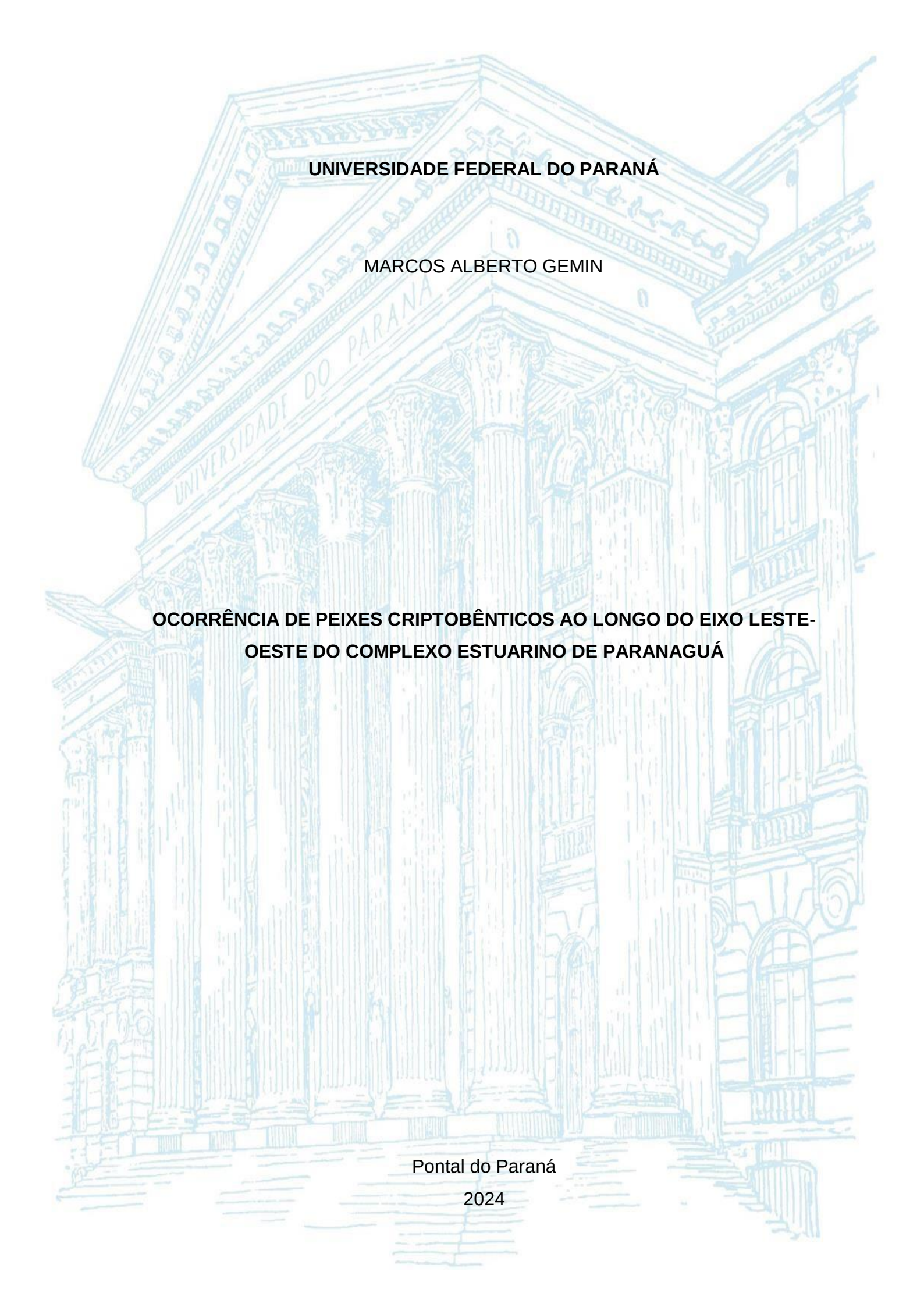




UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

MARCOS ALBERTO GEMIN

**OCORRÊNCIA DE PEIXES CRIPTOBÊNTICOS AO LONGO DO EIXO LESTE-
OESTE DO COMPLEXO ESTUARINO DE PARANAGUÁ**

Pontal do Paraná

2024

MARCOS ALBERTO GEMIN

**OCORRÊNCIA DE PEIXES CRIPTOBÊNTICOS AO LONGO DO EIXO LESTE-
OESTE DO COMPLEXO ESTUARINO DE PARANAGUÁ**

Trabalho de conclusão de curso apresentado a Universidade Federal do Paraná, como parte das exigências para a obtenção do título de Bacharel em Oceanografia.

Orientador: Prof. Dr. Maikon Di Domenico
Coorientadora: Dra. Barbara Maichak de
Carvalho e Dra. Selma Santos Rosa

PONTAL DO PARANÁ

2024



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
COORDENAÇÃO DO CURSO DE OCEANOGRAFIA
Avenida Deputado Aníbal Khury, 2033, - Bairro Balneário Pontal do Sul, Pontal do Paraná/PR,
CEP 83255-976
Telefone: (41) 3511-8626 - <http://www.ufpr.br/>

ATA DE REUNIÃO

TERMO DE APROVAÇÃO

MARCOS ALBERTO GEMIN

“OCORRÊNCIA DE PEIXES CRIPTOBÊNTICOS AO LONGO DO EIXO LESTE-OESTE DO COMPLEXO ESTUARINO DE PARANAGUÁ”

Monografia aprovada como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em Oceanografia, da
Universidade Federal do Paraná, pela Comissão formada pelos membros:

Documento assinado digitalmente
 **MAIKON DI DOMENICO**
Data: 28/01/2025 12:03:41-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Prof. Dr. Maikon di Domenico

Prof. Orientador - CPP-CEM/UFPR

Documento assinado digitalmente
 **MATHEUS HAMMERSCHMIDT LUCHESE**
Data: 26/01/2025 14:30:05-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Me. Matheus Hammerschmidt Luchese

Doutorando PGSISCO - CPP-CEM/UFPR

Documento assinado digitalmente
 **LUIS HENRIQUE MARTINS CAPP VERGES**
Data: 23/01/2025 19:52:57-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Me. Luis Henrique Martins Capp Vergès

Doutorando PGSISCO - CPP-CEM/UFPR

Pontal do Paraná, 10 de dezembro de 2024

*Esta dedicatória de TCC é para Deus, que
me ensinou que, no caminho para a
conclusão deste trabalho, a fé é mais
crucial que o próprio conteúdo acadêmico.
Graças a Ele, aprendi que a verdadeira
sabedoria não está apenas nos livros,
mas na habilidade de ver a mão divina em
cada pequeno sucesso.*

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, por permitir os encontros certos e as despedidas necessárias, pois muito me abençoou em minha jornada acadêmica.

Agradeço sinceramente a todas as pessoas que contribuíram para a realização deste trabalho. Expresso minha gratidão ao meu orientador, Prof. Dr. Maikon Di Domenico, pela orientação dedicada, paciência e valiosos insights ao longo deste processo. Sua expertise e apoio foram fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho.

Também sou imensamente grato às minhas coorientadoras: Profa. Dra. Barbara Maichak de Carvalho, pela sua orientação e pelos preciosos comentários que enriqueceram este trabalho. E a Profa. Dra. Selma Santos Rosa, que com seu apoio, incentivo, disposição e comprometimento muito acrescentaram e contribuiu para a conclusão e sucesso deste estudo.

Gostaria de agradecer ao corpo docente do curso de Graduação em Oceanografia, do Setor de Ciências da Terra, da Universidade Federal do Paraná, pela qualidade do ensino e pela oportunidade de aprendizado ao longo desta jornada acadêmica.

Não posso deixar de mencionar minha família e amigos, pelo apoio incondicional, compreensão e incentivo durante todo o processo de elaboração deste trabalho. Seu apoio foi fundamental para enfrentar os desafios e superar os obstáculos ao longo desta jornada.

