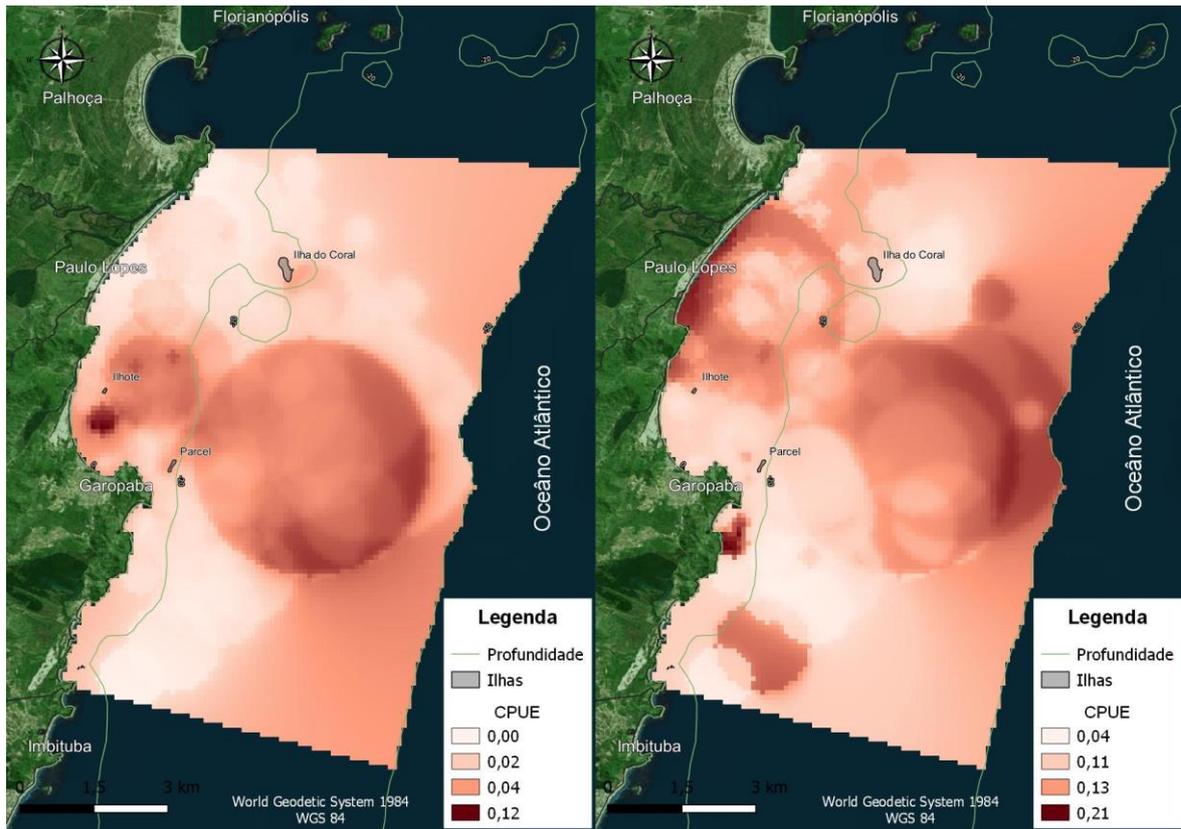


Figura 10. Valores de CPUE observados (A) e preditos (B) de *S. acuta* extraídos a partir do modelo aditivo generalizado (GAM) família beta para dados inflados com zero (BEZI) na zona costeira da região central da APABF durante o ano de 2019.

A primeira localizada ao norte do Ilhote entre o costão até a isóbata de 20 metros de profundidade, estendendo-se pela linha de costa da praia da Gamboa até a praia da Guarda do Embaú. A segunda região localizada em frente à praia do Siriú, porém mais afastada da costa, entre 25 e 50 metros de profundidade, estendendo-se à sudeste nestas profundidades. Observa-se o terceiro foco de capturas de *S. acuta* na porção sudeste da praia da Silveira, próximo ao costão. Por fim, à sudeste da praia da Ferrugem, entre 20 e 30 metros de profundidade também é possível observar um hotspot para esta espécie.

Para a espécie *S. bonapartii*, os valores preditos de proporção de CPUE indicam três regiões de agregação localizados nas regiões norte/nordeste, leste e sul/sudeste da área de estudo, entre as latitudes 27,92°S e 28,11°S e longitudes 48,62°W e 48,49°W (Figura 10).

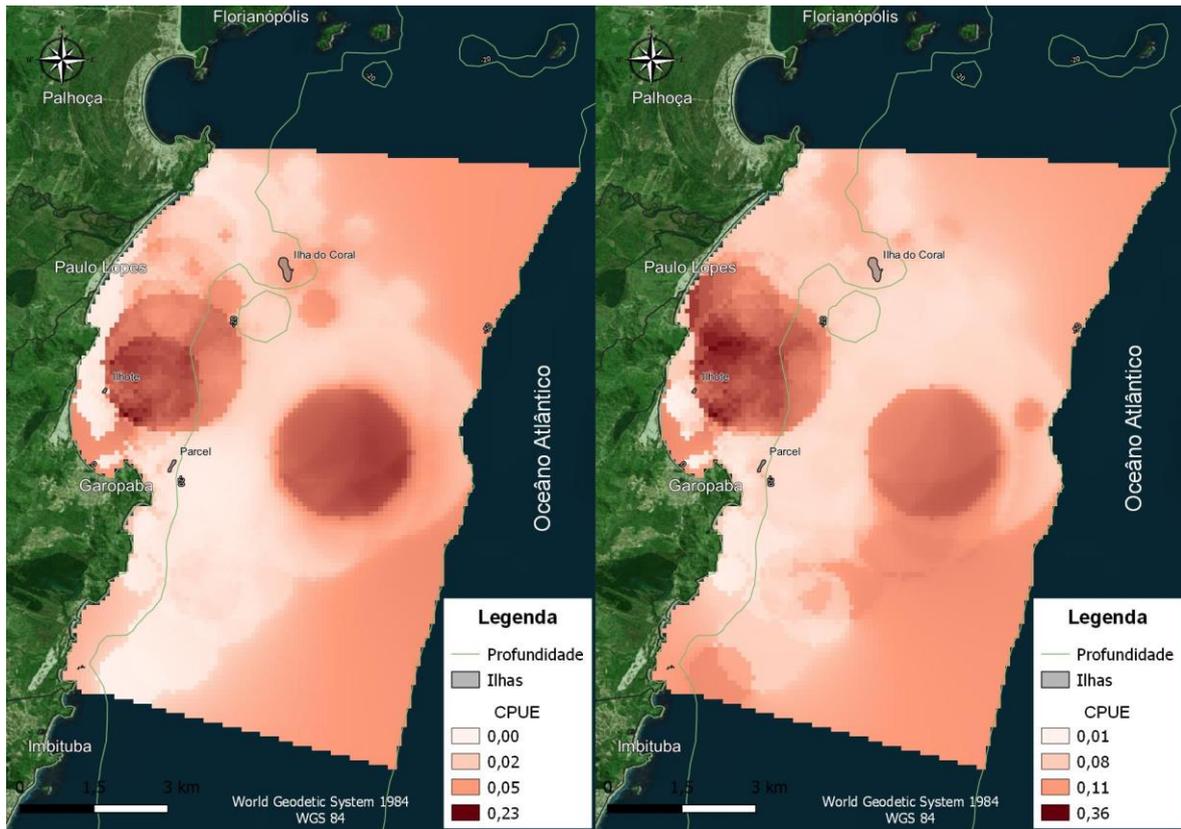


Figura 11. Valores de CPUE observados (A) e preditos (B) de *S. bonapartii* extraídos a partir do modelo aditivo generalizado (GAM) família beta para dados inflados com zero (BEZI) na zona costeira da região central da APABF durante o ano de 2019.

Os padrões com foco na captura de *S. bonapartii* podem ser observados primeiramente por fora do Ilhote, entre as porções sudeste e nordeste, com profundidades entre 5 e 25 metros, estendendo-se por toda a praia da Gamboa. A segunda região localizada por fora da praia de Garopaba, à leste do Parcel, entre as profundidades de 30 e 45 metros de profundidade. A terceira região está localizada mais afastada da costa, por toda região sudeste da área de estudo em profundidades acima dos 30 metros, estendendo-se ao sul por profundidades entre 0 e 25 metros.

