

**ESTUDO DA BIOLOGIA, PESCA E  
VULNERABILIDADE AO TRÁFEGO DE  
EMBARCAÇÕES DE APOIO ÀS ATIVIDADES  
E&P, DE ESPÉCIES DE INTERESSE PARA A  
CONSERVAÇÃO E PARA A ATIVIDADE  
PESQUEIRA NO LITORAL DO ESTADO DE  
SÃO PAULO**

**RELATÓRIO TÉCNICO FINAL**

**REV 01**

**Santos – SP**

**Outubro de 2023**



**E&P**



**ESTUDO DA BIOLOGIA, PESCA E  
VULNERABILIDADE AO TRÁFEGO DE  
EMBARCAÇÕES DE APOIO ÀS ATIVIDADES  
E&P, DE ESPÉCIES DE INTERESSE PARA A  
CONSERVAÇÃO E PARA A ATIVIDADE  
PESQUEIRA NO LITORAL DO ESTADO DE  
SÃO PAULO**

**RELATÓRIO TÉCNICO FINAL**

**REV 01**

**Santos – SP**

**Outubro de 2023**

Data de Encaminhamento: 30/10/2023	Executor: Antônio Olinto Ávila da Silva	Aprovador: Solange Ferreira
---------------------------------------	--	--------------------------------

**CONTRATANTE: Unidade de Negócios de Exploração e Produção da  
Bacia de Santos – UN-BS / PETRÓLEO BRASILEIRO S.A. – PETROBRAS**

**CONTRATADA: FUNDEPAG – Fundação de Desenvolvimento da Pesquisa  
do Agronegócio – CNPJ: 50.276.237/0001-78  
Contrato Nº 5900.0120448.22.3**

Solange Ferreira Silva (31 de Outubro de 2023 13:55 ADT)

---

  
Solange Ferreira  
Preposta do Contrato  
Fundepag

  
Dr. Antônio Olinto Ávila da Silva  
Coordenador do Projeto  
Instituto de Pesca

## CONTROLE DE ALTERAÇÕES:

### – RELATÓRIO TÉCNICO FINAL Nº 01

REGISTRO DE VERSÕES			
Versão	Data	Itens atingidos / Descrição	Elaboração
01	30/10/23	Relatório Técnico Final	Antônio Olinto Ávila da Silva
<b>Aprovações do Documento Original</b>			
Assinatura:		Data: 30/10/2023	Cargo: Coord. Geral
Arquivo Eletrônico: 231030_RELAT_FINAL_Rev_01.docx			
Número de Páginas: ix+91			

## SUMÁRIO

1 Resumo.....	1
2 Apresentação.....	1
3 Estado da arte do conhecimento sobre a ictiofauna marinha e estuarina e os camarões branco, rosa e sete-barbas na área marítima do Estado de São Paulo.....	4
3.1 Apresentação.....	4
3.2 Materiais e métodos.....	4
3.3 Resultados.....	6
3.4 Discussão.....	21
4 Dinâmica populacional e pesqueira do bagre-branco <i>Genidens barbus</i> na área marítima do Estado de São Paulo.....	25
4.1 Apresentação.....	25
4.2 Material e métodos.....	25
4.2.1 Amostragens de comprimentos.....	25
4.2.2 Amostragens biológicas.....	26
4.2.3 Processamento de materiais biológicos.....	26
4.2.4 Estimativas de parâmetros populacionais.....	27
4.2.5 Obtenção de informações pesqueiras.....	31
4.3 Resultados.....	32
4.3.1 Amostragens de comprimentos.....	32
4.3.2 Amostragens biológicas.....	32
4.3.3 Processamento de materiais biológicos.....	33
4.3.4 Estimativas de parâmetros populacionais.....	33
4.3.5 Dinâmica pesqueira.....	47
4.4 Discussão.....	55
5 Interação entre o tráfego de embarcações de apoio às atividades de E&P na Bacia de Santos e as áreas de interesse para conservação marinha no Estado de São Paulo.....	69
5.1 Apresentação.....	69
5.2 Material e métodos.....	69
5.3 Resultados.....	72
5.4 Discussão.....	82
6 Conclusões gerais.....	85

7 Local de realização e equipe técnica do projeto.....	87
8 Referências bibliográficas.....	88
9 Termo de referência do projeto.....	102

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3.1 - Área marítima do Estado de São Paulo, segmentada em quadrados de 10 milhas náuticas de lado (unidades espaciais de análise).....	5
Figura 3.2 - Frequências absoluta e percentual das categorias de publicações recuperadas contendo informações de ocorrência georreferenciada e ciclo de vida de espécies ictíicas marinhas e estuarinas e de camarões branco, rosa e sete-barbas na área marítima do Estado de São Paulo.....	7
Figura 3.3 - Número de publicações contendo informações de ocorrência georreferenciada de táxons ictíicos marinhas e estuarinas e de camarões branco, rosa e sete-barbas na área marítima do Estado de São Paulo, por unidade especial de análise.....	8
Figura 3.4 - Número de táxons ictíicos marinhas e estuarinas e de camarões branco, rosa e sete-barbas com ocorrência georreferenciada na área marítima do Estado de São Paulo, por unidade especial de análise.....	9
Figura 3.5 - Número de publicações contendo informações de ocorrência georreferenciada de ovos e larvas de táxons ictíicos marinhas e estuarinas e de camarões branco, rosa e sete-barbas na área marítima do Estado de São Paulo, por unidade especial de análise.....	10
Figura 3.6 - Número de táxons ictíicos marinhas e estuarinas e de camarões branco, rosa e sete-barbas contendo informações georreferenciadas de ocorrência de ovos e larvas na área marítima do Estado de São Paulo, por unidade especial de análise.....	10
Figura 3.7 - Número de publicações contendo informações georreferenciadas de ocorrência de juvenis de táxons ictíicos marinhas e estuarinas e de camarões branco, rosa e sete-barbas identificados na área marítima do Estado de São Paulo, por unidade especial de análise.....	11
Figura 3.8 - Número de táxons ictíicos marinhas e estuarinas e de camarões branco, rosa e sete-barbas contendo informações georreferenciadas de ocorrência de juvenis na área marítima do Estado de São Paulo, por unidade especial de análise.....	12
Figura 3.9 - Número de publicações contendo informações georreferenciadas dos parâmetros de crescimento e idade de táxons ictíicos marinhas e estuarinas e de camarões branco, rosa e sete-barbas na área marítima do Estado de São Paulo, por unidade especial de análise.....	13
Figura 3.10 - Número de táxons ictíicos marinhas e estuarinas e de camarões branco, rosa e sete-barbas contendo informações georreferenciadas de crescimento e idade na área marítima do Estado de São Paulo, por unidade especial de análise.....	13
Figura 3.11 - Número de publicações contendo informações georreferenciadas de parâmetros reprodutivos de táxons ictíicos marinhas e estuarinas e de	

camarões branco, rosa e sete-barbas na área marítima do Estado de São Paulo, por unidade especial de análise.....	14
Figura 3.12 - Número de táxons ictíicos marinhos e estuarinos e de camarões branco, rosa e sete-barbas contendo informações georreferenciadas de parâmetros reprodutivos na área marítima do Estado de São Paulo, por unidade especial de análise.....	15
Figura 3.13 - Número de espécies ictíicas com estado de conservação classificado como <i>criticamente em perigo</i> (CR) pela IUCN na área marítima do Estado de São Paulo, por unidade especial de análise.....	16
Figura 3.14 - Número de espécies ictíicas com estado de conservação classificado como <i>em perigo</i> (EN) pela IUCN na área marítima do Estado de São Paulo, por unidade especial de análise.....	17
Figura 3.15 - Número de espécies ictíicas com estado de conservação classificado como <i>vulnerável</i> (VU) pela IUCN na área marítima do Estado de São Paulo, por unidade especial de análise.....	17
Figura 3.16 - Número de publicações contendo ocorrência georreferenciada do bagre-branco, <i>Genidens barbus</i> (Lacépède, 1803), na área marítima do Estado de São Paulo, por unidade especial de análise.....	18
Figura 3.17 - Número de publicações contendo ocorrência georreferenciada do camarão-branco, <i>Penaeus schmitti</i> Burkenroad, 1936, na área marítima do Estado de São Paulo, por unidade especial de análise.....	19
Figura 3.18 - Número de publicações contendo ocorrência georreferenciada do camarão-rosa, <i>Penaeus brasiliensis</i> Latreille 1817 e <i>P. paulensis</i> (Pérez Farfante, 1967), na área marítima do Estado de São Paulo, por unidade especial de análise.....	20
Figura 3.19 - Número de publicações consolidadas contendo ocorrência georreferenciada do camarão-sete-barbas, <i>Xiphopenaeus dincau</i> Carvalho-Batista, Terassi, Zara, Mantelatto & Costa, 2020 e <i>X. kroyeri</i> (Heller, 1862), na área marítima do Estado de São Paulo, por unidade especial de análise.....	21
Figura 4.1 - Área de captura de <i>Genidens barbus</i> amostrado nas descargas de arrasto de parelha, da frota pesqueira indústria de Santos/Guarujá, e por redes de emalhe, arrasto duplo, cerco fixo e espinhel de fundo, da frota pesqueira artesanal de Cananéia/Iguape/Ilha Comprida, no período de setembro de 2021 a março de 2023.....	33
Figura 4.2 - Frequência de indivíduos de <i>Genidens barbus</i> amostrado nas descargas de arrasto de parelha, da frota pesqueira indústria de Santos/Guarujá, e por redes de emalhe, arrasto duplo, cerco fixo e espinhel de fundo, da frota pesqueira artesanal de Cananéia/Iguape/Ilha Comprida, por classe de comprimento (35 mm).....	34
Figura 4.3 - Curvas de densidade e gráficos de caixa das estruturas de comprimentos de <i>Genidens barbus</i> amostrado nas descargas de arrasto de parelha, da frota pesqueira industrial de Santos/Guarujá, e por redes de emalhe, arrasto duplo, cerco fixo e espinhel de fundo, da frota pesqueira artesanal de Cananéia/Iguape/Ilha Comprida.....	35

Figura 4.4 - Relação comprimento-peso de <i>Genidens barbus</i> amostrado nas descargas das frotas pesqueiras industrial, de arrasto de parelha, de Santos/Guarujá, e artesanal, de redes de emalhe, cerco fixo e espinhel de fundo, de Cananéia. Verde: estimativa obtida para a amostragem de comprimentos; Vermelho e azul: estimativas obtidas para as amostragens estratificadas de fêmeas e machos, respectivamente.....	37
Figura 4.5 - Frequência de indivíduos de <i>Genidens barbus</i> amostrado nas descargas da frota pesqueira industrial de arrasto de parelha de Santos/Guarujá, por classe de comprimento (35 mm).....	38
Figura 4.6 - Curva de crescimento estimada para <i>Genidens barbus</i> amostrado nas descargas de arrasto de parelha da frota pesqueira industrial de arrasto de parelha de Santos/Guarujá.....	39
Figura 4.7 - Curva de captura linearizada de <i>Genidens barbus</i> amostrado nas descargas de arrasto de parelha da frota pesqueira de Santos/Guarujá.....	40
Figura 4.8 - Secção transversal de otólico <i>lapilli</i> de <i>Genidens barbus</i> amostrado nas descargas das frotas pesqueiras industrial, de arrasto de parelha, de Santos/Guarujá, e artesanal, de redes de emalhe, cerco fixo e espinhel de fundo, de Cananéia.....	40
Figura 4.9 - Período de formação de borda em otólitos de <i>Genidens barbus</i> amostrado nas descargas das frotas pesqueiras industrial, de arrasto de parelha, de Santos/Guarujá, e artesanal, de redes de emalhe, cerco fixo e espinhel de fundo, de Cananéia.....	41
Figura 4.10 - Curva de crescimento baseada em análise de incrementos sazonais (A/S) estimada para <i>Genidens barbus</i> amostrado nas descargas das frotas pesqueiras industrial, de arrasto de parelha, de Santos/Guarujá, e artesanal, de redes de emalhe, cerco fixo e espinhel de fundo, de Cananéia. Verde = curva de crescimento estimada para a população. cinza = curvas de crescimento individuais aferidas via A/S.....	41
Figura 4.11 - Proporção sexual de <i>Genidens barbus</i> amostrado nas descargas da frota pesqueira de Santos/Guarujá e de Cananéia/Iguape/Ilha Comprida. (*) Diferença significativa ( $p < 0,05$ ).....	42
Figura 4.12 - Distribuições de frequências de indivíduos por fase de desenvolvimento gonadal de <i>Genidens barbus</i> amostrado nas descargas da frota pesqueira de Santos/Guarujá e de Cananéia/Iguape/Ilha Comprida.....	43
Figura 4.13 - Relação gonadossomática alométrica ( $RGS_1$ ) e somática ( $RGS_2$ ) de A) fêmeas e B) machos de <i>Genidens barbus</i> amostrado nas descargas da frota pesqueira de Santos/Guarujá e de Cananéia/Iguape/Ilha Comprida.....	44
Figura 4.14 - Fatores de condição alométrico ( $K$ ) e somático ( $K'$ ) de A) fêmeas e B) machos de <i>Genidens barbus</i> amostrado nas descargas da frota de Santos/Guarujá e de Cananéia/Iguape/Ilha Comprida.....	46
Figura 4.15 - Comprimento de médio primeira maturação ( $L_{50}$ ) de A) fêmeas e B) machos de <i>Genidens barbus</i> amostrado nas descargas da frota pesqueira de Santos/Guarujá e de Cananéia/Iguape/Ilha Comprida.....	47
Figura 4.16 - Produção pesqueira de bagre-branco <i>Genidens barbus</i> descarregada nos portos pesqueiros do Estado de São Paulo no período de	

janeiro de 2018 a dezembro de 2022.....	48
Figura 4.17 - Produção mensal de bagre-branco <i>Genidens barbus</i> descarregada nos portos pesqueiros do Estado de São Paulo no período de janeiro de 2018 a dezembro de 2022.....	49
Figura 4.18 - Aparelhos de pesca atuantes na produção de bagre-branco <i>Genidens barbus</i> descarregada nos portos pesqueiros do Estado de São Paulo no período de janeiro de 2018 a dezembro de 2022.....	50
Figura 4.19 - Avaliação sazonal dos principais aparelhos de pesca atuantes na produção de bagre-branco <i>Genidens barbus</i> descarregada nos portos pesqueiros do Estado de São Paulo no período de janeiro de 2018 a dezembro de 2022.....	51
Figura 4.20 - Avaliação sazonal dos principais aparelhos de pesca atuantes na produção de bagre-branco <i>Genidens barbus</i> descarregada nos portos pesqueiros do Estado de São Paulo no período de janeiro de 2018 a dezembro de 2022.....	53
Figura 4.21 - Diagramas de caixas (boxplots) representando as variações de profundidade máxima por aparelho de pesca em viagens com captura do bagre-branco <i>Genidens barbus</i> e com descarga nos portos pesqueiros do Estado de São Paulo no período de janeiro de 2018 a dezembro de 2022.....	53
Figura 5.1 - Representação dos pontos, ou sinais, de navegação emitidos por uma embarcação ao longo do trajeto e a linha de navegação estimada. As tabelas mostram os dados de duas posições consecutivas e os parâmetros calculados para o segmento de linha entre estas.....	70
Figura 5.2 - Média de dias de utilização por ano, para o período de 2019 a 2021, das Unidades Espaciais de Análise pelas embarcações de apoio às atividades de E&P na área marítima do Estado de São Paulo.....	73
Figura 5.3 - Média de dias de utilização por ano, para o período de 2019 a 2021, das Unidades Espaciais de Análise pelas embarcações de apoio às atividades de E&P a serviço da Petrobras na área marítima do Estado de São Paulo.....	74
Figura 5.4 - Média de dias de utilização por ano, para o período de 2019 a 2021, das unidades espaciais de análise pelas embarcações de apoio às atividades de E&P a serviço de Terceiros na área marítima do Estado de São Paulo.....	75
Figura 5.5 - Dias de utilização das Unidades Espaciais de Análise da área marítima do Estado de São Paulo pelas embarcações de apoio às atividades de E&P no ano 2019.....	75
Figura 5.6 - Dias de utilização das Unidades Espaciais de Análise da área marítima do Estado de São Paulo pelas embarcações de apoio às atividades de E&P no ano 2020.....	76
Figura 5.7 - Dias de utilização das Unidades Espaciais de Análise da área marítima do Estado de São Paulo pelas embarcações de apoio às atividades de E&P no ano 2021.....	76

Figura 5.8 - Média de dias de utilização por ano, para o período de 2019 a 2021, das unidades espaciais de análise da Área de Proteção Ambiental Marinha do Litoral Norte do Estado de São Paulo pelas embarcações de apoio às atividades de E&P.....	77
Figura 5.9 - Média de dias de utilização por ano, para o período de 2019 a 2021, dos segmentos do Zoneamento Ecológico Econômico da Área de Proteção Ambiental Marinha do Litoral Norte do Estado de São Paulo pelas embarcações de apoio às atividades de E&P.....	78
Figura 5.10 - Média de dias de utilização por ano, para o período de 2019 a 2021, das unidades espaciais de análise da Área de Proteção Ambiental Marinha do Litoral Centro do Estado de São Paulo pelas embarcações de apoio às atividades de E&P.....	78
Figura 5.11 - Média de dias de utilização por ano, para o período de 2019 a 2021, dos segmentos do Zoneamento Ecológico Econômico da Área de Proteção Ambiental Marinha do Litoral Centro do Estado de São Paulo pelas embarcações de apoio às atividades de E&P.....	79
Figura 5.12 - Média de dias de utilização por ano, para o período de 2019 a 2021, das unidades espaciais de análise da Área de Proteção Ambiental Marinha do Litoral Sul do Estado de São Paulo pelas embarcações de apoio às atividades de E&P.....	79
Figura 5.13 - Média de dias de utilização por ano, para o período de 2019 a 2021, dos segmentos do Zoneamento Ecológico Econômico da Área de Proteção Ambiental Marinha do Litoral Sul do Estado de São Paulo pelas embarcações de apoio às atividades de E&P.....	80

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 4.1 - Parâmetros da relação comprimento-peso calculadas para as amostragens de comprimentos e amostragens estratificadas de fêmeas e machos de <i>Genidens barbus</i> amostrado nas descargas das frotas pesqueiras industrial de arrasto de parelha, de Santos/Guarujá, e artesanal, de redes de emalhe, cerco fixo e espinhel de fundo, de Cananéia.....	36
Tabela 4.2 - Produção de bagre-branco <i>Genidens barbus</i> descarregada nos portos pesqueiros do Estado de São Paulo, por litoral e município, no período de 2018 a dezembro de 2022.....	55
Tabela 4.3 - Parâmetros de crescimento e idade de <i>Genidens barbus</i> reportados na literatura. $L^\infty$ = comprimento assintótico médio (mm); $k$ = coeficiente de crescimento (ano-1); $t_0$ = idade teórica de comprimento zero; RS-BR = Rio Grande do Sul, Brasil; RO-UY = Departamento de Rota, Uruguai; RN-AR = Río Negro, Argentina.....	57
Tabela 5.1: Número de registros de sinal de posicionamento por ano e fonte de dados.....	73
Tabela 5.2: Número de embarcações a serviço das atividades de E&P na Bacia de Santos por ano e fonte de dados.....	73
Tabela 7.1 - Colaboradores participantes das equipes de execução técnica alocadas nas Unidades do Instituto de Pesca nos municípios de Santos e Cananéia, Estado de São Paulo.....	87

## 1 Resumo

O presente **Relatório Técnico Final – REV 01** é parte integrante do contrato nº 5900.0120448.22.3, celebrado entre a Petrobras, Fundepag e Instituto de Pesca, para execução do projeto “Estudo da Biologia, Pesca e Vulnerabilidade ao Tráfego de Embarcações de Apoio às Atividades E&P, de Espécies de Interesse para a Conservação e para a Atividade Pesqueira no Litoral do Estado de São Paulo”. Este relatório visou a) inventariar as informações disponíveis na literatura científica sobre as características biológicas e ecológicas das espécies ictíicas marinhas e estuarinas de interesse à atividade pesqueira paulista, bem como dos camarões branco *Penaeus schmitti* Burkenroad, 1936, rosa *Penaeus brasiliensis* Latreille, 1817 e *Penaeus paulensis* (Pérez Farfante, 1967) e sete-barbas *Xiphopenaeus dincao* Carvalho-Batista, Terrossi, Zara, Mantelatto & Costa, 2020 e *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) considerando a área marítima do Estado de São Paulo; b) determinar os parâmetros populacionais (crescimento, idade e reprodução) e descrever os aspectos pesqueiros do bagre-branco, *Genidens barbus* (Lacépède, 1803), amostrado na área marítima do Estado de São Paulo; e c) determinar as áreas de maior sobreposição entre o tráfego de embarcações de apoio às atividades de exploração e produção de petróleo e gás natural (E&P) na Bacia de Santos e as áreas de interesse para a conservação marinha do Estado de São Paulo, como as áreas de ocorrência de ovos e larvas, de crescimento de juvenis e de reprodução, assim como as Áreas de Proteção Ambiental Marinha do Estado de São Paulo. Para tanto, foram produzidos três sessões, apresentadas a seguir.

Na primeira seção, “Estado da arte do conhecimento sobre a ictiofauna marinha e estuarina e os camarões branco, rosa e sete-barbas na área marítima do Estado de São Paulo”, são apresentados os resultados da sistematização do levantamento bibliográfico acerca das características biológicas e ecológicas das espécies ictíicas marinhas e estuarinas de interesse à atividade pesqueira paulista, bem como dos camarões branco *Penaeus schmitti* Burkenroad, 1936, rosa *Penaeus brasiliensis* Latreille, 1817 e

*Penaeus paulensis* (Pérez Farfante, 1967) e sete-barbas *Xiphopenaeus dinca*o Carvalho-Batista, Terossi, Zara, Mantelatto & Costa, 2020 e *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) na área marítima do Estado de São Paulo. Esse levantamento bibliográfico consolidou 899 publicações em banco de dados. A partir dessas publicações foram produzidos 183.026 registros de ocorrência georreferenciada de táxons ictíicos e de camarões de interesse na área de estudo. Foram registrados 905 táxons ictíicos, sendo 83,2% destes (753 táxons) em nível de espécie. As áreas com maior número de táxons identificados foram, de maneira geral, aquelas protegidas enquanto Áreas de Proteção Ambiental Marinha. As áreas com maior número de publicações recuperadas foram aquelas próximas à costa e a cidades com instituições de ensino e pesquisa, como Ubatuba, Santos, São Vicente e Cananéia. Foram consolidados 125 registros de parâmetros de crescimento e idade para 42 espécies ictíicas e de camarões, além de 89 registros de parâmetros reprodutivos para 35 espécies ictíicas e de camarões. Quanto ao estado de conservação das espécies ictíicas identificadas e de camarões, a IUCN (*International Union for Conservation of Nature's Red List of Threatened Species*) apresentou informações para 669 espécies, o MMA (Ministério do Meio Ambiente), para 71 espécies, e a legislação do Estado de São Paulo, para 325 espécies. Quanto ao estado populacional dessas espécies, a IUCN apresentou informações para 669 espécies. Nenhuma das bases consultadas continha informações acerca dos estados de conservação e populacional dos camarões branco, rosa e sete-barbas. Em conclusão, a ictiofauna marinha e estuarina identificada na área marítima do Estado de São Paulo é enormemente diversa, representando 2,1% da diversidade ictíica global e 8,2% daquela sul-americana. Essa diversidade se reflete também na produção pesqueira marinha e estuarina do Estado de São Paulo, o qual está posicionado na terceira colocação de volume de pescado descarregado entre os estados que compõem a Bacia de Santos. Entre os anos de 2018 e 2022, o estado registrou descargas anuais médias de cerca de 11,2 mil toneladas de peixes ósseos e cartilaginosos, além de 2,4 mil t/ano de camarão-sete-barbas, 318 t/ano de camarão-rosa e 90 t/ano de camarão-branco. Apesar da sua

diversidade ictíca e importância pesqueira, há grave carência de informações básicas sobre os aspectos biológicos, populacionais e ecológicos da maioria das espécies ictícas marinhas e estuarinas do Estado de São Paulo. Enquadram-se nesse cenário tanto o bagre-branco quanto os camarões branco, rosa e sete-barbas. As contraposições e lacunas de informações encontradas apontam para a necessidade de estudos atualizados e aprofundados acerca dos aspectos populacionais e pesqueiros dessas espécies objetivando subsidiar estimativas robustas e atualizadas dos seus estados populacionais e de conservação. Somente os resultados desses estudos permitirão o estabelecimento de políticas de ordenamento e de monitoramento sólidas que assegurem a exploração sustentável desses recursos, dispensando remendos jurídicos via portarias unilaterais e provendo segurança jurídica para a atuação das frotas pesqueiras em operação.

Na segunda seção, “Dinâmica populacional e pesqueira do bagre-branco *Genidens barbus* na área marítima do Estado de São Paulo”, inicialmente são descritos os resultados da análise de amostragens de comprimentos e biológicas da espécie em saídas de campo aos portos de descarga pesqueira de Santos/Guarujá e em Cananéia, Iguape, e Ilha Comprida que objetivaram caracterizar a dinâmica populacional de crescimento, idade e reprodução da espécie na área marítima do Estado de São Paulo. Foram amostrados ao menos 100 indivíduos da espécie a cada mês por aparelho de pesca, para obtenção de dados de comprimento total ( $L_t$ , 0,01 cm) e de peso total ( $W_t$ , 0,01 g). As amostragens biológicas compuseram subamostragens mensais estratificadas por classe de comprimento de cerca de 50 indivíduos, obtidos a partir das amostragens de comprimento. Foram tomados dados de comprimentos total ( $L_t$ , 1,0 mm) e padrão ( $L_s$ , 1,0 mm), peso total ( $W_t$ , 0,1 g) e eviscerado ( $W_e$ , 0,1 g), e sexo, além da extirpação de otólitos e gônadas para os estudos de crescimento e idade e de biologia reprodutiva, respectivamente. Também foram considerados dados dos indivíduos amostrados em projetos pretéritos disponíveis no banco de dados interno do Instituto de Pesca. Foram acompanhadas 49 operações de descarga. Foram amostrados 1.521 indivíduos nas amostragens de comprimento, além de 608 indivíduos obtidos a

partir de projetos pretéritos, e 913 indivíduos nas amostragens biológicas, além de outros 99 oriundos de projetos pretéritos. O arrasto de parelha foi o aparelho de pesca que melhor representou a estrutura de comprimentos da espécie, capturando indivíduos medindo entre 255-950 mm de comprimento total, com média de 455 mm e mediana de 435 mm. A espécie exibiu tendência de incremento em peso do tipo alométrica positiva. Os parâmetros de crescimento estimados a partir da análise de distribuições de frequência de comprimentos (ADFC) foram  $L_{\infty} = 1.106$  mm,  $k = 0,13$  ano $^{-1}$ ,  $t_{anchor} = 0,44$  e  $\Phi' = 3,18$ , enquanto os parâmetros obtidos a partir da análise de incrementos sazonais (AIS) foram  $L_{\infty} = 1.113$  mm,  $k = 0,07$  ano $^{-1}$ ,  $t_0 = -0,3703$  e  $\Phi' = 2,95$ . A longevidade máxima baseada em ADFC foi  $t_{máx} = 23,3$  anos, com a taxa de mortalidade total  $Z = 0,61$  (sobrevivência de 54,1% a cada geração), mortalidade natural  $M = 0,19$  (sobrevivência de 82,3% por geração) e mortalidade por pesca  $F = 0,42$ . Os parâmetros de crescimento e idade obtidos no presente relatório diferem ligeiramente daqueles produzidos para a espécie no Rio Grande do Sul, na década de 1980. Dentre os 1.012 espécimes obtidos a partir das amostragens biológicas, 512 eram fêmeas e 455 eram machos. Fêmeas maduras predominaram nas amostras de outubro a dezembro. Eventos de desova ocorreram de dezembro a janeiro, corroborando estudos biológicos, etnoecológicos e pesqueiros pretéritos. O comprimento médio de primeira maturação estimado para as fêmeas foi  $L_{50} = 267$  mm, enquanto o dos machos foi  $L_{50} = 299$  mm. De maneira geral, o  $L_{50}$  diminuiu consideravelmente em relação àquele reportado para a população do Rio Grande do Sul, na década de 1980. Essas diferenças podem ser oriundas a) do desenho amostral atual, que incidiu principalmente sobre indivíduos adultos, e/ou b) exploração pesqueira sobre a espécie, que desde a década de 1980 vem diminuindo paulatinamente devido à diminuição da abundância dos estoques na região Sudeste-Sul, e que exerce forte pressão sobre indivíduos de tamanhos corporais grandes e maturação tardia, e/ou c) perda de integridade dos ambientes estuarinos e dulcícolas utilizados para a desova e desenvolvimento dos juvenis, os quais historicamente têm sofrido pressão humana devido a expansão desordenada das cidades litorâneas. O aumento da taxa de

mortalidade da espécie em relação àquela estimada na década de 1980 é mais um forte indicativo da diminuição da abundância do recurso na região. De forma complementar ao estudo da dinâmica populacional, é apresentado o estudo sobre a dinâmica pesqueira do bagre-branco, que utilizou a base de dados dos anos 2018-2022 do Projeto de Monitoramento da Atividade Pesqueira do Estado de São Paulo. Observou-se que período de maior captura descarregada da espécie coincidiu com seu período reprodutivo. A produção artesanal foi desenvolvida principalmente com redes de emalhe, enquanto a industrial o foi pelo cerco de traineira, além de arrasto de parelha e arrasto duplo. De maneira geral, a produção da categoria foi bastante influenciada pelo período anual de defeso da espécie, de janeiro a março. A produção artesanal caiu fortemente nesse período, mas houveram registros expressivos de descarga da frota industrial de cerco de traineiras. Os municípios que mais receberam as descargas artesanais foram aqueles das regiões para os quais a espécie migra durante o período reprodutivo, incluindo Iguape e Cananéia, enquanto os mais produtivos da pesca industrial foram aqueles que sediam a frota em atuação, como Santos/Guarujá. A variação mensal das capturas relativas por aparelho mostra o ciclo sazonal de migração batimétrica da espécie.

## 2 Apresentação

O presente documento, denominado **Relatório Técnico Final – REV 01**, é uma atualização do *Relatório Técnico Final – REV 00* e o último do contrato nº 5900.0120448.22.3, celebrado entre a Petrobras e as instituições parceiras, Fundepag e Instituto de Pesca, para execução do projeto “Estudo da Biologia, Pesca e Vulnerabilidade ao Tráfego de Embarcações de Apoio às Atividades E&P, de Espécies de Interesse para a Conservação e para a Atividade Pesqueira no Litoral do Estado de São Paulo”. O referido contrato foi assinado em 16 de fevereiro de 2022 e teve sua Reunião de Abertura no dia 25 de fevereiro de 2022.

O escopo dos serviços, as práticas e procedimentos adotados para a sua execução foram descritos no documento de **Especificação Técnica** do contrato emitido pela PETROBRAS no âmbito do Programa de Monitoramento Ambiental da Unidade de Negócios da Bacia de Santos por meio da Gerência Setorial de Manutenção e Pós Licença para E&P Águas Ultra Profundas, Libra e Búzios (PETROBRAS/ UN-BS/ SMS/ LCA/MPL-E&P-FC/ MPL-AGUP-LIBRA-BUZIOS).

Com base na citada **Especificação Técnica**, foram definidos os serviços para a realização de estudos sobre biologia, ecologia espacial e dinâmica populacional do bagre-branco, *Genidens barbus* (Lacépède, 1803), e de outras espécies-alvo de pescarias artesanais no Estado de São Paulo para o atendimento de condicionantes da Autorização para Licenciamento de empreendimento dentro da área de Unidade de Conservação ou em sua Zona de Amortecimento nº 11/2018 – Fundação Florestal referente ao Licenciamento Ambiental da Atividade de Produção e Escoamento de Petróleo e Gás Natural do Polo Pré-Sal da Bacia de Santos - Etapa 3. Desta forma, estes serviços deveriam abranger:

- (1) a descrição das características biológicas e ecológicas sobre espécies de interesse para a pesca marinha paulista, incluindo os camarões branco (ou legítimo) *Penaeus schmitti* Burkenroad, 1936, rosa *Penaeus brasiliensis* Latreille, 1817 e *Penaeus paulensis* (Pérez

Farfante, 1967) e sete-barbas *Xiphopenaeus dincau* Carvalho-Batista, Terossi, Zara, Mantelatto & Costa, 2020 e *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862);

- (2) o estudo da biologia, ecologia espacial e dinâmica populacional do bagre-branco, *Genidens barbus* (Lacépède, 1803);
- (3) a análise da interação entre o tráfego de embarcações de apoio às atividades de exploração e produção de petróleo e gás (E&P) na Bacia de Santos e as áreas de berçário de recursos pesqueiros na costa do Estado de São Paulo.

Para o atendimento às condicionantes acima mencionadas, o projeto teve três objetivos específicos:

- Inventariar as informações disponíveis na literatura científica sobre as características biológicas e ecológicas das espécies ictíicas marinhas e estuarinas de interesse à atividade pesqueira paulista, bem como dos camarões branco *Penaeus schmitti* Burkenroad, 1936, rosa *Penaeus brasiliensis* Latreille, 1817 e *Penaeus paulensis* (Pérez Farfante, 1967) e sete-barbas *Xiphopenaeus dincau* Carvalho-Batista, Terossi, Zara, Mantelatto & Costa, 2020 e *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) considerando a área marítima do Estado de São Paulo;
- Caracterizar a dinâmica populacional (crescimento, idade e reprodução) e pesqueira do bagre-branco, *Genidens barbus* (Lacépède, 1803), amostrado na área marítima do Estado de São Paulo;
- Determinar as áreas de maior sobreposição entre o tráfego de embarcações de apoio às atividades de exploração e produção de petróleo e gás natural (E&P) na Bacia de Santos e as áreas de interesse para a conservação marinha do Estado de São Paulo, como as áreas de ocorrência de ovos e larvas, de crescimento de juvenis e de reprodução, assim como as Áreas de Proteção Ambiental Marinha do Estado de São Paulo.

O presente **Relatório Técnico Final** traz os resultados obtidos com o desenvolvimento dos estudos em três seções, sendo:

- I. Estado da arte do conhecimento sobre a ictiofauna marinha e estuarina e os camarões branco, rosa e sete-barbas na área marítima do Estado de São Paulo (**Seção 3**);
- II. Dinâmica populacional e pesqueira do bagre-branco na área marítima do Estado de São Paulo (**Seção 4**);
- III. Interação entre o tráfego de embarcações de apoio às atividades de E&P na Bacia de Santos e as áreas de interesse para conservação marinha no Estado de São Paulo (**Seção 5**);

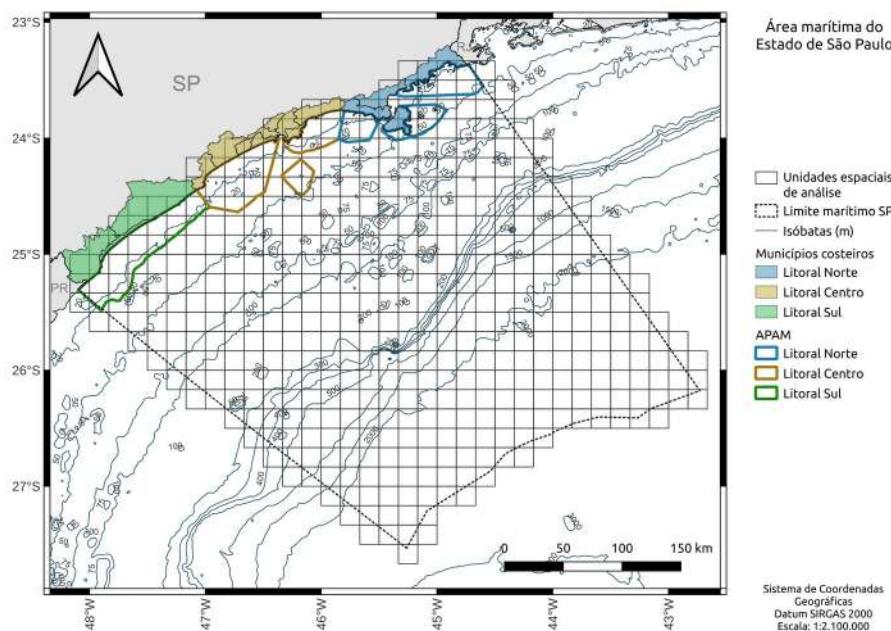
### 3 Estado da arte do conhecimento sobre a ictiofauna marinha e estuarina e os camarões branco, rosa e sete-barbas na área marítima do Estado de São Paulo

#### 3.1 Apresentação

Esta seção traz informações levantadas acerca das características biológicas e ecológicas das espécies ictíicas marinhas e estuarinas de interesse à atividade pesqueira paulista, bem como dos camarões branco *Penaeus schmitti* Burkenroad, 1936, rosa *Penaeus brasiliensis* Latreille, 1817 e *Penaeus paulensis* (Pérez Farfante, 1967) e sete-barbas *Xiphopenaeus dincau* Carvalho-Batista, Terrossi, Zara, Mantelatto & Costa, 2020 e *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) na área marítima do Estado de São Paulo.