Por fim, agradeço a todos os profissionais, colegas e instituições que contribuíram de alguma forma para a realização deste trabalho. Em especial ao professor Dr. Marco Aurélio Reis dos Santos do Campus de Jandaia do Sul (UFPR).

Este trabalho foi realizado com o apoio do Programa de Graduação em Oceanografia da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Oceanografia.

Muito obrigado a todos que tornaram possível a realização deste trabalho.

RESUMO

Este estudo teve como objetivos descrever a ocorrência de peixes criptobênticos no Complexo Estuarino de Paranaguá (CEP) e a estrutura populacional de *Bathygobius soporator*. Para alcançar os objetivos foram instaladas cinco armadilhas do tipo Estruturas Autônomas de Monitoramento de Peixes Recifais FARMS em cada local. Após as instalações, foram realizadas despescas bimestrais nas três localidades, sendo elas: Nova Brasília, Amparo e São Miguel. Foram capturados 171 exemplares, distribuídos em sete espécies: *Opsanus beta*, *Omobranchus punctatus*, *Orthopristis ruber*, *Parablennius pilicornis*, *Gobiesox strumosus*, *Lutjanus synagris* e *Bathygobius soporator*. *Bathygobius soporator* foi a espécie mais abundante nas três localidades amostradas dentro do CEP. Foram capturados 143 *B. soporator* no período amostrado que variaram entre 1,7 e 13,0 cm de comprimento total e 0,1 e 27,2 g de peso total. A sexagem dos exemplares de *B. soporator* demonstrou uma proporção maior de machos (n=58) e menores de fêmeas (n=38) e imaturos (n=25). Essa espécie apresentou dominância espacial e temporal no período amostrado no CEP.

Palavras-chave: biodiversidade costeira; estuários; ictiofauna; planície de maré.

ABSTRACT

This study aimed to describe the occurrence of cryptobenthic fishes in the Paranaguá Estuarine Complex (PEC) and the population structure of *Bathygobius soporator*. To achieve the objectives, five FARMS were installed at each sampling site. After the installations, bimonthly fishing was carried out in the three locations Amparo, Nova Brasília and São Miguel. 171 specimens were captured, distributed across seven species: *Opsanus beta*, *Omobranchus punctatus*, *Orthopristis ruber*, *Parablennius pilicornis*, *Gobiesox strumosus*, *Lutjanus synagris* and *Bathygobius soporator*. *Bathygobius soporator* was the most abundant species in the three locations sampled within the CEP. Were captured 143 individuals of *B. soporator*, with total length 1.7 cm and 13.0 cm and weight 0.1 and 27.2 g. This species demonstrates a greater proportion of males (n=58) and smaller proportions of females (n=38) and immatures (n=25). This species showed spatial and temporal dominance during the period sampled in PEC.

Keywords: coastal biodiversity; estuaries; ichthyofauna; tidal flat.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – LOCALIZAÇÃO DAS COMUNIDADES QUE FORAM INSTALADAS AS ARMADILHAS: 1) AMPARO, 2) SÃO MIGUEL E 3) NOVA BRASÍLIA.....16

FIGURA 2 – ESTRUTURAS UTILIZADA PARA A CAPTURA DO PEIXES NO COMPLEXO ESTUARINO DE PARANAGUÁ (*FISH-SPECIFIC AUTONOMOUS REEF MONITORING STRUCTURES FARMS*).....19

FIGURA 3 – INSTALAÇÃO E DESPESCAS DAS ARMADILHAS, SENDO: A) INSTALAÇÃO DAS ARMADILHAS EM SÃO MIGUEL. B) INSTALAÇÃO DAS ARMADILHAS NOVA BRASÍLIA. C) DESPESCA EM AMPARO. D) DESPESCA EM NOVA BRASÍLIA..... 20

FIGURA 4 – PORCENTAGEM DE ESPÉCIES COLETADAS POR LOCAL DE AMOSTRAGEM. A) AMPARO, B) SÃO MIGUEL E C) NOVA BRASÍLIA.....20

FIGURA 5 – BOX PLOT DO COMPRIMENTO TOTAL (CT, EM CM) E PESO (G) DAS ESPÉCIES COLETADAS POR LOCAL DE AMOSTRAGEM. A) AMPARO, B) SÃO MIGUEL E C) NOVA BRASÍLIA.....20

FIGURA 6 – FREQUÊNCIA DE OCORRÊNCIA DO COMPRIMENTO TOTAL DO EXEMPLARES DA ESPÉCIE *BATHYGOBIUS SOPORATOR* NO COMPLEXO ESTUARINO DE PARANAGUÁ, SENDO: A) EXEMPLARES COLETADOS ENTRE OUTUBRO E DEZEMBRO DE 2023 EM AMPARO; B) EXEMPLARES COLETADOS ENTRE OUTUBRO/23 E FEVEREIRO/24 EM SÃO MIGUEL E C) EXEMPLARES COLETADOS ENTRE OUTUBRO/23 E FEVEREIRO/24 EM NOVA BRASÍLIA.....20

FIGURA 7 – ESTÁGIO DE DESENVOLVIMENTO GONADAL DE *BATHYGOBIUS SOPORATOR* CAPTURADO NO COMPLEXO ESTUARINO DE PARANAGUÁ, SENDO: FB FÊMEAS EM DESENVOLVIMENTO GONADAL; FC FÊMEAS APTAS A DESOVAR; FD FÊMEA EM REPOUSO GONADAL; MA MACHOS IMATUROS; MB MACHOS EM DESENVOLVIMENTO GONADAL; MC MACHOS APTOS A DESOVAR.....20

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – TEMPERATURA E SALINIDADE OBTIDAS DURANTE AS AMOSTRAGENS REALIZADAS NA ÁREA DO COMPLEXO ESTUARINO DE PARANAGUÁ.....	16
TABELA 2 – DISTRIBUIÇÃO DAS ESPÉCIES DE PEIXES CRIPTOBÊNTICOS NO COMPLEXO ESTUARINO DE PARANAGUÁ.....	16
TABELA 3 – TABELA 3. CARACTERIZAÇÃO SEXUAL MACROSCÓPICA DAS ESPÉCIES DE PEIXES CRIPTOBÊNTICOS COLETADOS NO COMPLEXO ESTUARINO DE PARANAGUÁ, SENDO: F – FÊMEAS; M – MACHOS E I INDIVÍDUOS IMATUROS.....	16
TABELA 4 – CARACTERIZAÇÃO MACROSCÓPICA DOS ESTÁGIOS SEXUAIS DAS ESPÉCIES DE PEIXES CRIPTOBÊNTICOS COLETADOS NO COMPLEXO ESTUARINO DE PARANAGUÁ, SENDO: A IMATURO; B EM DESENVOLVIMENTO; C APTA A DESOVAR E D EM REPOUSO.....	16

Sumário

1	INTRODUÇÃO	11
2	MATERIAIS E MÉTODOS.....	12
2.1	ÁREA DE ESTUDO	12
2.1.1	Amparo	13
2.1.2	São Miguel	13
2.1.3	Nova Brasília	13
2.2	AMOSTRAGENS.....	14
3	RESULTADOS	15
3.1	Descrição espacial da comunidade de peixes criptobênticos	15
3.2	Análise espaço-temporal da populacional de <i>Bathygobius soporator</i>	20
4	DISCUSSÃO	23
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	24
6	REFERÊNCIAS.....	25

1 INTRODUÇÃO

Os peixes criptobênticos, são organismos que habitam áreas costeiras rasas e desempenham um papel fundamental nos ecossistemas marinhos, especialmente em ambientes como recifes de coral e estuários (DEPCZYNSKI; BELLWOOD, 2003; FLOETER; DALBEN 2012). A fauna de peixes criptobênticos em manguezais e marismas ainda é pouco conhecida (OSÓRIO et al., 2011; POSSAMAI et al., 2014; POSSAMAI; FÁVARO, 2019; LUCHESE, 2022). Derivado do grego "*kryptos*", que significa "escondido" ou "oculto", e "*benthos*", referente ao fundo do mar, o termo "criptobêntico" destaca a habilidade desses peixes em se camuflar ao substrato próximo, utilizando fendas de rochas, algas e outras estruturas submersas como abrigo e proteção no ambiente betnônico marinho (BRANDL et al., 2018). Esses organismos, tipicamente menores que 5 cm de comprimento na fase adulta de vida, possuem corpos alongados e achatados lateralmente, permitindo-lhes deslocar-se facilmente entre fendas e aberturas no leito marinho, explorando os benefícios desses habitats (DEPCZYNSKI; BELLWOOD, 2003; GOATLEY; BRANDL, 2017).