5. DISCUSSÃO

A intermitência de programas de monitoramento e a falta de informações sobre a captura incidental em nível de espécie estão entre as principais dificuldades na elaboração de ações para a conservação e uso sustentável de elasmobrânquios ameaçados de extinção (ICMBIO, 2016). No Brasil, das 146 espécies marinhas de elasmobrânquios avaliadas, 37%

encontram-se ameaçadas, das quais 7 espécies (12%) são raias da ordem Rajiformes, a qual inclui as raias-emplastro do gênero *Sympterygia* e *Rioraja* (ICMBIOa, 2018).

Este estudo apresenta as primeiras análises do desembarque de raias-emplastro na região central da Área de Proteção Ambiental da Baleia Franca. Durante o curso de 17 meses de monitoramento (novembro de 2018 a março de 2020), foi possível registrar a ocorrência de 95 espécies de peixes marinhos presentes nos desembarques da frota de emalhe artesanal do município de Garopaba/SC, representadas por 6 espécies de tubarões e 12 espécies de raias. A diversidade de espécies observada reflete a importância do litoral centro-sul de Santa Catarina no ciclo biológico da fauna marinha costeira, assim como para a exploração destes recursos pela atividade pesqueira artesanal na região.

Como observado por Haimovici et al. (2006) na região sul do Brasil, em Garopaba, a pesca de emalhe foi direcionada para espécies demersais como corvina, linguados e pescadas. No entanto, a abrótea e olho-de-cão também compuseram com frequência a lista de recursos-alvo das pescarias de emalhe monitoradas.

5.1. Proporções de Captura

Através da análise das proporções de CPUE das pescarias de emalhe da frota artesanal de Garopaba, os elasmobrânquios demonstraram serem capturados significativamente em menor proporção quando comparados aos peixes teleósteos, e representaram em média 14% das proporções de CPUE monitoradas. Este valor é similar ao encontrado por Paiva et al. (1997) no estado de Santa Catarina, onde os elasmobrânquios representaram 12,7% das capturas da pesca artesanal entre os anos de 1980 e 1994.

Em relação as proporções de CPUE para o grupo de elasmobrânquios, as raias foram capturadas em maior proporção e representaram em média 66% das capturas quando comparadas aos tubarões. Os valores de elasmobrânquios observados para o município de Garopaba divergem dos observados por Chaves et al. (2019) para a pesca de emalhe artesanal nos limites dos estados de Paraná e Santa Catarina, onde os tubarões (50,7%) e raias (49,3%) compuseram proporções similares em relação ao total de elasmobrânquios desembarcados na Praia Central de Matosinhos/PR entre junho de 2009 e maio de 2010.

Embora as raias-emplastro *R. agassizii*, *S. bonapartii* e *S. acuta*, compuseram juntas 32,74% da biomassa de elasmobrânquios monitorada, quando comparadas suas proporções de CPUE em relação ao CPUE do grupo emplastros, não apresentaram diferença significativa, o que sugere que estas espécies são capturadas em proporções similares ao

longo da área de estudo. Esta realidade também foi observada apenas para as proporções de CPUE de *S. acuta* e *S. bonapartii* em relação ao CPUE do grupo *Sympterygia*.

O resultado de raias-emplastro encontrado nas análises de proporções diverge do observado por Pereyra (2017) no litoral norte do Uruguai e por De Queiroz (1986) ao longo da plataforma continental do Rio Grande do Sul, onde as raias *S. acuta* predominaram em abundância e biomassa sobre as raias *S. bonapartii*. Estes autores sugerem que a maior abundância e biomassa de *S. acuta* pode estar associada às interações competitivas por alimento, pois apresentam preferências alimentares semelhantes e sobreposição da área de distribuição em profundidades inferiores a 50 metros (PEREYRA, 2017; PIREZ, 1987; QUEIROZ, 1986).

No entanto, é importante destacar que o presente estudo traz uma análise ponderada pelo esforço de pesca empregado nas capturas, e ainda, a proporção deste CPUE em relação ao do próprio grupo de estudo. Desta forma, embora uma espécie possa ser mais abundante em relação à outra, quando comparadas a partir do esforço de pesca e em relação ao próprio grupo, a realidade apresenta-se diferente, o que sugere que no litoral centro-sul do estado de Santa Catarina, são anualmente capturadas em proporções semelhantes pela frota de emalhe artesanal até os 50 metros de profundidade.

5.2. Esforço de Pesca

Para identificar os fatores de esforço pesqueiro que explicam o padrão das capturas de raias-emplastro do gênero *Sympterygia* na zona costeira da região central da APABF, analisamos separadamente as proporções de CPUE e a probabilidade de captura (de não ser zero) para *S. acuta* e *S. bonapartii*.

Apenas os meses de fevereiro e outubro apresentaram baixas proporções de CPUE para *S. acuta*. Conforme Magrabaña et al. (2014), estes meses marcam a transição de importantes fases ontogenéticas para raias-emplastro, pois antecedem as atividades de desova e a eclosão de ovos.

Por outro lado, o período compreendido entre o outono e a primavera (abril a setembro) apresentou maiores proporções de CPUE para a espécie *S. acuta*. Este fato é preocupante, pois sobrepõe o período associado ao ciclo reprodutivo de raias do gênero *Sympterygia*, que apresentam atividade máxima de postura na primavera e de eclosão no verão, e dependem da sazonalidade imposta pelo ambiente costeiro para o sucesso no seu recrutamento (MAGRABAÑA, 2014).

Os meses de verão (dezembro e janeiro) também apresentaram capturas desta espécie e conforme observado por Magrabaña et al. (2014), estão associados a captura de neonatos provenientes do recrutamento iniciado nas estações anteriores.

As pescarias direcionadas à captura de abrótea, corvina e linguados, também apresentaram proporções de CPUE representativas para a espécie *S. acuta* e estão associadas as pescarias de inverno e primavera, assim como observado por Vieira (2014) no litoral norte do Rio Grande do Sul e por Chaves (2019) para raias do gênero *Pseudobatos* no litoral norte de Santa Catarina. Por outro lado, as capturas observadas para o olho-de-cão são específicas para a área de estudo e podem estar associadas à captura de neonatos de *S. acuta* durante a estação de verão, quando há maior frequência de pescarias direcionadas para o olho-de-cão.

As proporções de CPUE para a espécie *S. bonapartii* apresentaram um padrão bem definido, onde observa-se um incremento contínuo de captura a partir dos 10 metros de profundidade, com seu ápice entre os 15 e 19 metros. Este fato também foi observado por Vieira (2014) no litoral norte do Rio Grande do Sul e converge com os resultados encontrados por Meneses (1999) e Magrabaña (2002), cuja densidade média de *S. bonapartii* apresenta-se maior entre 10 e 20 metros de profundidade na Bahia de Samborombón na Argentina e águas costeiras do Uruguai respectivamente. Em concordância com estas observações, De Queiroz (1986) e Vooren (1997) observaram maiores abundâncias de *S. bonapartii* na plataforma continental do Rio Grande do Sul até a isóbata de 20 metros, que por sua vez, está associada ao ciclo reprodutivo da espécie, cuja época de acasalamento é definida entre as estações de inverno e primavera, seguido da época de postura de ovos compreendida entre as estações de primavera e verão, e de eclosão durante o verão (ESTALLES et al., 2017; PEREYRA, 2017; GALÍNDEZ et al., 2010).

Em relação aos meses, o início da captura desta espécie na área de estudo inicia-se no mês de maio (outono) e sofre incremento gradativo nos meses subsequentes até agosto (inverno), quando volta a reduzir em setembro (primavera). Em novembro e dezembro é possível observar um incremento pontual na captura de *S. bonapartii*, e assim como para sua espécie congênere *S. acuta*, pode estar associado à captura de neonatos recrutados durante o inverno e a primavera. Este fato sugere que as proporções de CPUE observadas para *S. bonapartii* a partir de maio estão relacionadas ao início do período de acasalamento de indivíduos maduros, estendendo-se até setembro com a postura de ovos.

Desta forma, a captura de indivíduos em fase reprodutiva pode estar relacionada sazonalmente com as pescarias de emalhe de fundo direcionada a peixes demersais como abrótea, corvina e linguados durante as estações de inverno e primavera, conforme

observado por Chaves et al. (2019) e Vieira (2014). Por outro lado, as capturas em menor proporção de indivíduos juvenis ocorre durante o início do verão (Figura 8), e conforme observado por Pereyra (2017), embora possam apresentar maior abundância, representam biomassa estável durante o verão.