#### 3.2 Materiais e métodos

A delimitação da área marítima do Estado de São Paulo seguiu a Lei nº 7.525/1986 (Brasil, 1986a) e o Decreto nº 93.189/1986 (Brasil, 1986b) (Figura 3.1).



**Figura 3.1 - Área marítima do Estado de São Paulo, segmentada em quadrados de 10 milhas náuticas de lado (unidades espaciais de análise).**

As informações sobre as características biológicas e ecológicas das espécies ictíicas marinhas e estuarinas de interesse à atividade pesqueira paulista foram obtidas por meio de consultas na plataforma Google Acadêmico (Google Acadêmico, 2023) utilizando as palavras *Ichthyofauna + Southwest + Atlantic + Brazil*. Essa pesquisa produziu uma listagem de espécies com ocorrência georreferenciada para a área marítima do Estado de São Paulo.

A partir dessa listagem, rodadas de pesquisas específicas foram desenvolvidas para cada espécie ictíica identificada, bem como para os camarões branco, rosa e sete-barbas, objetivando a recuperação de informações sobre sua distribuição espacial e seu ciclo de vida. As pesquisas específicas empregaram os termos “*nome científico válido da espécie*” (cf., Fricke et al., 2023; WoRMS Editorial Board, 2023) + *Southwest + Atlantic + Brazil*.

As informações recuperadas foram, sempre que possível, organizadas em um banco de dados de forma georreferenciada em quadrados de 10 milhas náuticas de lado, utilizados como **unidades espaciais de análise**. Esta representação espacial, em quadrados de 10 MN, segue o padrão adotado nos

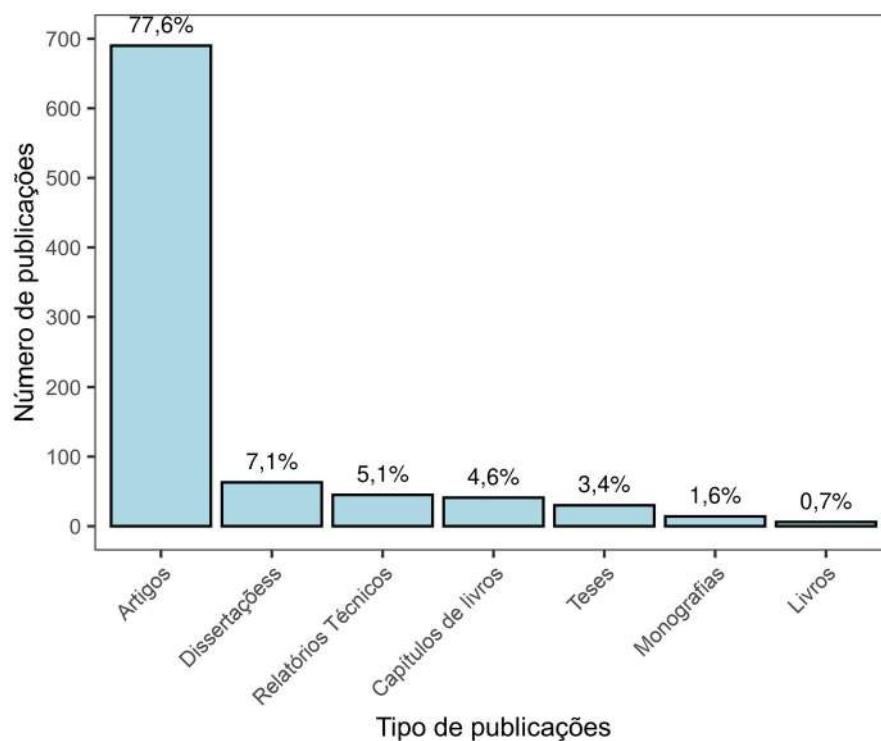
produtos desenvolvidos para o Projeto de Monitoramento da Atividade Pesqueira de São Paulo (PMAP-SP). De forma geral, é o padrão que melhor reflete a atividade pesqueira de embarcações de pequeno e médio porte.

Cada publicação foi categorizada quanto ao tipo (*i.e.*, artigo científico, capítulo de livro, livro, monografia de graduação, dissertação de mestrado, tese de doutorado, relatório técnico e lei/legislação) e temas abrangidos (*i.e.*, informações de espacialização, crescimento, reprodução, e registro de ocorrência de ovos/larvas e juvenis). Informações de ciclo de vida incluíram parâmetros de crescimento e idade, como comprimento assintótico médio ( $L_{\infty}$ ), coeficiente de crescimento ( $k$ ), idade teórica de comprimento zero ( $t_0$ ) e taxas de mortalidade total ( $Z$ ) e natural ( $M$ ), além de parâmetros reprodutivos, como comprimento médio de primeira maturação ( $L_{50}$ ) e comprimento médio no qual todos os indivíduos estariam aptos à reprodução ( $L_{100}$ ).

Informações sobre estado populacional e de conservação foram obtidas a partir dos repositórios *FishBase* (Froese & Pauly, 2023), *SealifeBase* (Palomares & Pauly, 2023), *International Union for Conservation of Nature's Red List of Threatened Species* (IUCN, 2023) e em publicações legais de âmbito federal (MMA, 2022) e estadual (São Paulo, 2018).

### 3.3 Resultados

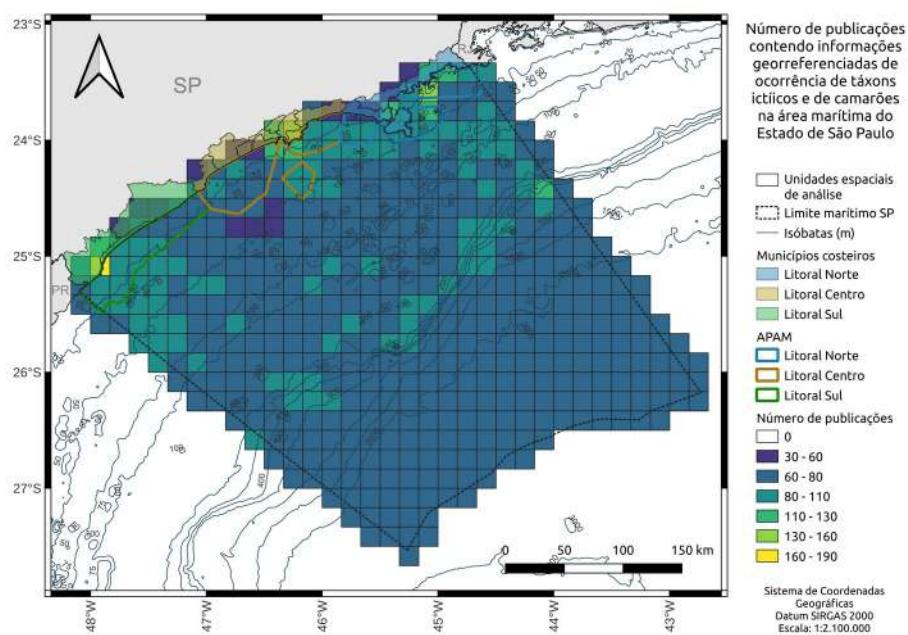
Foram consolidadas 899 publicações contendo informações georreferenciadas de ocorrência e ciclo de vida de espécies ictíicas e de camarões branco, rosa e sete-barbas na área marítima do Estado de São Paulo (Anexo 9.1). Destas publicações, 77,6% (697) foram compostas por artigos científicos, 7,1% (64) por dissertações de mestrado, 5,1% (46) por relatórios técnicos, e as demais 10,2% (92) englobaram outras categorias (Figura 3.2).



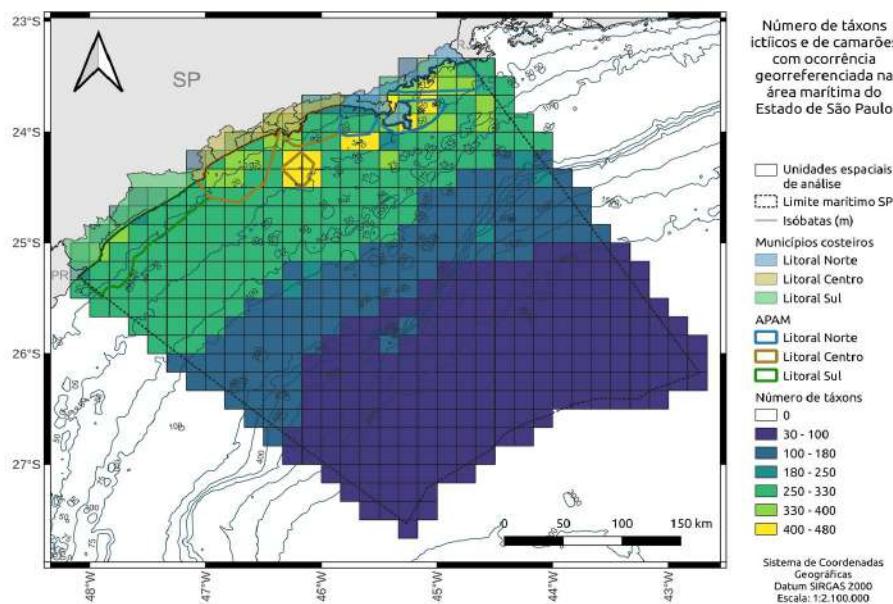
**Figura 3.2** - Frequências absoluta e percentual das categorias de publicações recuperadas contendo informações de ocorrência georreferenciada e ciclo de vida de espécies ictíicas marinhas e estuarinas e de camarões branco, rosa e sete-barbas na área marítima do Estado de São Paulo.

A consolidação dos táxons ictíicos e de camarões em banco de dados a partir das publicações recuperadas produziu 183.027 registros de ocorrência georreferenciada na área marítima do Estado de São Paulo (Figura 3.3). Foram registrados 905 táxons ictíicos, além dos camarões branco, rosa e sete-barbas na área marítima do Estado de São Paulo (Figura 3.4, Anexo 9.2). As áreas com maior número de publicações registradas foram, de maneira geral, aquelas litorâneas e sobre a plataforma continental. Dentre os táxons ictíicos identificados, 83,2% (753 táxons) o foram em nível de espécie, 12,9% (117) em nível de gênero, 3,1% (28), em nível de família, 0,6% (5), em nível de ordem, e 0,2% (2), em nível de classe. Aqueles identificados até o nível de espécie pertenciam a 449 gêneros, 177 famílias, 62 ordens e três classes (Anexo 9.2). As áreas com maior número de táxons identificados foram, de maneira geral, aquelas protegidas enquanto Áreas de Proteção Ambiental Marinha, com destaque para as do Litoral Centro, sobre a Laje de Santos, e Litoral Norte,

sobre as ilhas de Alcatrazes, Búzios, Vitória e Anchieta. As áreas com maior número de publicações recuperadas foram aquelas próximas à costa e a instituições de ensino e pesquisa, como Ubatuba, no Litoral Norte, Santos e São Vicente, no Litoral Centro, e Cananéia, no Litoral Sul.

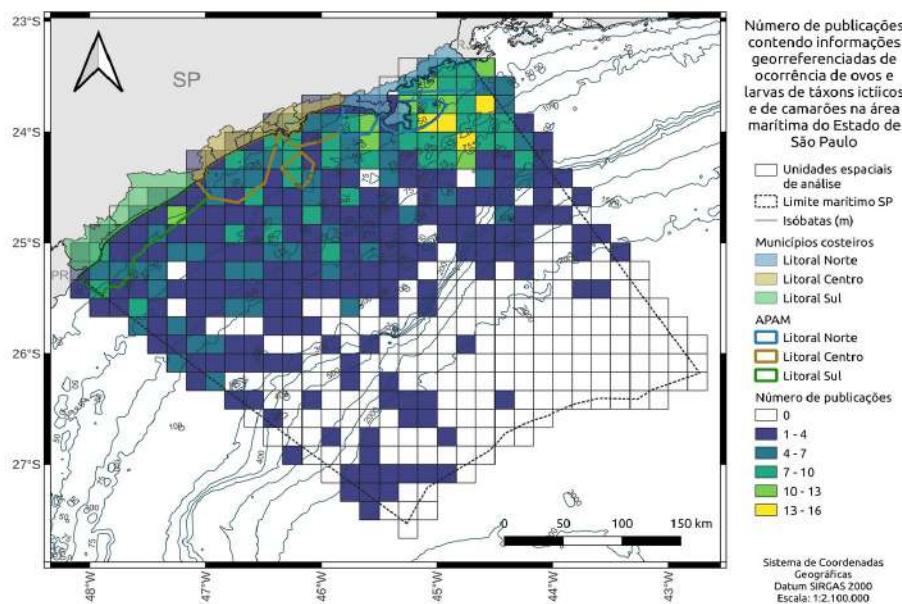


**Figura 3.3** - Número de publicações contendo informações de ocorrência georreferenciada de táxons ictíicos marinhos e estuarinos e de camarões branco, rosa e sete-barbas na área marítima do Estado de São Paulo, por unidade especial de análise.

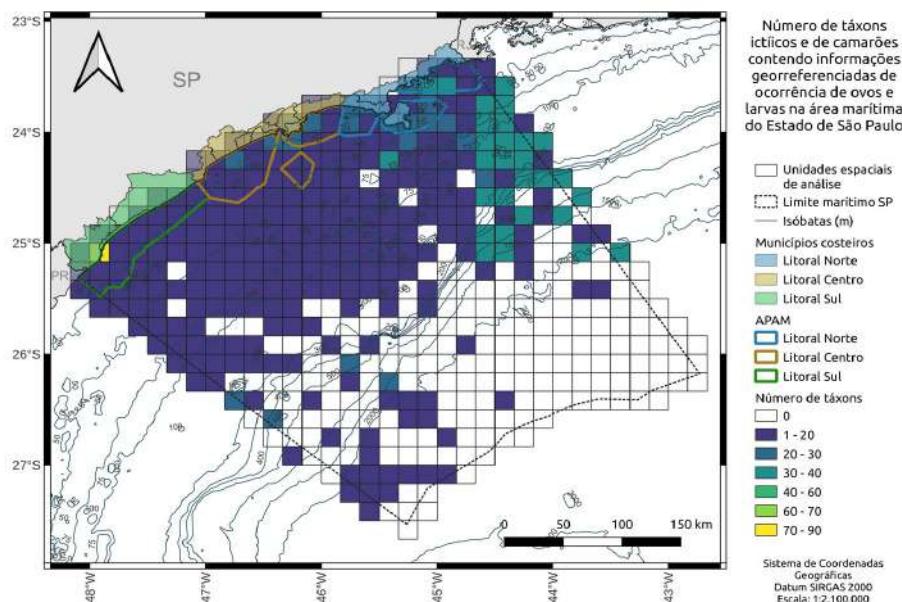


**Figura 3.4** - Número de táxons ictíicos marinhos e estuarinos e de camarões branco, rosa e sete-barbas com ocorrência georreferenciada na área marítima do Estado de São Paulo, por unidade especial de análise.

As informações de ocorrência georreferenciada de ovos e larvas foram recuperadas a partir de 60 publicações (Figura 3.5) para 304 táxons ictíicos e de camarões, produzindo 2.877 registros em banco de dados (Figura 3.6). As áreas com maior número de publicações registradas foram aquelas do Litoral Norte, próximas à instituições de ensino e pesquisa, tais como o Centro de Biologia Marinha (CEBIMar-USP).



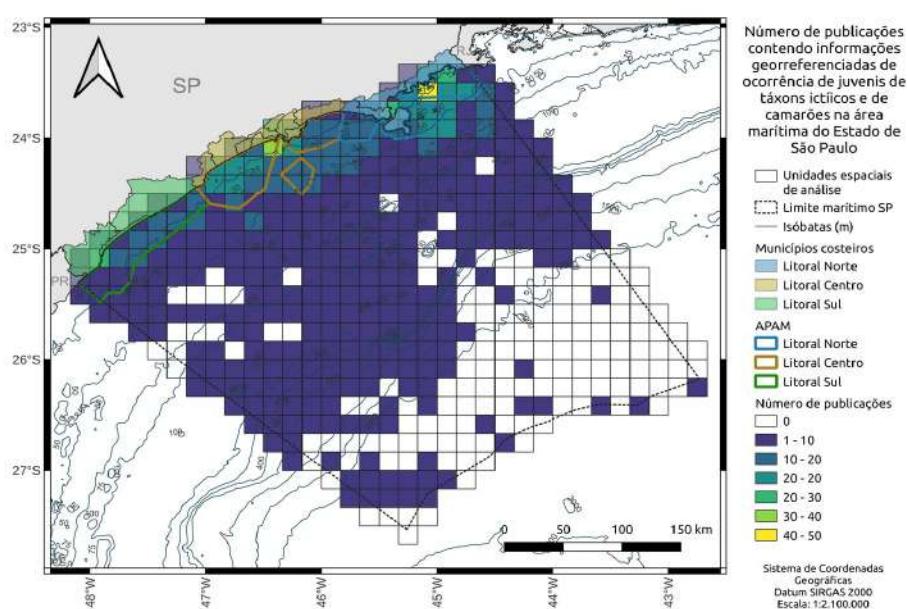
**Figura 3.5** - Número de publicações contendo informações de ocorrência georreferenciada de ovinhos e larvas de táxons ictíicos marinhos e estuarinos e de camarões branco, rosa e sete-barbas na área marítima do Estado de São Paulo, por unidade especial de análise.



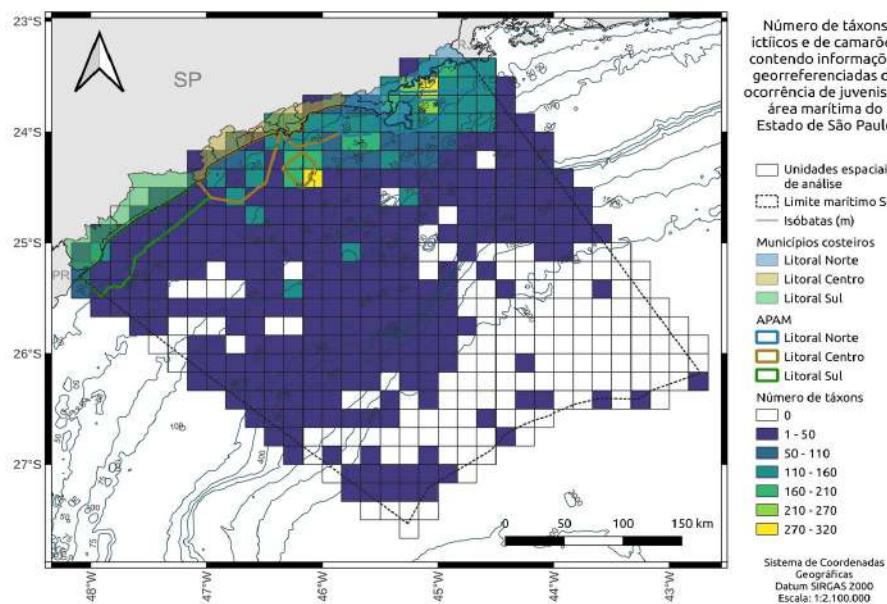
**Figura 3.6** - Número de táxons ictíicos marinhos e estuarinos e de camarões branco, rosa e sete-barbas contendo informações georreferenciadas de ocorrência de ovinhos e larvas na área marítima do Estado de São Paulo, por unidade especial de análise.

Quanto aos juvenis, foram recuperadas 169 publicações (Figura 3.7) contendo informações de ocorrência georreferenciada, as quais listaram 636

táxons ictíicos e de camarões, e produziram 13.622 registros (Figura 3.8). As áreas com maior número de publicações registradas foram aquelas próximas ao litoral. As áreas com maior número de táxons registrados foram aquelas inseridas em APAMs dos Litorais Centro e Norte. Essas áreas se destacam tanto pela presença de unidades de conservação quanto de instituições de ensino e pesquisa.

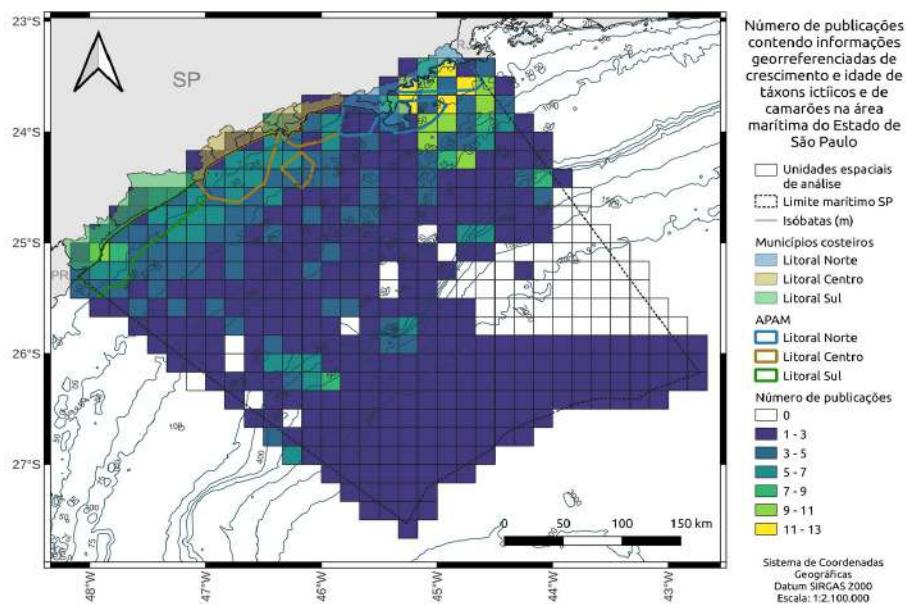


**Figura 3.7** - Número de publicações contendo informações georreferenciadas de ocorrência de juvenis de táxons ictíicos marinhos e estuarinos e de camarões branco, rosa e sete-barbas identificados na área marítima do Estado de São Paulo, por unidade especial de análise.

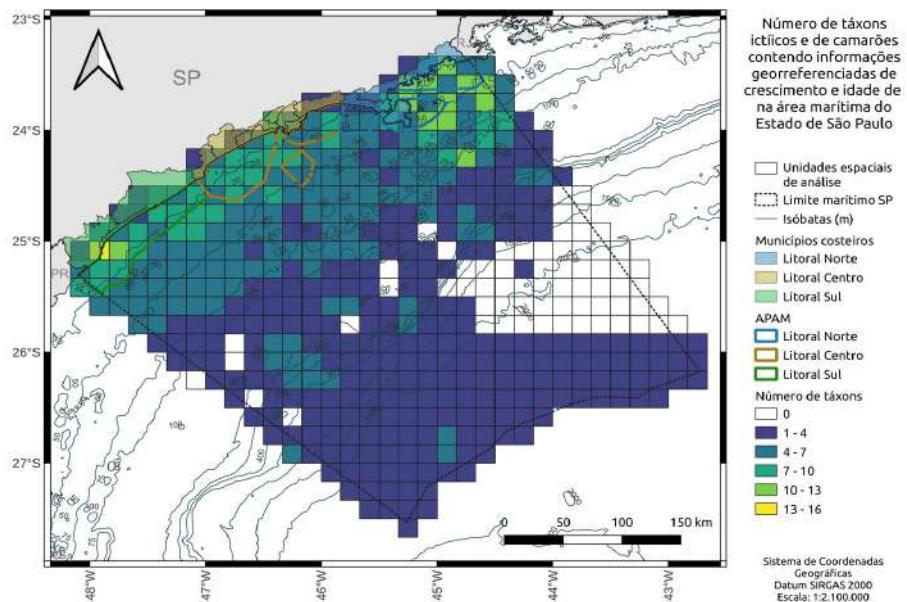


**Figura 3.8** - Número de táxons ictíicos marinhos e estuarinos e de camarões branco, rosa e sete-barbas contendo informações georreferenciadas de ocorrência de juvenis na área marítima do Estado de São Paulo, por unidade especial de análise.

Foram consolidados 125 registros de parâmetros de crescimento e idade a partir de 59 publicações (Figura 3.9) para 42 espécies ictíicas e de camarões (Figura 3.10, Anexo 9.3). As áreas com maior número de publicações indicando parâmetros de crescimento e idade para táxons ictíicos e de camarões foram aquelas próximas ao litoral, com destaque para a APAM Litoral Norte. Essa APAM também se destacou quando ao número de táxons identificados, além da APAM Litoral Sul, na região de Cananéia.



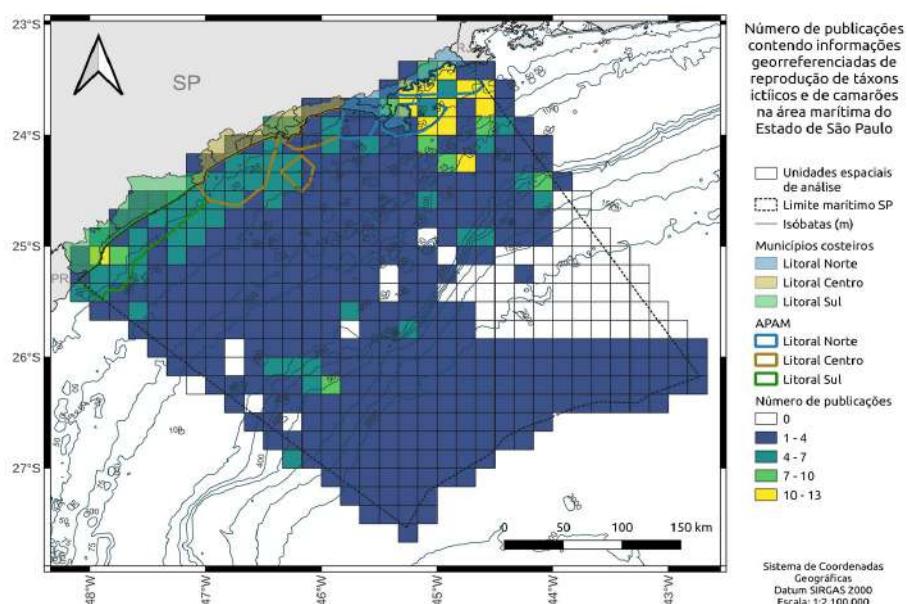
**Figura 3.9** - Número de publicações contendo informações georreferenciadas dos parâmetros de crescimento e idade de táxons ictíicos marinhos e estuarinos e de camarões branco, rosa e sete-barbas na área marítima do Estado de São Paulo, por unidade especial de análise.



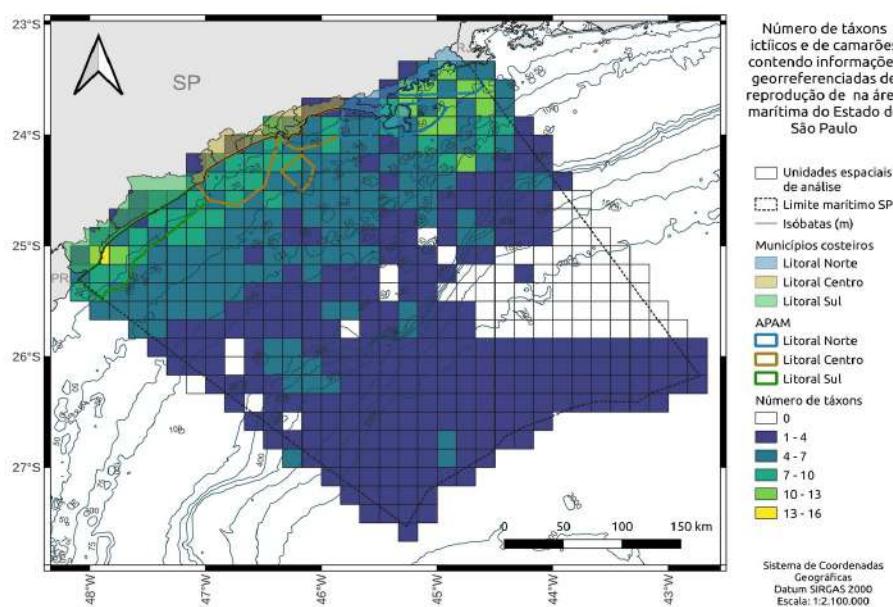
**Figura 3.10** - Número de táxons ictíicos marinhos e estuarinos e de camarões branco, rosa e sete-barbas contendo informações georreferenciadas de crescimento e idade na área marítima do Estado de São Paulo, por unidade especial de análise.

Em relação aos parâmetros reprodutivos, foram consolidados 89 registros a partir de 37 publicações (Figura 3.11) para 35 espécies ictíicas e de

camarões (Figura 3.12, Anexo 9.4). As áreas com maior número de publicações registradas foram aquelas próximas ao litoral, com destaque para a APAM Litoral Norte. Quanto ao número de táxons identificados, as regiões de maior destaque foram as APAMs Litoral Sul e Centro.



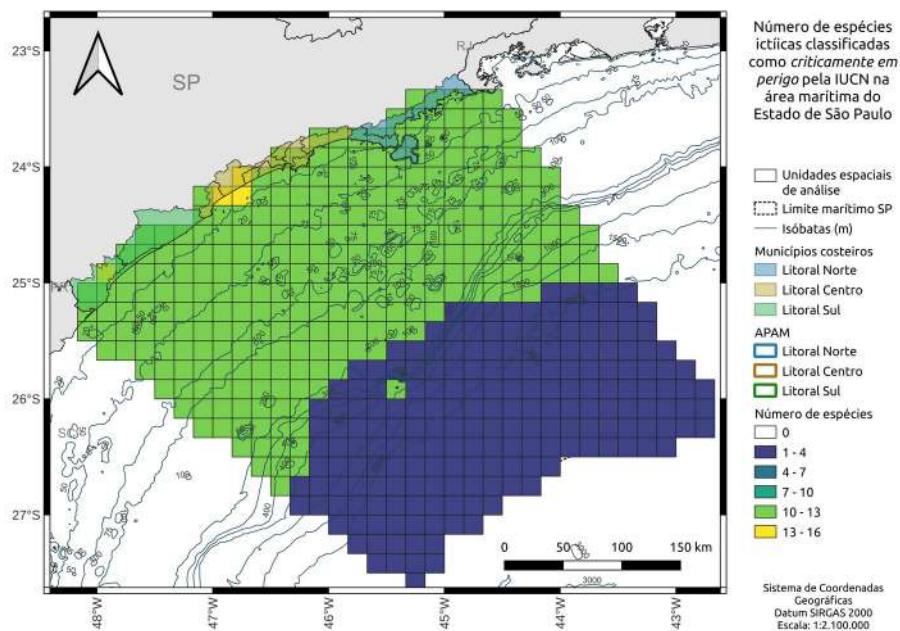
**Figura 3.11** - Número de publicações contendo informações georreferenciadas de parâmetros reprodutivos de táxons ictíicos marinhos e estuarinos e de camarões branco, rosa e sete-barbas na área marítima do Estado de São Paulo, por unidade especial de análise.



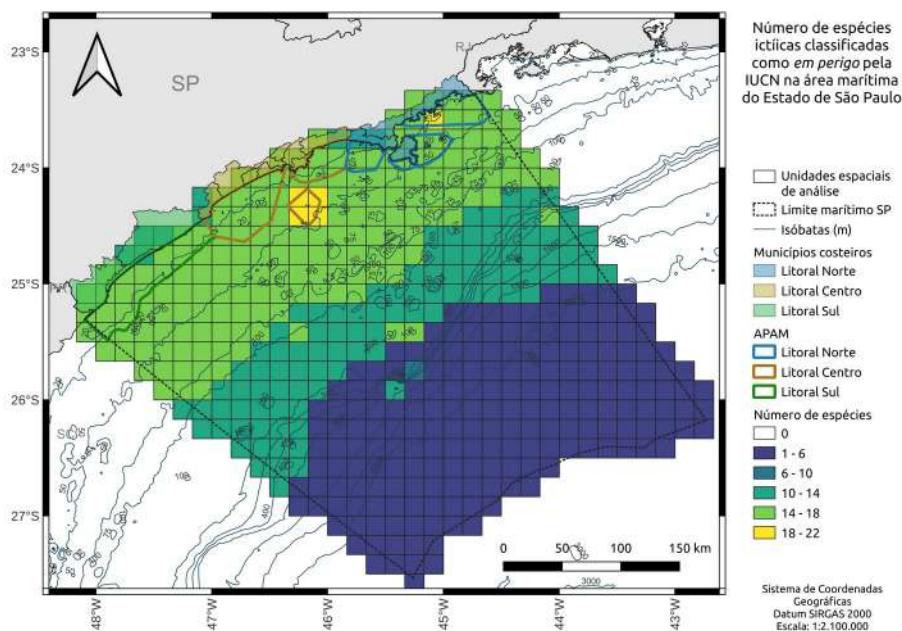
**Figura 3.12** - Número de táxons ictíicos marinhos e estuarinos e de camarões branco, rosa e sete-barbas contendo informações georreferenciadas de parâmetros reprodutivos na área marítima do Estado de São Paulo, por unidade especial de análise.

Acerca do estado de conservação das espécies ictíicas identificadas (Anexo 9.2), o MMA apresentou informações para 71 espécies, classificando 38,0% (27 espécies) delas como *criticamente em perigo*, 19,7% (14) como *em perigo* e 42,3% (30) como *vulnerável* (MMA, 2022). A legislação do Estado de São Paulo apresentou informações para 325 espécies, classificando 3,4% (11 espécies) destas como *criticamente em perigo*, 8,9% (29) como *em perigo*, 7,7% (25) como *quase ameaçada*, 13,2% (43) como *vulnerável*, 0,3% (1) como *pouco preocupante*, 64,3% (209) como *dados insuficientes* e 2,2% (7) como *regionalmente extintas* (São Paulo, 2018). A IUCN apresentou informações para 671 espécies, classificando 2,4% (16 espécies) destas como *criticamente em perigo* (Figura 3.13), 3,6% (24) como *em perigo* (Figura 3.14), 7,6% (51) como *vulnerável* (Figura 3.15), 3,3% (22) como *quase ameaçada*, 78,4% (526) como *pouco preocupante* e 4,8% (33) como *dados insuficientes* (IUCN, 2023). Quanto ao estado populacional das espécies ictíicas identificadas (Anexo 9.2), a IUCN apresentou informações para 671 espécies, classificando o estado de 19,4% (130 espécies) destas enquanto *diminuindo*, 18,0% (121) como *estável*, 0,3% (2) como *aumentando* e 62,3% (418) como *desconhecido* (IUCN, 2023).