Além de seu valor ecológico intrínseco, muitas espécies de peixes criptobênticos possuem importância econômica, sendo alvo de atividades como a aquariofilia (NELSON, 2016). Esses peixes desempenham um papel crucial nos ecossistemas recifais, participando de importantes processos ecológicos, como a ciclagem de nutrientes e servindo como presas para organismos de níveis tróficos mais elevados, o que auxilia na transferência de energia entre os níveis tróficos superiores e inferiores na teia trófica (BRANDL et al., 2018). Existe uma lacuna de conhecimento sobre a importância destes organismos na transferência de energia ao longo das teias tróficas estuarinas.

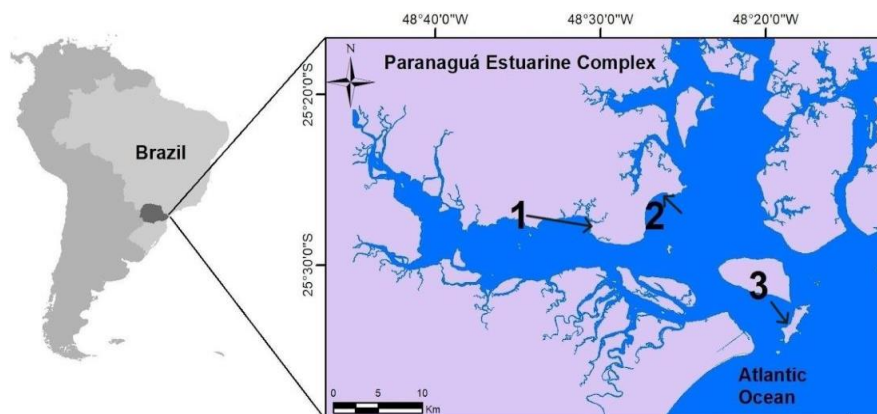
Os estuários são considerados ambientes transicionais entre ecossistemas marinhos e terrestres, representam locais de alta biodiversidade e importância ecológica (MARTINO; ABLE, 2003; BARLETTA et al., 2005). Devido a elevada disponibilidade de nutrientes os estuários oferecem uma ampla diversidade de habitats adequados para os peixes criptobênticos, desde áreas mais rasas e com menor salinidade até canais mais profundos, incluindo manguezais, costões rochosos e marismas (OSÓRIO et al., 2011; POSSAMAI et al., 2014; POSSAMAI; FÁVARO, 2019; LUCHESE, 2022). Devido a lacuna sobre a fauna de peixes criptobênticos em ambientes estuarinos, o presente estudo tem como objetivo descrever a ocorrência destes organismos em três locais no Complexo Estuarino de Paranaguá e entender a dinâmica populacional da espécie *Bathygobius soporator* nos ambientes amostrados.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 ÁREA DE ESTUDO

O Complexo Estuarino de Paranaguá (CEP) possui uma área de 612 km² localizada no litoral paranaense (ANGULO, 1992; CAMARGO; HARARI, 2003; MARONE et al., 2005; LANA; BERNARDINO, 2018). Este sistema estuarino é dividido em dois eixos principais, o eixo leste-oeste com 50 km de extensão formado pelas Baías de Paranaguá e Antoninca e o eixo norte-sul possui 30 km de extensão e é formado pelas Baías de Pinheiros e Laranjeiras (LANA; BERNARDINO, 2018). O clima na região é subtropical úmido, caracterizado por uma precipitação anual média de 2500 mm, com picos que podem alcançar até 5300 mm. As chuvas são distribuídas sazonalmente, alternando entre estações chuvosas e secas (LANA; BERNARDINO, 2018). A hidrologia do estuário é fortemente influenciada pelos rios Cachoeira, Nhundiaquara, Guaraqueçaba e Tagaçaba (POLLI et al., 2021). A circulação estuarina é moldada pelas marés semidiurnas, influenciando na dinâmica do estuário (KNOPPERS et al., 1987; MARONE; JAMYNNA, 1997; LANA; BERNARDINO, 2018).

FIGURA 1. Localização das comunidades que foram instaladas as armadilhas: 1) Amparo, 2) São Miguel e 3) Nova Brasília.



FONTE: Carvalho, et al. 2024

2.1.1 Amparo

Amparo é uma localidade situada no CEP, localiza-se aproximadamente 7 km da cidade de Paranaguá, sendo uma extensão de terra que faz parte da Baía de Paranaguá (CARMO; SILVA; SOUZA, 2019). O transporte predominante entre Amparo e o continente é feito por via hidroviária, com viagens de barco que duram cerca de 30 minutos.

Amparo está inserida na Área de Proteção Ambiental de Guaraqueçaba, no norte da Microrregião do Litoral Paranaense (CARMO; SILVA; SOUZA, 2019). A região atua como uma zona de transição entre ecossistemas terrestres e marinhos, abrigando diversos habitats naturais, como manguezais, praias de areia e vegetação costeira (LANA; BERNARDINO, 2018).

2.1.2 São Miguel

São Miguel é uma localidade dentro do Complexo Estuarino de Paranaguá (CEP) no Paraná, Brasil. Localiza-se a aproximadamente 15 km de Paranaguá e é identificada como uma península que avança para dentro da baía. O transporte para São Miguel é principalmente hidroviário, com barcos que fazem a travessia em cerca de 45 minutos (São Miguel, 2024). A comunidade está inserida na Área de Proteção Ambiental de Guaraqueçaba, na porção leste da Microrregião do Litoral Paranaense, uma unidade de conservação de uso sustentável que se encontra no bioma marinho costeiro, abrangendo uma área de 282.446,36 hectares (ICMBio, 2024).

2.1.3 Nova Brasília

Nova Brasília é uma localidade situada dentro CEP, esta vila está localizada na porção leste da Ilha do Mel, aproximadamente a 22 km do município de Paranaguá. O tempo de acesso náutico saindo de Paranaguá para Nova Brasília é de aproximadamente 50 minutos, e partindo do balneário de Pontal do Sul em Pontal do Paraná, a distância é de 6 Km, e o tempo de travessia pode chegar de 15 a 30 minutos dependendo do tipo de embarcação a ser utilizada (Guia Ilha do Mel, 2024a).

A comunidade de Nova Brasília faz parte da reserva da Ilha do Mel. É uma área de conservação rica em biodiversidade. Segundo o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), esta unidade de conservação de uso sustentável abrange aproximadamente 34.000 hectares. Situada no bioma marinho costeiro, Nova Brasília funciona como uma área de transição entre ecossistemas terrestres e marinhos, oferecendo uma variedade de habitats como manguezais,

praias arenosas e vegetação costeira, que juntos compõem um ecossistema complexo (LANA; BERNARDINO, 2018; ICMBIO, s.d.).

2.2 AMOSTRAGENS

Os peixes foram capturados com as armadilhas conhecidas como Estruturas Autônomas de Monitoramento de Peixes Recifais (FARMS, do inglês *Fish-specific autonomous reef monitoring structures*) elaboradas conforme Brandl (*et al.*, 2023). Essas estruturas consistem em quatro andares de placas de alumínio composto (ACM), cada um equipado com tubos de PVC de diferentes diâmetros. No primeiro, segundo e terceiro andares, os tubos de PVC foram dispostos com diferentes configurações, incluindo tampões de madeira em uma das extremidades ou no interior dos tubos. No quarto andar, foram utilizados acessórios como "joelhos", "Ts" e pequenos pedaços de canos de PVC espalhados sobre a placa ACM, fixados com uma tela de plástico (FIGURA 2).