5.3. Áreas de Pesca

A partir dos valores preditos extraídos do modelo GAM, foram elaborados os mapas preditivos de distribuição espacial da proporção de CPUE de raias-emplastro do gênero *Sympterygia*, e com isso, foi possível investigar as regiões onde podem ocorrer focos de capturas de raias-emplastro *S. acuta* e *S. bonapartii* ao longo da área de estudo.

As maiores proporções de CPUE para *S. acuta* foram preditas para região noroeste da área de estudo (a partir do centróide), localizada ao norte do Ilhote, com maior intensidade em menores profundidades da praia da Gamboa e Guarda do Embaú até a isóbata de 20 metros. A extensão ao longo desta região é caracterizada por possuir costões tanto ao sul quanto ao norte e faixas de areias entre estes extremos, que recebem aporte de nutrientes do Rio da Madre na porção ao norte próximo ao costão da Guarda do Embaú e do Rio Siriú na porção sul próximo ao costão da Gamboa, também conhecido como “Ponta do Faísca” pelos pescadores locais.

Na região sudoeste também é possível observar elevadas capturas de *S. acuta* abaixo dos 20 metros de profundidade, próximo ao costão na porção sul da praia da Silveira, e em menor intensidade, acima dos 20 metros em frente à praia da Ferrugem. Estas duas regiões podem ser influenciadas pelo aporte de nutrientes provenientes do escoamento fluvial através da Barra da Ferrugem.

Os valores de proporções de CPUE preditos para a espécie *S. bonapartii*, apresentam sobreposição com os observados para *S. acuta*, no entanto, na porção noroeste (a partir do centróide) mostram-se restritos à região ao norte do Ilhote e apenas até a praia da Gamboa, estendendo-se um pouco além da isóbata de 20 metros. Na porção sudoeste da área de estudo, capturas moderadas de *S. bonapartii* foram observadas em frente à praia do Ouvidor e a praia da Ferrugem até a isóbata de 50 metros.

Na porção leste da área de estudo, foram observados valores moderados para as capturas de raias-emplastro. A espécie *S. acuta* apresentou focos de captura entre o Parcel e a Ilha do Coral (denominado meia travessa) em profundidades acima dos 25 metros,

enquanto a espécie *S. bonapartii* apresentou focos de captura restritos no sentido sul, em frente ao Parcel entre 30 e 40 metros de profundidade.

As raias-emplastro do gênero *Sympterygia* têm preferência por habitar regiões costeiras até 20 metros de profundidade (MAGRABANA et al., 2002; MENESES, 1999; VOOREN, 1997; DE QUEIROZ, 1986), onde depositam suas cápsulas de ovos próximo a estuários durante o final da primavera e início do verão (ESTALLES, 2012; DÍAZ ANDRADE, 2010; VOOREN e KLIPPEL, 2005; MAGABRANA et al., 2002).

Estas raias possuem hábito alimentar bento-pelágico, com alto índice de especialização, cuja dieta alimentar é constituída por siris e peixes teleósteos (LE MOS, 2021). Regiões costeiras externas à estuários são conhecidas como áreas de presença de neonatos e juvenis durante o verão (MAGABRANA et al., 2014), que por sua vez, têm predominância por predação pequenos invertebrados, principalmente anfípodes, cumáceos e decápodes (BARBINI et al., 2018). Esta composição é semelhante entre diferentes localidades estudadas, o que sugere um padrão semelhante ao longo da sua área de distribuição (LE MOS, 2021; BARBINI, 2010; PAESCH, 2000).

A partição de nichos já foi evidenciada para espécies de raias simpátricas, e pode apresentar-se como uma estratégia para limitar a competição direta e favorecer sua coexistência e compartilhamento do mesmo nicho trófico (LE MOS, 2021).

Este fato pode estar associado as maiores proporções de CPUE de *S. acuta* e *S. bonapartii* serem identificadas em zonas costeiras ao longo da área de estudo, com foco em regiões próximo a costões rochosos e desembocadura de estuários, uma vez que a combinação destes fatores favoreça o sucesso do recrutamento destas espécies, pois proporcionam abrigo de predadores e farta alimentação para neonatos e juvenis de ambas as espécies, que compartilham o ambiente para seu desenvolvimento. Por outro lado, a captura de raias-emplastro na porção leste da área de estudo pode estar associada a pescarias realizadas em maiores profundidades, direcionadas à captura de abrótea e corvina durante a época de acasalamento.

6. CONCLUSÕES

O presente estudo investigou a dinâmica da captura incidental de raias-emplastro do gênero *Sympterygia* no litoral centro-sul do Estado de Santa Catarina, dentro dos limites da Área de Proteção Ambiental da Baleia Franca, utilizada pela frota pesqueira de emalhe

artesanal do município de Garopaba. Foi possível detectar a proporção e dinâmica espaço-temporal de captura das raias *Sympterygia acuta* e *Sympterygia bonapartii*. Para isto as seguintes conclusões são apresentadas:

- A proporção de peixes teleósteos captura pela frota de emalhe artesanal é superior quando comparada à captura de elasmobrânquios;
- A captura incidental ocorre de forma mais intensa sobre as raias quando comparada aos tubarões;
- A captura incidental de raias-emplastro *Rioraja agassizii*, *S. acuta* e *S. bonapartii* ocorrem em proporções iguais ao longo do ano;
- Os meses que compreendem o final da estação de outono e o início da primavera (abril a setembro) apresentam maior proporção de captura para raias adultas do gênero *Sympterygia*, durante as fases de acasalamento e postura de ovos;
- Durante o final da primavera e o início do verão ocorre proporções de captura moderada para raias-emplastro *Sympterygia*, associadas à captura de neonatos e juvenis recrutados nos meses anteriores;
- As pescarias direcionadas à linguados apresentam maior proporção e probabilidade de captura de raias-emplastro *S. acuta* e *S. bonapartii*;
- As pescarias direcionadas à abrótea apresentaram alta proporção e moderada probabilidade de captura para a espécie *S. acuta*, enquanto para a espécie *S. bonapartii* apresentaram alta proporção e probabilidade de captura;
- A captura incidental de raias-emplastro do gênero *Sympterygia* está associada a regiões próximas à desembocadura de estuários e costões rochosos, abaixo da isóbata de 20 metros ao longo da área de estudo;
- Existe um foco de captura de raias-emplastro mais afastado da costa, entre o Parcel e a Ilha do Coral, acima dos 25 metros de profundidade;
- As raias-emplastro do gênero *Sympterygia* são capturadas durante todas as estações do ano e em proporções similares, o que evidencia a coexistência e compartilhamento do mesmo nicho trófico ao longo da área de estudo.

As evidências aqui apresentadas oferecem pontos de referência para a compreensão da dinâmica da pesca artesanal na zona costeira de Garopaba/SC, e de como ela pode incidir sobre raias-emplastro do gênero *Sympterygia*, assim como sobre outras espécies costeiras

ameaçadas e também presentes de forma predominante neste estudo, como *Pseudobatos horkelli*, *Rioraja agassizii* e *Zapteryx brevirostris*, auxiliando assim na elaboração de estratégias de conservação destas espécies e de programas de gestão da pesca junto às comunidades pesqueiras que atuam na APABF.

REFERÊNCIAS

ARAGÃO, G. M. O.; KOTAS, J. E.; SPACH, H. L. Utilização de uma Área de Proteção Ambiental por uma comunidade de elasmobrânquios no Atlântico Sul Ocidental. **Boletim do Laboratório de Hidrobiologia**, vol. 30, pp. 1-18, 2020.

BARBINI, S. A.; SABADIN, D. E.; LUCIFORA, L. O. Comparative analysis of feeding habits and dietary niche breadth in skates: The importance of body size, snout length, and depth. **Reviews in Fish Biology Fisheries**, vol. 28, p. 625–636, 2018.

BARBINI, S. A. Ecología trófica de las rayas (Chondrichthyes, Rajidae) en el ecosistema costero bonaerense y uruguayo. Tese de Doutorado. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, **Universidad Nacional de Mar del Plata**. Mar del Plata, Buenos Aires. 2010.

BARTON, K. MuMIn: Multi-Model Inference. **R package**. 2022.