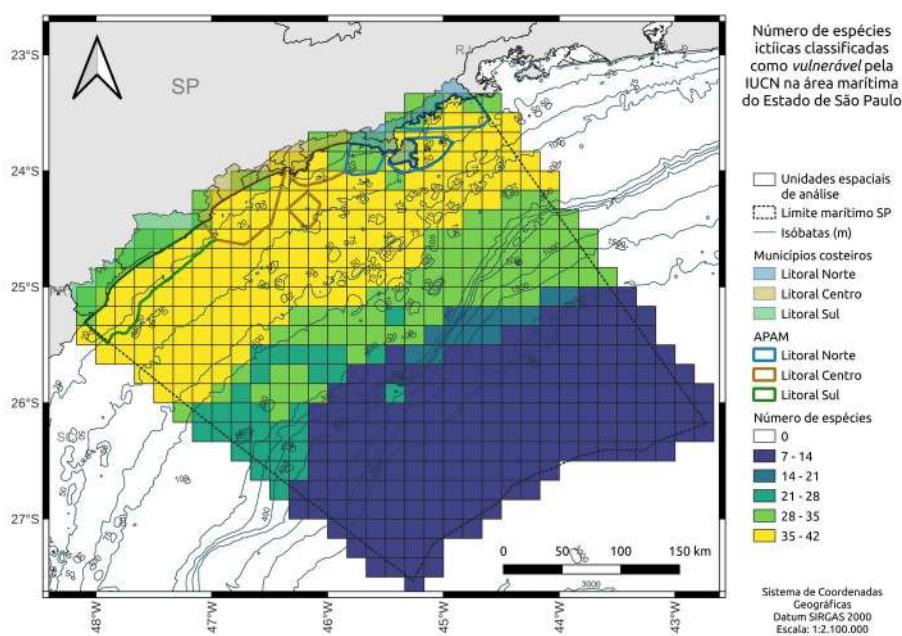
(Anexo 9.2). Nenhuma das bases consultadas (i.e., São Paulo, 2018; MMA, 2022; IUCN, 2023) continha informações acerca dos estados de conservação e populacional dos camarões branco, rosa e sete-barbas.



**Figura 3.13** - Número de espécies ictíicas com estado de conservação classificado como *criticamente em perigo* (CR) pela IUCN na área marítima do Estado de São Paulo, por unidade especial de análise.



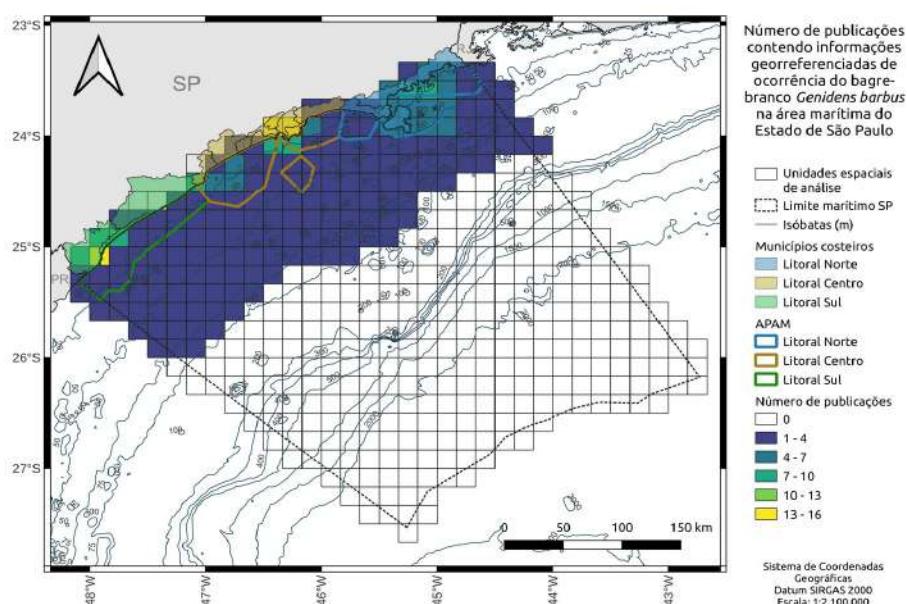
**Figura 3.14** - Número de espécies ictíicas com estado de conservação classificado como *em perigo* (EN) pela IUCN na área marítima do Estado de São Paulo, por unidade especial de análise.



**Figura 3.15** - Número de espécies ictíicas com estado de conservação classificado como *vulnerável* (VU) pela IUCN na área marítima do Estado de São Paulo, por unidade especial de análise.

Especificamente para o bagre-branco *Genidens barbus*, foram recuperadas 67 publicações contendo informações de ocorrência

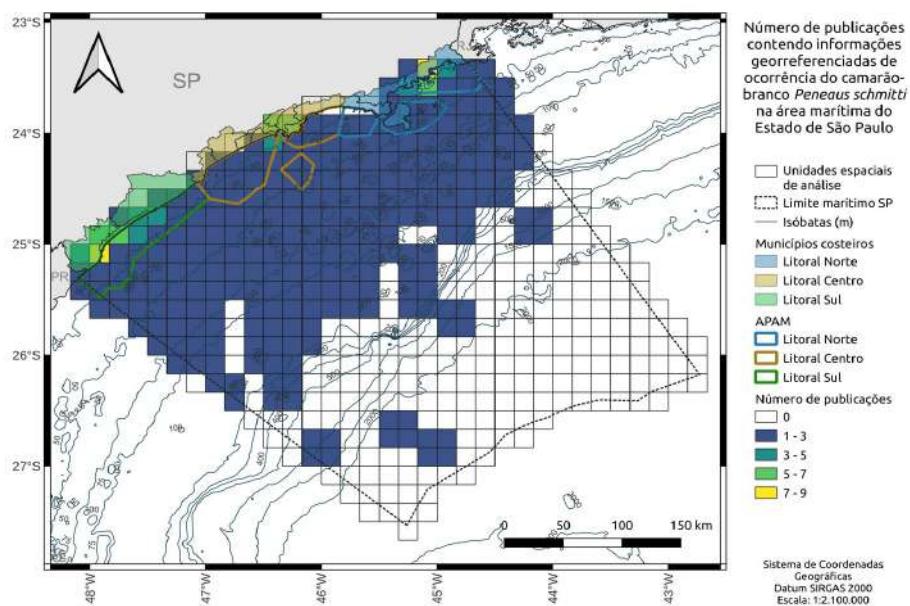
georreferenciada na área marítima do Estado de São Paulo, produzindo 480 registros (Figura 3.16). As áreas com os maiores registros de publicações citando a espécie foram Litoral Centro, em Santos e São Vicente, Litoral Sul, em Cananéia. As legislações federal e estadual divergiram quanto ao estado de conservação da espécie, classificando-a como *em perigo* (MMA, 2022) e como *vulnerável* (São Paulo, 2018). A IUCN não continha informações de estado de conservação tampouco de estado populacional para a espécie (IUCN, 2023). Não foram recuperadas publicações contendo estimativas de parâmetros populacionais para a espécie na área marítima do Estado de São Paulo.



**Figura 3.16** - Número de publicações contendo ocorrência georreferenciada do bagre-branco, *Genidens barbus* (Lacépède, 1803), na área marítima do Estado de São Paulo, por unidade especial de análise.

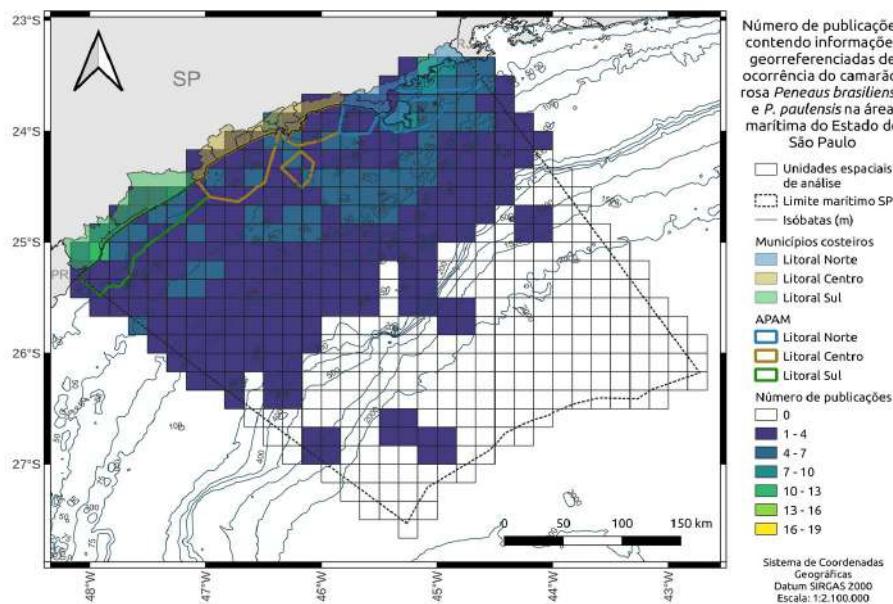
No que se refere ao o camarão-branco *Penaeus schmitti*, foram recuperadas 31 publicações contendo informações de ocorrência georreferenciada na área marítima do Estado de São Paulo, produzindo 355 registros (Figura 3.17). As áreas com os maiores registros de publicações citando a espécie foram Litoral Norte, em Ubatuba, Litoral Centro, em Santos e São Vicente, Litoral Sul, em Cananéia, Iguape e Ilha Comprida. Nenhuma das

bases consultadas (i.e., São Paulo, 2018; MMA, 2022; IUCN, 2023) continha informações acerca dos estados de conservação e populacional da espécie. Foram recuperadas três publicações contendo estimativas de parâmetros populacionais para a espécie, sendo uma publicação sobre estimativas de crescimento e idade, e duas sobre aspectos reprodutivos.



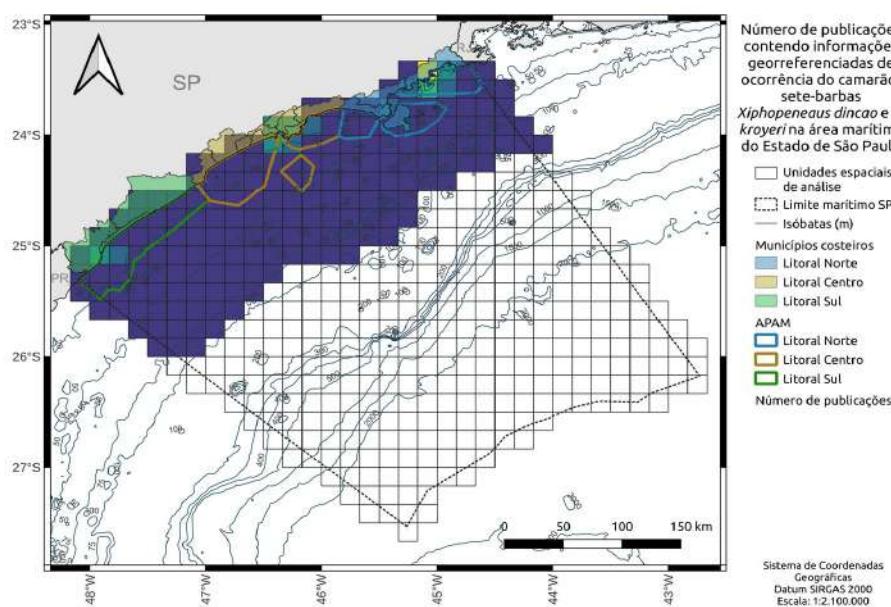
**Figura 3.17** - Número de publicações contendo ocorrência georreferenciada do camarão-branco, *Penaeus schmitti* Burkenroad, 1936, na área marítima do Estado de São Paulo, por unidade especial de análise.

Sobre o camarão-rosa *Penaeus brasiliensis* e *P. paulensis*, foram recuperadas 39 publicações contendo informações de ocorrência georreferenciada na área marítima do Estado de São Paulo, produzindo 1.671 registros (Figura 3.18). As áreas com os maiores registros de publicações citando a espécie foram Litoral Norte, em Ubatuba, Litoral Sul, em Cananéia. Nenhuma das bases consultadas (i.e., São Paulo, 2018; MMA, 2022; IUCN, 2023) continha informações acerca dos estados de conservação e populacional da espécie. Foram recuperadas quatro publicações contendo estimativas de parâmetros de crescimento e idade para a espécie (uma para *P. brasiliensis*; três para *P. paulensis*). Não foram recuperadas publicações contendo estimativas reprodutivas.



**Figura 3.18** - Número de publicações contendo ocorrência georreferenciada do camarão-rosa, *Penaeus brasiliensis* Latreille 1817 e *P. paulensis* (Pérez Farfante, 1967), na área marítima do Estado de São Paulo, por unidade especial de análise.

Em relação ao camarão-sete-barbas, *Xiphopenaeus dincao* e *X. kroyeri*, foram recuperadas 60 publicações contendo informações de ocorrência georreferenciada na área marítima do Estado de São Paulo, produzindo 433 registros (Figura 3.19). A área com o maior registro de publicações citando a espécie foi o Litoral Norte, em Ubatuba. Nenhuma das bases consultadas (i.e., São Paulo, 2018; MMA, 2022; IUCN, 2023) continha informações acerca dos estados de conservação e populacional da espécie. Foram recuperadas 12 publicações contendo estimativas de parâmetros populacionais para *X. kroyeri*, sendo quatro publicação sobre estimativas de crescimento e idade, e oito sobre aspectos reprodutivos.



**Figura 3.19** - Número de publicações consolidadas contendo ocorrência georreferenciada do camarão-sete-barbas, *Xiphopenaeus dincao* Carvalho-Batista, Terossi, Zara, Mantelatto & Costa, 2020 e *X. kroyeri* (Heller, 1862), na área marítima do Estado de São Paulo, por unidade especial de análise.

### 3.4 Discussão

A ictiofauna marinha e estuarina identificada na área marítima do Estado de São Paulo é enormemente diversa, totalizando 753 espécies válidas. Isso representa 2,1% da diversidade ictíica global (i.e., 36.484 espécies, cf. Fricke et al., 2023) e 8,2% daquela sul-americana (i.e., 9.100 espécies, cf. Reis et al., 2016). A ocorrência dessa grande diversidade na área marítima do Estado de São Paulo é favorecida por vários fatores, incluindo a dinâmica de nutrientes promovida pelas massas de água da pluma do Rio da Prata e da Água Central do Atlântico sul (ACAS), a diversidade de habitats aquáticos presentes na área e a boa conectividade existente entre as diferentes ecorregiões da província marinha do Atlântico Sudoeste Temperado Quente (a qual se estende desde Cabo Frio, RJ até Buenos Aires, na Argentina) e desta com a província do Atlântico Sudoeste Tropical (a qual se estende desde Parnaíba, PI até Cabo Frio, RJ) (Lopes et al., 2006; Spalding et al., 2007; Nogueira Jr. & Brandini, 2014). Essa dinâmica faz da área marítima do Estado de São Paulo uma importante zona de transição zoogeográfica que abriga tanto espécies

endêmicas e residentes quanto espécies em deslocamento migratório a partir das províncias do Atlântico Noroeste Tropical (a qual se estende desde o Golfo do México, nos Estados Unidos da América, até Parnaíba, PI) e da Magellanica (a qual se estende desde Buenos Aires, na Argentina, até a Terra do Fogo, no Chile) (Figueiredo, 1981; Palacio, 1982; Menni & Stehmann, 2000; Pinheiro et al., 2018).

Essa enorme diversidade ictíica se reflete também na produção pesqueira marinha e estuarina do Estado de São Paulo, cujas frotas operam principalmente na área da Bacia de Santos. Entre os anos de 2018 e 2022, o estado registrou descargas anuais de 11,2 mil toneladas de peixes ósseos e cartilaginosos, sendo aproximadamente 2,3% (255 t/ano) de bagre-branco (cf. dados públicos disponíveis em IP/APTA/SAA/SP, 2023). No mesmo quinquênio também foram descarregadas, em média, 2,4 mil t/ano de camarão-sete-barbas, 318 t/ano de camarão-rosa e 90 t/ano de camarão-branco (cf. IP/APTA/SAA/SP, 2023). Esses números colocam o Estado de São Paulo como o terceiro em volume de descargas na Bacia de Santos, a área pesqueira mais produtiva do Brasil (Freire et al., 2021). Os dois estados onde são registrados os maiores volumes de descarga são Santa Catarina (95.200 t/ano considerando apenas as categorias de pescado mencionadas acima) e Rio de Janeiro (41.714 t/ano para as categorias anteriormente mencionadas) (cf. dados públicos disponíveis em FIPERJ, 2023; FUNDEPAG, 2023; UNIVALI/EMCT/LEMA, 2023).

Apesar da sua diversidade ictíica e importância pesqueira, o conhecimento sobre os aspectos biológicos, populacionais e ecológicos da maioria dessas espécies ainda é incipiente. Apenas 5% dessas espécies possuem parâmetros populacionais de crescimento e idade e/ou reprodução publicados para a área marítima do Estado de São Paulo, revelando grave carência de informações básicas para sua conservação biológica e exploração pesqueira sustentável. Esse panorama se torna ainda mais preocupante quando se considera que 55% das espécies ictíicas da área marítima do Estado de São Paulo têm seu estado populacional classificado como *desconhecido* pela IUCN, e que outras 11% não possuem quaisquer

informações sobre esse parâmetro (IUCN, 2023). Enquadram-se nesse cenário tanto o bagre-branco quanto os camarões branco, rosa e sete-barbas.

Existem ao menos quatro estoques de bagre-branco habitando o Oceano Atlântico, incluindo um estoque compartilhado entre Uruguai e Argentina, no Estuário do Prata, e três estoques no Brasil, sendo um da Lagoa dos Patos, no Rio Grande do Sul, um da Baía de Paranaguá, no Paraná, e um da Baía de Guanabara, no Rio de Janeiro (Avigliano et al., 2015a; Avigliano et al., 2017b). Ao final da década de 2000, Uruguai e Argentina classificaram o estado de conservação do bagre-branco como *vulnerável*, argumentando sobre seu complexo ciclo de vida, baixa fecundidade, incubação orofaríngea, distribuição restrita a ambientes estuarinos e dulcícolas durante os períodos reprodutivos, desconhecimento acerca dos ambientes que habita durante os períodos não-reprodutivos e estado pesqueiro crítico (Cappato & Yanosky, 2009; Baigún et al., 2012). No Brasil, a legislação federal classifica o bagre-branco como *em perigo* desde a década de 2010 (MMA, 2014; Vieira et al., 2018; MMA, 2022), enquanto a legislação do Estado de São Paulo o classifica como *vulnerável* (São Paulo, 2018), condição menos crítica do que *em perigo*. Na tentativa de salvaguardar a viabilidade da indústria pesqueira, a Portaria MMA nº 127/2018 (MMA, 2018) foi editada permitindo a exploração, estudo e pesquisa do bagre-branco desde que atendidas as medidas propostas no “Plano de Recuperação para Espécies Ameaçadas: Peixes e Invertebrados Aquáticos: Bagre-branco, *Genidens barbus* e *G. planifrons* (Ariidae)” (MMA, 2015). A edição dessa portaria coincidiu com a publicação da lista de espécies ameaçadas do Estado de São Paulo (São Paulo, 2018). As medidas propostas no plano de recuperação do bagre-branco incluíram, dentre outras, o atendimento ao período de defeso de 01 de janeiro a 31 de março na área marítima do Estado de São Paulo, conforme determinado pela Portaria SUDEPE nº N-42/1984 (SUDEPE, 1984), além do defeso da piracema, que ocorre de 01 de novembro a 28 de fevereiro nas bacias do Rio Paraná e do Atlântico Sudeste, conforme Instrução Normativa IBAMA nº 25/2009 (IBAMA, 2009).

No que se refere aos camarões branco, rosa e sete-barbas, nenhuma das bases consultadas continha informações acerca dos seus estados de conservação (São Paulo, 2018; MMA, 2022; IUCN, 2023). Ainda assim, a exploração dessas espécies na área marítima do Estado de São Paulo está sujeita ao período de defeso de 28 de janeiro a 30 de abril, regulado pela Portaria SAP/MAPA nº 656/2022 (MAPA, 2022), a qual atualizou regulações pretéritas sobre o tema (cf. MMA, 2006a, 2006b, 2008).

Recentemente *Xiphopenaeus dincao* foi molecularmente diferenciada de *Xiphopenaeus kroyeri*. Essas espécies são morfologicamente muito semelhantes, ocorrem em simpatria e não são diferenciadas nas descargas pesqueiras, situação semelhante a que ocorre com os camarões-rosa, *Penaeus brasiliensis* e *P. paulensis*. A distribuição de *X. dincao* se estende desde a Colômbia até o Sudeste de Brasil. Dado o caráter taxonômico recente de *X. dincao*, não existem políticas de ordenamento para a espécie. Além disso, todo o conhecimento existente para *X. kroyeri* precisa ser revisto e atualizado, afim de se diferenciar seus aspectos populacionais daqueles de *X. dincao*.

As contraposições e lacunas de informações encontradas ainda apontam para a necessidade de estudos atualizados e aprofundados acerca dos aspectos populacionais e pesqueiros do bagre-branco, bem como dos camarões branco, rosa e sete-barbas, objetivando subsidiar estimativas robustas e atualizadas dos seus estados populacionais e de conservação. Somente os resultados desses estudos é que permitirão o estabelecimento de políticas de ordenamento e de monitoramento sólidas que assegurem a exploração sustentável desses recursos, dispensando remendos jurídicos via portarias unilaterais e provendo segurança jurídica para a atuação das frotas pesqueiras em operação (MMA, 2015; Cergole, 2016).

## 4 Dinâmica populacional e pesqueira do bagre-branco *Genidens barbus* na área marítima do Estado de São Paulo

### 4.1 Apresentação

Esta seção caracterizou a dinâmica populacional (crescimento, idade e reprodução) e pesqueira do bagre-branco, *Genidens barbus* (Lacépède, 1803), amostrado na área marítima do Estado de São Paulo.

### 4.2 Material e métodos

Amostragens de comprimentos e amostragens biológicas de *Genidens barbus* foram realizadas em saídas de campo aos portos de descarga pesqueira industrial e artesanal de Santos/Guarujá e Cananéia/Iguape/Ilha Comprida no período de março de 2022 a março de 2023. A confirmação taxonômica da espécie foi baseada em literatura específica (Marceniuk, 2005). A nomenclatura da espécie seguiu Fricke et al. (2023). Os espécimes tomados para as amostragens foram aqueles isentos de qualquer classificação de bordo (ex., tamanho, gênero), garantindo aleatoriedade e evitando vieses amostrais (Sparre & Venema, 1998).

#### 4.2.1 Amostragens de comprimentos

Buscou-se amostrar ao menos 100 indivíduos da espécie a cada mês por aparelho de pesca. Os exemplares foram dispostos com o flanco direito sobre uma plataforma fotográfica com escala, estando esta acoplada a uma balança digital (peso total,  $W_t$ , 0,01 g). Fotografias foram tomadas e analisadas em processador de imagens digitais para obtenção do comprimento total ( $L_t$ , 0,01 cm) de cada espécime, medido da ponta do focinho ao término da nadadeira caudal em posição natural.

Informações sobre as viagens pesqueiras foram obtidas por meio do Programa de Monitoramento da Atividade Pesqueira Marinha e Estuarina do

Estado de São Paulo (PMAP-SP) (Ávila-da-Silva et al., 2007) via Sistema Gerenciador de Banco de Dados *ProPesqWEB* (Ávila-da-Silva et al., 2019).

#### 4.2.2 Amostragens biológicas

As amostragens biológicas compuseram subamostragens mensais estratificadas por classes de comprimento de cerca de 50 indivíduos (considerando-se até cinco indivíduos por classe de comprimento), obtidos a partir das amostragens de comprimentos.

Os espécimes amostrados foram transportados, em Santos, ao laboratório multiusuário do Instituto de Pesca, e em Cananéia, ao box do Instituto de Pesca no Mercado Municipal de Cananeia. Nesses locais foram tomados dados biométricos, incluindo os comprimentos total ( $L_t$ , 1,0 mm) e padrão, medido da ponta do focinho até o término da coluna vertebral, no urostilo ( $L_s$ , 1,0 mm), e os pesos total ( $W_t$ , 0,1 g) e eviscerado (i.e., o peso sem os órgãos da cavidade corporal,  $W_e$ , 0,1 g). Otólitos e gônadas foram extirpados para os estudos de crescimento e idade e de biologia reprodutiva, respectivamente.

#### 4.2.3 Processamento de materiais biológicos

O processamento de material biológico foi desenvolvido, em Santos, no laboratório multiusuário do Instituto de Pesca, e em Cananéia, no box do Instituto de Pesca no Mercado Municipal de Cananeia. Os otólitos *lapilli* foram extirpados, limpos em álcool, secos em papel toalha e acondicionados em embalagens plásticas com identificação individual (McCurdy et al., 2002; Vaz-dos-Santos, 2015; Vaz-dos-Santos, 2021). Cada otólito foi emblocado em resina poliéster e seccionado transversalmente (0,3 mm) em cortadora metalográfica de baixa rotação. As secções obtidas foram fotografadas sob microscópio estereoscópico acoplado a um analisador de imagens digitais. As fotografias foram analisadas em processador de imagens digitais objetivando a contagem de anéis sazonais, i.e., das sucessivas zonas translúcidas observadas do núcleo em direção à borda, ao longo do eixo de leitura, e a

medição os raios desses anéis. Os raios foram medidos ( $R_{ec}$ , mm) do núcleo ao início de cada zona translúcida. O tipo de borda, se translúcido ( $TR$ ) ou opaco ( $OP$ ), foi registrado para a determinação do período de formação de anéis e correta atribuição de idade. Foram realizadas três leituras independentes de cada otolito (Vaz-dos-Santos, 2015).

As gônadas extirpadas foram sexadas, classificadas macroscopicamente quanto ao fase de desenvolvimento gonadal (cf. Vazzoler, 1996; Lemos & Mai, 2021), pesadas (peso da gônada,  $W_g$ , 0,0001g), fixadas em formaldeído 4% durante 24 horas e, posteriormente, conservadas em álcool 70% em frascos plásticos com identificação individual. O armazenamento das gônadas dependeu do seu grau de decomposição. O material fixado foi processado histologicamente (i.e., desidratação por banhos de imersão em álcool em graduações crescentes, diafanização por banhos de imersão em xileno P.A., impregnação por banhos de imersão em parafina histológica), emblocado em parafina histológica e seccionado longitudinalmente (0,5  $\mu\text{m}$ ) em micrótomo. As secções obtidas foram coradas em eosina-hematoxilina, fixadas em lâminas de vidro e fotografadas sob microscópio ótico acoplado a um analisador de imagens digitais. As fotografias foram analisadas em processador de imagens digitais para identificação dos estágios de desenvolvimento celular dos gametas e confirmação microscópica das fases de desenvolvimento gonadal atribuídas macroscopicamente (cf. Vazzoler, 1996; Brown-Peterson et al., 2011).

#### 4.2.4 Estimativas de parâmetros populacionais

Para a estimativa dos parâmetros populacionais do bagre-branco, considerou-se os dados dos indivíduos amostrados no presente projeto (entre março de 2022 a março de 2023) e os dados de projetos pretéritos disponíveis no banco de dados interno do Instituto de Pesca (amostrados entre setembro de 2021 a fevereiro de 2022).

#### 4.2.4.1 Determinação e análise estatística da estrutura de comprimentos das capturas por aparelho de pesca

Com base nos dados obtidos a partir das amostragens de comprimentos, foi descrita a estrutura de comprimentos da espécie por aparelho de pesca. Para tal, foram construídas curvas de densidade de indivíduos, por classe de comprimento, associadas a diagramas de caixa sumarizando os comprimentos mínimo, máximo, mediano e quartis (25, 50 e 75%) (pacote *ggstatsplot*, Patil, 2021). Devido à natureza não-paramétrica dos dados, diferenças nas estruturas de comprimentos capturadas pelos diferentes aparelhos de pesca foram testadas por meio do teste de Kruskal-Wallis seguido por teste *post-hoc* de Conover (Zar, 2014).

#### 4.2.4.2 Determinação dos parâmetros de crescimento

A tendência de incremento em peso foi determinada a partir do modelo de relação comprimento-peso (Keys, 1928; Clark, 1928; Le Cren, 1951; Froese, 2006) para as amostragens de comprimentos corporais, considerando todos os indivíduos amostrados independentemente do aparelho de pesca responsável pela captura, e para as amostragens biológicas, considerando os sexos individualmente. Para tal, foram aplicados modelos não-linear (MNL,  $W_t = a \times L_t^b$ ) e linear (ML,  $\log(W_t) = \log(a) + \log(L_t) \cdot b$ ). Indivíduos identificados com valores atípicos (*i.e.*, *outliers*) de comprimento corporal ou peso foram eliminados da análise. A adequabilidade de cada modelo considerou análises de distribuição, normalidade e independência dos resíduos (Xiao et al., 2011; Zar, 2014).

Diferenças em relação à isometria (*i.e.*, se  $b = 3$ ) foram testadas por meio de teste *t* (Zar, 2014). Diferenças entre os valores dos coeficientes  $a$  e  $b$  entre os sexos foram avaliadas por meio de análise de covariância (Zar, 2014).

Para estudo do crescimento, foram ajustados os parâmetros do modelo de von Bertalanffy (1938) aos dados de comprimento dos indivíduos por idade relativa (baseado em distribuições de frequência de comprimentos, *ADFC*) e por idade (baseado na leitura de incrementos sazonais em estruturas calcificadas, *AIS*). Foram estimados o comprimento assintótico médio ( $L_\infty$ ), o

coeficiente de crescimento ( $k$ ) e, no caso do modelo completo, a idade teórica de comprimento zero ( $t_0$ ):

$$L_t = L_\infty [1 - e^{-k \cdot t}] \text{ modelo reduzido}$$

$$L_t = L_\infty [1 - e^{-k(t - t_0)}] \text{ modelo completo}$$

onde  $L_t$  é o comprimento do indivíduo na idade  $t$ ; e  $t$  é a idade em anos no comprimento  $L_t$ .

No caso da ADFC, considerou-se apenas os dados de comprimento oriundos do aparelho de pesca mais representativo da estrutura populacional da espécie, i.e., o aparelho responsável por amostrar a maior amplitude de comprimentos e o maior número de indivíduos. A esses dados foi aplicado o método indireto de análise de progressão modal *Electronic Length Frequency Analysis (ELEFAN II)* (Pauly & David, 1980; King, 2007). Simulações na rotina *ELEFAN II* foram executadas utilizando os pacotes *TropFishR* (Mildenberger et al., 2017) e *fishboot* (Schwamborn et al., 2018). Em contraste ao  $t_0$ , estimativas baseadas em ADFC produzem um ponto de partida temporal repetitivo ( $t_{\text{anchor}}$ ) (Mildenberger et al., 2017). Os parâmetros de entrada das simulações consideraram o intervalo de classe ótimo (OBS), determinado por meio da equação  $OBS = 0.23 \cdot L_{\text{MÁX}}^{0.6}$ , onde  $L_{\text{MÁX}}$  representa o comprimento total máximo amostrado (Wang et al., 2020), a média móvel (MA), equivalente ao número de classes de comprimento compondo a moda mais jovem e mais completa amostrada (Taylor & Mildenberger, 2017), e as recomendações de otimização para a função *ELEFAN\_GA\_boot*, as quais incluíram *popsize* = 40, *pmutation* = 0,2, *maxiter* = 100 e *run* = 40, com limite mínimo de *Linf* = *max(Lt)*, *K* = 0,01, *t\_anchor* = 0, *C* = 0 e *ts* = 0, e limite máximo de *Linf* = *max(Lt)*\*1,5, *K* = 0,4, *t\_anchor* = 1, *C* = 0 e *ts* = 0. As simulações consideraram 1.000 permutações desenvolvidas sem reamostragem (*Pboot*) e com reamostragem aleatória em taxa de 5% (*FBoot*) (Schwamborn et al., 2019). Intervalos de confiança de 95% (IC<sub>95</sub>) para as estimativas foram baseadas nos quartis 0,025 e 0,975 das distribuições obtidas em *bootstrap* (Schwamborn et al., 2019).

A longevidade ( $t_{\text{máx}}$ ) (Taylor, 1960) foi estimada enquanto o tempo necessário para que um indivíduo atinja 95% do  $L_\infty$  populacional,

representando a razão entre a constante 2,996 e o  $k$  ( $\pm IC_{95}$ ) conforme a equação:

$$t_{\max} = \frac{2,996}{k}$$

O índice de performance de crescimento ( $\phi'$ ) (Munro & Pauly, 1983; Pauly & Munro, 1984) foi obtido por meio da equação:

$$\phi' = \log_{10} k + 2 \log_{10} L_{\infty}$$

A determinação da taxa de mortalidade total ( $Z$ ) foi obtida por meio do método de curva de captura linearizada baseado em comprimentos corporais, e considerou o mesmo conjunto de dados submetido à rotina *ELEFAN II* (Pauly 1983, 1984a, 1984b).

A estimativa da taxa de mortalidade natural ( $M$ ) foi obtida com base no modelo de Pauly (1980) atualizado por Then et al. (2015), conforme a equação:

$$M = 4,118 \times k^{0,73} \times L_{\infty}^{-0,333}$$

E a mortalidade por pesca ( $F$ ) foi estimada como sendo a diferença entre  $Z$  e  $M$ , conforme a equação:

$$F = Z - M$$

#### 4.2.4.3 Determinação dos parâmetros reprodutivos

A proporção sexual foi testada por mês e para o período amostral utilizando os testes de qui quadrado de duas amostras ( $X^2$ ) e de heterogeneidade ( $X^2_H$ ), respectivamente (Zar, 2014).

O período reprodutivo foi determinado para cada sexo por meio da análise integrada das variações mensais dos indicadores de (i) distribuição de frequência de indivíduos por fase de desenvolvimento gonadal (*ADFFG*), (ii) relações gonadossomáticas (*RGS*) e (iii) fatores de condição alométrico ( $K$ ) e somático ( $K'$ ) baseados no parâmetro  $b$  da relação comprimento-peso (Silveira et al., 2020), utilizando gráficos de barras, caixas e linhas (pacote *ggplot2*, Wickham, 2016).

As relações gonadossomáticas representaram a razão entre o peso da gônada ( $Wg$ ) e o peso corporal total ( $Wt$ ) ( $RGS_1$ ) ou o peso eviscerado ( $We$ )

( $RGS_2$ ) (Hoek, 1895; Wootton, 1990; Vazzoler, 1996), sendo obtidas conforme as equações:

$$RGS_1 = \frac{Wg}{Wt} \times 100 \text{ e } RGS_2 = \frac{Wg}{We} \times 100$$

Os índices  $K$  e  $K'$  (Heincke 1908; Le Cren 1951; Froese 2006) consideraram os valores dos parâmetros  $b$  das relações comprimento-peso por sexo, sendo calculados conforme as equações:

$$K = \frac{Wt}{Lt^b} \times 100 \text{ e } K' = \frac{We}{Lt^b} \times 100$$

Diferenças significativas entre os indicadores de  $RGS$  (i.e.,  $RGS_1$  vs.  $RGS_2$ ) e de fator de condição (i.e.,  $K$  vs.  $K'$ ) foram testadas por meio do teste de Wilcoxon-Mann-Whitney (Zar, 2014). Variações temporais significativas nos indicadores mais importantes para a determinação do período reprodutivo foram testadas por meio de teste de Kruskal-Wallis (Zar, 2014).

O comprimento médio de primeira maturação gonadal ( $L_{50}$ ) e o comprimento médio no qual todos os indivíduos estariam aptos à reprodução ( $L_{100}$ ) foram estimados para cada sexo com base no modelo de inferência Bayesiana (pacote *sizeMat*, Torrejon-Magallanes, 2020) (Doll & Lauer, 2013), seguindo a equação:

$$p(\theta|X) = \frac{p(X|\theta) p(\theta)}{\int d\theta p(X|\theta) p(\theta)}$$

onde  $p(\theta|X)$  é a probabilidade *a posteriori* do indivíduo ser adulto em um determinado tamanho,  $p(X|\theta)$  denota a probabilidade *a posteriori* do indivíduo ser jovem em um determinado tamanho (i.e., a função de verossimilhança),  $p(\theta)$  denota a probabilidade *a priori* do indivíduo ser adulto, e o denominador (i.e., a evidência) é um parâmetro de normalização calculado pela soma de todos os valores de parâmetros possíveis ponderados pela força de sua crença.