FIGURA 2 – Estruturas utilizada para a captura do peixes no Complexo Estuarino de Paranaguá (*Fish-specific autonomous reef monitoring structures* FARMS).



FONTE: o autor.

Nas marés matutinas mais baixa do mês de agosto de 2023, foram instaladas 15 armadilhas (FIGURA 3). Em cada localidade foram instaladas cinco armadilhas, todas as armadilhas de Amparo e São Miguel foram instaladas próximo a costões rochosos. Em Nova Brasília, foram instaladas duas armadilhas próximos ao mangue e duas no marisma e uma armadilha no costão rochoso. Para facilitar a recuperação das armadilhas, foram marcado as coordenadas geográficas de todas as armadilhas com um GPS.

FIGURA 3 – Instalação e despescas das armadilhas, sendo: A) instalação das armadilhas em São Miguel. B) instalação das armadilhas Nova Brasília. C) Despesca em Amparo. D) Despesca em Nova Brasília.



FONTE: o autor.

Foram realizadas despescas bimestrais entre outubro de 2023 e fevereiro de 2024. As FARMS permaneceram submersas por períodos de aproximadamente 60 dias entre a instalação e cada despesca. No momento da despesca, foram medidas a temperatura e a salinidade da água utilizando um termômetro ($^{\circ}\text{C}$) e um refratômetro respectivamente. Após a amostragem, os peixes capturados foram identificados até o menor nível específico com base na literatura disponível (FIGUEIREDO e MENEZES, 1980; FIGUEIREDO e MENEZES, 2000; WILLIAMS, 2002; RANGEL; GUIMARÃES, 2010; TOMÁS et al., 2012). No laboratório, todos os exemplares foram medidos (comprimento total - CT, cm) e pesados (peso - P, gramas). O sexo e o estágio gonadal foram classificado conforme descrito por Vazzoler (1996). Sendo A imatura, B em desenvolvimento gonadal, C apto a desovar e D em repouso.

3 RESULTADOS

3.1 Descrição espacial da comunidade de peixes criptobênticos

A salinidade e a temperatura apresentaram variações conforme apresentado na

TABELA 1. A maiores temperaturas foram obtidas no final do verão durante as amostragens de fevereiro e as menores na primavera nas amostragens de outubro. A salinidade apresenta um padrão inverso, menores valores nas amostragens de fevereiro e maiores na primavera.

TABELA 1 – Temperatura e salinidade obtidas durante as amostragens realizadas na Complexo Estuarino de Paranaguá.

Local	Data	t°C sup	Salinidade sup
Amparo	02/10/2023	20	28
São Miguel	03/10/2023	20	32
Nova Brasília	06/10/2023	18	25
Nova Brasília	01/12/2023	26,7	29
Amparo	31/01/2024	30,3	20
São Miguel	08/02/2024	30,2	21
Nova Brasília	02/02/2024	25,8	21

FONTE: Carvalho et al., 2024

Durante o período amostral foram capturados 171 exemplares pertencentes a sete espécies sendo elas: *Bathygobius soporator*, *Opsanus beta*, *Omobranchus sewalli*, *Orthopristis ruber*, *Parablennius pilicornis*, *Lutjanus synagris* e *Gobiesox strumosus*. Espacialmente, Nova Brasília apresentou maior abundância (n=82) seguida por São Miguel (n=71) e Amparo (n=18). A diversidade foi maior em São Miguel em relação aos outros dois locais de amostragem, neste local foram capturadas seis espécies (TABELA 2).

TABELA 2. Distribuição das espécies de peixes criptobênticos no Complexo Estuarino de Paranaguá.

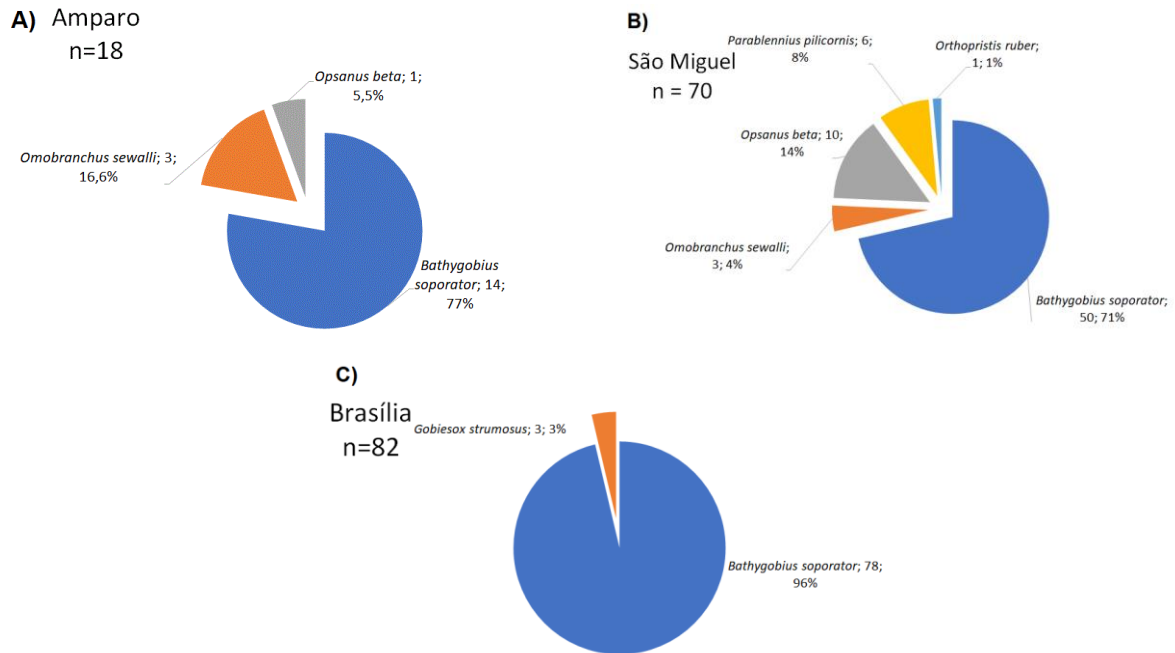
Espécies	Amparo	Nova Brasília	São Miguel	Total Geral
<i>Bathygobius soporator</i>	14	79	50	143
<i>Gobiesox strumosus</i>	0	3	0	3
<i>Lutjanus synagris</i>	0	0	1	1
<i>Omobranchus sewalli</i>	3	0	3	6
<i>Opsanus beta</i>	1	0	10	11
<i>Orthopristis ruber</i>	0	0	1	1
<i>Parablennius pilicornis</i>	0	0	6	6
Total Geral	18	82	71	171

FONTE: o autor

A partir figura 5 é possível observar a dominância da espécie *B. soporator* em

relação as outras espécies em Amparo com 77% (FIGURA 4A), em São Miguel com 71% (FIGURA 4B) e Nova Brasília com 96% (FIGURA 4C).

FIGURA 4. Porcentagem de espécies coletadas por local de amostragem. A) Amparo, B) São Miguel e C) Nova Brasília.