BASALLO, A. e ODDONE, M. C. Reproductive biology of the skates *Sympterygia acuta* Garman, 1877 and *S. bonapartii* Müller e Henle, 1841 (Chondrichthyes: Rajoidei) in south Brazil. **Neotropical Ichthyology**, v. 12, n. 4, p. 771-782, 2014.

BONFIL, R. Overview of world elasmobranch fisheries. Roma: **Food and Agriculture Organization**, 1994.

BOVCON, N. D.; COCHIA, P. D.; GÓRGORA, M. E.; GOSZTONYI, A. E. New records of warm-temperate water fishes in central Patagonian coastal waters (southwestern South Atlantic Ocean). **Journal of Applied Ichthyology**, vol. 27, p. 832-839, 2011.

CAMISÃO, M. L. A. A pesca da tainha *Mugil liza* com emalhe anilhado no Farol de Santa Marta, Laguna, Brasil. TCC do Curso de Engenharia de Pesca, **UDESC**, Laguna, 36p. 2015.

CASARINI, L. M. Dinâmica populacional de raias demersais do gênero *Atlantoraja* e *Rioraja* (Elasmobranchii, Rajidae) da costa sudeste e sul do Brasil. São Paulo: **IO-USP**, 2006, 206 p.

CARDOSO, L. G, BUGONI, L, MANCINI, P. L.; HAIMOVICI, M. Gillnet fisheries as a major mortality factor of Magellanic penguins in wintering areas. **Marine Pollution Bulletin**, vol. 62, p. 840- 844, 2011.

CARDOSO, L. G; HAIMOVICI, M. Caracterização tecnológica, social, econômica e ecológica da atividade pesqueira sediada em passo de torres, Santa Catarina, Brasil. São Paulo: **Boletim do Instituto de Pesca**, vol. 37, n. 3, p. 275–288, 2011.

CARDOSO, L. G.; HAIMOVICI M. Aspectos sociais e ecológicos da pesca costeira baseada em Passo de Torres, Santa Catarina, Brasil. In: HAIMOVICI, M.; FILHO, J. M. A.; SUNYE, P. S. (Eds.). A pesca marinha e estuarina no Brasil: Estudos de caso multidisciplinares. Rio Grande: Editora FURG, 2014. p. 29-40.

CHAVES, P. T. C.; ALMEIDA, M. P.; PLATNER, M. Tubarões e raias como captura incidental na pesca artesanal do litoral do Paraná: Condição reprodutiva e variações sazonais na composição de captura e abundância. Fortaleza: Arquivos de Ciências do Mar. vol. 52, n. 2, p. 7-23, 2019.

COMPAGNO, L. J. V. Alternative life-history styles of cartilaginous fishes in time and space. **Environmental Biology of Fishes**, vol. 28, pp. 33-75, 1990.

DAVIDSON, L. N. K.; KRAWCHUK, M. A.; DULVY, N. K. Why have global shark and ray landings declined: improved management or overfishing. **Fish and Fisheries**, 2015.

DE-QUEIROZ, E. L. Co-ocorrência entre *Sympterygia acuta* Garman, 1877 e *Sympterygia bonapartii* Müller y Henle, 1841 (Elasmobranchii, Rajiformes) espécies endêmicas e simpátricas na plataforma continental do Rio Grande do Sul - Brasil. **Brazilian Journal of Biology**, vol. 55, n. 2, p. 293-303, 1995.

DE QUEIROZ, E. L. Estudo comparativo da alimentação de *Sympterygia acuta* Garman, 1877 e *S. bonapartei* Muller e Henle, 1841 (Pisces: Rajiformes) com relação a: Distribuição, abundância, morfologia e reprodução nas águas litorâneas do Rio Grande do Sul – Brasil. Dissertação de Mestrado Científico em Oceanografia Biológica, **Fundação Universidade do Rio Grande**, Rio Grande, Brasil. 137pp. 1986.

DÍAZ-ANDRADE, M. C.; GALÍNDEZ, E. J.; LÓPEZ-CAZORLA, A.; ESTECONDO, S. Ovarian folliculogenesis in the smallnose fanskate *Sympterygia bonapartii* (Müller e Henle, 1841) (Chondrichthyes, Rajidae). **International Journal of Morphology**, v. 29, n. 1, p. 174-181, 2011.

DÍAZ-ANDRADE, M. C. Morfofisiología de la biología reproductiva de las especies del género *Sympterygia* que habitan el estuario de Bahía Blanca. Tese de Doutorado. Departamento de Biología, Bioquímica y Farmacia, **Universidad Nacional del Sur**, Bahía Blanca, Buenos Aires, Argentina. 243pp. 2010.

DÍAZ-ANDRADE, M. C.; GALÍNDEZ, E.; ESTECONDO, S. The ovary of the bignose fanskate *Sympterygia acuta* Garman, 1877 (Chondrichthyes, Rajidae) in the Bahía Blanca estuary, Argentina: Morphology and reproductive features. **Brazilian Journal of Biology**, vol. 69, n. 2, p. 405-413, 2009.

DULVY, N. K.; BAUM, J. K.; CLARKE, S.; COMPAGNO, L. J. V.; CORTES, E.; DOMINGO, A.; FORDHAM, S.; FOWLER, S.; FRACIS, M. P.; GIBSON, C.; MARTINEZ, J.; MUSICK, J. A.; SOLDI, A.; STEVENS, J. S.; VALENTI, S. 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**, vol. 18, p. 459-482, 2008.

DULVY, N. K.; FOWLER, S. L.; MUSICK, J. A.; CAVANAGH R. D.; KYNE, P. M.; HARRISON, L. R.; et al. Extinction risk and conservation of the world's sharks and rays. **Elife**, 2014.

ESTALLES, M. L.; PERIER M. R.; EDGARDO E. G. Reproductive biology of *Sympterygia bonapartii* (Chondrichthyes: Rajiformes: Arhynchobatidae) in San Matías Gulf, Patagonia, Argentina. Buenos Aires: **Neotropical Ichthyology**, vol. 15, n. 1, 2017.

FILARDI, A. C. F. Diagnóstico da pesca artesanal marinha do município de Garopaba (SC): Potencialidades e obstáculos para a gestão adaptativa para o ecodesenvolvimento. Dissertação de Mestrado, Geografia, **UFSC**. 257p.

FERREIRA, E.; VOOREN, C. M.; PERES, M. B. Relatório sobre a análise de dados pretéritos de cruzeiros de pesquisa referente ao termo de referência No 134380. **Relatório técnico não publicado**, 2010.

GALÍNDEZ, E. J.; DÍAZ-ANDRADE, M. C.; AVACA, M. S.; ESTECONDO, S. Morphological study of the oviductal gland in the smallnose fanskate *Sympterygia bonapartii* (Müller and Henle, 1841) (Chondrichthyes, Rajidae). **Brazilian Journal of Biology**, vol. 70, n. 2, p. 325-333, 2010.

GULLAND, J. A. Catch per unit of effort as a measure of abundance. **Conseil Permanent International pour l'Exploration de la Mer**, vol. 155, p. 8-14, 1964.

HAMLETT, W. C. **Reproductive Biology and Phylogeny of Chondrichthyes: Sharks, batoids and chimaeras**. Enfield: Science Publishers, 2005. 562 p.

HOENIG, J. M.; GRUBER, S. H. Life history patterns in the elasmobranchs: implications for fisheries management. In: PRATT, H. L.; GRUBER, S. H.; TANUICHI, T. (Eds.). **Elasmobranchs as living resources: Advances in the biology, ecology, systematics and the status of the Fisheries**. Seattle: National Oceanic and Atmospheric Administration, 1990. p. 1-16.

ICMBIO. Sumário Executivo do Plano de Ação Nacional para a conservação dos Tubarões e Raias Marinhos Ameaçados de Extinção. Brasília: **Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade**, 8 pp, 2016.

ICMBIO. Livro Vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção. Brasília: **Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade**, vol. 6. 1235 pp, 2018.

ICMBIO. Plano de manejo: Área de Proteção Ambiental da Baleia Franca. Brasília: **Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade**. 94 p. 2018.

KORMANIK, G. A. Ionic and osmotic environment of developing elasmobranch embryos. **Environmental Biology of Fishes**, vol. 38, n. 1-3, p. 223-240, 1993.

LANDIM, P. M. B; STURARO, J. R. Krigagem indicativa aplicada à elaboração de mapas probabilísticos de riscos. **Texto Didático**, vol. 6, 19 pp, 2002.