#### 4.2.5 Obtenção de informações pesqueiras

Informações pesqueiras do bagre-branco *Genidens barbus* foram obtidas a partir dos dados do Programa de Monitoramento da Atividade Pesqueira Marinha e Estuarina do Estado de São Paulo (PMAP-SP) executado

pelo Instituto de Pesca. Foram consultadas informações de produção descarregada no Estado no período de 01 janeiro de 2018 e 31 dezembro de 2022. A descrição desses dados foi feita por ano, mês, tipo de pesca (*i.e.* se industrial ou artesanal), aparelhos de pesca utilizados, município de descarga e área de captura.

## 4.3 Resultados

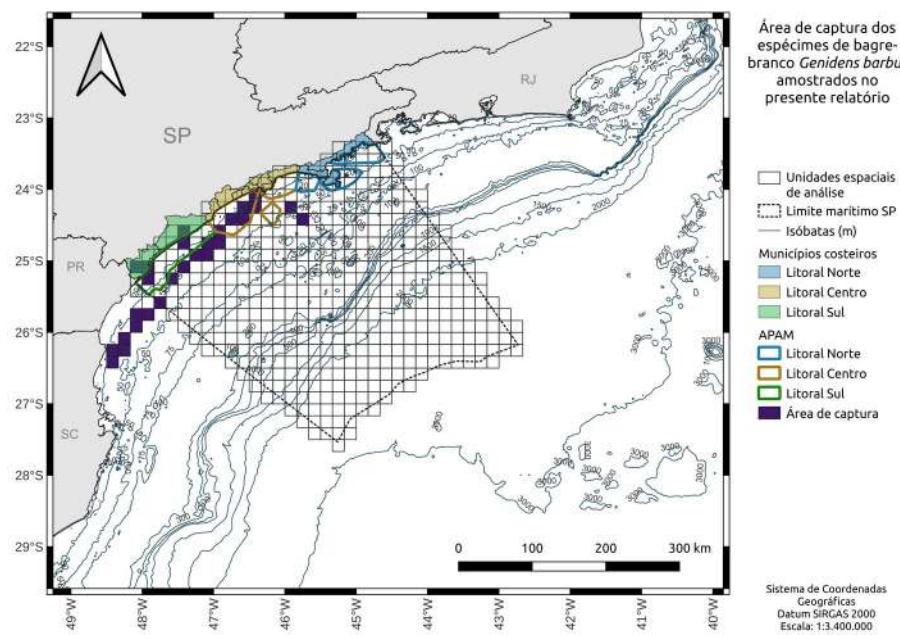
Foram acompanhadas 49 operações de descarga, sendo 19 em Santos/Guarujá e 30 em Cananéia/Iguape/Ilha Comprida. Além dessas, foram considerados também os dados de 29 viagens obtidos a partir de projetos pretéritos e disponíveis no banco de dados interno do Instituto de Pesca.

### 4.3.1 Amostragens de comprimentos

Foram amostrados 1.521 indivíduos, sendo 859 destes provenientes da frota pesqueira de Santos/Guarujá, e 662 provenientes de Cananéia/Iguape/Ilha Comprida. Além desses, foram também considerados os dados de 608 indivíduos obtidos a partir de projetos pretéritos e disponíveis no banco de dados interno do Instituto de Pesca.

### 4.3.2 Amostragens biológicas

Foram tomados dados biológicos de 913 indivíduos, sendo 405 destes provenientes da frota pesqueira de Santos/Guarujá, e 508 provenientes de descargas em Cananéia/Iguape/Ilha Comprida. Além desses, foram também considerados os dados de 99 indivíduos obtidos a partir de projetos pretéritos e disponíveis no banco de dados interno do Instituto de Pesca. A área de pesca desse conjunto de amostragens estendeu-se do norte de São Paulo ao norte de Santa Catarina (Figura 4.1)



**Figura 4.1** - Área de captura de *Genidens barbus* amostrado nas descargas de arrasto de parelha, da frota pesqueira indústria de Santos/Guarujá, e por redes de emalhe, arrasto duplo, cerco fixo e espinhel de fundo, da frota pesqueira artesanal de Cananéia/Iguape/Ilha Comprida, no período de setembro de 2021 a março de 2023.

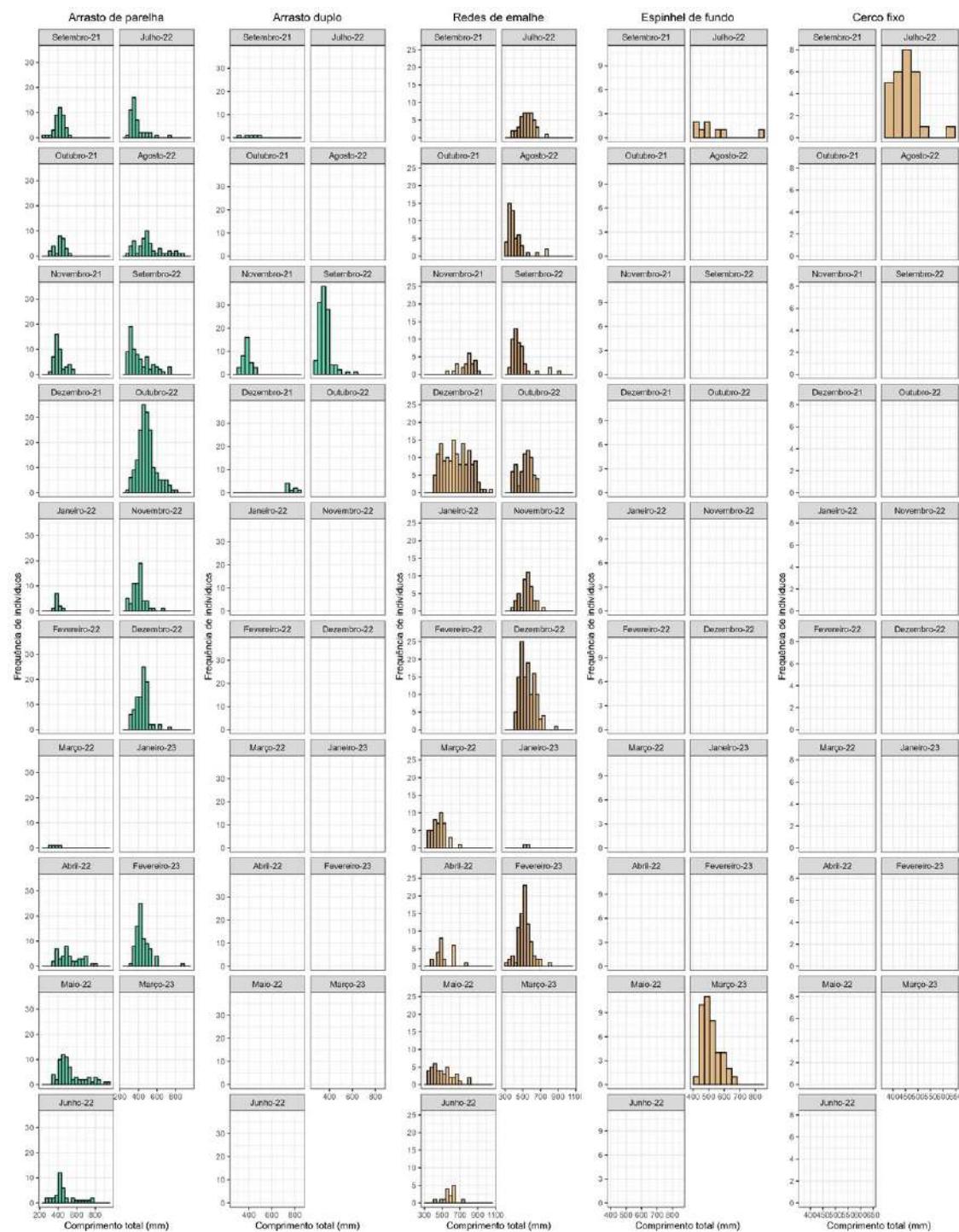
### 4.3.3 Processamento de materiais biológicos

Foram acondicionados otolitos de 912 indivíduos, sendo 405 destes provenientes da frota pesqueira de Santos/Guarujá e 507 provenientes da frota de Cananéia/Iguape/Ilha Comprida. O armazenamento de gônadas dependeu do grau de decomposição do material. Assim, foram armazenadas amostras de 328 indivíduos provenientes da frota pesqueira de Santos/Guarujá e de 498 da frota de Cananéia/Iguape/Ilha Comprida.

### 4.3.4 Estimativas de parâmetros populacionais

#### 4.3.4.1 Determinação e análise estatística da estrutura de comprimentos das capturas por aparelho de pesca

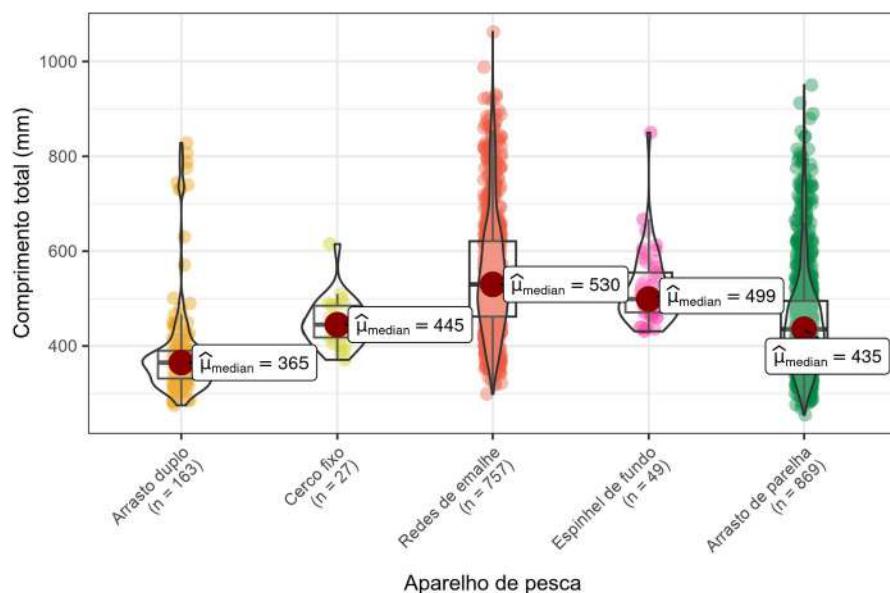
As amostragens de comprimento computaram 1.865 indivíduos de *Genidens barbus*, sendo 869 destes provenientes de capturas de arrasto de parelha, 757 de capturas de redes de emalhe, 163 de arrasto duplo, 49 de espinhel de fundo e 27 de cerco fixo (Figura 4.2).



**Figura 4.2** - Frequência de indivíduos de *Genidens barbus* amostrado nas descargas de arrasto de parelha, da frota pesqueira indústria de Santos/Guarujá, e por redes de emalhe, arrasto duplo, cerco fixo e espinhel de fundo, da frota pesqueira artesanal de Cananéia/Iguape/Ilha Comprida, por classe de comprimento (35 mm).

Houve diferença significativa na estrutura de comprimentos capturada pelos diferentes aparelho de pesca ( $X^2 = 458,60$ ,  $GL = 4$ ,  $p = < 0,0001$ ). O

arrasto de parelha capturou indivíduos medindo entre 255-950 mm de comprimento total, com média de 455 mm e mediana de 435 mm, enquanto as redes de emalhe capturaram indivíduos medindo entre 299-1062 mm de comprimento total, com média de 552 mm e mediana de 553 mm, o arrasto duplo capturou indivíduos medindo entre 275-828 mm de comprimento total, com média de 384 mm e mediana de 365 mm, o espinhel de fundo capturou indivíduos medindo entre 431-850 mm de comprimento total, com média de 518 mm e mediana de 499 mm, e o cerco fixo capturou indivíduos medindo entre 371-615 mm de comprimento total, com média de 449 mm e mediana de 445 mm, (Figura 4.3).



**Figura 4.3** - Curvas de densidade e gráficos de caixa das estruturas de comprimentos de *Genidens barbus* amostrado nas descargas de arrasto de parelha, da frota pesqueira industrial de Santos/Guarujá, e por redes de emalhe, arrasto duplo, cerco fixo e espinhel de fundo, da frota pesqueira artesanal de Cananéia/Iguape/Ilha Comprida.

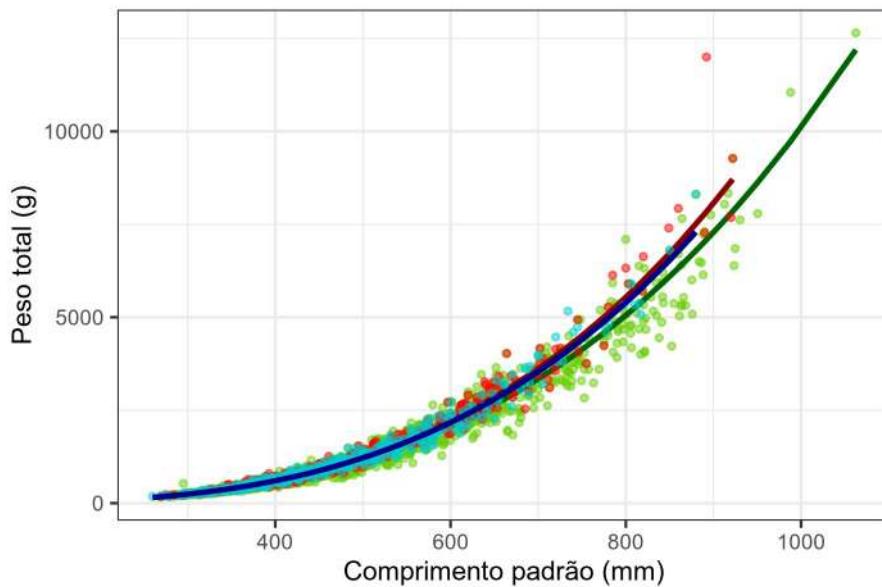
#### 4.3.4.2 Determinação dos parâmetros de crescimento

A relação comprimento-peso (RPC) foi estimada tanto para os dados oriundos das amostragens de comprimentos quanto das amostragens biológicas (i.e., estratificada por sexo). Para a estimativa da RPC da amostragem de comprimentos, foram considerados 1.771 indivíduos medindo

entre 269-1.062 mm e pesando entre 159-12.650 g. Para a *RPC* da amostragem biológica, foram consideradas 512 fêmeas medindo entre 205-756 mm e pesando entre 185-12.000 g, e 455 machos medindo entre 260-880 mm e pesando entre 181-8.306 g. A *RPC* indicou tendência de incremento em peso do tipo alométrica positiva tanto na amostragem de comprimentos (*teste t* = 8,8665, *GL* = 1.770, *p* = < 0,0001) quanto nas estratificadas de fêmeas (*teste t* = 8,5177, *GL* = 501, *p* = < 0,0001) e machos (*teste t* = 7,3949, *GL* = 444, *p* = < 0,0001) (Tabela 4.1 e Figura 4.4). Os parâmetros *a* e *b* não diferiram significativamente entre os sexos ( $t_a = -1,662$ ;  $p_a = 0,0969$ ;  $t_b = -0,895$   $p_b = 0,3710$ ).

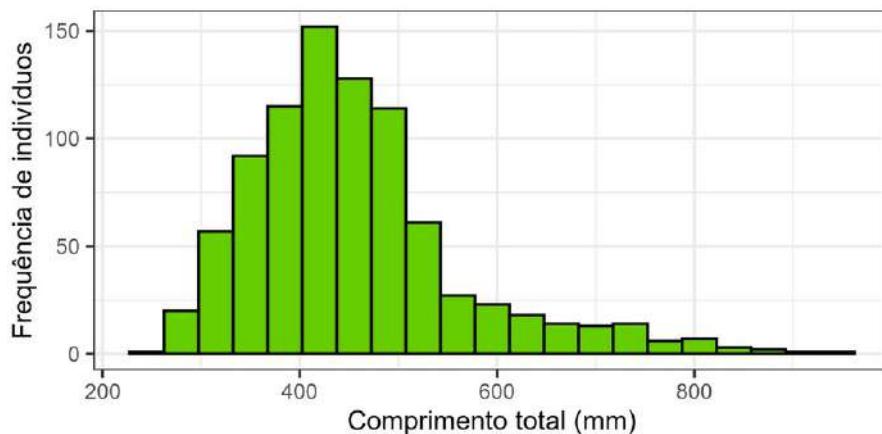
**Tabela 4.1** - Parâmetros da relação comprimento-peso calculadas para as amostragens de comprimentos e amostragens estratificadas de fêmeas e machos de *Genidens barbus* amostrado nas descargas das frotas pesqueiras industrial de arrasto de parelha, de Santos/Guarujá, e artesanal, de redes de emalhe, cerco fixo e espinhel de fundo, de Cananéia.

Amostragem	<i>a</i>	<b>IC<sub>a</sub></b>	<i>b</i>	<b>IC<sub>b</sub></b>	<b>R<sup>2</sup></b>
Comprimentos	0,000005	0,000004-0.000005	3,1085	3,0845-3,1325	0,9726
Fêmeas	0,000003	0,000002-0,000004	3,1916	3,1474-3,2358	0,9751
Machos	0,000003	0,000003-0,000005	3,1634	3,1200-3,2068	0,9784



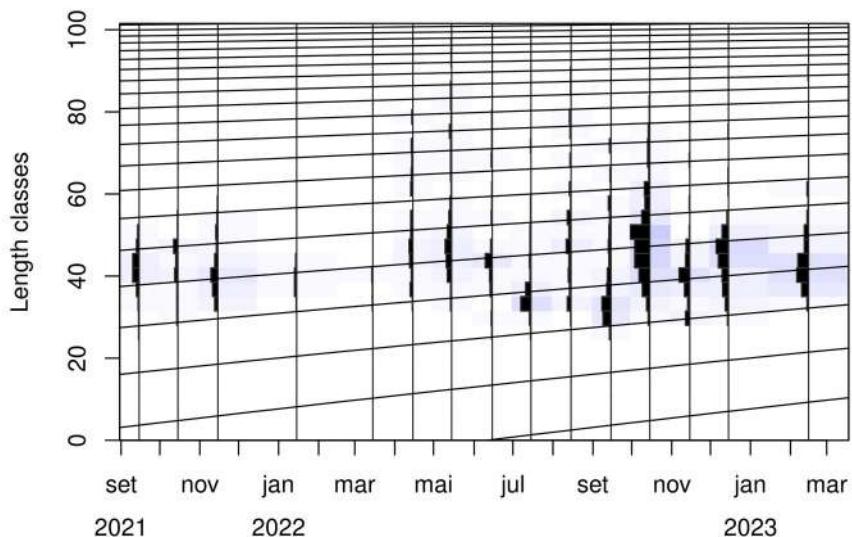
**Figura 4.4** - Relação comprimento-peso de *Genidens barbus* amostrado nas descargas das frotas pesqueiras industrial, de arrasto de parelha, de Santos/Guarujá, e artesanal, de redes de emalhe, cerco fixo e espinhel de fundo, de Cananéia. Verde: estimativa obtida para a amostragem de comprimentos; Vermelho e azul: estimativas obtidas para as amostragens estratificadas de fêmeas e machos, respectivamente.

Os parâmetros de crescimento e idade foram estimados com base nos dados de comprimento obtidos a partir do arrasto de parelha (Figura 4.5), pois este foi o petrecho de pesca que melhor representou a estrutura de comprimentos da espécie ao longo das amostragens (Figura 4.3).



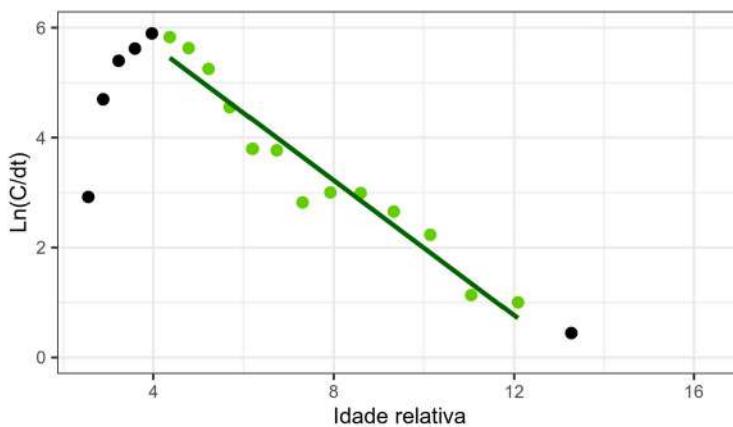
**Figura 4.5** - Frequência de indivíduos de *Genidens barbus* amostrado nas descargas da frota pesqueira industrial de arrasto de parelha de Santos/Guarujá, por classe de comprimento (35 mm).

Os parâmetros de crescimento estimados para *Genidens barbus* a partir da análise de distribuições de frequência de comprimentos (ADFC) incluíram comprimento assintótico médio  $L_{\infty} = 1.106$  mm, coeficiente de crescimento  $k = 0,13$  ano $^{-1}$ , ponto de partida temporal repetitivo  $t_{anchor} = 0,44$  e índice de performance de crescimento de  $\phi' = 3,18$  (Figura 4.6).



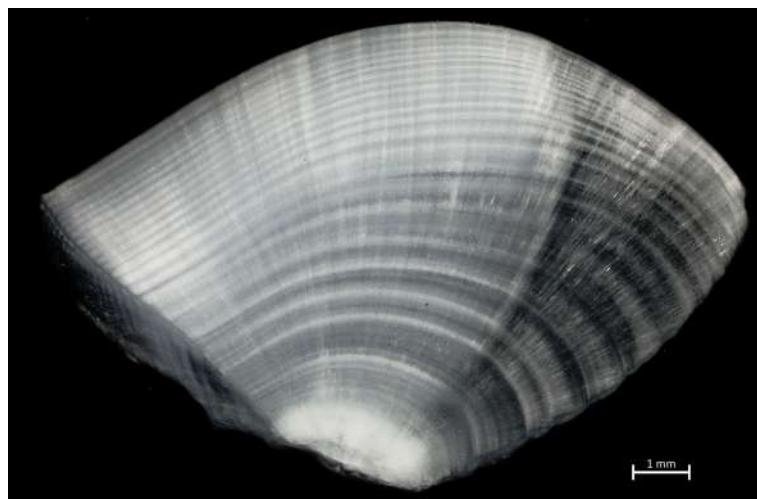
**Figura 4.6** - Curva de crescimento estimada para *Genidens barbus* amostrado nas descargas de arrasto de parelha da frota pesqueira industrial de arrasto de parelha de Santos/Guarujá.

A longevidade máxima de *Genidens barbus* baseada em ADFC foi  $t_{máx} = 23,3$  anos ( $IC_{95} = 14,4\text{-}44,2$  anos), enquanto a taxa de mortalidade total  $Z = 0,61 \pm 0,05$  (representando uma taxa de sobrevivência de 54,1% a cada geração), sendo a mortalidade natural  $M = 0,19$  (sobrevivência de 82,3% por geração) e a mortalidade por pesca  $F = 0,42$  (Figura 4.7). O comprimento de primeira captura no arrasto de parelha foi estimado em 340 mm.



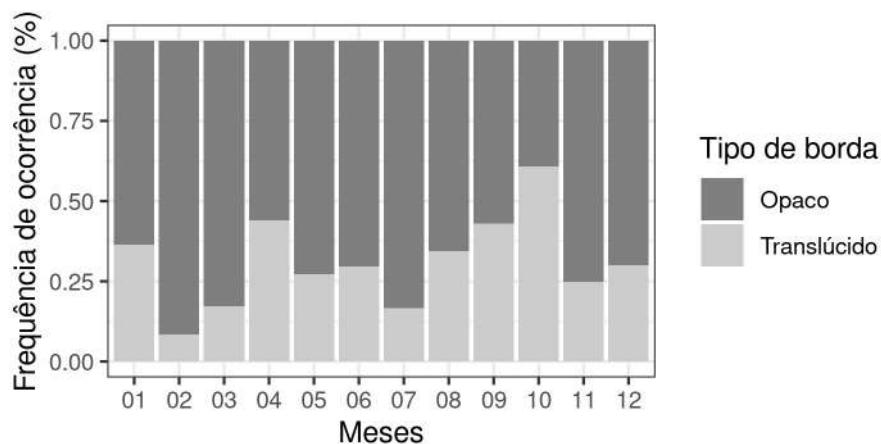
**Figura 4.7** - Curva de captura linearizada de *Genidens barbus* amostrado nas descargas de arrasto de parelha da frota pesqueira de Santos/Guarujá.

Para a A/S foram analisados otólitos *lapilli* de 960 indivíduos (Figura 4.8).



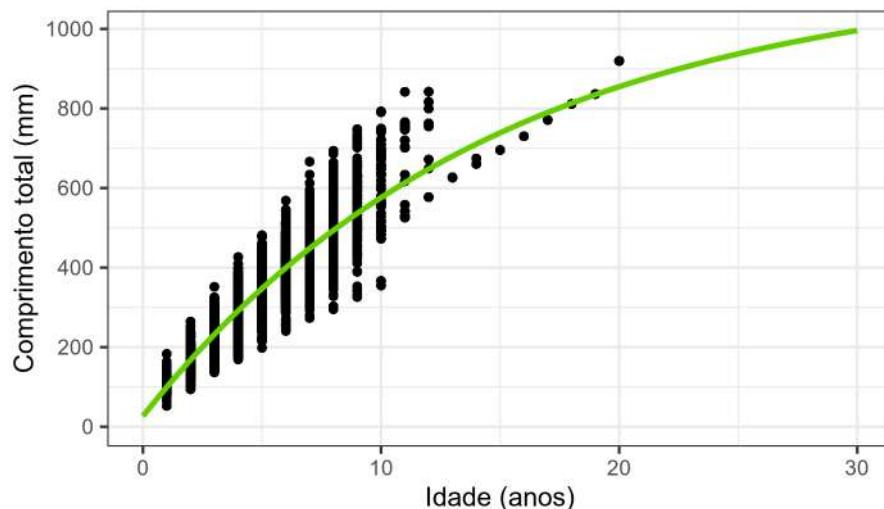
**Figura 4.8** - Secção transversal de otólito *lapilli* de *Genidens barbus* amostrado nas descargas das frotas pesqueiras industrial, de arrasto de parelha, de Santos/Guarujá, e artesanal, de redes de emalhe, cerco fixo e espinhel de fundo, de Cananéia.

A análise do período de formação de bordas opacas indicou que jovens (i.e., indivíduos com comprimento corporal inferior ao tamanho de primeira maturação) tendem a formá-las no verão, enquanto os adultos a tendem no inverno (Figura 4.9).



**Figura 4.9** - Período de formação de borda em otólitos de *Genidens barbus* amostrado nas descargas das frotas pesqueiras industrial, de arrasto de parelha, de Santos/Guarujá, e artesanal, de redes de emalhe, cerco fixo e espinhel de fundo, de Cananéia.

Os parâmetros de crescimento estimados obtidos a partir da A/S foram  $L_{\infty} = 1.141$  mm,  $k = 0,07$  ano $^{-1}$ , idade no tamanho zero  $t_0 = -0,3459$  e  $\phi' = 2,95$  (Figura 4.10).

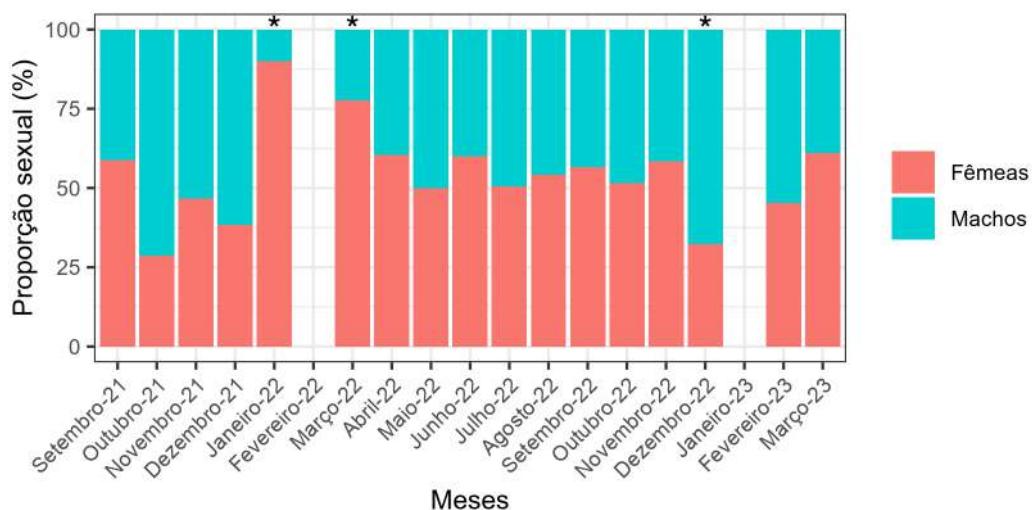


**Figura 4.10** - Curva de crescimento baseada em análise de incrementos sazonais (A/S) estimada para *Genidens barbus* amostrado nas descargas das frotas pesqueiras industrial, de arrasto de parelha, de Santos/Guarujá, e artesanal, de redes de emalhe, cerco fixo e espinhel de fundo, de Cananéia. Verde = curva de crescimento estimada para a população. cinza = curvas de crescimento individuais aferidas via A/S.

#### 4.3.4.3 Determinação dos parâmetros reprodutivos

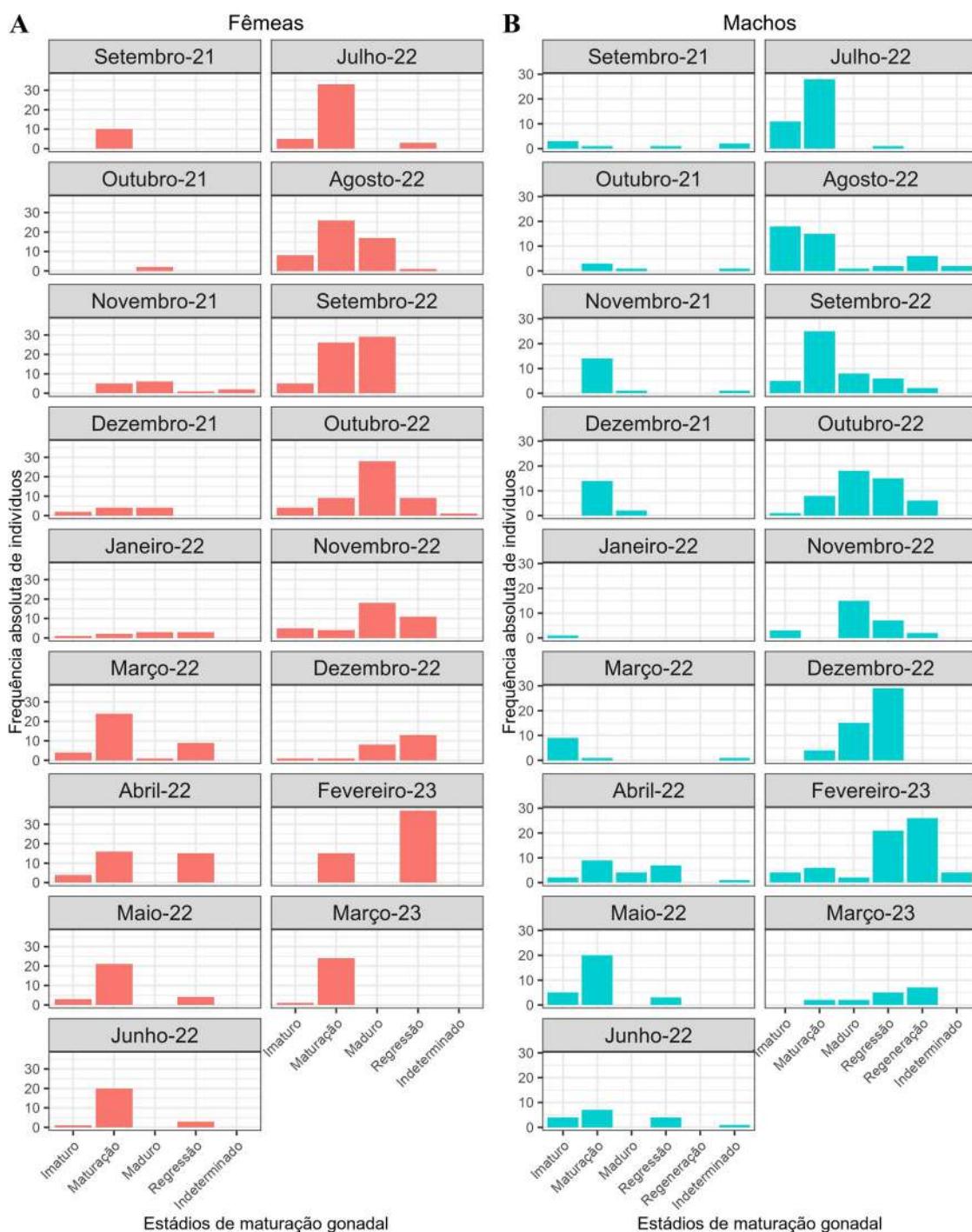
Dentre os 1.012 espécimes de *Genidens barbus* obtidos a partir das amostragens biológicas, 512 eram fêmeas e 455 eram machos. Os demais indivíduos não puderam ser sexados devido ao grau de decomposição das gônadas.

A ocorrência de fêmeas e machos não diferiu significativamente quanto à amostra total ( $X^2 = 3,3599$ ,  $p = 0,0668$ ), porém diferiu ao longo do tempo ( $X^2_H = 41,6446$ ,  $p = 0,0004$ ), com predominância de fêmeas na proporção de 1,1:1 (Figura 4.11).



**Figura 4.11** - Proporção sexual de *Genidens barbus* amostrado nas descargas da frota pesqueira de Santos/Guarujá e de Cananéia/Iguape/Ilha Comprida. (\*) Diferença significativa ( $p < 0,05$ ).

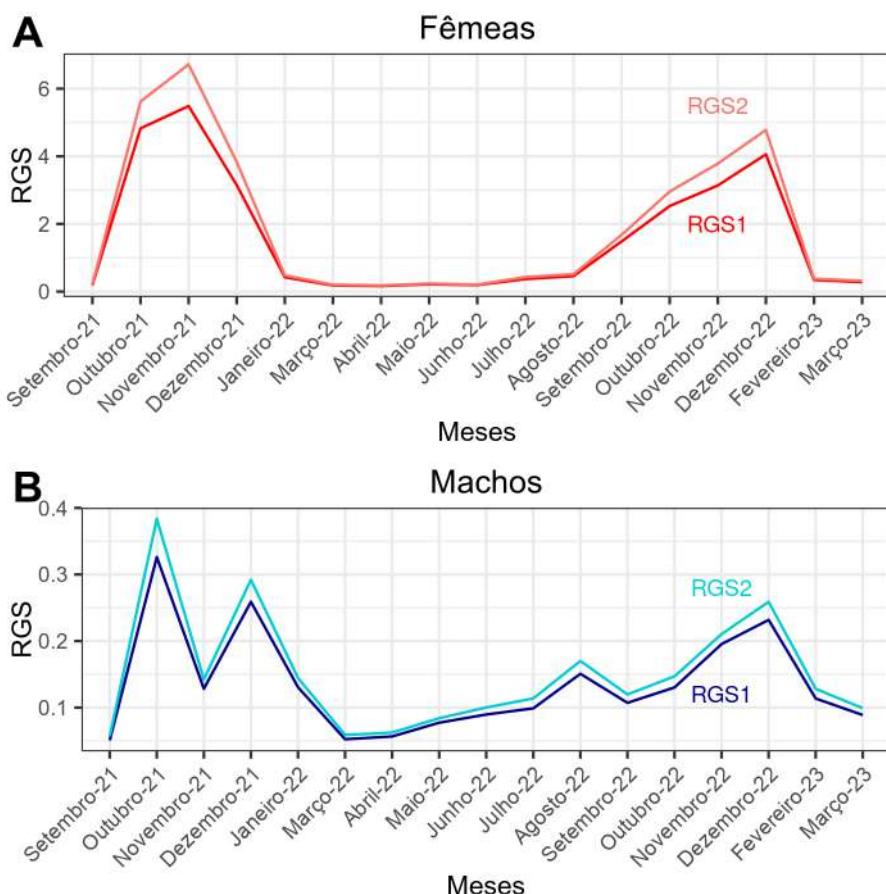
Quanto aos aspectos reprodutivos de *Genidens barbus*, fêmeas maduras predominaram nas amostras de outubro a dezembro (Figura 4.12). A abundância de fêmeas em regressão a partir de fevereiro indicaram que período de desovas ocorrendo entre novembro e janeiro. Nos machos, indivíduos maduros foram abundantes nas amostras de outubro a dezembro, enquanto indivíduos em regressão e regeneração predominaram nas amostras de dezembro a fevereiro.