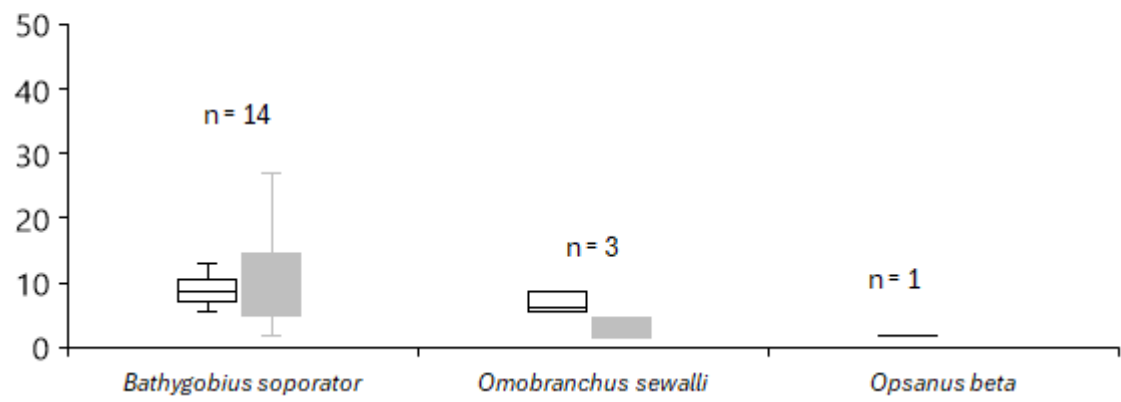
FONTE: o autor

O comprimento médio dos peixes foi de 7,33 cm ($\pm 2,42$ cm), variando entre 1,7 e 13,6 cm, enquanto o peso oscilou de 0,05 a 99,04 g. Na figura 6, foi representado o comprimento e peso das espécies que apresentaram mais de um indivíduo por locais. Os maiores exemplares em comprimento e peso pertencentes a espécie *O. beta* capturados em São Miguel (FIGURA 5B). Seguido por *B. soporator* capturados em Amparo e Nova Brasília (FIGURA 5A E 5C).

FIGURA 5. Box Plot do comprimento total (CT, em cm) e peso (g) das espécies coletadas por local de amostragem. A) Amparo, B) São Miguel e C) Nova Brasília.

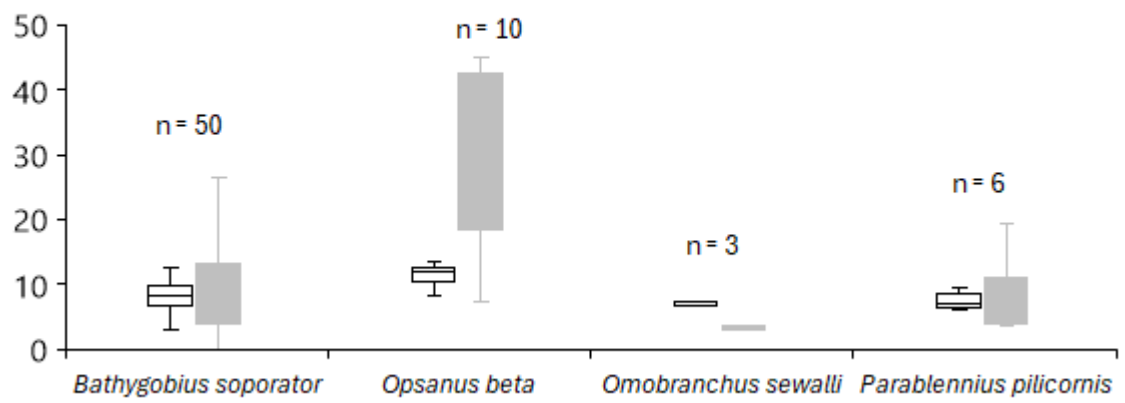
A) Biometria - Amparo

□ CT (cm) ■ Peso (g)

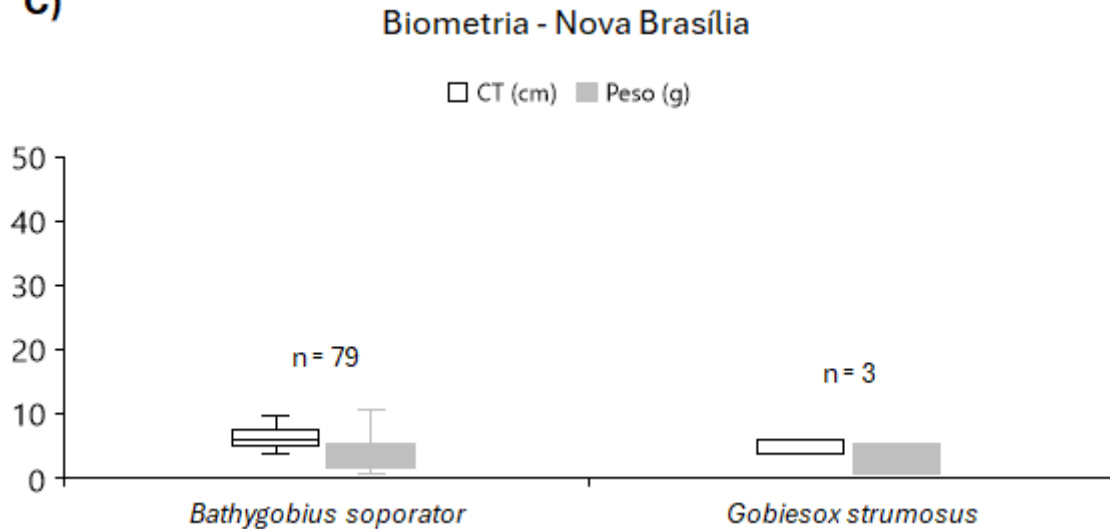


B) Biometria - São Miguel

□ CT (cm) ■ Peso (g)



C)



FONTE: o autor

A partir da análise macroscópica dos sexos e dos estágio de maturação gonadal foi possível identificar o sexo e estágio de maturação gonadal de 81,8% (n=140) dos espécimes coletados, dos quais, apresenta uma dominância de machos 40% (n=68), seguidos por fêmeas com 24,5% (n=42) e indivíduos imaturos com 17,5% (n=30) (Tabela 3). Não foi possível determinar o sexo e estágio de maturação gonadal de 37 indivíduos amostrados que representam 37% dos espécimes analisados coletados neste período.

TABELA 3. Caracterização sexual macroscópica das espécies de peixes criptobênticos coletados no Complexo Estuarino de Paranaguá, sendo: F – fêmeas; M – Machos e I indivíduos imaturos.

Espécie	Amparo			Nova Brasília			São Miguel		
	F	I	M	F	I	M	F	I	M
<i>Bathygobius soporator</i>	5	2	7	20	15	26	13	8	25
<i>Gobiesox strumosus</i>					1				
<i>Lutjanus synagris</i>								1	
<i>Omobranchus sewalli</i>								3	
<i>Opsanus beta</i>		1					3	1	3
<i>Orthopristis ruber</i>									
<i>Parablennius pilicornis</i>							1	1	
Total	5	3	7	20	16	26	17	14	28

FONTE: o autor

A análise macroscópica dos estágios de maturação gonadal para as espécies amostradas demonstrou uma dominância de indivíduos com gônadas em desenvolvimento representando 29,8% (n=51) e apta a desovar representando 29,2% (n=50). Indivíduos imaturos e em repouso representaram 19,9% (n=34) e 0,58% (n=1) respectivamente (TABELA 4).

TABELA 4. Caracterização macroscópica dos estágios sexuais das espécies de peixes criptobênticos coletados no Complexo Estuarino de Paranaguá, sendo: A imaturo; B em desenvolvimento; C apta a desovar e D em repouso.