LAST, P.; WHITE, W.; DE CARVALHO, M.; SÉRET, B.; STEHMANN, M.; NAYLOR, G. Rays of the World. **CSIRO Publishing**, 2016.

LEMO, L. L. Espécies simpátricas sobrepõem nicho? Análise da dieta e nicho trófico de quatro espécies de raias endêmicas da América do Sul Subtropical. Tese de Mestrado em Ecologia. **Universidade Federal de Santa Catarina**, Florianópolis, Brasil. pp. 45. 2021.

- MABRAGAÑA, E.; LUCIFORA, L. O.; MASSA, A. M. The reproductive ecology and abundance of *Sympterygia bonapartii* endemic to the south-west Atlantic. **Journal of Fish Biology**, vol. 60, n. 4, p. 951-967, 2002.
- MABRAGAÑA, E.; LUCIFORA, L. O.; CORBO, M. de L.; ASTARLOA, J. M. D. Seasonal reproductive biology of the bignose fanskate *Sympterygia acuta* (Chondrichthyes, Rajidae). **Estuaries and Coasts**. 12p. 2014.
- MARQUES, R. A. Raias desembarcadas pela pesca artesanal no estado do Rio de Janeiro: Proposição de uma nova estratégia de monitoramento. Dissertação de Mestrado em Biodiversidade e Biologia Evolutiva, **Universidade Federal do Rio de Janeiro**, Rio de Janeiro, Brasil. 142pp. 2014.
- MASSA, A.; LAMILLA, J. *Sympterygia bonapartii*. **The IUCN Red List of Threatened Species**, 2004.
- MASSA, A. M.; HOZBOR, N. M.; COLONELLO, J. Situación actual y avances en el estudio de los peces cartilaginosos. Mar del Plata: **INIDEP**, n. 57, 2004.
- MASSA, A.; HOZBOR, N. *Sympterygia acuta*: **The IUCN Red List of Threatened Species**, 2004.
- MAZZOLENI, R. C.; SCHWINGEL, P. R. Elasmobranch species landed in Itajaí harbor, southern Brazil. **Notas Técnicas FACIMAR**, vol. 3, p. 111-118, 1999.
- MCEACHRAN, J. D.; MIYAKE, T. Zoogeography and bathymetry of skates (Chondrichthyes, Rajoidei). In: PRATT, H. L.; GRUBER, S. H.; TANUICHI, T. (Eds.). **Elasmobranchs as living resources**: Advances in the biology, ecology, systematics and the status of the Fisheries. Seattle: National Oceanic and Atmospheric Administration, 1990. p. 305-326.
- MCEACHRAN, J. D. Revision of the South American skate genus *Sympterygia* (Elasmobranchii: Rajoiformes). **Copeia**, vol. 4, p. 867-890, 1982.
- MENESES, P. Distribución espacio-temporal y abundancia de los elasmobranquios en el Río de la Plata exterior y zona costera atlántica uruguaya. In: ARENA, G. e REY, M. (eds). **Estudios realizados sobre los elasmobranquios dentro del Río de la Plata y la Zona Común de Pesca Argentino-Uruguaya en el marco del "Plan de Investigación Pesquera"**. 1999. p. 38-73.
- MENNI, R. C.; STEHMANN, M. Distribution, environment and biology of batoid fishes off Argentina, Uruguay and Brazil. Buenos Aires: **Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales**, vol. 2, n.11, pp. 69-109, 2000.
- MESA, G.; ANNUNZIATELLIS, A.; FILIDEI JR, E.; FORTUNA, C. M. Bycatch of Myliobatid rays in the Central Mediterranean Sea: the influence of spatiotemporal, environmental, and operational factors as determined by generalized additive modeling. **Marine and Coastal Fisheries**, vol. 8, n. 1, p. 382-394, 2017.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Projeto Áreas Marinhas e Costeiras Protegidas – GEF Mar. Disponível em: <<https://antigo.mma.gov.br/areas-protegidas/programas-e-projetos/projeto-gef-mar.html>>. Acesso em: 02 de fev. de 2022.

MIRANDA, L. V.; VOOREN, C. M. Captura e esforço da pesca de elasmobrânquios demersais no sul do Brasil nos anos de 1975 a 1997. **Frente Marítimo**, n. 19, p. 217-231, 2003.

MONTEIRO-NETO, C.; TUBINO, R. A.; MORAES, L. E. S.; NETO, J. P. M.; ESTEVES, G. V.; FORTES, W. L. Associações de peixes na região costeira de Itaipu, Niterói, RJ. Iheringia: **Série Zoologia**, vol. 98, p. 50–59, 2008.

PAESCH, L. Hábitos alimentarios de algunas especies de elasmobranquios en el frente oceánico del Río de La Plata. **Frente Marítimo**, vol. 18, p. 71–90, 2000.

PEREYRA M. I. Biología reproductiva y estructura poblacional de *Sympterygia acuta* y *S. bonapartii* (Chondrichthyes, Rajoidei) en la zona costera de Punta del Diablo (Rocha, Uruguay). Tese de Mestrado em Ciências Biológicas. **Universidad de la Republica**. 100 p. 2017.

PIREZ, A. M. S. The contribution of isopods in the feeding of *Sympterygia* spp (Pisces, Rajidae) with a description of *Ancinus gaucho* sp. n. (Isopoda: Sphaeromatidae). **Boletim do Instituto Oceanográfico**, vol. 35, p. 115-122, 1987.

POLLOM, R., BARRETO, R., CHARVET, P., CUEVAS, J.M., FARIA, V., HERMAN, K., MARCANTE, F., MONTEALEGRE-QUIJANO, S., MOTTA, F., PAESCH, L. & RINCON, G. *Rioraja agassizii*. **The IUCN Red List of Threatened Species**, 2020.

PULITA, C. Caracterização da pesca artesanal no Farol de Santa Marta. TCC Ciências Biológicas. Tubarão: **UNISUL**, 75 p. 2013.

R Core Team. R: A language and environment for statistical computing. Vienna: **R Foundation for Statistical Computing**. 2020.

RIGBY, R. A.; STASINOPOULOS, D. M. Generalized additive models for location, scale and shape, (with discussion). **Applied Statistics**, vol. 54, p. 507-554, 2005.

RODRIGUES-FILHO, L. F., D. PINHAL, D. SODRÉ, AND M. VALLINOTO. 2012. Shark DNA Forensics: Applications and Impacts on Genetic Diversity. **Analysis of Genetic Variation in Animals**, p. 269–286, 2012.

SANTOS, G. L. dos; BASTOS, J. M. Pesca no litoral de Santa Catarina: Da pequena produção mercantil a maior produtor de pescados de origem marinha do Brasil. Florianópolis: **UFSC**, 129 pp. 2019.

SUNYE, P. S. A pesca na Área de Proteção Ambiental da Baleia Franca. In: ICMBIO. Plano de manejo: Área de Proteção Ambiental da Baleia Franca. Brasília: **Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade**. 11 p. 2018.

UNIVALI. Projeto de Monitoramento da Atividade Pesqueira no Estado de Santa Catarina PMAP-SC: Relatório técnico 04. Itajaí: **Centro de Ciências Tecnológicas da Terra e do Mar**, 2018.

UNIVALI. Projeto de Caracterização Socioeconômica da Atividade de Pesca e Aquicultura - PCSPA. Itajaí: **Centro de Ciências Tecnológicas da Terra e do Mar**, 2015.

UNIVALI. Boletim estatístico da pesca industrial de Santa Catarina – ano 2012. Itajaí: **Centro de Ciências Tecnológicas da Terra e do Mar**, vol. 13, n. 1, p. 1-66, 2013.

VASCONCELLOS, M.; HAIMOVICI M.; RAMOS, K. Pesca de emalhe demersal no sul do Brasil: Evolução, conflitos e (des) ordenamento. In: HAIMOVICI, M.; FILHO, J. M. A.; SUNYE, P. S. (Eds.). A pesca marinha e estuarina no Brasil: Estudos de caso multidisciplinares. Rio Grande: **Editora FURG**, 2014. p. 29-40.

VIEIRA, B. L. Captura de elasmobrânquios por botes de pesca no litoral norte do Rio Grande do Sul, Brasil: Verão de 2013/2014. Monografia em Ciências Biológicas. Imbé: **Universidade Federal do Rio Grande do Sul**. 90 p. 2014.