**Figura 4.12** - Distribuições de frequências de indivíduos por fase de desenvolvimento gonadal de *Genidens barbus* amostrado nas descargas da frota pesqueira de Santos/Guarujá e de Cananéia/Iguape/Ilha Comprida.

Os indicadores  $RGS_1$  e  $RGS_2$  diferiram significativamente entre si tanto para as fêmeas ( $W = 119.170$ ,  $p = 0,0350$ ) quanto para os machos ( $W = 89.246$ ,  $p = 0,0147$ ) (Figura 4.13). Por considerar o peso eviscerado

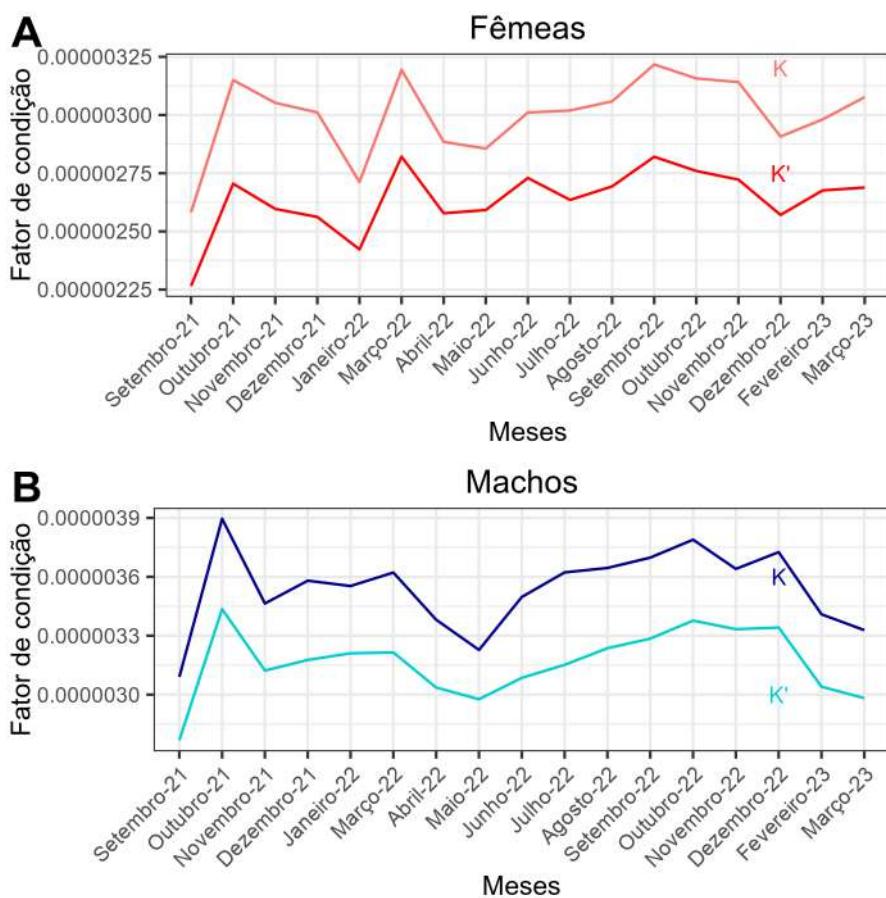
enquanto denominador, o  $RGS_2$  destacou de maneira mais acentuada as variações no estado fisiológico das gônadas. Os valores de  $RGS_2$  das fêmeas foram significativamente superiores àqueles dos machos ( $W = 180.128$ ,  $p < 0,0001$ ). Esse estimador variou significativamente ao longo dos meses tanto para as fêmeas ( $X^2 = 129,80$ ,  $p = < 0,0001$ ) quanto para os machos ( $X^2 = 151,62$ ,  $p = < 0,0001$ ), indicando investimentos energéticos no desenvolvimento de tecidos gonadais entre junho e dezembro, seguidos de perdas de massa gonadal de dezembro a fevereiro, para as fêmeas, e de novembro a março, para os machos (Figura 4.13).



**Figura 4.13** - Relação gonadosomática alométrica ( $RGS_1$ ) e somática ( $RGS_2$ ) de A) fêmeas e B) machos de *Genidens barbus* amostrado nas descargas da frota pesqueira de Santos/Guarujá e de Cananéia/Iguape/Ilha Comprida.

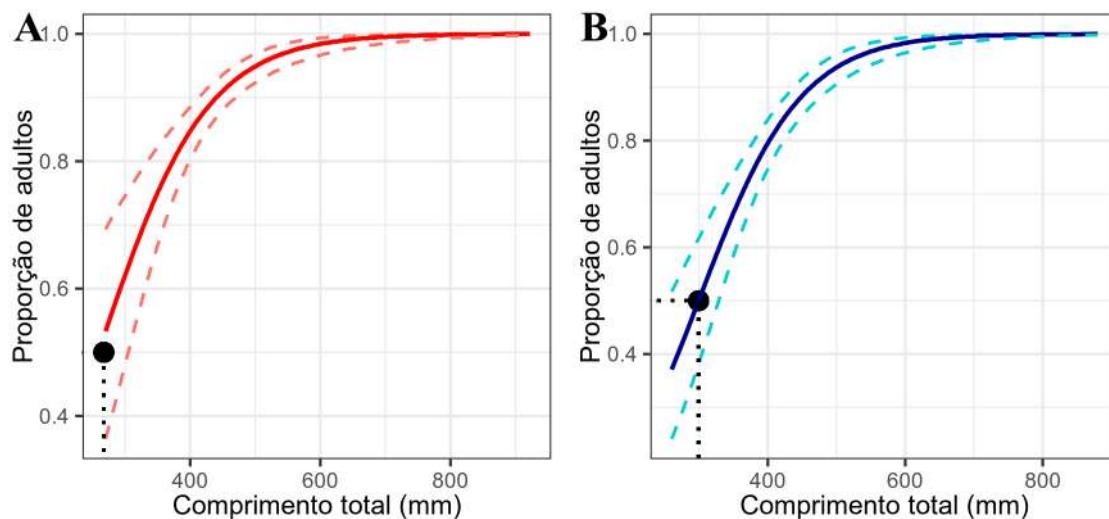
Os indicadores  $K$  e  $K'$  diferiram significativamente entre si, tanto para fêmeas ( $W = 204.991$ ,  $p = < 0,0001$ ) quanto para machos ( $W = 157.959$ ,

$p = < 0,0001$ ), indicando alocação energética em tecidos gonadais (Figura 4.14). O  $\Delta K$  variou significativamente ao longo dos meses tanto para as fêmeas ( $X^2 = 45,85$ ,  $p = < 0,0001$ ) quanto para os machos ( $X^2 = 42,05$ ,  $p = 0,0004$ ), indicando períodos de desenvolvimento gonadal e de perda de massa gonadal (Figura 4.14). Por ser baseado no peso eviscerado dos indivíduos, o  $K'$  destacou de maneira mais acentuada as variações no estado fisiológico das gônadas. Os valores de  $K'$  dos machos foram significativamente superiores àqueles das fêmeas ( $W = 29.126$ ,  $p < 0,0001$ ). Para as fêmeas, investimento energético em tecidos gonadais se deu principalmente de junho a novembro, enquanto eventos de desova ocorreram de dezembro a janeiro. Para os machos, o período de investimento energético em tecidos gonadais foi de junho a outubro, enquanto os eventos de liberação de gametas ocorreram de novembro a fevereiro. As acentuadas variações observadas nos fatores de condição dos machos posteriores a fevereiro provavelmente estiveram relacionadas ao comportamento de cuidado parental dispensado por estes.



**Figura 4.14** - Fatores de condição alométrico ( $K$ ) e somático ( $K'$ ) de A) fêmeas e B) machos de *Genidens barbus* amostrado nas descargas da frota de Santos/Guarujá e de Cananéia/Iguape/Ilha Comprida.

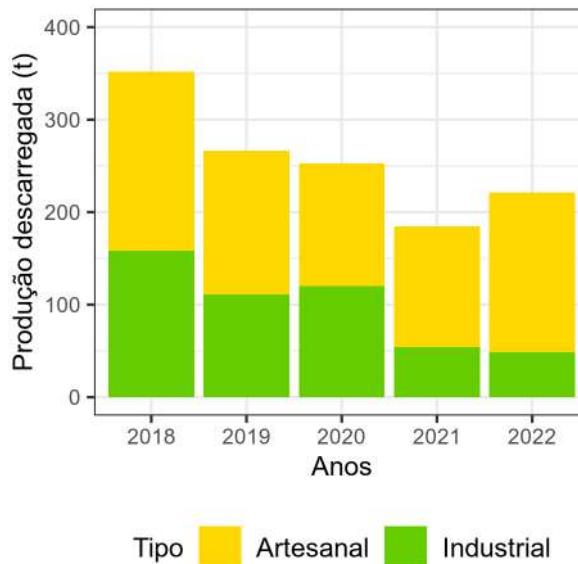
O comprimento médio de primeira maturação estimado para as fêmeas de *Genidens barbus* foi  $L_{50} = 267$  mm ( $IC_{95} = 191\text{-}309$  mm), enquanto o dos machos foi  $L_{50} = 299$  mm ( $IC_{95} = 253\text{-}328$  mm) (Figura 4.15). O comprimento médio no qual todos as fêmeas estariam aptas à reprodução foi  $L_{100} = 800$  mm, enquanto nos machos foi  $L_{100} = 798$  mm. Tomando o  $L_{50}$  dos machos enquanto parâmetro conservacionista para a população, observou-se que 2,5% da amostra de comprimentos capturada nas viagens acompanhadas de arrasto de parelha foi composta por indivíduos imaturos. Esse percentual foi de 3,7% nas viagens de arrasto duplo, 2,5% nas de redes de emalhe e nulo tanto nas de cerco fixo quanto de espinhel de fundo.



**Figura 4.15** - Comprimento de médio primeira maturação ( $L_{50}$ ) de A) fêmeas e B) machos de *Genidens barbus* amostrado nas descargas da frota pesqueira de Santos/Guarujá e de Cananéia/Iguape/Ilha Comprida.

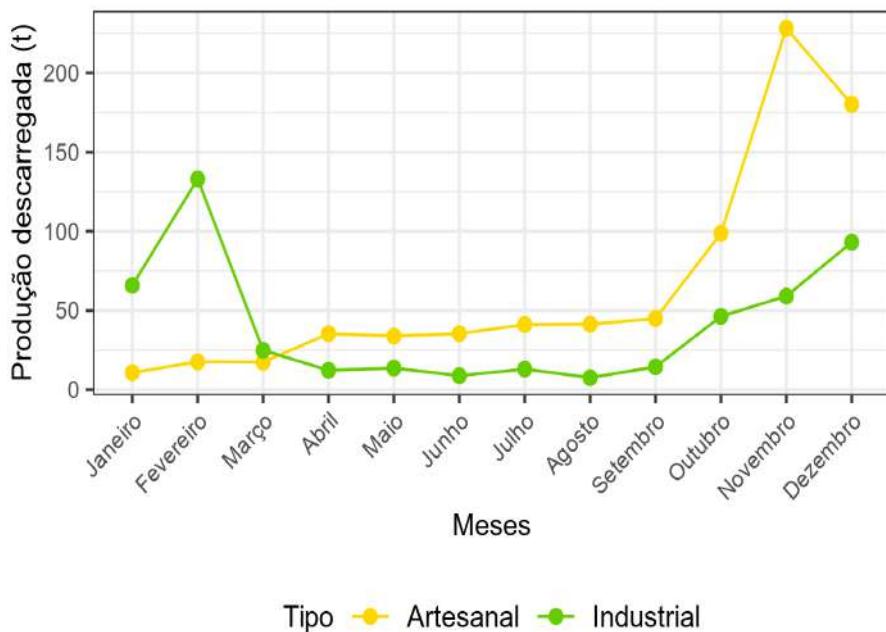
#### 4.3.5 Dinâmica pesqueira

De acordo com os dados disponibilizados pelo Programa de Monitoramento da Atividade Pesqueira Marinha e Estuarina do Estado de São Paulo PMAP-SP, no período de janeiro de 2018 a dezembro de 2022 foram descarregadas 1.276 toneladas (média de 255,3 t/ano) de bagre-branco *Genidens barbus* nos portos pesqueiros paulistas. Desse montante, 38,5% (491,9 t, média de 98 t/ano) provieram da pesca industrial e 61,5% (784,7 t, média de 157 t/ano) da pesca artesanal. A ano de 2018 foi o mais produtivo da série analisada, totalizando 351,6 t descarregadas, sendo 54,9% (158,5 t) desse montante oriundos da pesca industrial e 45,1% (193,1 t) provenientes da pesca artesanal (Figura 4.16). Já o ano de 2021 foi o de menor produção da série, totalizando 184,3 t descarregadas, sendo 29,2% (53,9 t) desse montante oriundos da pesca industrial e 70,7% (130,4 t) provenientes da pesca artesanal. Entre 2018 e 2021 a produção de bagre-branco decresceu 47,6%, acumulando uma quebra de 66,0% na produção da pesca industrial e de 32,5% na da pesca artesanal. Já em 2022 a produção do bagre-branco aumentou 20,3% em relação àquela do ano de 2021, totalizando 221,7 t descarregadas, sendo 22,0% (48,8 t) desse montante oriundos da pesca industrial e 78,0% (173,0 t) provenientes da pesca artesanal.



**Figura 4.16** - Produção pesqueira de bagre-branco *Genidens barbus* descarregada nos portos pesqueiros do Estado de São Paulo no período de janeiro de 2018 a dezembro de 2022.

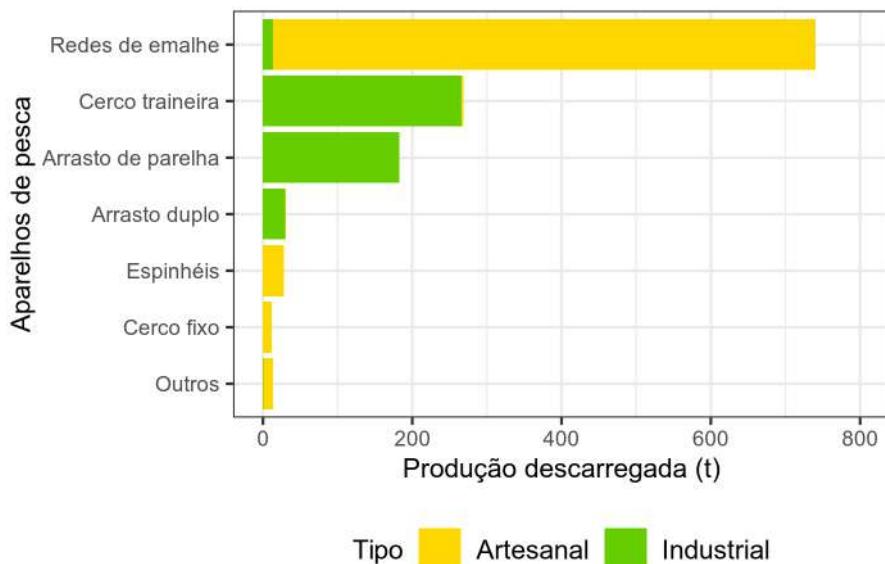
No aspecto sazonal, os períodos de maior produção de *Genidens barbus* incluíram o verão, representando 39,2% da produção total na série analisada (500,6 t, média de 100,1 t/ano) e a primavera, respondendo por 38,5% da produção total reportada (491,6 t, média de 98,3 t/ano) (Figura 4.17). Na análise sazonal da produção pesqueira industrial, o verão respondeu por 59,4% da produção industrial total reportada na série analisada (292,0 t, média de 58,4 t/ano) e a primavera respondeu por 24,3% (119,8 t, média de 23,9 t/ano) (Figura 4.17). Na análise sazonal da produção pesqueira artesanal, a primavera respondeu por 47,4% da produção artesanal total reportada (371,9 t, média de 74,4 t/ano) e o verão respondeu por 26,6% (208,6 t, média de 41,7 t/ano) (Figura 4.17). A produção industrial foi superior à artesanal apenas durante os meses de janeiro a março. Os meses de maior produção incluíram novembro (287,3 t, sendo 20,6% oriundos da pesca industrial e 79,4% da pesca artesanal), dezembro (273,3 t, sendo 34,1% da industrial e 65,9% da artesanal), fevereiro (150,6 t, sendo 88,3% da industrial e 11,7 da artesanal) e outubro (145,0 t, sendo 31,9% da industrial e 68,1% da artesanal) (Figura 4.17).



**Figura 4.17** - Produção mensal de bagre-branco *Genidens barbus* descarregada nos portos pesqueiros do Estado de São Paulo no período de janeiro de 2018 a dezembro de 2022.

Treze aparelhos de pesca contribuíram para a produção descarregada de *Genidens barbus* na série de dados analisada (Figura 4.18). Destes, os mais produtivos incluíram redes de emalhe, representando 58,0% (740,4 t) das descargas totais, cerco traineira, representando 21,1% (268,9 t), arrasto de parelha, representando 14,3% (182,9 t), arrasto duplo, totalizando 2,4% (30,9 t), espinhéis, somando 2,2% (28,1 t) e cerco fixo, representando 0,9% (11,8 t). Os demais sete aparelhos representaram, juntos, apenas 1,01% (13,6 t) da produção.

Especificamente na pesca artesanal, doze aparelhos de pesca participaram da produção do bagre-branco. As Redes de emalhe constituíram a principal arte de pesca, respondendo por 92,7% (727,4 t) das descargas artesanais e 57,0% das descargas totais (Figura 4.18). Na pesca industrial, seis aparelhos de pesca participaram da produção de bagre-branco. Cerco traineira respondeu por 54,0% (265,6 t) da produção industrial e 20,1% da total de bagre-branco, enquanto o arrasto de parelha respondeu por 37,2% (182,9 t) (Figura 4.18).

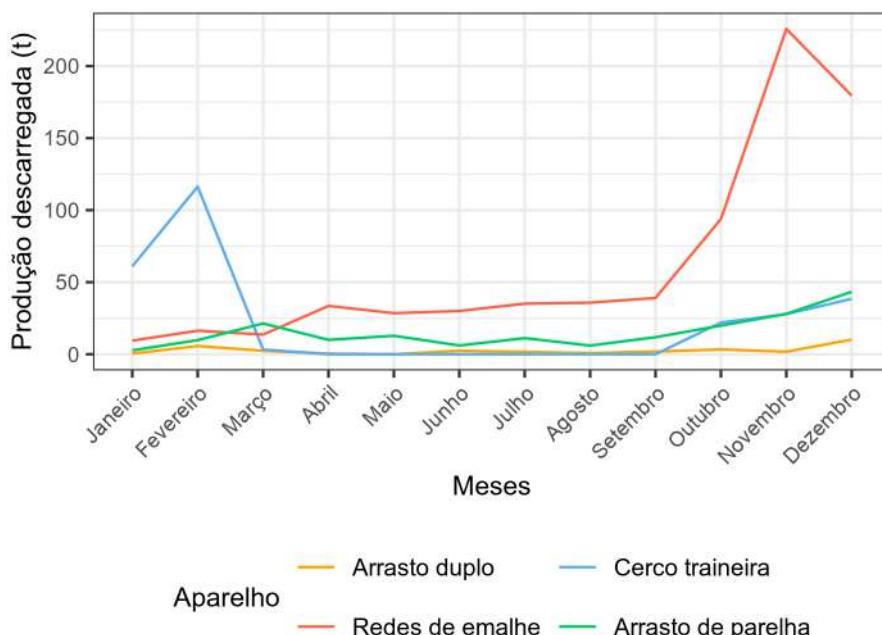


**Figura 4.18** - Aparelhos de pesca atuantes na produção de bagre-branco *Genidens barbus* descarregada nos portos pesqueiros do Estado de São Paulo no período de janeiro de 2018 a dezembro de 2022.

As redes de emalhe constituíram o principal aparelho de pesca responsável pela produção de *Genidens barbus* no período entre abril e dezembro, enquanto o cerco traineira foi o principal aparelho no período de defeso da espécie, entre janeiro e fevereiro (Figura 4.19). As redes de emalhe apresentaram produção estável entre abril e setembro (média de  $33,7 \pm$  desvio padrão de  $3,90$  t/mês), aumentando substancialmente entre outubro e dezembro (média de  $166,4 \pm 66,93$  t/mês) de decaindo durante o período de defeso da espécie, de janeiro a março (média de  $13,1 \pm 3,47$  t/mês). Comportamento semelhante foi observado na produção do arrasto de parelha e arrasto duplo, cujos volumes descarregados se mantiveram estáveis de abril a setembro (média de  $9,6 \pm 2,93$  t/mês e de  $1,2 \pm 0,93$  t/mês, respectivamente), aumentaram no período de outubro a dezembro (média de  $30,4 \pm 11,91$  t/mês e de  $5,1 \pm 4,47$  t/mês, respectivamente) e decaíram entre janeiro e março (média de  $11,3 \pm 9,4$  t/mês e de  $2,9 \pm 2,65$  t/mês, respectivamente). Já o cerco de traineira teve produção reportada apenas no período de outubro a março. A produção foi crescente de outubro a fevereiro (média de  $53,1 \pm 38,33$  t/mês),

quando atingiu o pico do quinquênio, de 116,3 t descarregadas, decaindo em março (3,3 t).

Deve-se observar atentamente que os registros de descarga da época de defeso (janeiro a março, Figura 4.19), por sua natureza irregular, não representam adequadamente nem as capturas realizadas nem tão pouco as proporções entre os aparelhos ou escalas de pesca. Tratam-se de registros que podem ser considerados parciais e espúrios, uma vez que as capturas nem deveriam ter ocorrido. Os registros neste período de três meses representaram comumente 4% das capturas anuais reportadas pela pesca artesanal. Para a pesca industrial, o volume capturado registrado durante o defeso dos anos 2018-2022, chegou a 45,5% do anual. Deste montante, cerca de 80% foi oriunda da frota de cerco de traineira.



**Figura 4.19** - Avaliação sazonal dos principais aparelhos de pesca atuantes na produção de bagre-branco *Genidens barbus* descarregada nos portos pesqueiros do Estado de São Paulo no período de janeiro de 2018 a dezembro de 2022.

Com o objetivo de avaliar a relação do ciclo migratório do bagre-branco com a dinâmica de sua captura nas principais pescarias, foram selecionados os dados pesqueiros das quatro modalidades de maior volume de descarga (emalhe artesanal, arrasto de parelha industrial, cerco industrial e arrasto-duplo

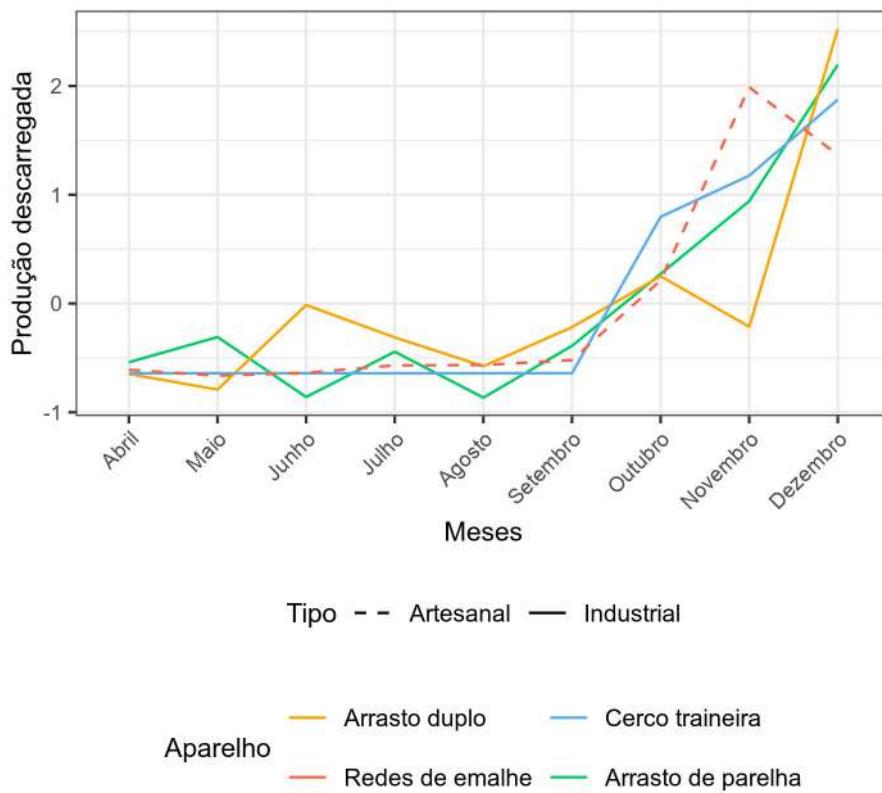
industrial), no período da temporada de pesca do bagre-branco (abril a dezembro). Para melhor visualização das variações por aparelho e eliminação do efeito da diferença de magnitude de suas descargas, os dados foram padronizados seguindo a equação:

$$Z_m = \frac{D_m - \bar{D}}{\sigma}$$

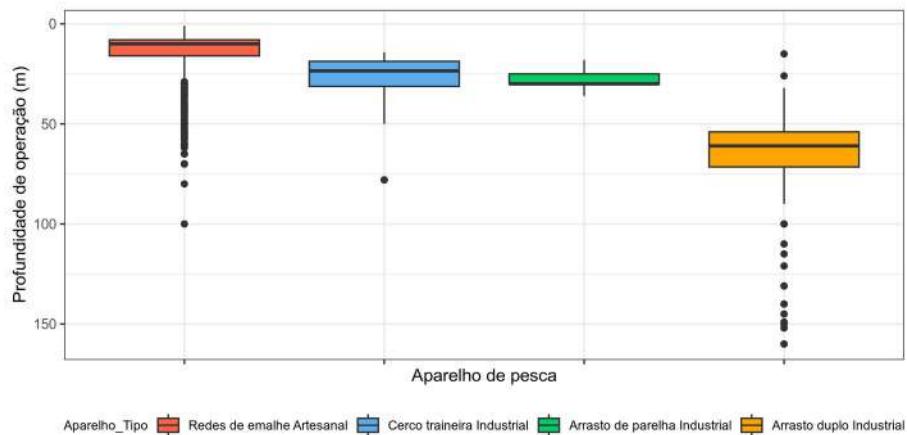
onde o valor padronizado  $Z$  do mês  $m$  é igual ao valor descarregado  $D$  no mês  $m$  subtraído da média de descargas do período e dividido pelo desvio padrão destes valores de descarga.

Após o período de defeso, de abril e até setembro, as maiores capturas relativas por aparelho foram observadas nas técnicas industriais de arrasto de parelha e, sequencialmente, arrasto duplo. A partir de outubro, as capturas de bagre-branco aumentam em todos os aparelhos, mas com maior intensidade no emalhe artesanal e cerco de trineira industrial (Figura 4.20). O emalhe artesanal atingiu seu pico em novembro, enquanto os arrastos industriais seguiram com capturas importantes até dezembro.

As faixas batimétricas de operação de cada dos aparelhos citados acima é apresentada na Figura 4.21. Comparando esta figura com a 4.20, observamos que em abril e maio, onde capturas importantes de bagre-branco são observadas na parelha, que opera principalmente entre 25 e 30. De maio a setembro sobressaem-se as capturas com arrasto duplo industrial, que operam em uma faixa ampla de profundidades, mas principalmente entre 50 e 70 m. A partir de outubro nota-se que a captura de bagre-branco volta a estar disponível também às frotas mais costeiras. Em novembro e dezembro temos as maiores capturas para as redes de emalhe artesanais, cuja área de operação principal se dá até a isóbata de 20 m.



**Figura 4.20** - Avaliação sazonal dos principais aparelhos de pesca atuantes na produção de bagre-branco *Genidens barbus* descarregada nos portos pesqueiros do Estado de São Paulo no período de janeiro de 2018 a dezembro de 2022.



**Figura 4.21** - Diagramas de caixas (*boxplots*) representando as variações de profundidade máxima por aparelho de pesca em viagens com captura do bagre-branco *Genidens barbus* e com descarga nos portos pesqueiros do Estado de São Paulo no período de janeiro de 2018 a dezembro de 2022.

Quinze municípios litorâneos do Estado de São Paulo reportaram produção de bagre-branco na série de dados analisada. O município com a maior produção reportada foi Santos/Guarujá, representando 38,6% (487,4 t) da produção total reportada na série de dados analisada. Toda a produção descarregadas em Santos/Guarujá proveio da pesca industrial. Desse montante, 54,5% (265,6 t) provieram de capturas por cerco de traineira e 37,5% (182,9 t) de arrasto de parelha. Iguape e Cananéia responderam por 29,1% (371,2 t) e 24,7% (315,3t) da produção total reportada na série de dados analisada. A produção descarregada em Iguape proveio exclusivamente da pesca artesanal, sendo 99,9% (371,2 t) desse montante oriundo da captura por redes de emalhe. Em Cananéia, 98,6% (311.0 t) da produção proveio da pesca artesanal. Desse montante, 85,9% (270,8 t) provieram de capturas por redes de emalhe e 7,7% (24,3 t) de capturas por espinhéis.

**Tabela 4.2** - Produção de bagre-branco *Genidens barbus* descarregada nos portos pesqueiros do Estado de São Paulo, por litoral e município, no período de 2018 a dezembro de 2022.

Litoral	Município	Produção	
		Artesanal	Industrial
Norte	Ubatuba	18,7	0,3
	Caraguatatuba	0,3	
	Ilhabela	7,1	
	São Sebastião	23,5	
Centro	Bertioga	8,7	<0,1
	Santos/Guarujá	5,8	<u>487,4</u>
	Cubatão	0,1	
	São Vicente	8,8	
	Praia Grande	1,2	
	Mongaguá	3,7	
	Itanhaém	9,3	
	Peruíbe	5,1	
Sul	Iguape	<u>371,2</u>	
	Ilha Comprida	10,1	
	Cananéia	311,0	4,2
<b>Total</b>		<b>784,7</b>	<b>491,9</b>

## 4.4 Discussão

No que tange à avaliação dos aspectos populacionais do bagre-branco, o presente relatório estimou seu incremento em peso como sendo do tipo alométrico positivo. A análise de distribuições de frequências de comprimentos (ADFC) estimou o comprimento assintótico médio  $L_{\infty} = 1.105$  mm a uma taxa anual de crescimento de  $k = 0,13$  ano $^{-1}$ , com ponto de partida temporal repetitivo  $t_{anchor} = 0,44$ , e índice de performance de crescimento  $\phi' = 3,18$ . Já na análise de incrementos sazonais em estruturas calcificadas (A/S), os parâmetros estimados foram  $L_{\infty} = 1.113$  mm,  $k = 0,07$  ano $^{-1}$  e idade no tamanho zero  $t_0 = -0,3703$ . A longevidade máxima baseada em ADFC foi  $t_{máx} = 23,3$ , enquanto a mortalidade total  $Z = 0,61 \pm 0,05$  (sobrevivência de 54,1% por geração), sendo a mortalidade natural  $M = 0,19$  (sobrevivência de 82,4% por geração) e a mortalidade por pesca  $F = 0,42$ . A ocorrência de fêmeas foi maior do que a de machos na proporção de 1,1:1. O período reprodutivo da espécie (i.e., de desova/liberação de gametas) se estendeu de novembro a fevereiro. O comprimento médio de primeira maturação das fêmeas foi estimado em  $L_{50} = 269$  mm, e o dos machos em  $L_{50} = 299$  mm.

A determinação do padrão de incremento em peso de peixes (i.e., relação comprimento-peso) permite estimar o peso médio (i.e., biomassa) de um indivíduo e/ou população a partir de informações de comprimento corporal, bem como seu grau de higidez (i.e., bem-estar) e desenvolvimento gonadal, além de assegurar a conversão de equações baseadas em crescimento para que estas sejam calculadas com informações de peso, e de comportar comparações morfológicas intra- e interespecíficas (Le Cren, 1951; Froese, 2006). O padrão de incremento em peso do bagre-branco descarregado no litoral do Estado de São Paulo foi do tipo alométrico positivo (i.e.,  $b > 3$ ). Essa condição indica que o incremento nas dimensões lineares quadradas foi superior ao ganho volumétrico cúbico. Dessa forma, os indivíduos se tornaram ontogeneticamente mais alongados do que pesados (Froese, 2006). Este parece ser um padrão conservativo do bagre-branco no Sudeste-Sul do Brasil (Mishima & Tanji, 1986; Reis, 1986) e da família Ariidae

no sudoeste sul do oceano Atlântico (Joyeux et al., 2009; Passos et al., 2012; Dias et al., 2014).

Estimativas de crescimento e idade permitem identificar a estrutura etária de uma população e, assim, estimar sua idade de primeira maturação, longevidade e taxas de mortalidade, além de embasarem modelos ecológicos e pesqueiros (Haddon, 2011). Essas estimativas são construídas a partir ou da ADFC ou da AIS, e dependem dos parâmetros de crescimento do modelo de von Bertalanffy, incluindo  $L_{\infty}$ ,  $k$  e  $t_0$  (Beverton & Holt, 1957; Sparre & Venema, 1998). O  $L_{\infty}$  pode ser interpretado como o comprimento médio máximo teórico dos indivíduos na idade máxima tangível (i.e., comprimento médio assintótico) se estes vivessem indefinidamente, enquanto  $k$  representa o coeficiente de crescimento na qual os indivíduos atingiriam o  $L_{\infty}$ , e  $t_0$  representa a idade teórica do indivíduo quando o comprimento deste é igual a zero (i.e.,  $Lt = 0$ ) (Sparre & Venema, 1998; Haddon, 2011). Em contraste ao  $t_0$ , estimativas baseadas em ADFC produzem um ponto de partida temporal repetitivo ( $t_{anchor}$ ) que representa a fração do ano na qual o modelo de von Bertalanffy cruza o comprimento corporal zero para uma dada coorte (Taylor & Mildenberger, 2017). As estimativas de crescimento e idade do bagre-branco disponíveis na literatura são escassas e dizem respeito a populações amostradas no sul do Brasil, além de Uruguai e Argentina (Tabela 4.3).

**Tabela 4.3** - Parâmetros de crescimento e idade de *Genidens barbus* reportados na literatura.  $L_{\infty}$  = comprimento assintótico médio (mm);  $k$  = coeficiente de crescimento (ano<sup>-1</sup>);  $t_0$  = idade teórica de comprimento zero; RS-BR = Rio Grande do Sul, Brasil; RO-UY = Departamento de Rota, Uruguai; RN-AR = Río Negro, Argentina.