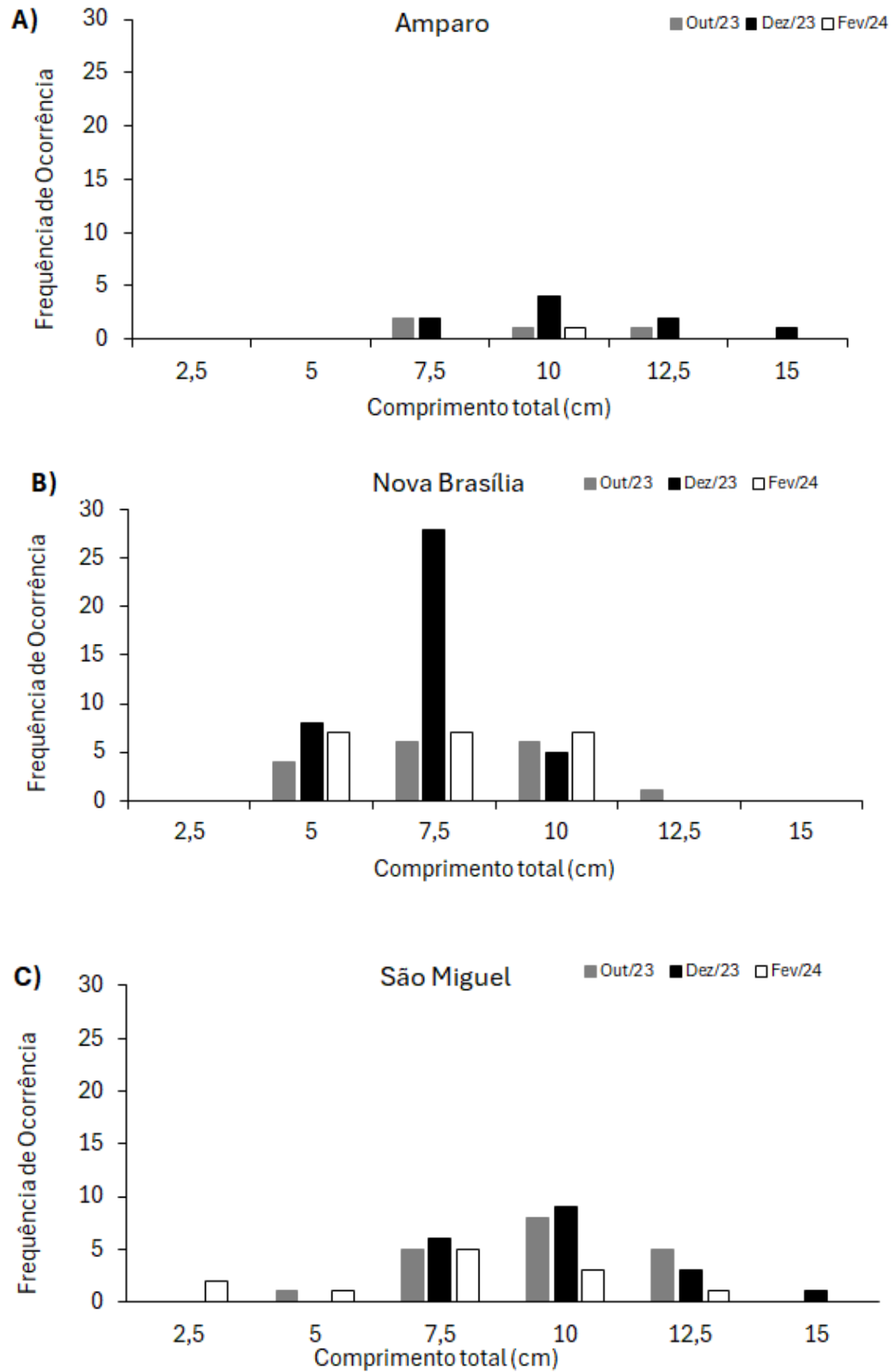
Espécie	Amparo				Nova Brasília				São Miguel			
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
<i>Bathygobius soporator</i>	2	7	5		17	20	26		9	20	16	1
<i>Gobiesox strumosus</i>					1							
<i>Lutjanus synagris</i>									1			
<i>Omobranchus sewalli</i>												
<i>Opsanus beta</i>	1								1	4	2	
<i>Orthopristis ruber</i>									1			
<i>Parablennius pilicornis</i>									1		1	
Total	3	7	5	0	18	20	26	0	13	24	19	1

FONTE: o autor

3.2 Análise espaço-temporal da populacional de *Bathygobius soporator*

Dentre as sete espécies de peixes criptobênticos registradas no presente estudo *B. soporator* apresentou dominância numérica e esteve presente em todos os bimestres amostrados nas três localidades. As maiores frequências de ocorrência de *B. soporator* ocorreu em dezembro/2023 em Nova Brasília (Figura 6C) e em São Miguel em fevereiro/24 observa-se os menores exemplares da espécie (Figura 6B).

FIGURA 6. Frequência de ocorrência do comprimento total do exemplares da espécie *Bathygobius soporator* no Complexo Estuarino de Paranaguá, sendo: A) exemplares coletados entre outubro e dezembro de 2023 em Amparo; B) exemplares coletados entre outubro/23 e fevereiro/24 em São Miguel e C) exemplares coletados entre outubro/23 e fevereiro/24 em Nova Brasília.

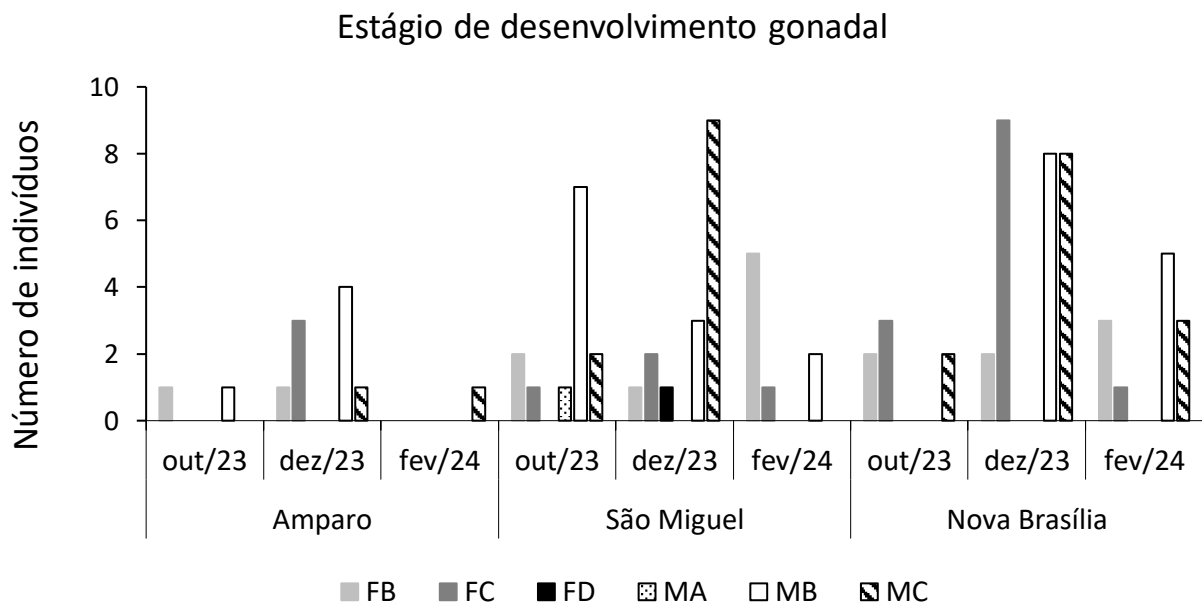


FONTE: o autor

A proporção sexual entre machos e fêmeas para espécie *B. soporator* foi de 1,6M:1F, foram capturados 25 indivíduos imaturos e 21 indivíduos não foi possível identificar macroscopicamente o sexo. Em Amparo e Nova Brasília, foram capturados exemplares de *B. soporator* em três estágios de desenvolvimento gonadal (A, B e C) (Tabela 4). Enquanto em São Miguel, foram capturados exemplares apresentavam estágios gonadais similares a Amparo e Nova Brasília juntamente com uma fêmea em repouso demonstrando que a espécie utiliza a area para a desova (Tabela 4).

Temporalmente é possível observar através dos dados que a espécie *B. soporator* utilizou as áreas amostradas para a reprodução apresentando fêmeas e machos aptos a desovar principalmente em dezembro em São Miguel e Nova Brasília (Figura 7).