VOOREN, C. M. Demersal elasmobranchs. In: SEELIGER, U.; ODEBRECHT, C.; CASTELLO, J. P. (Eds.). **Subtropical Convergence Environments**: The coast and sea in the Southwestern Atlantic. Heidelberg: SpringerVerlag, 1997. 341 p.

VOOREN, C. M. e KLIPPEL, S. **Ações para a conservação de tubarões e raias no sul do Brasil**. Igaré, Porto Alegre, Brasil. pp 261. 2005.

WALKER, T. I. Reproduction in fisheries science. In: HAMLETT, W. C. (Eds.). **Reproductive Biology of Chondrichthyes**: Sharks, batoids and chimaeras. Enfield: Science Publishers, p. 81-127, 2005.

YULIANTO, I.; BOOTH, H.; NINGTIAS, P.; KARTAWIJAYA, T.; SANTOS J., SARMINTOHADI, et al. Practical measures for sustainable shark fisheries: Lessons learned from an Indonesian targeted shark fishery. **PLOS ONE**, vol. 13, n. 11, 2018.

APÊNDICE A – FORMULÁRIO DE ENTREVISTA PESQUEIRA

Modelo: 2018/1



AMOSTRADOR: _____ DATA AMOSTRAGEM: ____/____/____

LOCAL ENTREVISTA: _____ INDICE Nº _____

MODALIDADE: REDES DE EMALHE (ARTESANAL)

Embarcação:		Mestre:		Armador:			
Petrecho: Fundo () Caceio () N° lances _____ Superfície () Meia Água () Toda Coluna ()							
Data/Horário saída:		Data/Horário chegada:		Hora inicial despesca:	Hora final despesca:		
Área de Pesca (norte/sul):				Profundidade (m): min: _____ máx: _____			
1	Tipo de rede (espécie-alvo)	Quantidade de redes/panos	Comprimento da rede/pano entalhado (m)	Altura da rede/pano (m)	Comprimento total da rede entalhada (m)	Tamanho da malha (mm)	Material/ N° do fio
2							
3							
Obs: _____							

Captura total (estocado ou rejeitado)	(kg)	Captura total (estocado ou rejeitado)	(kg)	Captura total (estocado ou rejeitado)	(kg)
Abrótea-verdadeira		Cocoroca		Peixe Galo Prata	
Anchova		Emplastro Pintado / Marcela		Peixe Porco	
Bagre Branco		Emplastro Amarelo		Pescada Amarela	
Bagre Marinho		Emplastro Bicudo		Pescada Bembeca/Real	
Betara / Papa-terra		Garoupa		Pescada Branca	
Bicuda		Goete		Pescada Olhuda / Maria-Mole	
Bonito Pintado		Gordinho		Raia Beijo-de-Boi	
Budião		Guaivira		Raia -Manteiga	
Buriquete		Lanceta		Raia Santa	
Cabrinha		Linguado Areia		Raia-Sapo	
Cação Anjo-Liso		Linguado Branco		Raia Viola	
Cação Anjo-Espinhoso		Linguado Vermelho		Robalo	
Cação Bagre		Mangaba		Serrinha	
Cação Banjo		Maria Luiza		Sororoca	
Cação Frango / Rola-Rola		Marimbau			
Cação Mangona		Miracéu			
Cação Martelo-Entalhado		Olho de Cão/Olho Vermelho			
Cação Martelo-Liso		Oveva			
Calhau		Palombeta			
Cangulo		Pampo			
Carapeba		Pampo Amarelo			
Corvina/Cascote		Paru			
Castanha		Peixe Espada			
Cavala		Peixe Galo			

Capturas incidentais de tartarugas marinhas: não () sim () Quantidade: _____

Capturas incidentais de mamíferos marinhos: não () sim () Quantidade: _____

Capturas incidentais de aves marinhas: não () sim () Quantidade: _____

APÊNDICE B – PROPORÇÃO DE CPUE OBSERVADO DE *Sympterygia acuta*

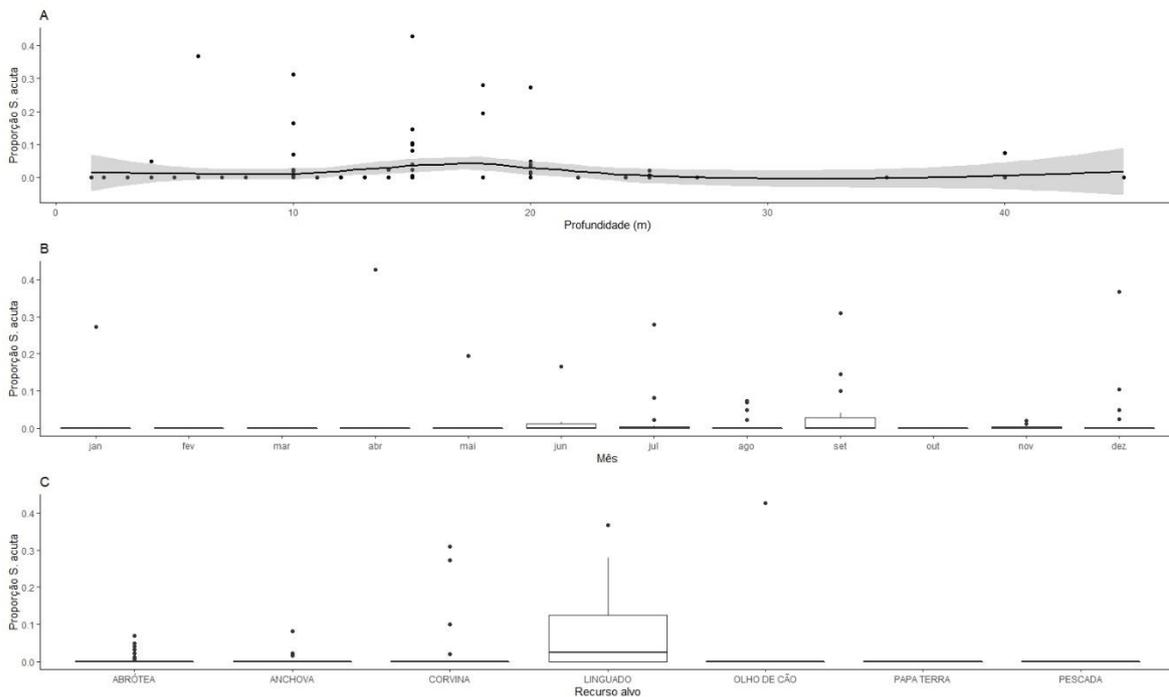


Figura 12. Proporção de CPUE de *Sympterygia acuta* em relação a CPUE total em função da profundidade (A), mês (B) e espécie-alvo (C) nas pescarias da frota de emalhe artesanal do município de Garopaba.

* A linha em (A) corresponde a curva ajustada aos pontos de observacionais.

Pode-se observar uma variação da captura de *S. acuta* em relação a profundidade (Figura 11A). Uma baixa proporção de *S. acuta* foi registrada em profundidades entre 0 e 10 metros, sendo que os valores aumentaram entre os 10 e 20 metros, decaindo novamente de 20 até 40 metros.

Tal comportamento dos dados gerou um ajuste não linear entre as variáveis. Neste caso, assume-se, segundo Zuur et al. (2009), que modelos generalizados aditivos (GAMs) sejam adequados para se estimar as relações não lineares entre *S. acuta* e profundidade.