Local	Amostragem	Estrutura	$L_{\infty}$	$k$	$t_0$	$M$	Autor
RS-BR	1977-1980	AIS	638	0,129	-0,195		Reis, 1986
RS-BR	1979-1981	ADFC	1.046	0,137	-4,013		Velasco et al., 2007
RO-UY até RN-AR	1981-1983	ADFC	980	0,130		0,273	Milessi, 2008

Os parâmetros de crescimento e idade estimados no presente relatório a partir da ADFC obtiveram valores de  $L_{\infty}$  e  $k$  ligeiramente diferentes daqueles

reportados na literatura. Essas diferenças podem estar relacionadas a questões (i) amostrais e/ou (ii) metodológicas. As amostragens de Velasco et al. (2007) incidiram principalmente sobre indivíduos juvenis menores de 220 mm, ainda que seu maior indivíduo observado tenha atingido 980 mm. As amostragens de Milessi (2008) não tiveram sua estrutura de comprimentos descrita. No entanto, o autor reportou que o maior indivíduo observado media 620 mm, indicando que suas amostragens também incidiram principalmente sobre indivíduos de pequeno porte. No presente relatório, as amostragens incidiram principalmente sobre indivíduos medindo entre 300-550 mm, os quais representaram 80,4% da composição amostral total, enquanto o maior indivíduo observado nas descargas de arrasto de parelha atingiu 950 mm. Metodologicamente, os parâmetros disponíveis na literatura foram estimados em rotinas *ELEFAN II* implementadas por softwares da série *FiSAT*, os quais utilizavam algorítimos mais antigos e com menor capacidade de personalização de parâmetros de partida (Gaynilo et al., 2005). Já as estimativas apresentadas neste relatório foram produzidas com base em rotina *ELEFAN\_GA\_boot* associada a dinâmica de *bootstrap*. Essa rotina utiliza um algorítimo de busca estocástica baseado em princípios genéticos de evolução biológica e seleção natural, os quais otimizam a busca e a seleção dos melhores valores de ajuste para os modelos simulados (Scrucca, 2013, 2016). Além disso, a dinâmica de *bootstrap* permitem avaliar a incerteza geral inerente ao algorítimo e calcular intervalos de confiança para os parâmetros estimados (Schwamborn et al., 2019). A superioridade e robustez da rotina baseada em algorítimo genético e dinâmica de *bootstrap* sobre a *ELEFAN II* da série *FiSAT* já foram demonstradas (Mildenberger & Taylor, 2017; Taylor & Mildenberger, 2017; Schwamborn et al., 2019; Wang et al., 2020), e os procedimentos para sua adequada calibração frente a particularidades amostrais (ex., estrutura de comprimentos corporais) e otimização de iterações estão bem estabelecidos (Taylor & Mildenberger, 2017; Schwamborn et al., 2019; Schwamborn & Moraes-Costa, 2020).

A variação mensal da frequência de indivíduos por tipo de borda indicou que indivíduos jovens (i.e., aqueles com tamanho corporal inferior ao

comprimento de primeira maturação) formam bordas opacas principalmente no verão, enquanto indivíduos adultos o fazem principalmente no inverno. Essas diferenças ontogenéticas também foram apontadas por Reis (1986a) para a população de bagre-branco da Lagoa dos Patos-RS, e estão relacionadas a diferentes padrões ontogenéticos de investimento energético em crescimento. Na maximização do *fitness*, os progenitores tendem a produzir suas proles em locais e períodos que assegurem proteção contra predadores e abundância de oferta alimentar, favorecendo um crescimento somático rápido e, consequentemente, aumentando a probabilidade de sobrevivência desses filhotes. Assim, indivíduos jovens investem grande quantidade de energia em crescimento somático e o período de formação de borda durante o verão corresponderia à sua época de nascimento (*i.e.*, de “aniversário”). Já os indivíduos adultos tem uma demanda energética muito alta associada à reprodução. Isso se torna ainda mais evidente em espécies *k*-estrategistas, como o bagre-branco, cujas fêmeas produzem ovos grandes e ricos em vitelo e os machos passam até três meses sem se alimentar enquanto incubam os ovos em suas cavidades orofaríngeas (Mishima & Tanji, 1985; Reis 1986a; Reis 1986b *apud* Haimovici, 1997; Avigliano et al., 2017b). Como o período de investimento energético em tecidos reprodutivos ocorre entre a primavera e verão e a incubação de ovos ocorre no verão, o período de crescimento somático dos adultos de bagre-branco, *i.e.*, o período de formação de bordas opacas, se dá principalmente durante o inverno.

No presente relatório, o indivíduo com maior número de anéis contabilizados em otolito totalizou 21 marcações. Na Lagoa dos Patos-RS foram encontrados indivíduos com números máximos variando de 27 (Avigliano et al., 2017a) a 36 anéis (Reis, 1986a), enquanto que em Paranaguá-PR o máximo registrado foi de 21 anéis (Avigliano et al. 2017a). Os parâmetros de crescimento obtidos via A/S diferiram ligeiramente daqueles obtidos na ADFC. Por ser baseada em avaliações diretas de crescimento (*i.e.*, marcações sazonais em estruturas rígidas), os parâmetros de A/S tendem a ser mais robustos do que aqueles obtidos em ADFC. Ademais, estimativas de ADFC tendem a superestimar os valores de *k*, um viés reconhecido na literatura

especializada e para o qual buscou-se minimização por meio da implementação de algoritmo baseado em princípios genéticos de evolução biológica e seleção natural associado à dinâmica de *bootstrap* (Taylor & Mildenberger, 2017; Schwamborn et al., 2019; Schwamborn & Moraes-Costa, 2020).

Avaliações de dinâmica populacional reprodutiva de peixes permitem compreender o efeito de fatores intrínsecos e extrínsecos sobre suas estratégias reprodutivas e como estas modulam suas táticas (ex., proporções de fêmeas e machos, períodos de ganho energético e de conversão destes ganhos em tecidos reprodutivos, deslocamentos migratórios, áreas e eventos de desova, comprimento médio de primeira maturação, etc.) na busca da maximização de suas aptidões (*i.e.*, *fitness*) evolutivas (Wootton, 1990; Vazzoler, 1996). Essas avaliações podem ser conduzidas por meio de diferentes métodos que, quando combinados em uma abordagem integradora, dão maior robustez às estimativas de biologia reprodutiva (Silveira et al., 2020). A análise das frequências de indivíduos por fase de desenvolvimento gonadal (ADFFG) permite identificar períodos de maturação, desova e recuperação gonadal (Vazzoler, 1996; Brown-Peterson et al., 2011). Esse diagnóstico é corroborado por análises de relação gonadossomática (RGS) e de fatores de condição alométrico ( $K$ ) e somático ( $K'$ ) e de seu delta ( $\Delta K$ ) (Vazzoler, 1996). O RGS mensura o quanto o peso da gônada representa em relação ao peso do corpo, permitindo quantificar o investimento energético dispendido pelos indivíduos na produção de tecidos gonadais ao longo de seu ciclo de vida (Hoek, 1895; Wootton, 1990; Vazzoler, 1996). Sua interpretação é auxiliada pela análise de  $K$ ,  $K'$  e  $\Delta K$ , os quais mensuram variações no peso dos indivíduos em função de seus comprimento corporais, permitindo identificar estados de higidez (*i.e.*, bem-estar) relacionados a ganhos, conversões e perdas energéticas ao longo do ciclo de vida em resposta a alimentação, reprodução, migração, condições ambientais, etc. (Heincke 1908). Essas estimativas são calculadas considerando o parâmetro  $b$  da RPC sendo, portanto, isentas do efeito de tamanho (*i.e.*, indivíduos pequenos e grandes apresentarão um mesmo valor de fator de condição se estiverem em uma

mesma condição de higidez, independentemente de diferenças em seus comprimentos corporais) (Le Cren 1951; Froese 2006). Os resultados obtidos no presente relatório seguiram esta abordagem integradora e foram discutidos no contexto do ciclo de vida do bagre-branco, conforme segue.

O bagre-branco habita preferencialmente a plataforma continental durante a vida adulta, em profundidades de até 80 metros (Marceniuk, 2005). A espécie apresenta um ciclo de vida bastante complexo que envolve deslocamentos migratórios e táticas reprodutivas características de espécies do tipo *k*-estrategistas, incluindo (i) grande longevidade (otólitos observados com até 36 anéis, Reis, 1986a), (ii) baixa fecundidade (ovários com 33 a 272 oócitos por ciclo reprodutivo, Reis 1986b *apud* Haimovici, 1997), investimento energético alto na (iii) produção de oócitos com grande volume de vitelo (oócitos medindo de 12 a 19 mm de diâmetro, Mishima & Tanji, 1985; Reis 1986b *apud* Haimovici, 1997) e (iv) cuidado parental para maximizar o *fitness* evolutivo da prole (incubação orofaríngea por até 3 meses, Mishima & Tanji, 1985; Reis, 1986a), aumentando a probabilidade de sobrevivência dos filhotes até a vida adulta (Avigliano et al., 2017b).

Existem ao menos quatro estoques de bagre-branco no oceano atlântico, incluindo um estoque do Estuário do Prata, compartilhado entre Uruguai e Argentina, e três estoques brasileiros, sendo um da Lagoa dos Patos-RS, um da Baía de Paranaguá-PR e outro da Baía de Guanabara-RJ (Avigliano et al., 2015a; Avigliano et al., 2017b). O bagre-branco é anfídromo e tende a realizar deslocamentos migratórios cíclicos entre os ambientes dulcícolas (*i.e.*, rios), salobros (*i.e.*, estuários) e marinhos (*i.e.*, plataforma continental) ao longo de seu ciclo de vida (Avigliano et al., 2015b; Avigliano et al., 2017a). Os estoques têm a tendência de regressarem às suas áreas de nascimento para a reprodução e, por isso, possuem baixo fluxo gênico entre si (Avigliano et al., 2017a, 2017b). Dessa forma, no aspecto populacional, os deslocamentos mais notáveis no ciclo de vida da espécie são aqueles relacionados à sua reprodução.

Deslocamentos migratórios reprodutivos têm sido reportados para o bagre-branco em estudos biológicos, etnoecológicos e pesqueiros. Conforme

avaliações biológicas, esses deslocamentos ocorrem entre setembro e dezembro (i.e., primavera e verão), quando os adultos adentram seus ambientes estuarinos e dulcícolas natais em busca de áreas para desova (Mishima & Tanji, 1983; Reis, 1986; Araújo, 1988; Avigliano & Volpeto, 2015; Avigliano et al., 2017a; Avigliano et al., 2022). Estudos etnoecológicos conduzidos por meio de entrevistas com pescadores corroboram esses achados, indicando que esse período migratório ocorre de outubro a dezembro (Nunes et al., 2021a). Na pesca, dados públicos apontaram descargas de 281,0 t/ano no período entre 2017 e 2021, sendo 100,5 t/ano oriundas da pesca industrial e 180,5 t/ano oriundas da artesanal (IP/APTA/SAA/SP, 2023). Por ser desenvolvida principalmente em ambientes estuarinos e marinhos próximos à costa, a pesca artesanal tem o potencial de retratar mais fidedignamente o padrão de deslocamento migratório do bagre-branco. Conforme os dados públicos acima citados, 73,0% da produção artesanal reportada entre 2017 e 2021 foi descarregada entre os meses de setembro e dezembro (IP/APTA/SAA/SP, 2023), corroborando estudos pretéritos focados na dinâmica pesqueira da espécie (Mendonça et al., 2020).

Os resultados da dinâmica reprodutiva do bagre-branco apresentados neste relatório corroboraram os estudos biológicos, etnoecológicos e pesqueiros previamente discutidos. Enquanto fêmeas em fase de maturação (i.e., com desenvolvimento gonadal ainda incompleto) predominaram sobre aquelas maduras (i.e., com desenvolvimento gonadal completo e apto à desova) em setembro, fêmeas maduras predominaram de outubro a janeiro, indicando investimento energético em tecidos gonadais entre a primavera e o verão. Essas observações foram corroboradas pela análise de  $RGS$ ,  $K$  e  $K'$  de fêmeas e machos, os quais aumentaram expressivamente a partir de julho. Os valores de  $K'$  das fêmeas foram significativamente inferiores aqueles dos machos. Isso indica que o investimento energético dispendido pelas fêmeas, o qual envolve a produção de óocitos com grande volume de vitelo, foi superior aquele dispendido pelos machos na produção de espermatozoides (Vazzoler, 1996), corroborando resultados reportados para a espécie na Lagoa dos Patos-RS (Araújo, 1988).

As fêmeas do bagre-branco podem buscar tanto ambientes estuarinos quanto dulcícolas para a liberação dos oócitos (Araújo, 1988; Avigliano et al., 2017a). Conforme entrevistas concedidas por pescadores em estudos etnoecológicos, fêmeas com oócitos em estágios avançados de desenvolvimento podem ser encontradas em estuários e rios de outubro a dezembro (Nunes et al., 2021b). No presente relatório, fêmeas em fases de desenvolvimento gonadal posteriores à fase madura (*i.e.*, em regressão) foram registradas principalmente de novembro a abril. Quedas expressivas de *RGS* e  $\Delta K$  de fêmeas e machos foram registradas de novembro a fevereiro, indicando este como sendo o período de desova da espécie (Wootton, 1990; Vazzoler, 1996).

Após a fertilização dos oócitos, as fêmeas tendem à regressar às suas áreas de origem enquanto os machos permanecem nos estuários e rios, onde se dedicam à incubação orofaríngea dos ovos e embriões (Mishima & Tanji, 1985; Araújo, 1988). No presente relatório, machos com ovos na cavidade orofaríngea foram observados em dezembro a partir de capturas realizadas no Complexo Estuarino-Lagunar de Iguape e Cananéia. A incubação dos embriões se desenvolve por cerca de três meses, período durante o qual os machos não se alimentam (Araújo, 1988; Velasco & Reis, 2004). No presente relatório, as quedas expressivas observadas nos valores dos fatores de condição dos machos após o mês de janeiro foram relacionadas ao comportamento de incubação orofaríngea associado ao jejum. Após a incubação dos embriões os machos tendem à retornar às suas áreas de origem (Araújo, 1988; Velasco & Reis, 2004).

Como já mencionado, o ciclo de vida do bagre-branco é complexo e engloba diversos padrões de deslocamentos migratórios. De forma generalista, os juvenis habitam as áreas nas quais nasceram e arredores, usualmente ambientes estuarinos e dulcícolas, até cerca de 3-5 anos de idade. A partir de então eles tendem a se deslocar para outras áreas, geralmente ambientes marinhos, retornando aos seus locais de nascimento por volta dos 7-9 anos de idade para se reproduzirem (Reis, 1986; Araújo, 1988; Velasco & Reis, 2004; Avigliano et al., 2015a; Ceni et al., 2016; Avigliano et al., 2017a, 2017b). No

entanto, outros padrões de deslocamento cíclicos foram identificados para espécie e incluem, além de (i) deslocamentos cíclicos entre ambientes dulcícolas, estuarinos e marinhos, também (ii) deslocamentos cíclicos apenas entre ambientes dulcícolas e estuarinos, e (iii) ausência de deslocamentos, para a parcela da população que reside em ambientes dulcícolas durante toda a vida (Avigliano et al., 2017b, 2017c). A busca por ambientes estuarinos e dulcícolas para a reprodução proporciona à prole uma maior probabilidade de sobrevivência e um crescimento mais rápido enquanto respostas à (i) proteção contra predadores e à (ii) maior diversidade e disponibilidade de recursos alimentares nos ambientes estuarinos (McDowall, 2001). Para os adultos, o retorno ao ambiente de origem – usualmente marinho, na plataforma continental – lhes proporciona a oportunidade de explorarem novas áreas quando a qualidade/integridade dos locais natais é comprometida por fatores naturais e/ou antrópicos, além de favorecer o fluxo gênico entre os diferentes estoques (McDowall, 2001). Outro aspecto importante na complexidade do ciclo de vida do bagre-branco é o fato dos adultos de diferentes idades poderem estabelecer residência em ambientes dulcícolas e, assim, deixarem de realizar deslocamentos cíclicos (Avigliano et al. 2017a). A decisão entre migrar ou ser residente é uma resposta adaptativa do indivíduo a variações temporais na disponibilidade de recursos e pressões predatórias, e está relacionada à busca pela maximização do *fitness* evolutivo individual (Pigliucci, 2001).

O comprimento médio e a idade de primeira maturação constituem informações imprescindíveis para a gestão responsável e sustentável dos recursos pesqueiros (Haddon, 2011; King, 2013). A determinação desses parâmetros objetiva assegurar que indivíduos virgens (*i.e.*, aqueles que nunca passaram por um ciclo reprodutivo) não sejam precocemente removidos da população devido à ação da pesca. As únicas estimativas de  $L_{50}$  publicadas na literatura para o bagre-branco foram conduzidas por Reis (1986b *apud* Haimovici 1997) na Lagoa dos Patos-RS, na década de 1980. Conforme esses resultados, fêmeas atingiriam  $L_{50} = 415$  mm, enquanto machos atingiriam  $L_{50} = 430$  mm, ambos aproximadamente aos 7 anos de idade. Conforme os

resultados do presente relatório, fêmeas e machos de bagre-branco capturados na área marítima do Estado de São Paulo atingem o  $L_{50}$  em comprimentos consideravelmente inferiores àqueles reportados para a Lagoa dos Patos-RS. Essas diferenças podem estar relacionadas ao (i) desenho amostral de cada estudo, (ii) à pressão pesqueira e (iii) qualidade e integridade ambientais. O desenho amostral pode afetar a captura de indivíduos jovens e adultos, seja pela seletividade dos aparelhos de pesca, seja por efeitos de agregação ontogenética (Hayes et al., 2012; Hubert et al., 2012). Os valores de  $L_{50}$  apresentados por Reis (1986b *apud* Haimovici 1997) foram estimados a partir de amostras de arrasto-de-camarão com predominância de juvenis com comprimentos inferiores a 220 mm, em um estuário reconhecidamente abundante em juvenis (Reis, 1986; Velasco & Reis, 2004; Velasco e Reis, 2007; Ceni et al., 2016), enquanto as estimativas do presente relatório foram obtidas a partir de amostras de arrasto de parelha, redes de emalhe, arrasto duplo, espinhel de fundo e cerco fixo, com indivíduos medindo entre 300-550 mm (80,4% da amostra total), obtidas tanto em estuários quanto sobre a plataforma continental. Ademais à questão amostral, a exploração pesqueira pode exercer forte pressão seletiva sobre os estoques, promovendo a diminuição do comprimento e da idade de primeira maturação devido à remoção de genótipos associados a comprimentos corporais grandes e maturação tardia (Heino & Godø, 2002). Conforme discutido por Mendonça et al. (2017), a produção pesqueira reportada para a categoria “bagre” diminui paulatinamente no Sudeste-Sul do Brasil a partir da década de 1980 devido a pressão de exploração sobre os estoques da região, caindo de aproximadamente 6 mil toneladas, em 1981, para menos de 2 mil toneladas, em 2011. Estimativas de volume desembarcado de bagre-branco em diferentes pontos da região Sudeste-Sul nas últimas quatro décadas indicam declínios na produção variando de 20% a 99% (MMA, 2015). Os efeitos deletérios da pesca se tornam ainda mais sensíveis quando este o comprimento de primeira captura ( $L_c$ ) é inferior ao tamanho mínimo de captura (Ernande et al., 2004), como observado no presente relatório, no qual o comprimento mínimo de captura regulado é de 400 mm (MMA, 2005). Ainda em relação à pesca, não

existem estudos mensurando o volume descartado da categoria “bagre” em pescarias de arrasto-de-camarão, as quais, devido às áreas de atuação e malhagem, incidem principalmente sobre indivíduos jovens (Mendonça et al., 2017). No presente relatório, 46,0% dos indivíduos capturados nas viagens acompanhadas de arrasto duplo possuíam comprimentos corporais inferiores ao  $L_{50}$  atualmente estimado para os machos de bagre-branco. Considerando o  $L_{50}$  dos machos amostrados na Lagoa dos Patos-RS na década de 1980 ( $L_{50} = 430$  mm, Reis 1986b *apud* Haimovici, 1997), essa porcentagem aumenta para 86,5%. Outro fator importante a ser considerado diz respeito à perda de habitats devido a alterações físicas e de qualidade ambiental em estuários e rios na região Sudeste-Sul do Brasil. Estas alterações e seus impactos locais foram documentadas para a região (cf., revisão de Blaber & Barletta, 2016) e representam um alto potencial deletério a nível populacional para o bagre-branco, uma vez que seu ciclo de vida é fortemente dependente dos ambientes estuarinos e dulcícolas costeiros (Mishima & Tanji, 1983; Mishima & Tanji, 1985; Reis, 1986; Reis 1986b *apud* Haimovici, 1997; Araújo, 1988; Velasco & Reis, 2004; Velasco et al., 2007; Avigliano & Volpetto, 2015; Avigliano et al., 2015a, 2015b; Avigliano et al., 2017a, 2017b, 2017c; Avigliano et al., 2022).

Quanto a dinâmica pesqueira do bagre-branco, o período de maior produção da categoria coincidiu com período reprodutivo da espécie. Ao longo de setembro a dezembro, período em que fêmeas e machos estão em deslocamento migratório em direção a estuários e desembocaduras de rios e em atividade de desova, tanto a produção artesanal quanto a industrial exibiram incrementos substanciais. A produção artesanal desse período foi desenvolvida principalmente com redes de emalhe, enquanto a industrial o foi com cerco de traineira, arrasto de parelha e arrasto duplo.

A proporção de captura do bagre-branco por aparelho de pesca ao longo do ano está fortemente associada ao ciclo migratório da espécie, que no período de outono/inverno avança sobre a plataforma interna para crescimento e alimentação, e durante a primavera/verão retorna para a áreas costeiras para desova.

O bagre-branco possui um período de defeso anual de janeiro a março determinado pela Portaria SUDEPE n° N-42/1984 (SUDEPE, 1984). Contudo, os dados do monitoramento pesqueiro trouxeram registros de sua captura neste período. É importante ressaltar que eventuais registros de descargas pesqueiras realizadas durante o período de defeso, por sua natureza irregular, certamente não refletem adequadamente a atividade pesqueira. Estes registros têm mais a ver com o grau de exposição de determinadas pescarias do que com o volume de captura em si.

No entanto é importante observar que, apesar da norma vigente, há a pesca da espécie e, pelos registros, as capturas com cerco de traineira podem ser expressivas. Mesmo fora do período de defeso, a captura do bagre-branco com cerco de traineira não é prevista, como fauna acompanhante ou autorização complementar (Instrução Normativa SAP/MMA nº 1.448/2022, SAP/MAPA, 2022). Ainda assim, captura do bagre-branco com cerco tem sido reportada em vários Estados ao longo de anos (Mendonça *et. al.*, 2017).

Quanto ao destino da produção, os municípios mais produtivos na pesca artesanal foram aqueles das regiões para os quais a espécie migra durante o período reprodutivo, incluindo Iguape e Cananéia, enquanto os mais produtivos da pesca industrial foram aqueles que sediam a frota em atuação, como Santos/Guarujá.

O presente relatório produziu estimativas de crescimento, idade e reprodução robustas e condizentes com os conhecimentos biológicos, etnoecológicos e pesqueiros existentes sobre o ciclo de vida da espécie no Sudeste-Sul do Brasil. Essas informações são imprescindível para o estabelecimento de políticas de ordenamento e de monitoramento sólidas que assegurem a conservação da espécie e sua exploração sustentável.

Ainda que existam políticas de ordenamento para o bagre-branco no Sudeste-Sul do Brasil, algumas das suas determinações, como a data de início do período de defeso, são incongruentes com as informações biológicas, etnoecológicas e pesqueiras sobre a espécie disponíveis na literatura científica e em bancos de dados públicos, bem como com os resultados apresentados no presente relatório. De acordo com a Portaria SUDEPE n° N-42/1984 (SUDEPE,

1984), o defeso da pesca do bagre-branco no Sudeste-Sul do Brasil se inicia a partir de 01 de janeiro, muito após o período de migração e de desova da espécie. A primavera e o verão constituem períodos extremamente sensíveis para a conservação do bagre-branco, pois é neste período que a espécie desenvolve seus notórios deslocamentos migratórios associados à reprodução. Nessas migrações a espécie adentra os ambientes estuarinos a partir de setembro. Fêmeas com oócitos em estágios de maturação avançada são encontradas a partir de outubro, enquanto machos perfazendo incubação orofaríngea de ovos e embriões são usualmente encontrados a partir de dezembro. Mesmo o defeso da piracema, que se inicia a partir de 01 de novembro, conforme Instrução Normativa IBAMA nº 25/2009 (MMA, 2015), é ineficiente para a proteção da espécie, pois dá conta apenas daqueles indivíduos presentes em ambientes dulcícolas. De maneira geral, a legislação atual protege principalmente indivíduos machos perfazendo incubação orofaríngea em rios, enquanto mantém à mercê da pesca e dos seus efeitos deletérios fêmeas e machos em deslocamento migratório durante a primavera e início do verão, bem como a parcela da população que inicia a desova em ambientes estuarinos a partir de novembro e dezembro.

A taxa de mortalidade estimada para a espécie no presente relatório aumentou em relação àquela estimada na década de 1980 ( $M = 0,23$  atual vs.  $M = 0,13$  da Lagoa dos Patos-RS, Reis, 1986). Associado ao histórico de diminuição das capturas da categoria “bagre” na região Sudeste-Sul do Brasil ao longo das últimas seis décadas (cf., Mendonça et al., 2017), esses resultados constituem forte indicativo da diminuição da abundância do recurso na região. No aspecto biológico, essa situação pode comprometer a conservação da espécie na região Sudeste-Sul do Brasil no médio e longo prazo. No aspecto pesqueiro, econômico e social, tal diminuição representa um risco para a sustentabilidade da exploração pesqueira sobre os estoques da Região Sudeste/Sul, além de representar um elevado risco para pescadores e comunidades litorâneas que dependem desse recurso enquanto fonte de renda e subsistência alimentar (MMA, 2015; Nunes et al., 2021a, 2021b).

## 5 Interação entre o tráfego de embarcações de apoio às atividades de E&P na Bacia de Santos e as áreas de interesse para conservação marinha no Estado de São Paulo

### 5.1 Apresentação

Esta etapa do estudo, visou a análise da sobreposição espacial entre as rotas de navegação de embarcações de apoio às atividades de exploração e produção de petróleo e gás natural (E&P) na Bacia de Santos e as áreas de interesse à conservação marinha do Estado de São Paulo com o objetivo da determinação das áreas mais potencialmente mais expostas à interação.

Considerou-se como áreas de interesse à conservação marinha aquelas em que as espécies vulneráveis à atividade pesqueira desenvolvem etapas importantes de seu ciclo de vida, como as de desova e desenvolvimento de larvas, de crescimento de juvenis e de reprodução. As Áreas de Proteção Ambiental Marinhas dos Litorais Norte, Centro e Sul de São Paulo também foram incluídas nas análises como áreas de interesse à conservação.

### 5.2 Material e métodos

Para a análise do tráfego de embarcações de apoio às atividades e E&P na Bacia de Santos foi utilizado um conjunto de dados disponibilizado pelo Projeto de Monitoramento do Tráfego de Embarcações (PMTE<sup>1</sup>), executado pela Petrobras.

Este conjunto de dados continha os sinais de posicionamento das embarcações, tanto de serviços à Petrobras quanto de serviços à terceiros, nos anos 2019 a 2021.

Os atributos utilizados foram (i) identificador único da embarcação (Maritime Mobile Service Identity - MMSI), (ii) nome da embarcação, (iii) tipo de embarcação, (iii) latitude e (iv) longitude (ambos em coordenadas geográficas)

<sup>1</sup> <https://www.comunicabaciadesantos.com.br/programa-ambiental/projeto-de-monitoramento-do-trafego-de-embarcacoes-pmte.html>, consulta em julho de 2023

e (v) data e hora de envio dos sinais. Observa-se que nos dados de terceiros não havia a identificação do tipo de embarcação.

Os dados recebidos foram importados para um banco de dados PostgreSQL com extensão PostGIS, desenvolvido especificamente para o armazenamento, tratamento e análise dos dados deste estudo. Além dos dados de posicionamento das embarcações, foram incorporados ao banco os seguintes dados espaciais:

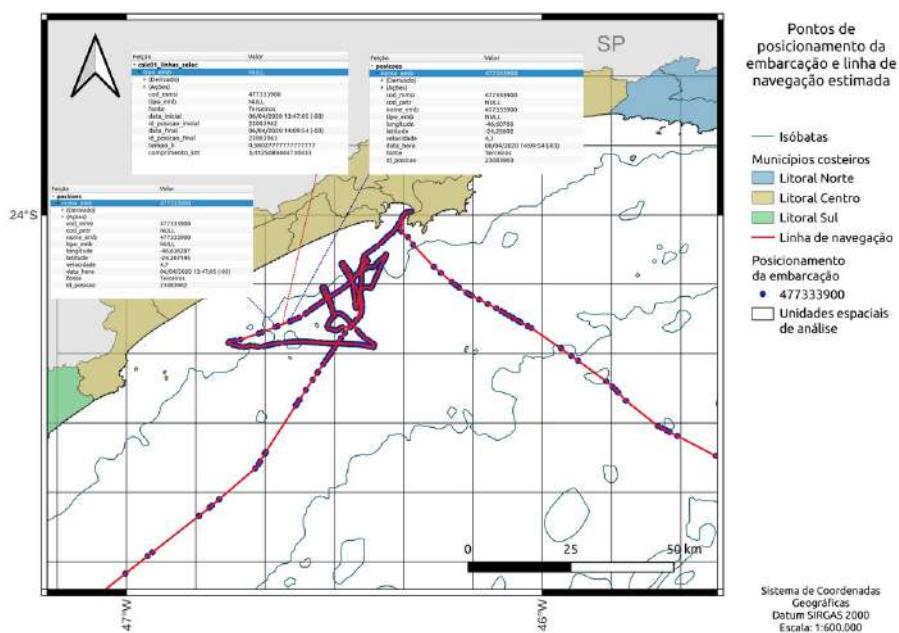
1. Malha de unidades espaciais de análise (quadrados de 10 milhas náuticas de lado) da Bacia de Santos;
2. Malha de unidades espaciais de análise da área marítima de São Paulo;
3. Áreas de Proteção Ambiental Marinha (APAM) de São Paulo e seus Setores;
4. Áreas de Proteção Ambiental Marinha de São Paulo e seus Setores segmentados pelas unidades espaciais de análise;
5. Zoneamento das Áreas de Proteção Ambiental Marinha de São Paulo;
6. Número total de publicações e de táxons por unidade de análise espacial da área marítima de São Paulo, com detalhamento dos trabalhos com informação sobre áreas de desenvolvimento de ovos e larvas, de crescimento de juvenis e de reprodução.

Os dados espaciais das Áreas de Proteção Ambiental Marinha de São Paulo foram obtidos no DataGeo do Sistema Ambiental Paulista<sup>2</sup>. Os dados sobre a distribuição de espécies e ciclo de vida por unidade espacial de análise, foram obtidos dos resultados da **Seção 2**, sobre o “Estado da arte do conhecimento sobre a ictiofauna marinha e estuarina e os camarões branco, rosa e sete-barbas na área marítima do Estado de São Paulo”.

A estimativa do tempo de utilização de cada uma das áreas de interesse para a conservação pela embarcações de apoio à E&P foi feita em três etapas. Inicialmente, sobre a rota de cada embarcação, representada pela sequência de pontos (sinais com informação de latitude e longitude), criou-se segmentos de reta ligando dois pontos consecutivos. Para cada segmento, foi calculada a extensão e o tempo de navegação (Figura 5.1).

2 Disponível em <https://datageo.ambiente.sp.gov.br>, consulta em fevereiro de 2023

Após análise exploratória dos dados, definiu-se que os segmentos de reta entre os pontos consecutivos de uma embarcação seriam válidos quando: (1) o intervalo de tempo entre dois sinais consecutivos fosse de até 3 horas, (2) a distância entre os pontos não excedesse 74 km, ou cerca de 40 milhas náuticas, e (3) a velocidade estimada de navegação entre os pontos não ultrapassasse 50 km/h, ou 30 nós.



**Figura 5.1** - Representação dos pontos, ou sinais, de navegação emitidos por uma embarcação ao longo do trajeto e a linha de navegação estimada. As tabelas mostram os dados de duas posições consecutivas e os parâmetros calculados para o segmento de linha entre estas.

Na segunda etapa, sobre os dados espaciais dos seguimentos de reta, associados às respectivas estimativa de tempo de navegação, foram sobrepostas as feições das áreas de interesse (unidades espaciais de análise e setores ou zonas das APAMs) e calculados o tempo de navegação de cada embarcação por área de interesse. No caso de um segmento de reta ser sobreposto a mais que uma feição, o tempo atribuído a cada feição foi proporcional à extensão do segmento na feição. Finalmente, fez-se o somatório dos tempos de navegação das diversas embarcações por área e/ou período de interesse.

O zoneamento das APAMs Norte, Centro e Sul, encontra-se indicado de forma detalhada nos Anexos 9.5, 9.6 e 9.7, respectivamente.

Para facilitar a interpretação dos mapas e a padronização das escalas, os resultados do tráfego de embarcações são apresentados por área de interesse como “dias de utilização por ano”. Desta forma, mesmo naqueles mapas em que são utilizados dados de três anos, o resultado é expresso pela média aritmética simples de utilização por ano, ou seja, pelo somatório dos dias de utilização por ano de todas embarcações dividido pelo número de anos considerados. Como são utilizados os dados de todas as embarcações, este somatório com frequência resultou em um valor maior do que 365 dias.

Para representação da distribuição espacial do tempo de uso das feições, foi utilizada a escala logarítmica. Nesta escala, os dados são representados por ordem de magnitude. Como efeito, os valores menores são ampliados, enquanto os maiores são comprimidos. Esta compactação torna a representação dos dados mais condensada e facilita a visualização de tendências e padrões no caso da variação ser muito ampla, como dos valores calculados.

No entanto, apesar destas vantagens, ao interpretar os mapas é importante lembrar que compressão dos valores pode fazer com que variações menores pareçam mais importantes do que realmente são.

A localização das áreas de desova e desenvolvimento de larvas, de crescimento de juvenis e de reprodução foi representada com a indicação do número de trabalhos publicados com a referência e pela riqueza de espécies, dada pela contagem do número de espécies citadas nas publicações para determinada área. Para fins de representação espacial, as informações provenientes da bibliografia foram agregadas por unidade espacial de análise.

### 5.3 Resultados

Foram analisados um total de 91.720.212 registros de posicionamento gerados por 14.866 embarcações a serviço das atividades de E&P na Bacia de Santos nos anos 2019 a 2021. As Tabelas 5.1 e 5.2 trazem, respectivamente, o

detalhamento dos números de registros e de embarcações por ano e fonte de dados (Petrobras ou Terceiros).

Tabela 5.1: Número de registros de sinal de posicionamento por ano e fonte de dados.

Ano	Petrobras	Terceiros	Total
2019	10.339.447	13.025.663	23.365.110
2020	14.227.589	19.027.993	33.255.582
2021	16.558.171	18.541.349	35.099.520
Total	41.125.207	50.595.005	91.720.212

Tabela 5.2: Número de embarcações a serviço das atividades de E&P na Bacia de Santos por ano e fonte de dados.

Ano	Petrobras	Terceiros	Total
2019	299	6.653	6.904
2020	348	7.697	7.991
2021	404	7.916	8.201
Total	495	14.596	14.866

De acordo com as estimativas, a área de mar do estado de São Paulo, nos anos 2019 a 2021, teve um total estimado de 95.212 dias de utilização pelas embarcações de apoio à E&P. Este total representou cerca de 25% ao estimado para a Bacia de Santos como um todo.

As unidades espaciais de análise (UEAs) mais utilizadas da área de mar do estado de São Paulo foram as situadas nas proximidades entrada da Baía de Santos (24°05'S / 46°15'W), seguidas pelas UEAs do Canal de São Sebastião, mais especificamente na Enseada de Caraguatatuba (23°45'S / 45°25'W) (Figura 5.2). As áreas costeiras, em especial as com profundidades menores que 20 m, apresentaram pouca intensidade de utilização.

A embarcações de apoio às atividades da Petrobras totalizaram 15.235 dias de utilização da área marítima de São Paulo, ou 16% do total. As embarcações a serviço de empresas outras somaram 79.977 dias (84%).