FIGURA 7. Estágio de desenvolvimento gonadal de *Bathygobius soporator* capturados no Complexo Estuarino de Paranaguá, sendo: FB fêmeas em desenvolvimento gonadal; FC fêmeas aptas a desovar; FD fêmea em repouso gonadal; MA machos imaturos; MB machos em desenvolvimento gonadal; MC machos aptos a desovar.



FONTE: o autor

4 DISCUSSÃO

No presente estudo foram capturadas setes espécies, das quais, cinco são nativas e duas introduzidas. As espécies nativas são *B. soporator*, *O. ruber*, *P. pilicornis*, *L. synagris* e *G. strumosus* e as espécies introduzidas são *O. beta* e *O. sewalli*. Dentre as espécies nativas capturadas apenas *L. synagris* e *O. ruber* não podem ser classificadas como peixes criptobênticos, já que, apresentam comprimento de primeira maturação superior a 5 cm e não vivem camufladas no ambiente demersal (FREITAS et al., 2014; FROESE; PAULLY 2024). Essas espécies durante as fases ontogenéticas iniciais utilizam os estuários para crescimento e alimentação (FREITAS et al., 2014; FROESE; PAULLY 2024), por isso, provavelmente estariam utilizando as armadilhas como local de alimentação pois são espécies bentofágicas (FROESE; PAULLY 2024).

Diferentemente as espécies *B. soporator*, *P. pilicornis* e *G. strumosus* são muito comuns dentro dos ambientes estuarinos em todas as fases ontogenéticas e apresentam comprimento de primeira maturação reduzido podendo ser classificadas como peixes criptobênticos (TRACY; CHRISTIAN 1986; COSTA-BARRILLI et al., 2021). Alguns estudos tem descrito ampla ocorrência destas espécies utilizando regiões do entre maré como: poças de maré, baixios não vegetados, manguezais, costões rochosos e trapiches (POSSAMAI et al., 2014; LIMA et al., 2017; LUCHESE, 2022; ANDRADE, 2023). Por isso, a ocorrência destas espécies no três ambientes amostrados no CEP corroboram sua adaptabilidade as variações dos parâmetros físico-químicos das regiões entre maré ao longo da costa brasileira.

As espécies *O. beta* e *O. sewalli* foram provavelmente introduzidas no litoral paranaense pela atividades antrópicas, como a navegação e a translocação de espécies criptobênticas em incrustações de navios (CAIRES et al., 2007; CARVALHO et al., 2020; CARVALHO et al., 2024). A espécie *O. beta* apresenta uma ampla abundância em regiões do entre-maré em vários estuários da costa sudeste-sul brasileira (CARVALHO et al., 2022). Essa espécie foi registrada por outros estudos no litoral paranaense demonstrando sua ampla distribuição e abundância no litoral paraense (CARVALHO et al., 2020; LUCHESE, 2022). Entretanto, sua maior abundância populacional foi registrada próxima a região de influência direta e indireta do Porto de Paranaguá, sendo possível sugerir que o estabelecimento desta população ocorreu próximo ao porto de Paranaguá. *Omobranchus sewalli* é uma espécie nativa do norte do Oceano Índico e Pacífico ocidental (Lasso-Alcalá, 2011), foi registrada recentemente no CEP (CARVALHO et al., 2024). Assim como *O. beta*, a distribuição desta espécie em áreas de influência direta (Amparo e São Miguel) da atividade portuária sugerem que essa espécie foi introduzida pela atividade portuária.

A espécie *B. soporator* apresentou uma elevada dominância temporal e espacial no

presente estudo assim como observado em vários estudos ao longo da costa brasileira. É uma espécie que domina diversos ambientes costeiros e estuarinos como: costões rochosos, poças de maré, manguezais, marismas e baixios não vegetados (POSSAMAI et al., 2014; ANDRADES et al., 2018; COSTA- BARRILLI et al., 2021; LUCHESE, 2022). Essa dominância em vários ambientes costeiros e/ou estuarinos em várias regiões biogeográficas demonstram a elevada adaptabilidade da espécie. Por isso, neste estudo, ela também apresentou uma dominância sobre a comunidade íctica.

O ciclo de vida desta espécie é relativamente longo alcançando 4 anos de vida, são territorialista, não realizam migrações e apresentam um elevado cuidado parental utilizando o entre-maré para a reprodução (COSTA- BARRILLI et al., 2021). A partir do presente estudo é possível afirmar que *B. soporator* utilizou as armadilhas para a reprodução. A maior proporção de machos sugere que os machos utilizavam as armadilhas para a construção dos ninhos para atrair as fêmeas para a desova. Devido a periodicidade das despescas não foi possível verificar a presença de ninhos nas armadilhas. Porém, a captura de machos e fêmeas aptos a desovar sugerem que a espécie utiliza o entre-maré para reprodução no litoral paranaense assim como em outras regiões da costa brasileira (LIMA et al., 2017; COSTA- BARRILLI, et al. 2021). Além de utilizar as armadilhas para refugio e reprodução, as mesmas devem ter sido utilizadas para alimentação. Estudos preteritos demonstram que a espécie *B. soporator* é predador de invertebrados como copepodes, poliquetas e anfípodas (PIMENTEL et al., 2018). As armadilhas foram colonizadas por inúmeros invertebrados ao longo do período de imersão favorecendo que os *B. soporator* utilizassem elas para alimentação.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos resultados obtidos neste estudo é possível observar a necessidade de monitoramentos mais longos e com despescas mensais para entender o ciclo de vida das espécies de peixes criptobênticos que habitam o entre-maré no Complexo Estuarino de Paranaguá. Assim como, empregar técnicas de histologia nas gonadas para descrever de forma mais assertiva os estágios gonadais de *B. soporator*. Juntamente, estudos de conectividade populacional para entender se as populações da espécie *B. soporator* estão conectadas ou se os indivíduos apresentam fidelidade ambiental.

6 REFERÊNCIAS

- ABLE, K. W.; FAHAY, M. P. **The first year in the life of estuarine fishes in the middle Atlantic Bight**. Rutgers University Press, 1998.
- ANDRADES, R.; MARTINS, A. S.; JOYEUX, J.-C. Fish assemblages in estuaries of the South Atlantic: a review focusing on Brazil. **Journal of Fish Biology**, v. 92, n. 5, p. 1172-1191, 2018. Doi: <https://doi.org/10.1111/jfb.13584>
- ANGULO, R. J. Geologia da planície costeira do estado do Paraná. **Brazilian Journal of Geology**, v. 22, n. 4, p. 409-416, 1992.
- BARLETTA, M. *et al.* Fish assemblages in coastal systems in Latin America and the Caribbean: A review. **Journal of Coastal Research**, v. SI39, p. 29-37, 2005.
- BRANDL, S. J.; CASEY, J. M.; KNOWLTON, N.; DUFFY, J. E. Marine dock pilings foster diverse, native cryptobenthic fish assemblages across bioregions. **Ecology and Evolution**, 7, 7069-7079. 2017.
- BRANDL, S. J.; GOATLEY, C. H. R.; BELLWOOD, D. R.; TORNABENE, L. The hidden half: Ecology and evolution of cryptobenthic fishes on coral reefs. **Biological Reviews of the Cambridge Philosophical Society**, 93, 1846-1873, 2018.
- BRANDL, S. J., WEIGT, L. A., PITASSY, D. E., COKER, D. J., PATRICK, C. J., LUCHESE, M. H., BERUMEN, M. L., BUSKEY, E. J., CASEY, J. M., DI DOMENICO, M., SOETH, M., TOPOR, Z. M., DUFFY, J. E., BALDWIN, C. C., HAGEDORN, M.; PARENTI, L. R. Using standardized fish-specific autonomous reef monitoring structures (FARMS) to quantify cryptobenthic fish communities. *Methods in Ecology and Evolution*, 00, 1–13, 2023.
- CAMARGO, R.; HARARI, J. Numerical simulation of the tide and tidal currents in the Paranaguá Bay, Brazil. **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 51, n. 1, p. 69-78, 2003a.
- CARMO, M. R.; SILVA, L. E.; SOUZA, F. X. Environmental dynamics in the coastal region of Paraná. **Brazilian Geographical Journal**, v. 9, n. 3, p. 450-468, 2019.
- CAIRES, R. A., PICHLER, H. A., SPACH, H. L., & IGNACIO, J. M. *Opsanus brasiliensis* Rotundo, Spinelli & Zavalla-Camin, 2005 (Teleostei: Batrachoidiformes: Batrachoididae), Sinônimo- Júnior de *Opsanus beta* (Goode & Bean, 1880), Com Notas Sobre a Ocorrência Da Espécie Na Costa Brasileira. **Biota Neotropical**, 7, 135–139, 2007.
- CARVALHO, B. M.; FERREIRA JUNIOR, A. L.; FÁVARO, L. F.; ARTONI, R. F.; VITULE, J. R. S. Human facilitated dispersal of the Gulf toadfish *Opsanus beta* (Goode & Bean, 1880) in the Guaratuba Bay, southeastern Brazil. **Journal of Fish Biology**, 97, 1–5, 2020.
- CARVALHO, B. M.; FREITAS, M. O.; TOMÁS, A. R. G.; CAIRES, R.; CHARVET, P.; VITULE, J. (2022). Citizen science as a tool for understanding the silent dispersion of toadfish *Opsanus beta* (Goode and Bean, 1880). **Journal of Fish Biology**, 1–6, 2022.
- CARVALHO, B.M.; MOROSKI GREIN L.; DAVI, A.; DI DOMENICO M. *Omobranchus sewalli* (Valenciennes, 1836) an established species in the South Brazil. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, 104, 70, 204.
- DEPCZYNSKI, M.; BELLWOOD, D. R. The role of cryptobenthic reef fishes in coral