APÊNDICE C – PROPORÇÃO DE CPUE OBSERVADO DE *Sympterygia bonapartii*

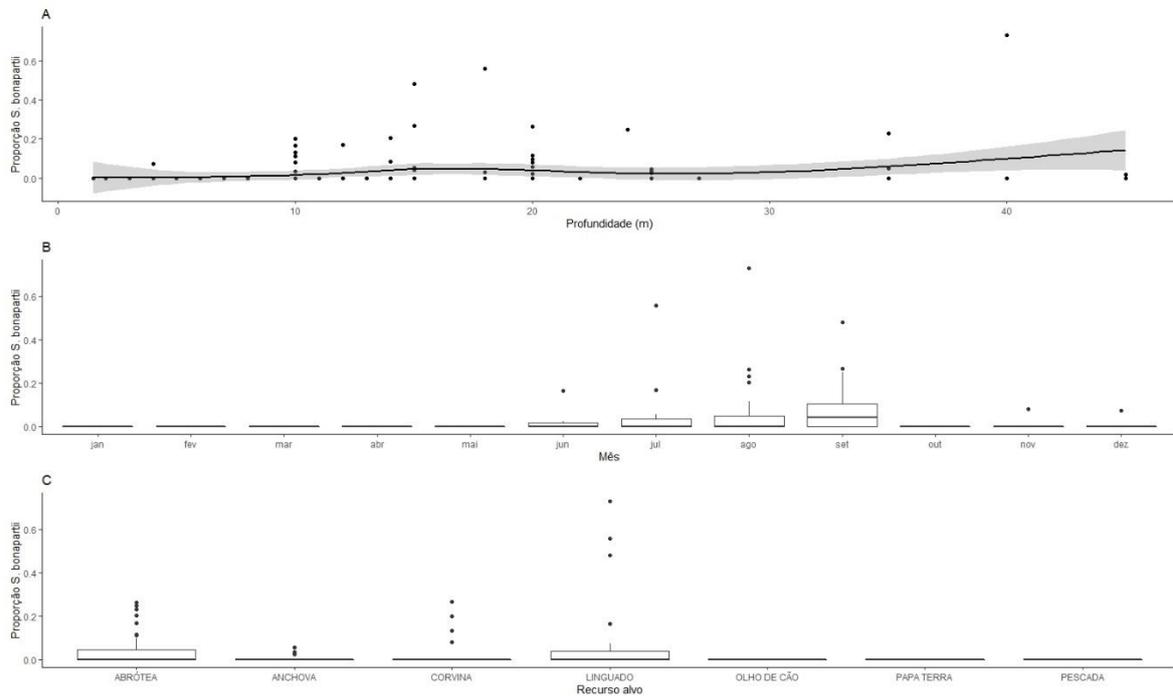


Figura 13. Proporção de CPUE de *Sympterygia bonapartii* em relação a CPUE total em função da profundidade (A), mês (B) e espécie-alvo (C) nas pescarias da frota de emalhe artesanal do município de Garopaba.

* A linha em (A) corresponde a curva ajustada aos pontos de observacionais

Para *S. bonapartii*, uma maior proporção na captura pode ser observada em profundidades entre 10 e 20 metros, decaindo entre 20 e 30 e voltando a crescer acima dos 30 metros (Figura 12A).

APÊNDICE D – FREQUÊNCIA TOTAL DE VALORES DA PROPORÇÃO DE CPUE PARA *Sympterygia acuta*

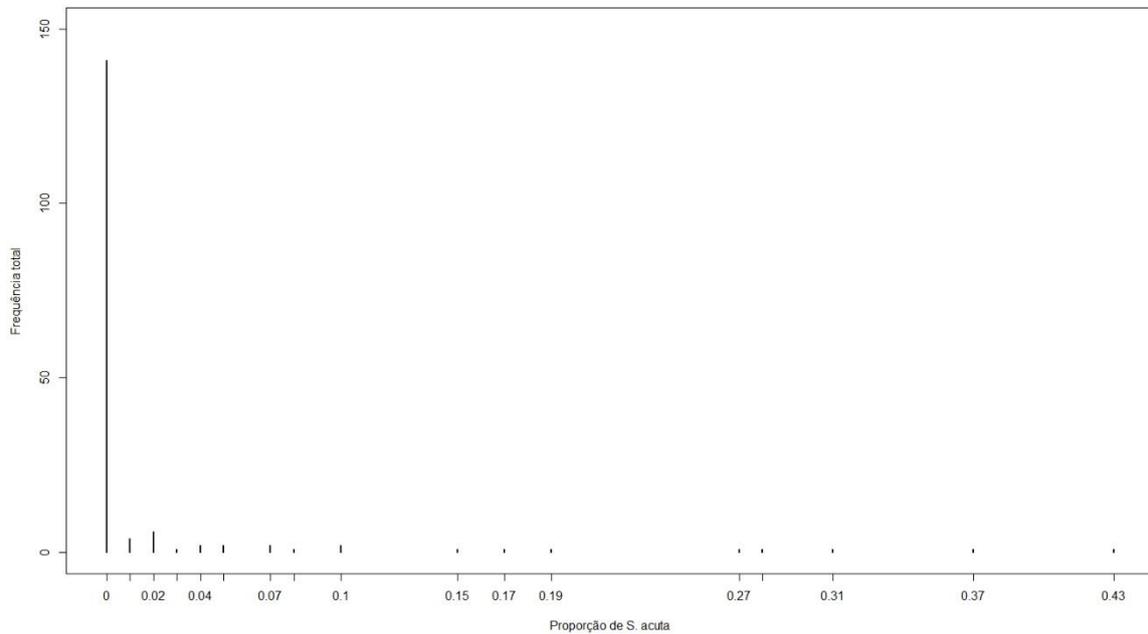


Figura 14. Frequência total de valores da proporção de CPUE para *S. acuta* nas capturas totais das pescarias da frota de emalhe artesanal do município de Garopaba/SC.

Em grande parte das amostragens na área de estudo não houve captura de *S. acuta*. Desta forma, a série de dados apresentou elevada frequência total de zeros (Figura 13). A presença massiva de zeros na série de dados é uma característica importante, a qual requer o uso de modelos zero inflacionados (Zuur et al. 2009).

APÊNDICE E – FREQUÊNCIA TOTAL DE VALORES DA PROPORÇÃO DE CPUE PARA *Sympterygia bonapartii*

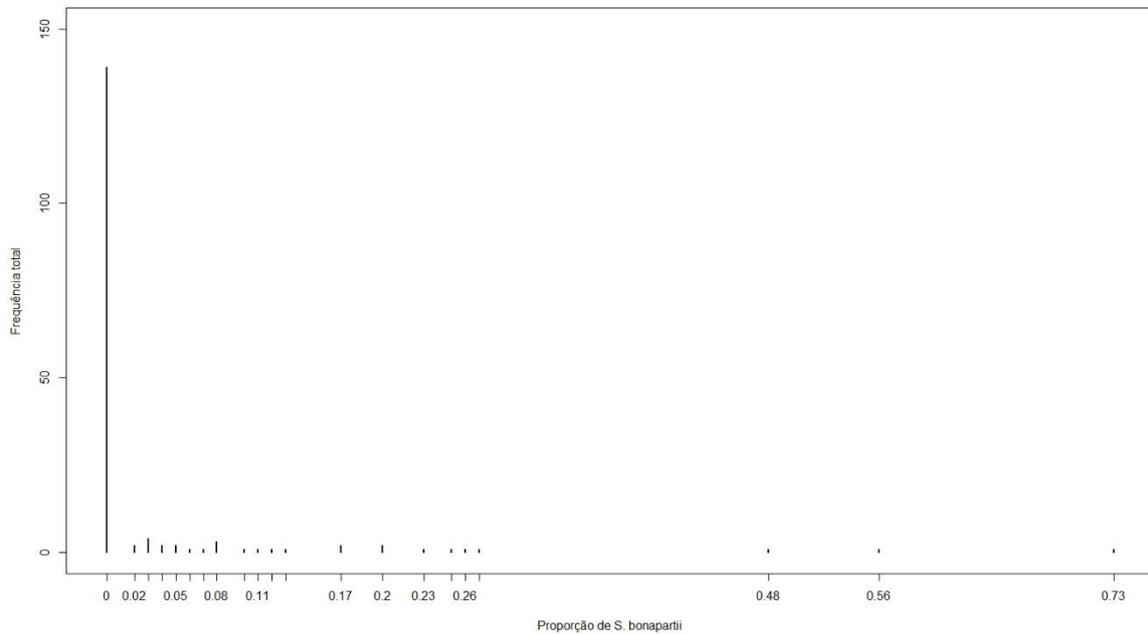


Figura 15 Frequência total de valores da proporção de CPUE para *S. bonapartii* nas capturas totais das pescarias da frota de emalhe artesanal do município de Garopaba/SC.

Assim como observado para *S. acuta*, houve representativas viagens de pesca com ausência de captura da espécie *S. bonapartii* (Figura 14). Dessa forma, também foi utilizado o modelo com família zero inflacionados para esta espécie (Zuur et al. 2009).