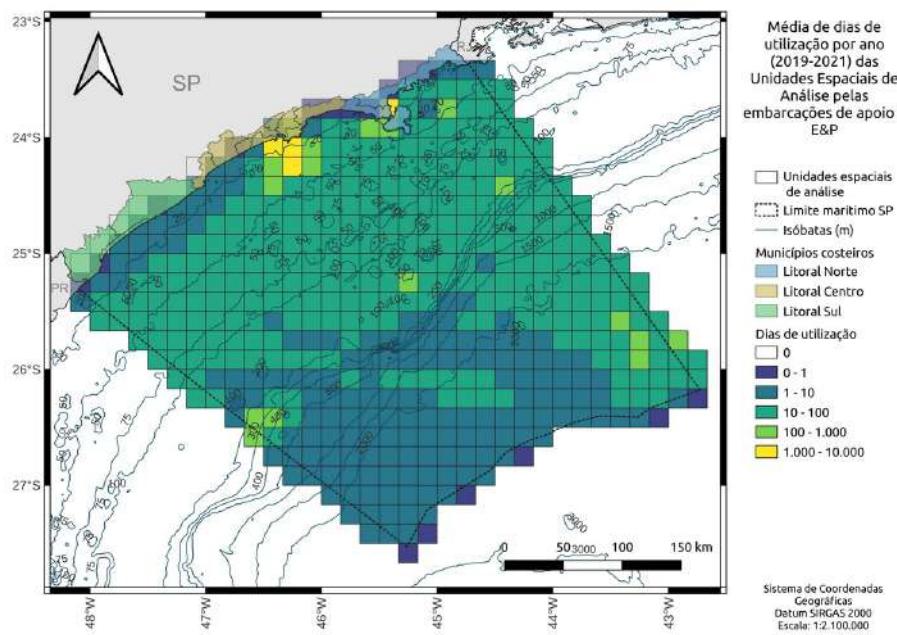


Figura 5.2 - Média de dias de utilização por ano, para o período de 2019 a 2021, das Unidades Espaciais de Análise pelas embarcações de apoio às atividades de E&P na área marítima do Estado de São Paulo.

Na área costeira, o tráfego de embarcações de apoio à Petrobras se concentrou mais no Canal de São Sebastião do que na Baía de Santos, enquanto o tráfego gerado pelas embarcações a serviço de outras empresas foi mais intenso ao largo de Santos (Figuras 5.3 e 5.4).

O tráfego de embarcações variou entre os anos, sendo 2020 o de maior dias de utilização, com 37.358 dias. Seguiu-se 2021, com 34.074 dias e 2019, com 23.779 dias. Desta forma, tem-se que o incremento no número de embarcações entre 2020 e 2021 (Tabela 5.2) parece não ter levado necessariamente a um aumento no tempo de navegação na Bacia de Santos.

As Figuras 5.5, 5.6 e 5.7 representam, respectivamente, a distribuição da intensidade de tráfego da área marítima do Estado de São Paulo nos anos 2019, 2020 e 2021. Em termos gerais, o padrão de distribuição da ocupação da área foi semelhante. No entanto, observa-se que a intensidade de utilização da área costeira, em profundidades menores que 50 m, foi incrementada, assim como nas áreas próximas à Baía de Santos e ao Canal de São Sebastião. Nessas o principal aumento se deu entre 2019 e 2020. Por exemplo, a UEA da

entrada do Porto de Santos ( $24^{\circ}05'S$  /  $46^{\circ}15'W$ ) ao largo da Ilha de Santo Amaro, município de Guarujá, teve em 2019 6.672 dias de utilização e nos anos seguintes, 10.151 e 7.997 dias. A UEA da Enseada de Caraguatatuba ( $23^{\circ}45'S$  /  $45^{\circ}25'W$ ), de acesso ao Canal de São Sebastião, teve em 2019, 695 dias de utilização, em 2020, 3.176 dias e em 2021, 3.083 dias.

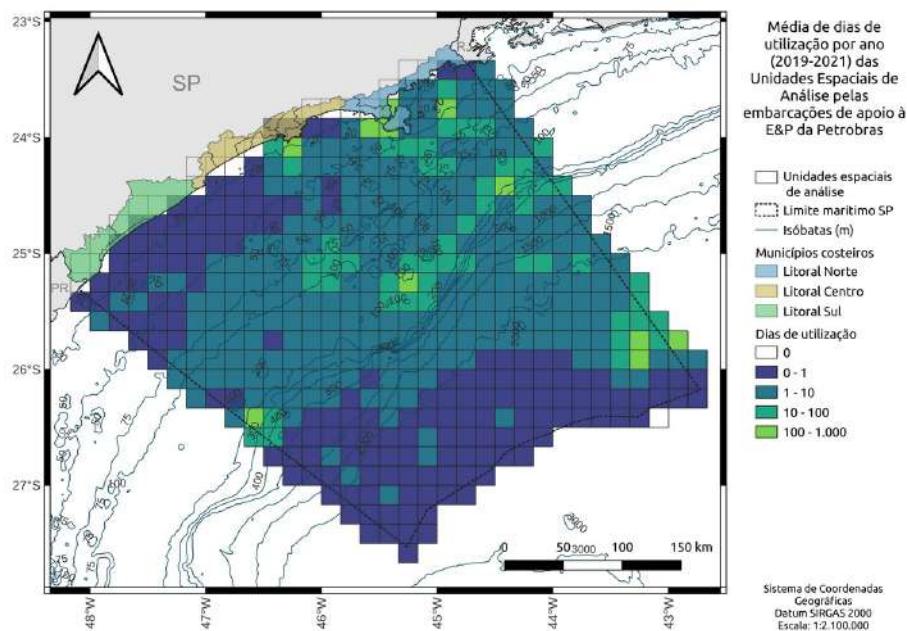


Figura 5.3 - Média de dias de utilização por ano, para o período de 2019 a 2021, das Unidades Espaciais de Análise pelas embarcações de apoio às atividades de E&P a serviço da Petrobras na área marítima do Estado de São Paulo.

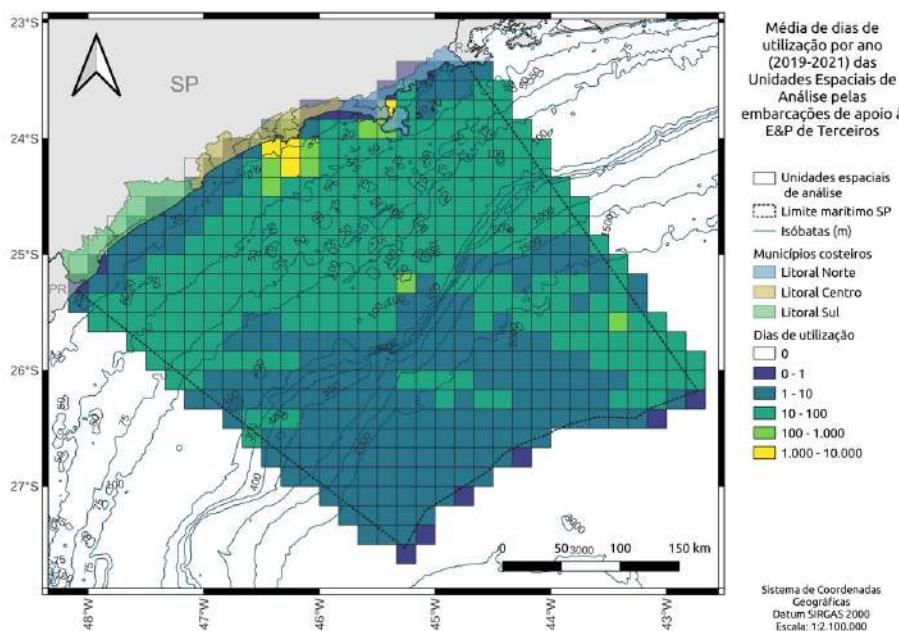


Figura 5.4 - Média de dias de utilização por ano, para o período de 2019 a 2021, das unidades espaciais de análise pelas embarcações de apoio às atividades de E&P a serviço de Terceiros na área marítima do Estado de São Paulo.

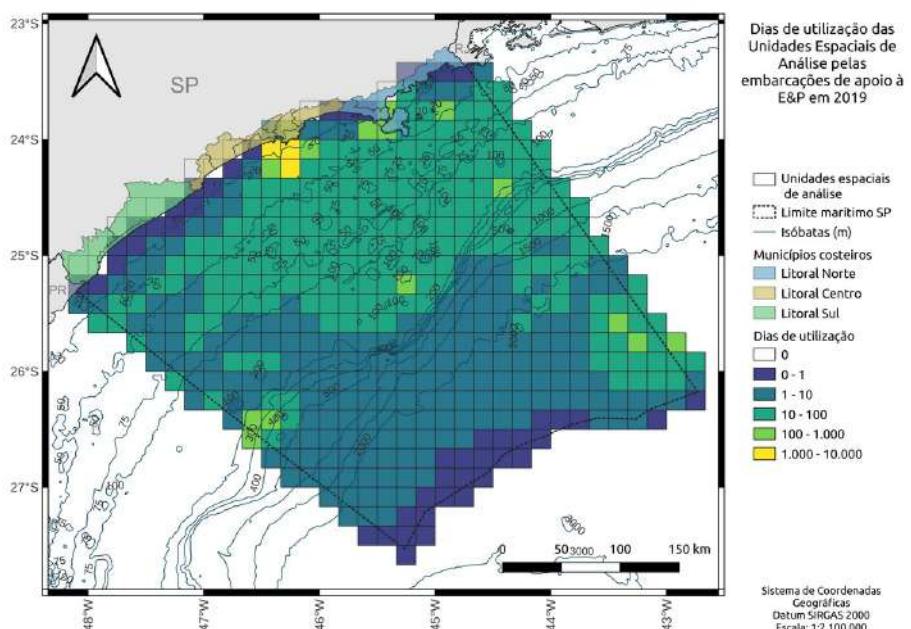


Figura 5.5 - Dias de utilização das Unidades Espaciais de Análise da área marítima do Estado de São Paulo pelas embarcações de apoio às atividades de E&P no ano 2019.

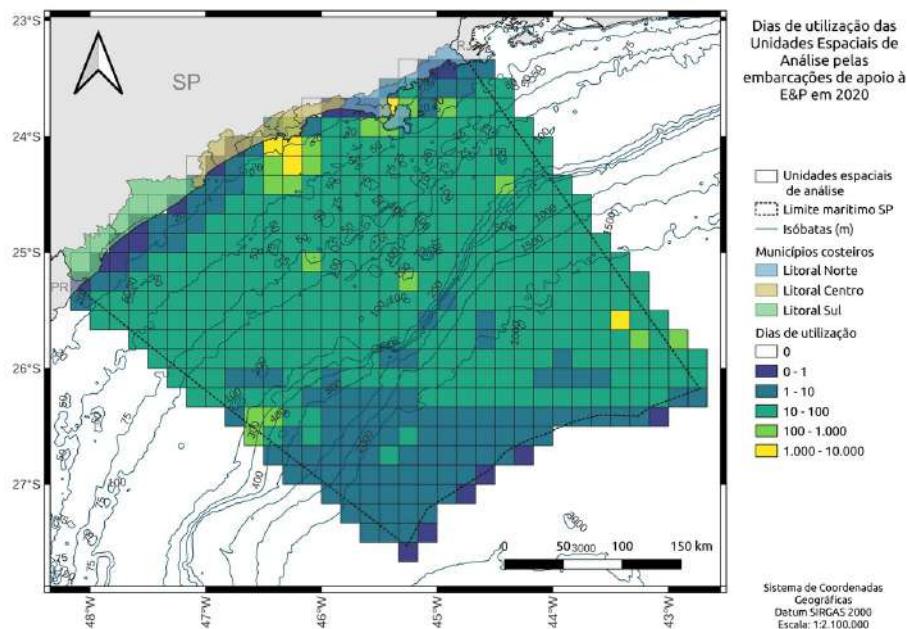


Figura 5.6 - Dias de utilização das Unidades Espaciais de Análise da área marítima do Estado de São Paulo pelas embarcações de apoio às atividades de E&P no ano 2020.

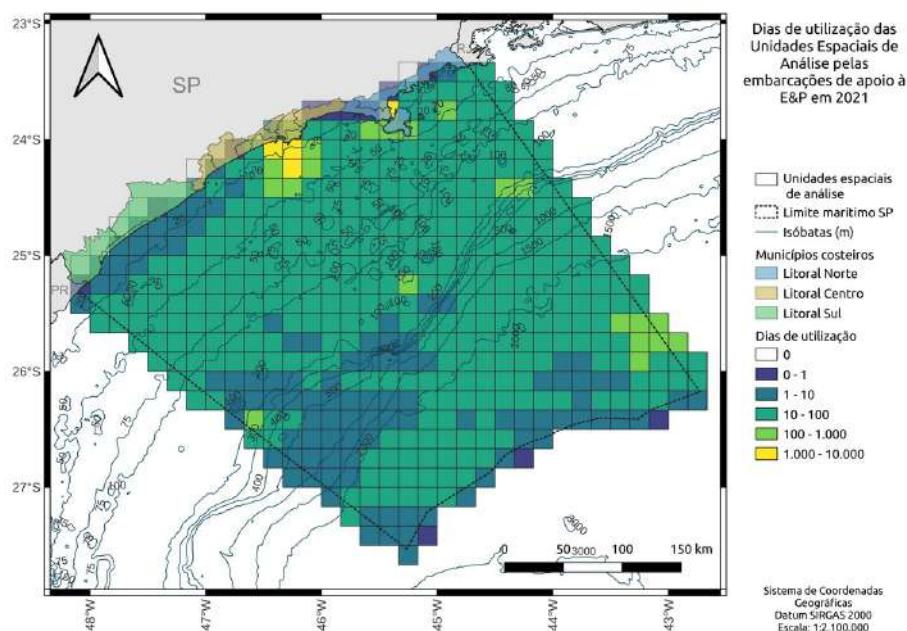


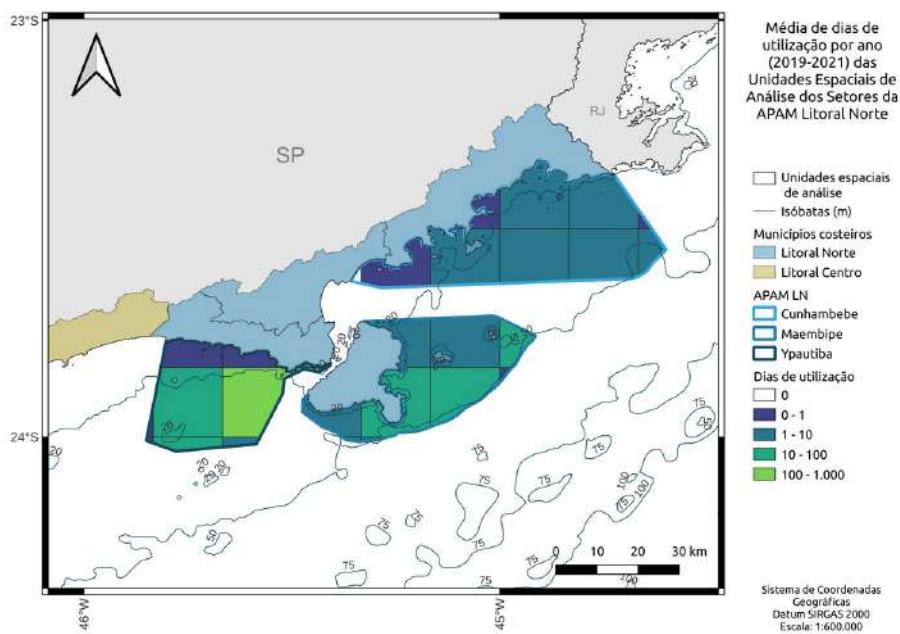
Figura 5.7 - Dias de utilização das Unidades Espaciais de Análise da área marítima do Estado de São Paulo pelas embarcações de apoio às atividades de E&P no ano 2021.

Na Área de Proteção Ambiental Marinha do Litoral Norte (APAM-LN) a maior concentração tráfego se deu na UEA do Setor Ypautiba da abertura sudoeste do Canal de São Sebastião (23°55'S/45°35'W) (Figura 5.8). Considerando as áreas do Zoneamento Ecológico Econômico da APAM-LN

(Anexo 9.5), observa-se que esta área corresponde a uma Zona para Usos de Baixa Escala (Figura 5.9).

Na Área de Proteção Ambiental Marinha do Litoral Centro (APAM-LC) a maior intensidade de uso se deu na UAE do Setor Guaíbe situada na entrada do Porto de Santos. Outras UEAs dos Setores Itaguaçu e do Carijó voltadas para a entrada do Porto de Santos Figura 5.10. De acordo com Zoneamento Ecológico Econômico da APAM-LC (Anexo 9.6), as áreas de maior tráfego correspondem a Zonas de Uso Intensivo e de Proteção da Geobiodiversidade (nas proximidades da Laje de Santos, em 24°15'S / 46°15'W, Figura 5.11).

A Área de Proteção Ambiental Marinha do Litoral Sul (APAM-LS) foi a que recebeu o menor volume de tráfego das embarcações engajadas no apoio às atividades de E&P da Bacia de Santos (Figura 5.12). Mesmo assim, a porção de maior tráfego é classificada em seu Zoneamento Ecológico Econômico (Anexo 9.7) como Zona de Uso Intensivo (Figura 5.13).



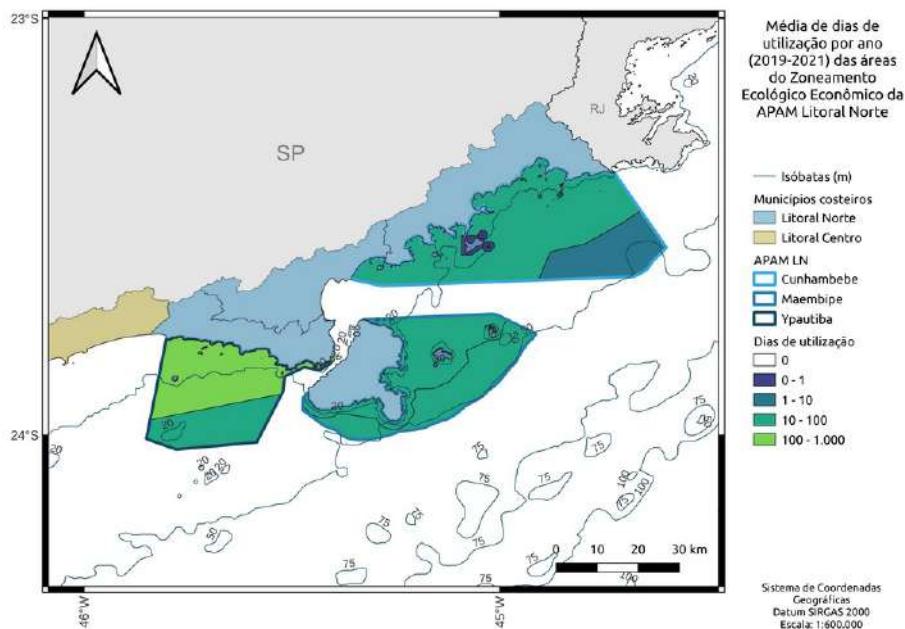


Figura 5.9 - Média de dias de utilização por ano, para o período de 2019 a 2021, dos segmentos do Zoneamento Ecológico Econômico da Área de Proteção Ambiental Marinha do Litoral Norte do Estado de São Paulo pelas embarcações de apoio às atividades de E&P.

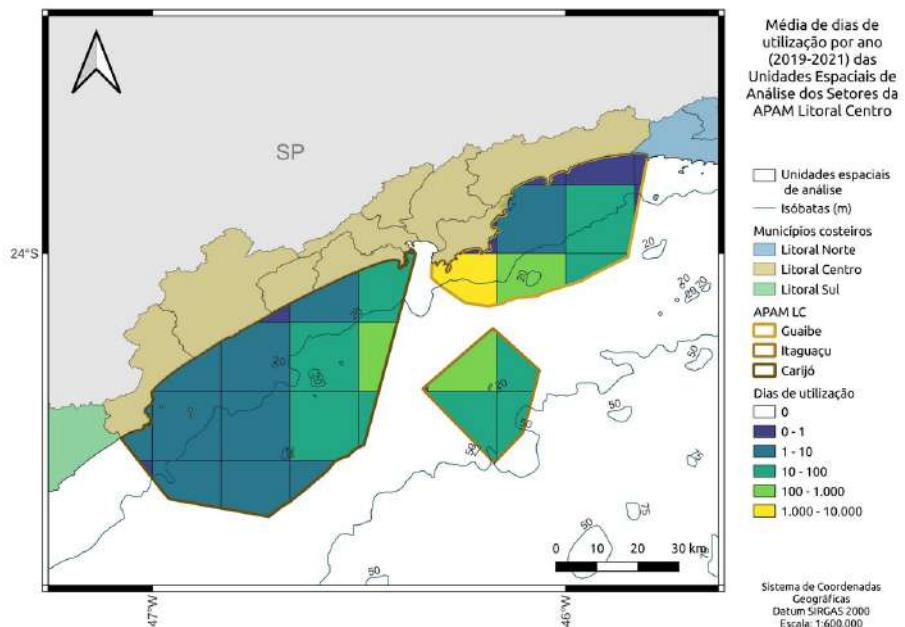


Figura 5.10 - Média de dias de utilização por ano, para o período de 2019 a 2021, das unidades espaciais de análise da Área de Proteção Ambiental Marinha do Litoral Centro do Estado de São Paulo pelas embarcações de apoio às atividades de E&P.

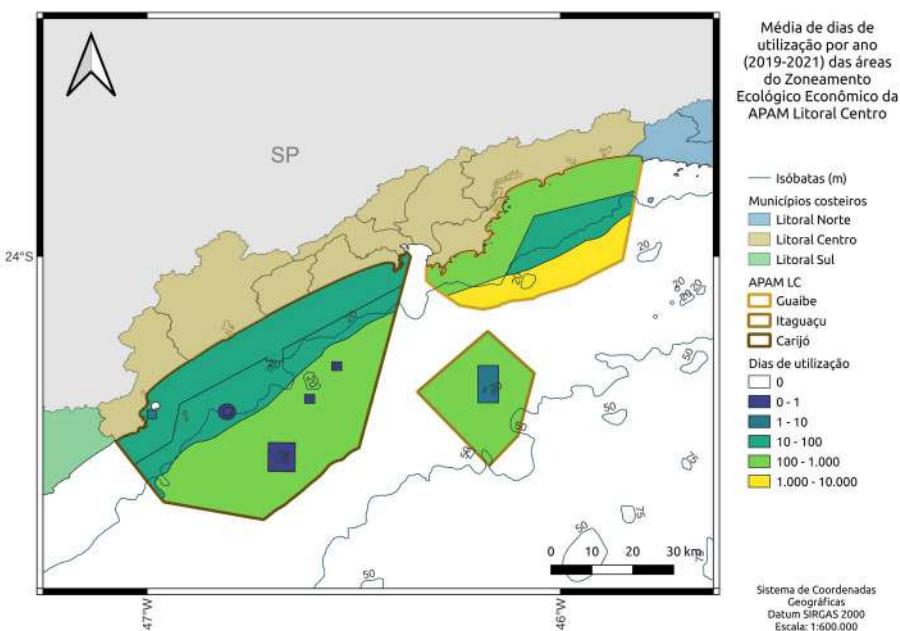


Figura 5.11 - Média de dias de utilização por ano, para o período de 2019 a 2021, dos segmentos do Zoneamento Ecológico Econômico da Área de Proteção Ambiental Marinha do Litoral Centro do Estado de São Paulo pelas embarcações de apoio às atividades de E&P.

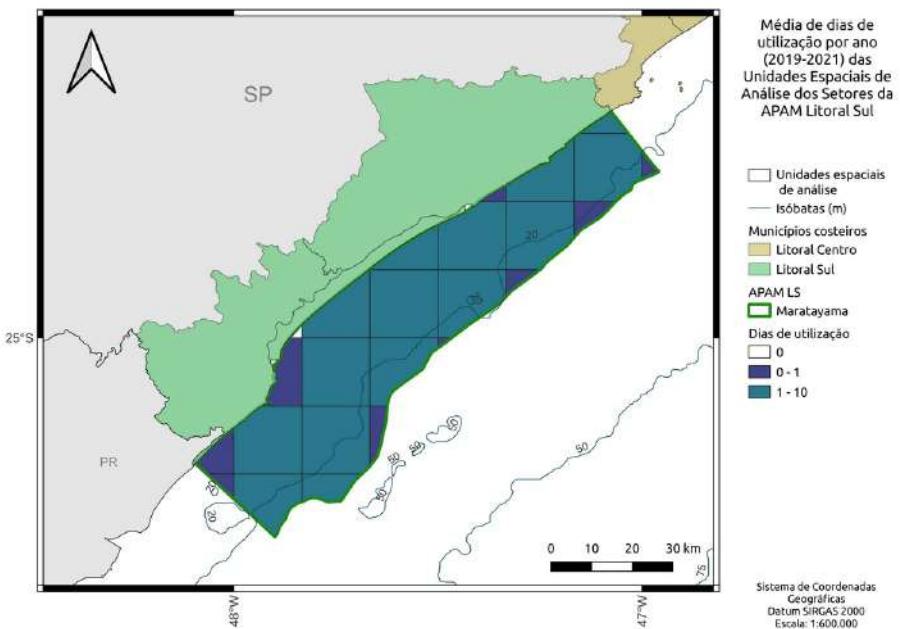


Figura 5.12 - Média de dias de utilização por ano, para o período de 2019 a 2021, das unidades espaciais de análise da Área de Proteção Ambiental Marinha do Litoral Sul do Estado de São Paulo pelas embarcações de apoio às atividades de E&P.

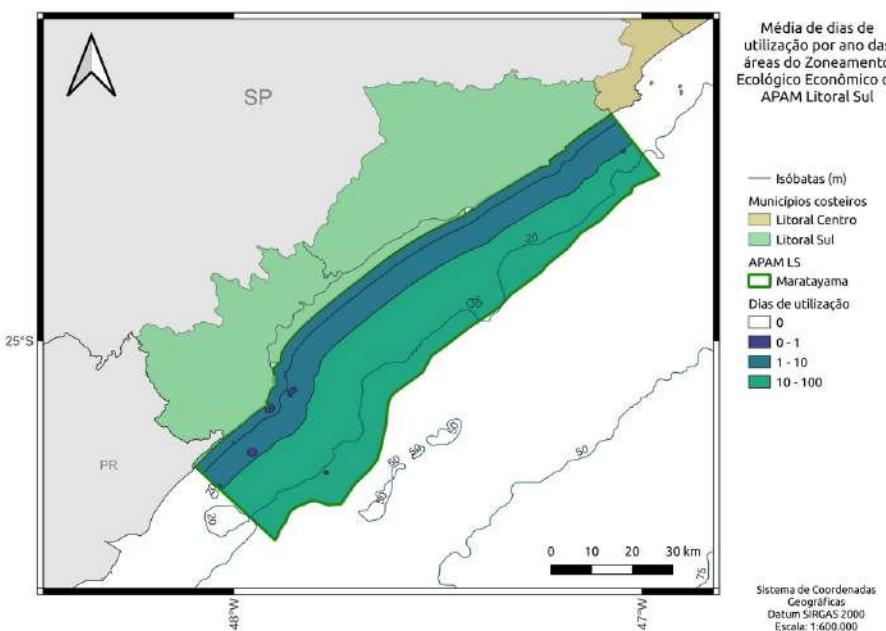


Figura 5.13 - Média de dias de utilização por ano, para o período de 2019 a 2021, dos segmentos do Zoneamento Ecológico Econômico da Área de Proteção Ambiental Marinha do Litoral Sul do Estado de São Paulo pelas embarcações de apoio às atividades de E&P.

Dos resultados da **Seção 2** (ver tópico **3.3 Resultados**, página 6), obteve-se a consolidação de informações de 905 táxons ictíicos marinhos e estuarinos e dos camarões branco, rosa e sete-barbas na área marítima do Estado de São Paulo registradas em 889 publicações. Estas cobriram toda área de estudo, sendo mais comuns os estudos em áreas de até 100 m (Figura 3.3). A riqueza de espécies seguiu um nítido padrão batimétrico, com um maior número de táxons descritos para as áreas costeiras com até 50 m de profundidade (Figura 3.4).

As publicações específicas sobre ovos e larvas referiram-se mais frequentemente à área de plataforma continental, até a isóbata de 100 m, ao largo do litoral norte de São Paulo (Figura 3.5). Nesta região foi descrita uma maior riqueza de espécies, à exceção de uma UEA situada na abertura sul do Mar Pequeno, em frente a Cananéia, onde em nove publicações foram listadas 73 táxons (Figura 3.6).

Os trabalhos relativos à ocorrência de formas juvenis, cobriram de forma relativamente homogênea a área de costa até a profundidade de 100 m, havendo, no entanto, uma tendência de um número maior de publicações para

o litoral norte do Estado (Figura 3.7). A região de plataforma interna (até a isóbata de 50 m) ao largo das costas centro e norte de São Paulo foi onde houve um maior número de táxons em fase juvenil (Figura 3.8).

A dinâmica reprodutiva ao largo da costa paulista foi descrito para uma extensa área de mar, sendo a área costeira, em profundidades inferiores à 50 m, a mais estudada (Figura 3.11). Nas áreas centro e sul da costa paulista foram listados mais táxons em atividade reprodutiva (Figura 3.12).

A distribuição de 671 espécies classificadas como vulneráveis pela IUCN na área marítima do estado de São Paulo, foi avaliada com base nas informações de ocorrência levantadas na literatura. De forma geral, a distribuição destas é ampla na região, mas tende a se concentrar em áreas mais costeiras. A comparação das distribuições apresentadas para as espécies categorizadas como *criticamente em perigo* (Figura 3.13), *em perigo* (Figura 3.14) e como *vulnerável* (Figura 3.15) com a distribuição do uso da área marítima do estado de São Paulo pela tráfego de embarcações (Figura 5.2) não evidencia sobreposições de áreas específicas onde haja concentração de tráfego, como ao largo da Baía de Santos ou nas proximidades do Canal de São Sebastião, e áreas com registros particulares de ocorrência de espécies ameaçadas.

## 5.4 Discussão

Os resultados da análise da “Interação entre o tráfego de embarcações de apoio às atividades de E&P na Bacia de Santos e as áreas de interesse para conservação marinha no Estado de São Paulo” foram apresentados em uma escala macro, considerando toda área marítima de São Paulo segmentada pelas unidades espaciais de análise (quadrados de 10 milhas náuticas de lado), e em uma escala regional, por trecho do litoral paulista.

Em escala macro foram utilizados os resultados da Seção 2, sobre o “Estado da arte do conhecimento sobre a ictiofauna marinha e estuarina e os camarões branco, rosa e sete-barbas na área marítima do Estado de São Paulo”. Desta Seção foram utilizadas as informações de número de

publicações e de número de táxons ictíicos marinhos e estuarinos e de camarões branco, rosa e sete-barbas.

Embora as publicações sobre a ictiofauna e sobre os camarões tragam uma informação bastante detalhada sobre as espécies e seu ciclo de vida, devido às limitações para a realização dos estudos, provavelmente não esgotam as possibilidades de ocorrência de organismos. Por esta razão também foi incorporada ao estudo as análises de utilização de unidades de conservação.

As três Áreas de Proteção Ambiental Marinha foram utilizadas como referência e seu uso analisado tanto com segmentação pelas unidades espaciais de análise quanto divididas de acordo com os respectivos Zoneamentos Ecológico Econômico.

A avaliação da dinâmica de uso da área marítima do Estado de São Paulo pelas embarcações de apoio à E&P deve ser feita considerando em conjunto as escalas macro e regionais, e a distribuição de organismos e as áreas das unidades de conservação.

O tráfego de embarcações de apoio às atividades de E&P na área marítima de São Paulo corresponde a cerca de 25% do estimado para Bacia de Santos e tem contado com um número crescente de unidades.

Estas embarcações operam tanto para a Petrobras quanto para outras empresas petroleiras. Observou-se que tanto o número de embarcações quanto o tempo de navegação das embarcações à serviço da Petrobras é inferior ao das demais empresas. Entre os anos 2019 e 2021, o tempo estimado de navegação à serviço da Petrobras representou 16% do tempo total de utilização da área marítima de São Paulo.

Na região da plataforma interna, em profundidades de até 50 m, a movimentação destas embarcações se concentrou ao largo do Porto de Santos, no litoral centro de Estado, e nas proximidades do Canal de São Sebastião, no litoral norte. Embora tenha sido registrada a navegação em toda região costeira, fora destas áreas de concentração, a navegação não se mostrou frequente, em especial em áreas com profundidades inferiores a 20 m.

Porém, os dados analisados indicaram que de 2019 a 2021 houve a tendência de aumento do uso das áreas de menor profundidade.

No litoral norte do Estado de São Paulo, em escala macro, observa-se uma intensa utilização da Enseada de Caraguatatuba (Figura 5.2). Esta intensidade de uso não fica evidente na análise regional (Figuras 5.8 e 5.9), considerando apenas as área da APAM-LN. Isto ocorre pois o tráfego de embarcações na região se dá principalmente nas áreas previstas para acesso ao Canal de São Sebastião, que estão fora dos limites da APAM. Analisando em conjunto as figuras regionais, deduz-se que a passagem de embarcações pela APAM-LN se dá principalmente na porção da entrada sudoeste do Canal de São Sebastião, tangenciando uma Zona para Usos de Baixa Escala.

No litoral centro, também observamos o efeito destas passagens para o tráfego de embarcações criados nas APAMs. Embora a observação do tráfego em escala macro (Figura 5.2) indique a intensidade de uso da área ao sul da Baía de Santos, as Figuras 5.10 e 5.11 que apenas parte desta movimentação se dá na área da APAM-LC, que atinge principalmente uma Zona de Uso Intensivo.

A APAM-LS é a de menor interação com o tráfego de embarcações de apoio à atividade de P&G. A área mais exposta ao tráfego é sua Zona de Uso Intensivo (Figuras 5.12 e 5.13).

De acordo com a bibliografia, a área de mar do Estado de São Paulo abriga as diversas fases do ciclo de biológico das espécies de peixes e camarões estudados. Como é de se esperar, a maior parte dos trabalhos publicados trás informações sobre a região costeira, de mais fácil acesso.

As regiões estuarinas como o Complexo Estuarino-Lagunar de Iguape e Cananeia, no Litoral Sul, o Sistema Estuarino de Santos e São Vicente, onde está localizado o Porto de Santos no Litoral Centro, e áreas costeiras no Litoral Norte foram indicadas na literatura como importantes para as fases de desenvolvimento de ovos e larvas (Figura 3.6), de crescimento de juvenis (Figura 3.8) e de reprodução (Figura 3.12). Destas áreas, a que está mais exposta ao tráfego de embarcações é do Sistema Estuarino de Santos e São Vicente.

Em relação à ocorrência de espécies vulneráveis (Figuras 3.13, 3.14 e 3.15), embora não tenham sido evidenciadas áreas críticas de interação ao tráfego de embarcações (Figura 5.2), potencialmente podem estar mais expostas à esta interação o Setor Itaguaçú da Área de Proteção Ambiental Marinha do Litoral Centro, onde se localiza o Parque Estadual Marinho Laje de Santos, e o Parque Estadual da Ilha Anchieta, próximo à Enseada de Caraguatatuba, no litoral norte do estado.

## 6 Conclusões gerais

A ictiofauna marinha e estuarina identificada na área marítima do Estado de São Paulo é enormemente diversa, totalizando 753 espécies válidas. No entanto, o conhecimento sobre seus aspectos biológicos, populacionais e ecológicos ainda é incipiente. Apenas 5,0% dessas espécies possuem parâmetros de dinâmica populacional de crescimento e idade e/ou reprodução publicados para a área marítima do Estado de São Paulo, revelando uma grave carência de informações básicas para a conservação biológica e exploração pesqueira sustentável desses recursos marinhos.

O bagre-branco e os camarões branco, rosa e sete-barbas constituem importantes recursos pesqueiros para o Estado de São Paulo. Esse reconhecimento se dá não apenas pelos volumes descarregados dessas categorias no estado, mas também nas ações públicas via portarias que ordenaram sua exploração em São Paulo. Porém, apesar dessa importância, não existem estudos de parâmetros populacionais de crescimento, idade e reprodução para nenhuma dessas quatro espécies na área marítima do Estado de São Paulo.

Essa lacuna de informações expõem a necessidade de estudos atualizados e aprofundados acerca dos aspectos populacionais e pesqueiros das espécies ictíicas marinhas e estuarinas e dos camarões branco, rosa e sete-barbas na área marítima do Estado de São Paulo. Especificamente para o bagre-branco, o presente relatório produziu estimativas de crescimento, idade e reprodução robustas e condizentes com os conhecimentos biológicos, etnoecológicos e pesqueiros existentes sobre o ciclo de vida da espécie no Sudeste-Sul do Brasil.

A produção de estimativas populacionais robustas é imprescindível para o estabelecimento de políticas de ordenamento e de monitoramento sólidas que assegurem a exploração sustentável dos recursos marinhos. Ainda que existam políticas de ordenamento para o bagre-branco no Sudeste-Sul do Brasil, algumas das suas determinações, como a data de início do período de defeso, são divergentes com as informações biológicas, etnoecológicas e

pesqueiras sobre a espécie disponíveis na literatura científica e em bancos de dados públicos, bem como com os resultados apresentados no presente relatório. Portanto, a adequação do ordenamento atual estabelecido para o bagre-branco é essencial para a conservação da espécie e a sua exploração sustentável.

A interação da ictiofauna vulnerável à pesca e das espécies de camarões branco, rosa e sete-barbas com o tráfego de embarcações de apoio às atividades de exploração e produção de petróleo e gás natural se dá com mais intensidade nas áreas de acesso ao Porto de Santos e ao Canal de São Sebastião, onde é localizado o Terminal São Sebastião. Nestas áreas também observou-se um maior uso das Áreas de Proteção Ambiental Marinha para a navegação destas embarcações. Áreas costeiras identificadas na literatura como de desova, de desenvolvimento de larvas e juvenis e de reprodução têm, de forma geral, pouca interação com o tráfego de embarcações. Uma atenção especial deve ser dada à área do Sistema Estuarino de Santos e São Vicente, no Litoral Centro de São Paulo, que entre as áreas de maior intensidade de uso é apontada como importante para reprodução e crescimento de juvenis.

## 7 Local de realização e equipe técnica do projeto

O projeto foi realizado pelas equipes técnicas alocadas na Unidade Laboratorial de Referência em Controle Estatístico da Produção Pesqueira Marinha (ULRCEPPM, Santos) e no Núcleo Regional de Pesquisa do Litoral Sul (NRPLS, Cananéia) (Tabela 7.1), ambas vinculadas ao Centro Avançado de Pesquisa e Desenvolvimento do Pescado Marinho (CAPDPM) do Instituto de Pesca .

**Tabela 7.1** - Colaboradores participantes das equipes de execução técnica alocadas nas Unidades do Instituto de Pesca nos municípios de Santos e Cananéia, Estado de São Paulo.

Nome	Local	Função/Atividade no Projeto
Dr. Antônio Olinto Ávila-da-Silva. Pesquisador Científico do Instituto de Pesca	Santos	Coordenador. Orientação sobre métodos de estudo sobre pesca, idade, crescimento e reprodução, e sobre análise de interação espacial; análise de dados; e redação e revisão dos relatórios.
Dr. Jocemar Tomasino Mendonça. Pesquisador Científico do Instituto de Pesca	Cananeia	Pesquisador colaborador. Supervisão das coletas em Cananéia; revisão de relatórios.
Dr. Estevan Luiz da Silveira	Santos	Pesquisador. Supervisão da equipe técnica; análise de dados; redação e revisão dos relatórios.
Biol. Idelmara de Alencar Tinoco	Cananeia	Técnica. Coleta biométrica e biológica em Cananéia
Biol. Bárbara Luiz da Oliveira	Santos	Técnica. Coleta biométrica e biológica em Santos
Aca. Elian Vinicios Xavier Marques	Cananeia	Bolsista IC. Apoio na realização de coletas de campo e processamento de material biológico em laboratório em Cananéia

## 8 Referências bibliográficas

- Araújo, F.G. 1988. Distribuição, abundância relativa e movimentos sazonais de bagres marinhos (Siluriformes, Ariidae) no estuário da Lagoa dos Patos (RS), Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, 5(4): 509-543.
- Avigliano, E., Velasco, G., Volpedo, A.V. 2015a. Use of lapillus otolith microchemistry as an indicator of the habitat of *Genidens barbus* from different estuarine environments in the southwestern Atlantic Ocean. **Environmental Biology of Fishes**, 98:1623–1632.
- Avigliano, E., Velasco, G., Volpedo, A.V. 2015b. Assessing the use of two southwestern Atlantic estuaries by different life cycle stages of the anadromous catfish *Genidens barbus* (Lacépède, 1803) as revealed by Sr:Ca and Ba:Ca ratios in otoliths. **Journal of Applied Ichthyology**, 31(4): 740-743.
- Avigliano, E., Volpedo, A.V. 2015. New records of anadromous catfish *Genidens barbus* (Lacépède, 1803) in the Paraná Delta (South America): evidence of extension in the migration corridor? **Marine Biodiversity Records**, 8: e23.
- Avigliano, E., Leisen, M., Romero, R., Carvalho, B., Velasco, G., Vianna, M., Barra, F., Volpedo, A.V. 2017a. Fluvio-marine travelers from South America: Cyclic amphidromy and freshwater residency, typical behaviors in *Genidens barbus* inferred by otolith chemistry. **Fisheries Research**, 193: 184-194.
- Avigliano, E., Carvalho, B.M., Leisen, M., Romero, R., Velasco, G., Vianna, M., Barra, F., Volpedo, A.V. 2017b. Otolith edge fingerprints as approach for stock identification of *Genidens barbus*. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, 194: 92-96.
- Avigliano, E., Carvalho, B., Velasco, G., Tripodi, P., Vianna, M., Volpedo, A.V. 2017c. Nursery areas and connectivity of the adults anadromous catfish (*Genidens barbus*) revealed by otolith-core microchemistry in the southwestern Atlantic Ocean. **Marine and Freshwater Research**, 68(5): 931-940.

- Avigliano, E., Pisonero, J., Méndez, A., Tombari, A., Volpedo, A.V. 2022. Habitat use of the amphidromous catfish *Genidens barbus*: first insights at its southern distribution limit. **New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research**, 56(2): 284-290.
- Ávila-Da-Silva, A.O., Carneiro, M.H., Mendonça, J.T., Servo, G.J.M., Bastos, G.C.C., Batista, P.A. 2007. Produção Pesqueira Marinha do Estado de São Paulo no ano de 2005. **Informe Pesqueiro de São Paulo**, 26(1): 1-44.
- Ávila-Da-Silva, A.O., Carneiro, M.H., Mendonça, J.T., Servo, G.J.M., Bastos, G.C.C., Batista, P.A., Miranda, L.V., Ribeiro, W.R., Santos, S. 2019. Produção pesqueira marinha e estuarina do Estado de São Paulo, abril a junho de 2019. **Informe Pesqueiro de São Paulo**, 111(1): 1-21.
- Baigún, C.R.M., Colautti, D., López, H.L., Van Damme, P.A. Reis, R.E. 2012. Application of extinction risk and conservation criteria for assessing fish species in the lower La Plata River basin, South America. **Aquatic Conservation: Marine And Freshwater Ecosystems**, 22(2): 181-197.
- Beverton, R.J.H., Holt, S.J. 1957. **On the dynamics of exploited fish populations**. Dordrecht: Springer Science+Business Media. 533p.
- Blaber, S.J.M., Barletta, M. 2016. A review of estuarine fish research in South America: what has been achieved and what is the future for sustainability and conservation? **Journal of Fish Biology**, 89(1): 537-568.
- Brasil. Presidência da República. Casa Civil. 1986a. **Lei nº 7.525, de 22 de julho de 1986**. Estabelece normas complementares para a execução do disposto no art. 27 da Lei nº 2.004, de 3 de outubro de 1953, com a redação da Lei nº 7.453, de 27 de dezembro de 1985, e dá outras providências. Diário Oficial da União, 23/7/1986(1): 10881.
- Brasil. Presidência da República. Casa Civil. 1986b. **Decreto nº 93.189, de 29 de agosto de 1986**. Regulamenta a Lei nº 7.525, de 22 de julho de 1986, que dispõe sobre a indenização a ser paga pela PETROBRAS e suas subsidiárias aos Estados e Municípios. Diário Oficial da União, 1/9/1986(1): 13021.

- Brown-Peterson, N.J., Wyanski, D.M., Saborido-Rey, F., Macewicz, B.J., Lowerre-Barbieri, S.K.. 2011. A Standardized Terminology for Describing Reproductive Development in Fishes. **Marine and Coastal Fisheries**, 3(1): 52-70.
- Cappato, J., Yanosky, A. 2009. **Uso sostenible de peces en la Cuenca del Plata. Evaluación subregional del estado de amenaza, Argentina y Paraguay.** Gland: UICN. 76p.
- Carvalho-Batista, A., Terossi, M., Zara, F.J. Mantelatto, F.L., Costa, R.C. 2019. A multigene and morphological analysis expands the diversity of the seabod shrimp *Xiphopenaeus* Smith, 1869 (Decapoda: Penaeidae), with descriptions of two new species. **Scientific Reports**, 9:15281.
- Ceni, G., Fontoura, N.F., Cabral, H.N. 2016. The freshwater artisanal fishery of Patos Lagoon: freshwater fishery of patos lagoon. **Journal of Fish Biology**, 89(1): 337-354.
- Cergole, M.C. 2016. **Análise e consolidação das recomendações técnicas para a revisão das normas de defeso marinhas e outras ações de conservação.** Relatório do projeto BRA/11/001 – Defeso Marinho. Contrato nº 2016/232. 179p.
- Clark, F.N. 1928. The weight-length relationship of the California sardine (*Sardina caerulea*) at San Pedro. **Fish Bulletin**, 12: 1-59 pp.
- Dias, J.F., Fernandez, W.S., Schmidt, T.C.S. 2004. Length-weight relationship of 73 fish species caught in the southeastern inner continental shelf region of Brazil. **Latin American Journal of Aquatic Research**, 42(1): 127-136.
- Doll, J.C., Lauer, T.E. 2013. Bayesian estimation of age and length at 50% maturity. **Transactions of the American Fisheries Society**, 142(4): 1012-1024.
- Ernande, B., Dieckmann, U., Heino, M. 2004. Adaptive changes in harvested populations: plasticity and evolution of age and size at maturation. **Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences**, 271: 415-423.

Figueiredo, J.L. 1981. **Estudo das distribuições endêmicas de peixes da Província Zoogeográfica Marinha Argentina**. Tese de Doutorado. Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, São Paulo. 121p.

FIPERJ - Fundação Instituto de Pesca do Estado do Rio de Janeiro. 2023. **Estatística Pesqueira do Estado do Rio de Janeiro**. Consulta Online. Projeto de Monitoramento da Atividade Pesqueira no Estado do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://pescarj.fundepag.br/>>. Acessado em: 30 mai. 2023.

Freire, K.M.F., Almeida, Z.S., Amador, J.R.E.T., Aragão, J.A., Araújo, A.R.R., Ávila-da-Silva, A.O., Bentes, B., Carneiro, M.H., Chiquieri, J., Fernandes, C.A.F., Figueiredo, M.B., Hostim-Silva, M., Jimenez, E.A., Keunecke, K.A., Lopes, P.F.M., Mendonça, J.T., Musiello-Fernandes, J., Olavo, G., Primitivo, C., Rotundo, M.M., Santana, R.F., Sant'Ana, R., Scheidt, G., Silva, L.M.A., Trindade-Santos, I., Velasco, G., Vianna, M. 2021. Reconstruction of marine commercial landings for the Brazilian industrial and artisanal fisheries from 1950 to 2015. **Frontiers in Marine Science**, 8: 659110.

Fricke, R., Eschmeyer W.N., Van der Laan R. 2023. **Eschmeyer's catalog of fishes: genera, species, references**. Disponível em: <<http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp>>. Acessado em: 06 Jun. 2023.

Froese, R. 2006. Cube law, condition factor and weight-length relationships: history, meta-analysis and recommendation. **Journal of Applied Ichthyology**, 22(4): 241–253.

Froese, R., Pauly D. 2023. **FishBase**. Version 02/2023. Disponível em: <[www.fishbase.org](http://www.fishbase.org)>. Acessado em: 12 mar. 2023.

FUNDEPAG - Fundação de Apoio ao Desenvolvimento da Pesquisa do Agronegócio. 2023. **Estatística Pesqueira do Paraná**. Consulta online. Projeto de Monitoramento da Atividade Pesqueira do Estado do Paraná. Disponível em: <<http://pescapr.fundepag.br/>>. Acessado em: 30 mai. 2023.

- Gayanilo, F.C.Jr., Sparre, P., Pauly, D. 2005. **FAO-ICLARM Stock Assessment tools II (FiSAT II). Revised version. User's guide.** Roma: Food and Agriculture Organization of the United Nations. 168p.
- Google Acadêmico. 2023. **Google Scholar.** Disponível em: <<https://scholar.google.com.br>>. Acessado em: 10 Mar. 2023.
- Haddon, M. 2011. **Modelling and Quantitative Methods in Fisheries.** 2<sup>a</sup> ed. Boca Raton: CRC Press. 433p.
- Haimovici, M. 1997. Demersal and benthic teleosts. *Em: Subtropical Convergence Environments.* Seeliger, U., Odebrecht, C., Castello, J.P. (Eds.). Berlim: Springer-Verlag. pp. 129-136.
- Haynes, D.B., Ferreri, C.P., Taylor, W.W. 2012. Active fish capture methods. *Em: Fisheries techniques.* 3<sup>a</sup> ed. Zale, A.V., Parrish, D.L., Sutton, T.M. (Eds.). Bathesda: American Fisheries Society. pp. 267-304.
- Heincke F. 1908. Bericht über die Untersuchungen der Biologischen Anstalt auf Helgoland zur Naturgeschichte der Nutzfische. (1. April 1905 bis 1. Oktober 1907). *Em: Die Beteiligung Deutschlands an der Internationalen Meeresforschung 4/5.* Herwig, W. (Ed.). Berlim: Otto Salle. pp. 67-155.
- Heino, M., Godø, O.R. 2002. Fisheries-Induced Selection Pressures in the Context of Sustainable Fisheries. **Bulletin of Marine Science**, 70(2): 639-656.
- Hoek, P.P.C. 1895. **Statistische und biologische untersuchungen an in den Niederlanden gefangen Lachsen.** Charlottenburg: Adolf Gertz. 57p.
- Hubert, W.A., Pope, K.L., Dettmers, J.M. 2012. Passive capture techniques. *Em: Fisheries techniques.* 3<sup>a</sup> ed. Zale, A.V., Parrish, D.L., Sutton, T.M. (Eds.). Bathesda: American Fisheries Society. pp. 223-266.
- IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Instrução Normativa IBAMA nº 25, de 1º de setembro 2009.** Estabelece normas de pesca para o período de proteção à reprodução natural dos peixes, anualmente, de 1º de novembro a 28 de fevereiro, na bacia hidrográfica do rio Paraná. Diário Oficial da União, 168(1): 88.

IP/APTA/SAA/SP - Instituto de Pesca/Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios/Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo. 2023. **Estatística Pesqueira Marinha e Estuarina do Estado de São Paulo**. Consulta On-line. Programa de Monitoramento da Atividade Pesqueira Marinha e Estuarina do Estado de São Paulo. Disponível em: <<http://www.propsq.pesca.sp.gov.br/>>. Acessado em: 30 mai. 2023.

IUCN - International Union for Conservation of Nature. 2023. **The IUCN Red List of Threatened Species**. Version 2022-2. Disponível em: <<https://www.iucnredlist.org>>. Acessado em: 10 Mar. 2023.

Joyeux, J.-C., Giarrizzo, T., Macieira, R.M., Spach, H.L., Vaske Jr., T. 2009. Length-weight relationships for Brazilian estuarine fishes along a latitudinal gradient. **Journal of Applied Ichthyology**, 25(3): 350–355.

Keys, A.B. 1928. The weight-length relation in fishes. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, 14(12): 922–925.

King, M. 2007. **Fisheries Biology, Assessment and Management**. 2ed. Oxford: Wiley-Blackwell. 382p.

Le Cren, E.D. 1951. The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in the perch (*Perca fluviatilis*). **Journal of Animal Ecology**, 20(2): 201–219.

Lemos, V.M., Mai, A.C.G. 2021. Dinâmica populacional: reprodução. *Em: Biologia Pesqueira* Mai, A.C.G. (Org.). Porto Alegre: Mundo Acadêmico. pp.69-114.

Lopes, R.M., Katsuragawa, M., Dias, J.F., Montú, M.A., Muelbert, J.H., Gorri, C., Brandini, F.P. 2006. Zooplankton and ichthyoplankton distribution on the southern Brazilian shelf: an overview. **Scientia Marina**, 70(2): 189–202.

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 2022. **Portaria SAP/MAPA nº 656, de 30 de março de 2022**. Estabelece as normas de ordenamento e monitoramento para o exercício da pesca dos camarões rosa (*Penaeus paulensis*, *Penaeus brasiliensis* e *Penaeus*

*subtilis*), sete-barbas (*Xiphopenaeus kroyeri*), branco (*Penaeus schmitti*), santana ou vermelho (*Pleoticus muelleri*) e barba-ruça (*Artemesia longinaris*) no Mar Territorial e na Zona Econômica Exclusiva nas regiões Sudeste e Sul do Brasil. Diário Oficial da União, 62(1): 16.

Marceniuk, A.P. 2005. Redescrição de *Genidens barbus* (Lacépède, 1803) e *Genidens machadoi* (Miranda-Ribeiro, 1918), bagres marinhos (Siluriformes, Ariidae) do Atlântico Sul Ocidental. **Papéis Avulsos de Zoologia**, 45(11): 111-125.

McCurdy, W.J., Panfili, J., Meunier, F.J., Geffen, A.F., Pontual, H. 2002. Preparation of calcified structures. *Em: Manual of fish Sclerochronology*. Panfili, J., Troadec, H., Pontual, H., Wright, P. (Eds.). Brest: Ifremer–IRD Co-edition. pp. 331-357.

McDowall, R.M. 2001. Anadromy and homing: two life-history traits with adaptive synergies in salmonid fishes? **Fish and Fisheries**, 2: 78–85.

Mendonça, J.T., Quito, L., Jankowsky, M., Balanin, S., Garrone Neto, D. **Diagnóstico da pesca do bagre-branco (*Genidens barbus* e *G. planifrons*) no litoral Sudeste-Sul do Brasil: subsídios para o ordenamento**. São Paulo: Instituto de Pesca. (Série de Relatórios Técnicos nº 56).

Mendonça, J.T., Balanin, S., Garrone-Neto, D. 2020. The marine catfish *Genidens barbus* (Ariidae) fisheries in the state of São Paulo, southeastern Brazil: diagnosis and management suggestions. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, 92(Suppl.2): e20180450.

Menni, R., Stehmann, M. 2000. Distribution, environment and biology of batoid fishes off Argentina, Uruguay and Brazil. A review. **Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales**, 2(1): 69-109.

Mildenberger, T.K., Taylor, M.H., Wolff, M. 2017. *TropFishR*: an R package for fisheries analysis with length-frequency data. **Methods in Ecology and Evolution**, 8(11): 1520-1527.

Milessi, A.C. 2008. **Modelación ecotrófica en el ecosistema costero bonarense (34°-41°) años 1981-1983**. Buenos Aires: INIDEP. 55p.

(Informe Técnico do Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero n° 008).

Mishima, M., Tanji, S. 1983. Fatores ambientais relacionados à distribuição e abundância de bagres marinhos (Osteichthyes, Ariidae) no Complexo Estuarino Lagunar de Cananéia (25°S, 48°W). **Boletim do Instituto de Pesca**, 10(Único): 17-27.

Mishima, M., Tanji, S. 1985. Fecundidade e incubação dos bagres marinhos (Osteichthyes, Ariidae) do Complexo Estuarino Lagunar de Cananéia (25°S, 48°W). **Boletim do Instituto de Pesca**, 12(2): 77-85.

Mishima, M., Tanji, S. 1986. Comprimento padrão em relação ao peso e ao comprimento da nadadeira pélvica dos bagres marinhos (Osteichthyes, Ariidae) do Complexo Estuarino Lagunar de Cananéia (25°S, 48°W). **Boletim do Instituto de Pesca**, 13(2): 29-36.

MMA - Ministério do Meio Ambiente. 2006a. **Instrução Normativa IBAMA nº 91 de 06 de fevereiro de 2006**. Proíbe o exercício da pesca de arrasto com tração motorizada para a captura de camarão-sete-barbas (*Xiphopenaeus kroyeri*), na área e no período que especifica. Diário Oficial da União, 27(1): 51.

MMA - Ministério do Meio Ambiente. 2006b. **Instrução Normativa IBAMA nº 92 de 07 de fevereiro de 2006**. Proíbe o exercício da pesca de arrasto com tração motorizada para a captura de camarão rosa (*Farfantepenaeus paulensis*, *F. brasiliensis* e *F. subtilis*), na área e no período que especifica. Diário Oficial da União, 30(1): 80.

MMA - Ministério do Meio Ambiente. 2008. **Instrução Normativa IBAMA nº 189 de 23 de setembro de 2008**. Proíbe o exercício da pesca de arrasto com tração motorizada para a captura de camarão-rosa (*Farfantepenaeus paulensis*, *F. brasiliensis* e *F. subtilis*), camarão-sete-barbas (*Xiphopenaeus kroyeri*), camarão-branco (*Litopenaeus schmitti*), santana ou vermelho (*Pleoticus muelleri*) e barba-ruça (*Artemesia longinaris*), anualmente, nas áreas e períodos que especifica. Diário Oficial da União, 185(1): 83-84.

MMA - Ministério do Meio Ambiente. 2014. **Portaria MMA nº 445, de 17 de dezembro de 2014.** Reconhece como espécies de peixes e invertebrados aquáticos da fauna brasileira ameaçadas de extinção aquelas constantes da "Lista Nacional Oficial de Espécies da Fauna Ameaçadas de Extinção - Peixes e Invertebrados Aquáticos. Diário Oficial da União, 245(1): 126-130.

MMA - Ministério do Meio Ambiente. 2015. **Plano de Recuperação para Espécies Ameaçadas: Peixes e Invertebrados Aquáticos: Bagre- branco, *Genidens barbus* e *G. planifrons* (Ariidae).** Brasília: MMA. 88p.

MMA - Ministério do Meio Ambiente. 2018. **Portaria nº 127, de 27 de abril de 2018.** Reconhece como passível de exploração, estudo ou pesquisa a espécie *Genidens barbus* (bagre-branco) e estabelece as respectivas condições. Diário Oficial da União, 82(1): 107.

MMA - Ministério do Meio Ambiente. 2022. **Portaria MMA nº 148, de 7 de junho de 2022.** Altera os Anexos da Portaria nº 443, de 17 de dezembro de 2014, da Portaria nº 444, de 17 de dezembro de 2014, e da Portaria nº 445, de 17 de dezembro de 2014, referentes à atualização da Lista Nacional de Espécies Ameaçadas de Extinção. Diário Oficial da União, 108(1): 1-74.

Munro, J.L., Pauly, D. 1983. A simple method for comparing the growth of fishes and invertebrates. **Fishbyte**, 1(1): 5-6.

Nogueira Jr., M., Brandini, F.P. 2014. Community Structure and Spatiotemporal Dynamics of the Zooplankton in the South Brazilian Bight: A Review. *Em:* Hoffmeyer, M.S., Sabatini, M.E., Brandini, F.P., Calliari, D.L., Santinelli, N.H. (Eds.). **Plankton Ecology of the Southwestern Atlantic: From the Subtropical to the Subantarctic Realm.** Cham: Springer. pp. 149-170.

Nunes, M.U.S., Cardoso, O.R., Silvano, R.A.M., Fávaro, L.F. 2021a. Participatory mapping and fishers' knowledge about fish and shrimp migration in a subtropical coastal ecosystem. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, 258: 107412.

- Nunes, M.U.S., Cardoso, O.R., Soeth, M., Silvano, R.A.M., Fávaro, L.F. 2021b. Fishers' ecological knowledge on the reproduction of fish and shrimp in a subtropical coastal ecosystem. **Hydrobiologia**, 848(4): 929-942.
- Palacio, F.J. 1982. Revisón zoogeográfica marina del sur de Brasil. **Boletim do Instituto Oceanográfico**, 31(1): 69-92.
- Passos, A.C., Schwarz Jr., R., Cartagena, B.F.C., Garcia, A.S., Spach, H.L. 2012. Weight-length relationship of 63 demersal fishes on the shallow coast of Paraná, Brazil. **Journal of Applied Ichthyology**, 28(5): 845-847.
- Patil, I. 2021. Visualizations with statistical details: The 'ggstatsplot' approach. **Journal of Open Source Software**, 6(61): 3167.
- Pauly, D. 1980. On the interrelationships between natural mortality, growth parameters, and mean environmental temperature in 175 fish stocks. **ICES Journal of Marine Science**, 39(2): 175-192.
- Pauly, D., David, N. 1980. An objective method for determining fish growth from length-frequency data. **ICLARM**, 3(3): 13-15.
- Pauly, D. 1983. Length-covered catch curves. A powerful tool for fisheries research in the tropics. (Part I). **ICLARM Fishbyte**, 1(2): 9-13.
- Pauly, D. 1984a. Length-covered catch curves. A powerful tool for fisheries research in the tropics. (Part II). **ICLARM Fishbyte**, 2(1): 17-19.
- Pauly, D. 1984b. Length-covered catch curves. A powerful tool for fisheries research in the tropics. (Part III). **ICLARM Fishbyte**, 2(3): 9-10.
- Pauly, D., Munro, J.L. 1984. Once more on the comparison of growth in fish and invertebrates. **Fishbyte, The WorldFish Center**, 2(1): 195.
- Pigliucci, M. 2001. **Phenotypic Plasticity: beyond nature and nurture**. Baltimore: The Johns Hopkins University Press. 328p.
- Pinheiro, H.T., Rocha, L.A., Macieira, R.M., Carvalho-Filho, A., Anderson, A.B., Bender, M.G., Di Dario, F., Ferreira, C.E.L., Figueiredo-Filho, J., Francini-Filho, R., Gasparini, J.L., Joyeux, J.C., Luiz, O.J., Mincarone, M.M., Moura, R.L., Nunes, J.A.C.C., Quimbayo, J.P., Rosa, R.S., Sampaio, C.L.S., Sazima, I., Simon, T., Vila-Nova, D.A., Floeter, S.R. 2018. South-western Atlantic reef fishes: Zoogeographical patterns and

ecological drivers reveal a secondary biodiversity centre in the Atlantic Ocean. **Biodiversity and Distributions**, 24(7): 951-965.

Reis, E.G. 1986. Age and growth of the marine catfish, *Netuma barba* (Siluriformes, Ariidae), in the estuary of the Patos Lagoon (Brazil). **Fishery Bulletin**, 84(3): 679-686.

Reis, R.E., Albert, J.S., Di Dario, F., Mincarone, M.M., Petry, P., Rocha, L.A. 2010. Fish biodiversity and conservation in South America. **Journal of Fish Biology**, 89(1): 12-47.

São Paulo. Estado de São Paulo. 2018. **Decreto nº 63.853, de 27 de novembro de 2018**. Declara as espécies da fauna silvestre no estado de São Paulo regionalmente extintas, as ameaçadas de extinção, as quase ameaçadas e as com dados insuficientes para avaliação, e dá providências correlatas. Diário Oficial do Estado de São Paulo, 128: 1.

SAP/MAPA – Secretaria de Agricultura e Pesca/Ministério da Agricultura, Pesca e Abastecimento. **Portaria SAP/MAPA nº 1.448, de 28 de janeiro de 2022**. Estabelece as Modalidades de Pesca, as Modalidades de Pesca Complementares e as normas gerais para embarcações de pesca brasileiras para o uso sustentável dos recursos pesqueiros. Diário Oficial da União, 1(1): 1.

Schwamborn, R., Mildenberger, T.K., Taylor, M.H. 2018. **fishboot: Bootstrap-based methods for the study of fish stocks and aquatic populations**. R package version 0.1. Disponível em: <<https://github.com/rschwamborn/fishboot>>. Acessado em: 30 jun. 2023.

Schwamborn, R., Mildenberger, T.K., Taylor, M.H. 2019. Assessing sources of uncertainty in length-based estimates of body growth in populations of fishes and macroinvertebrates with bootstrapped ELEFAN. **Ecological Modelling**, 393: 37-51.

Schwamborn, R., Moraes-Costa, D.F. 2020. Growth and mortality of endangered land crabs (*Cardisoma guanhumi*) assessed through tagging with PITs and novel bootstrapped methods. **arXiv**, 1909.03311.

Disponível em: <<https://doi.org/10.48550/arXiv.1909.03311>>. Acessado em 29 jun. 2023.

Scrucca, L. 2013. GA: A package for genetic algorithms in R. **Journal of Statistical Software**, 53(4): 1–37.

Scrucca, L. 2016. On some extensions to GA package: hybrid optimisation, parallelisation and islands evolution. **arXiv**, 1605.01931 [Stat].

Disponível em: <<http://arxiv.org/abs/1605.01931>>. Acessado em 29 jun. 2023.

Silveira, E.L., Aranha, J.M.R., Menezes, M.S., Vaz-dos-Santos, A.M. 2020. Reproductive dynamics, age and growth of *Astyanax* aff. *fasciatus* in a Neotropical basin. **Marine and Freshwater Research**, 71(6): 670-683.

Spalding, M.D., Fox, H.E., Allen, G.R., Davidson, N., Ferdaña, Z.A., Finlayson, M., Halpern, B.S., Jorge, M.A., Lombana, A., Lourie, S.A., Martin, K.D., McManus, E., Molnar, J., Recchia, C.A., Robertson, J. 2007. Marine Ecoregions of the World: A Bioregionalization of Coastal and Shelf Areas. **BioScience**, 57(7): 573-583.

Sparre, P., Venema, S.C. 1998. **Introduction to tropical fish stock assessment Part 1**: Manual. Roma: Food and Agriculture Organization of the United Nations. 407p.

SUDEPE - Superintendência do Desenvolvimento da Pesca. 1984. **Portaria SUDEPE nº N-42, 18 de outubro de 1984**. Proíbe, anualmente, no período de 1º de janeiro a 31 de março, a captura de bagre rosado (*Genidens genidens*, *Netuma barba* ou *Tachysurus barbus*, *T. psulonophorus* e *T. agassisi*) nas águas que banham os Estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná e São Paulo. Diário Oficial da União, 1984.

Taylor, C.C. 1960. Temperature, Growth, and Mortality - The Pacific Cockle. **ICES Journal of Marine Science**, 26(1): 117-124.

Taylor, M.H., Mildenberger, T.K. 2017. Extending electronic length frequency analysis in R. **Fisheries Management and Ecology**, 2(4): 230-238.

Then, A.Y., Hoenig, J.M., Hall, N.G., Hewitt, D.A. 2015. Evaluating the predictive performance of empirical estimators of natural mortality rate

using information on over 200 fish species. **ICES Journal of Marine Science**, 72(1): 82-92.

Torrejon-Magallanes, J. 2020. **sizeMat: Estimate Size at Sexual Maturity**. R package version 1.1.2. Disponível em: <<https://CRAN.R-project.org/package=sizeMat>>. Acessado em: 20 dez. 2022.

UNIVALI/LEMA - Universidade do Vale do Itajaí/Laboratório de Estudos Marinhos Aplicados. 2023. **Estatística Pesqueira de Santa Catarina**. Consulta On-line. Projeto de Monitoramento da Atividade Pesqueira do Estado de Santa Catarina. Disponível em: <<http://pmap-sc.acad.univali.br/>>. Acessado em: 30 mai. 2023.

Vaz-dos-Santos, A.M. 2015. Otólitos em estudos de idade e crescimento. Em: **Métodos de estudos com otólitos**. Volpedo, A.V., Vaz-dos-Santos, A.M. (Eds.). Buenos Aires: CAFP-BA-PIESCI. pp.303-332.

Vaz-dos-Santos, A.M. 2021. Dinâmica populacional: crescimento. Em: **Biologia Pesqueira**. Mai, A.C.G. (Org.). Porto Alegre: Mundo Acadêmico. pp.19-68.

Vazzoler, A. E. A. M. 1996. **Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática**. Maringá: EDUEM. 169p.

Velasco, G., Reis, E.G. 2004. Changes in growth seasonality throughout *Netuma barba* (Lacépède, 1803) (Siluriformes, Ariidae) ontogeny. **Brazilian Journal of Biology**, 64(4): 913-914.

Velasco, G., Reis, E.G., Vieira, J.P. 2007. Calculating growth parameters of *Genidens barbus* (Siluriformes, Ariidae) using length composition and age data. **Journal of Applied Ichthyology**, 23(1): 64-69.

Vieira, J.P., Marceniuk, A.P., Castanhari, G., Betancur, R., González-Castro, M., Fabré, N.N., Rodrigues, A.M.T., Ferreira, B.P., Miranda, L.V., Mendonça, J.T., Chao, N.L., Frédou, F.L., Santos, R.A. 2018. *Genidens barbus* (Lacepède, 1803). Em: MMA – Ministério do Meio Ambiente (Ed.). **Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção: Volume VI – Peixes**. Brasília: ICMBio/MMA. pp. 176-179.

- von Bertallanfy, L. 1938. A quantitative theory of organic growth (inquiries on growth laws. II). **Human Biology**, 10(2): 181-213.
- Wang, K., Zhang, C., Xu, B., Xue, Y., Ren, Y. 2020. Selecting optimal bin size to account for growth variability in Electronic Length Frequency Analysis (ELEFAN). **Fisheries Research**, 225: 105474.
- Wickham, H. 2016. *ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis*. 2<sup>a</sup> ed. Nova York: Springer-Verlag. 260p.
- Wootton, R.J. 1990. **Ecology of teleost fishes**. Londres: Chapman and Hall. 404p.
- WoRMS Editorial Board (2023). **World Register of Marine Species**. Version 2.0 Disponível em: <<https://www.marinespecies.org>>. Acessado em 19 Out. 2023.
- Xiao, X., White, E. P., Hooten, M. B., Durham, S. L. 2011. On the use of log-transformation vs. nonlinear regression for analyzing biological power laws. **Ecology**, 92(10): 1887–1894.
- Zar HZ. 2014. **Biostatistical Analysis**. 5ed. Essex: Pearson Educations Limited. 756p.

## 9 Termo de referência do projeto

Nome da Fundação de Desenvolvimento da Pesquisa do Empresa:	Agronegócio – FUNDEPAG
CNPJ:	50.276.237/0001-78
Executivo Responsável:	Dr. Antônio Álvaro Duarte de Oliveira
Endereço:	Rua Dona Germaine Burchard nº 409 – Água Branca, São Paulo – SP, 05002-062
Endereço Virtual:	<a href="http://www.fundepag.br">http://www.fundepag.br</a>
Projeto:	Estudo da Biologia, Pesca e Vulnerabilidade ao Tráfego de Embarcações de Apoio às Atividades E&P, de Espécies de Interesse para a Conservação e para a Atividade Pesqueira no Litoral do Estado de São Paulo
Gerente do Contrato:	Vinicius Vendramini Cesário
Fiscal de Campo:	Thiago Dias Rodrigues
Fiscais administrativos:	Douglas Henrique e Marcelo Prado
Contrato nº:	5900.0120448.22.3
Coordenador Projeto:	do Dr. Antônio Olinto Ávila da Silva (Instituto de Pesca)
Telefone:	(13) 99715-3114
E-mail:	<a href="mailto:antonio.olinto@sp.gov.br">antonio.olinto@sp.gov.br</a>
Preposto:	Solange Ferreira (Fundepag)
Telefone:	(11) 3879.3367
E-mail:	<a href="mailto:solange@fundepag.br">solange@fundepag.br</a>