**APÊNDICE F – RESÍDUOS PONDERADOS DO MODELO GAM PARA
*Sympterygia acuta***

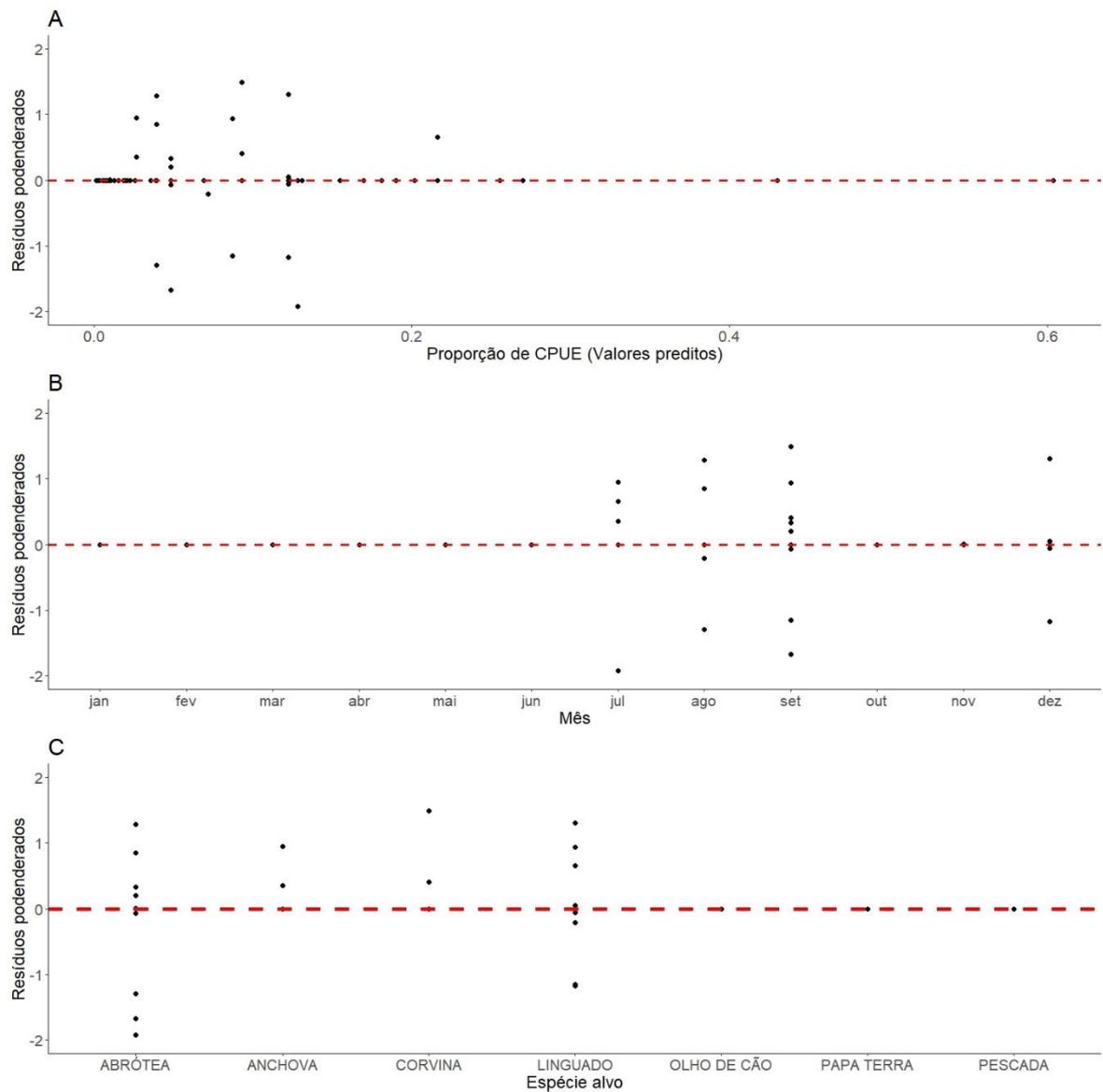


Figura 16. Resíduos ponderados do modelo GAM em função dos valores preditos (A) e das covariáveis mês (B) e espécie alvo (C) da proporção de CPUE de *S. acuta* em relação ao CPUE total das pescarias de emalhe no município de Garopaba/SC para o ano de 2019.

**APÊNDICE G – RESÍDUOS PONDERADOS DO MODELO GAM PARA
*Sympterygia bonapartii***

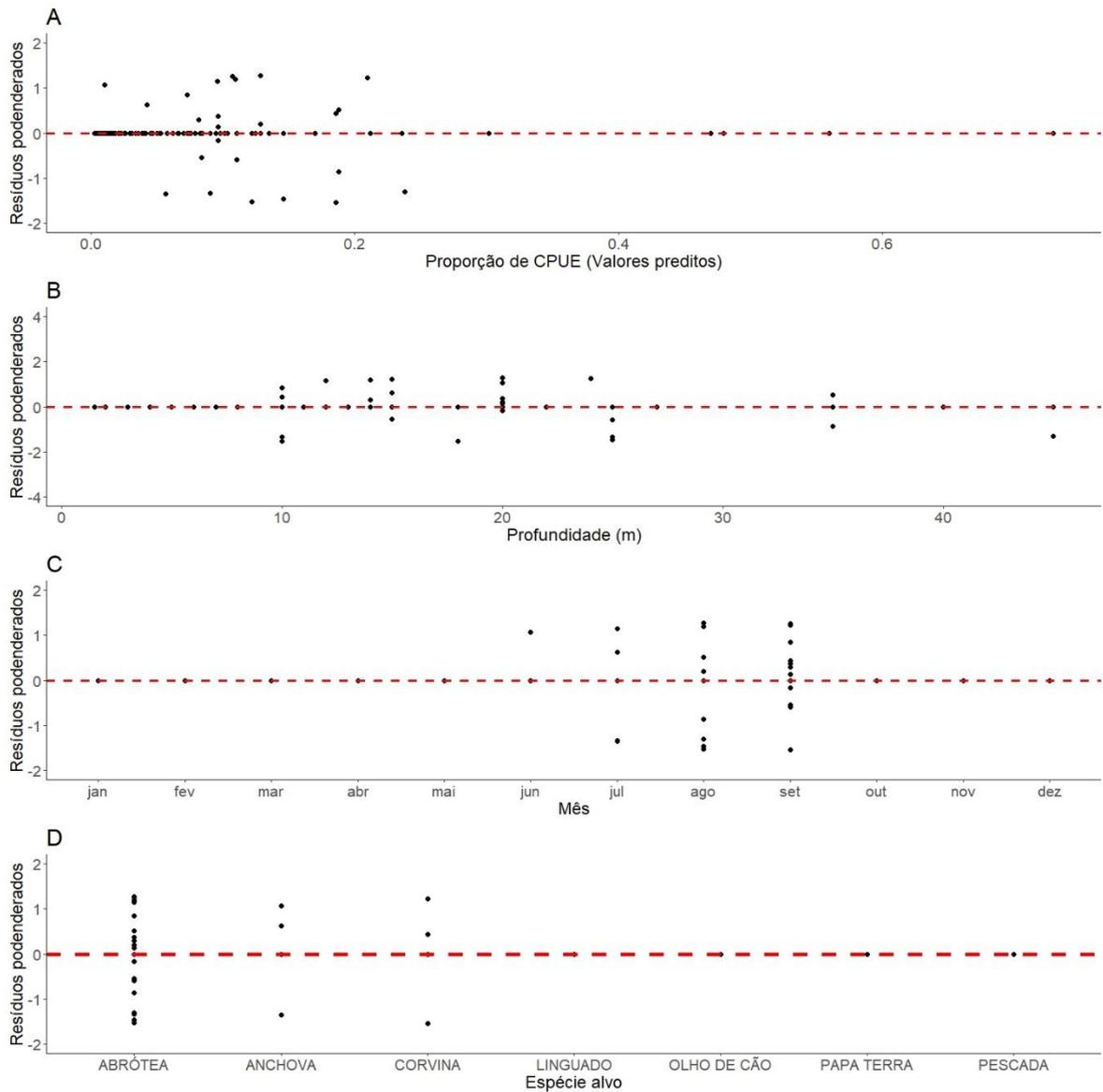


Figura 17. Resíduos ponderados do modelo GAM em função dos valores preditos (A) e das covariáveis profundidade (B), mês (C) e espécie alvo (D) da proporção de CPUE de *S. bonapartii* em relação ao CPUE total das pescarias de emalhe no município de Garopaba/SC para o ano de 2019.