reef trophodynamics. **Marine Ecology Progress Series**, v. 256, p. 183-191, 2003.

FIGUEIREDO, J. L.; MENEZES, N. A. Manual de Peixes Marinhos do Sudeste do Brasil – III. Teleostei (2). Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo, 1980.

FIGUEIREDO, J. L.; MENEZES, N. A. Manual de Peixes Marinhos do Sudeste do Brasil – VI. Teleostei (5). Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo, 2000.

FLOETER, S. R.; DALBEN, A. Cryptobenthic fishes from São Sebastião Island, Brazil: depth distribution and microhabitat utilization. **Journal of Fish Biology**, v. 81, n. 6, p. 2087-2103, 2012.

FREITAS, M. O.; ROCHA, G. R. A.; CHAVES, P. T.; MOURA, R. L. Reproductive biology of the lane snapper, *Lutjanus synagris*, and recommendations for its management on the Abrolhos Shelf, Brazil. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, 94(8), 1711–1720, 2014.

FROESE R., PAULY D. (eds.) 2024 FishBase. [Version 12/2024] <http://www.fishbase.org>

GOATLEY, C. H. R.; BRANDL, S. J. Cryptobenthic reef fishes. **Current Biology**, v. 27, n. 11, p. R452-R454, 2017b. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.cub.2017.03.051>

GUIA ILHA DO MEL. **Nova Brasília**. Disponível em: <https://ilhadomel.com/nova-brasilia/>. Acesso em: 10 jun. 2024a.

ICMBIO. **Plano de Manejo da Área de Proteção Ambiental de Guaraqueçaba**. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, 2024. Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/portal/unidadesdeconservacao/biomas-brasileiros/marinho-costeiro/unidades-de-conservacao-marinho-costeiro/2234-apa-guaraquecaba>. Acesso em: 07 out. 2024.

ICMBIO. **Reserva da Ilha do Mel**. Instituto Chico Mendes de Conservação da biodiversidade, [s.d.]. Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/portal/unidadesdeconservacao/biomas-brasileiros/marinho-costeiro/unidades-de-conservacao-marinho-costeiro/2235-reserva-da-ilha-do-mel>. Acesso em: 7 out. 2024.

KNOPPERS, B. A. *et al.* Ecological studies in the Bay of Paranaguá II. Some physical and chemical characteristics. **Nerítica**, v. 2, n. 1, p. 1-36, 1987.

LANA, P. C.; BERNARDINO, A. F. Benthic Estuarine Assemblages of the Southeastern Brazil Marine Ecoregion (SBME) in: **Brazilian Estuaries Springer International**

LIMA-FILHO, P. A.; BIDAÚ, C. J.; ALENCAR, C. E. R.; MOLINA, W. F. Latitudinal Influence on the sexual dimorphism of the Marine Fish *Bathygobius soporator* (Gobiidae: Teleostei). *Evol Biol* 44:374–385, 2017.

LUCHESI, M. H. Uma nova ferramenta para acessar a resposta das assembleias de peixes recifais criptobênticos a diferentes habitats entre marés de estuários. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Paraná, 2022.

MARONE, E.; DANTAS, E. L.; GALLO, R. C. Caracterização das comunidades de peixes do estuário de Paranaguá. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 31, n. 2, p. 249-261, 2005.

- MARONE, E.; JAMYNNA, C. P. Aspectos físicos da estrutura e funcionamento dos ecossistemas estuarinos. *In: Efeitos das atividades antropogênicas sobre as ecofisiologias e ecossistemas de organismos aquáticos estuarinos e marinhos*. São Paulo: FAPESP, 1997. p. 143-157.
- MARTINO, E. J.; ABLE, K. W. Habitat use by cryptobenthic fish in restored and natural shallow salt marsh habitat. **Estuaries**, v. 26, n. 6, p. 1449-1457, 2003.
- NELSON, J. S. **Fishes of the world**. 5th ed. John Wiley; Sons, 2016.
- PIMENTEL, C.R.; SOARES, L.S.H.; MACIEIRA, R.M.; JOYEUX J-C. Trophic relationships in tidepool fish assemblages of the tropical Southwestern Atlantic. **Mar Ecol**. 2018
- POLLI, C. F. et al. Influência dos rios no regime hidrológico do estuário de Guaraqueçaba. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 26, n. 4, p. 1-12, 2021. Doi: <https://doi.org/10.1590/2318-0331.2620210170>.
- POSSAMAI, B.; ROSA, L. C.; CORRÊA, M. F. M. Seletividade de armadilhas e atrativos na captura de pequenos peixes e crustáceos em ambientes estuarinos. **Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology**, v. 18, n. 2, p. 11-17. 2014.
- POSSAMAI, C. C.; FÁVARO, L. F. The role of cryptobenthic fishes in coral reef ecosystems. **Marine Biodiversity**, v. 49, n. 2, p. 781-787, 2019.
- OSÓRIO, F.M., GODINHO, W.O. & LOTUFO, T.M.C. Ictiofauna associada às raízes de mangue do Estuário do Rio Pacoti – CE, Brasil. **Biota Neotrop**. 11(1): 2011.
- TOMÁS, A. R. G., TUTUI, S. L. D. S., FAGUNDES, L., & DE SOUZA, M. R. Opsanus beta: An invasive fish species in the Santos estuary, Brazil. *Boletim do Instituto de Pesca*, 38, 349–355, 2012.
- RANGEL, C.A.; GUIMARÃES, R.Z.P. Taxonomia e distribuição da família Blenniidae (Teleostei: Blennioidei) na costa leste do Brasil). **Revista Brasileira de Zoociências** 12, 17–41, 2010.
- SÃO MIGUEL (Paraná). *In: WIKIPÉDIA*. A enciclopédia livre. Disponível em: [https://pt.wikipedia.org/wiki/S%C3%A3o_Miguel_\(Par%C3%A1\)](https://pt.wikipedia.org/wiki/S%C3%A3o_Miguel_(Par%C3%A1)). Acesso em: 7 out. 2024.
- TRACY, C. R., & CHRISTIAN, K. A. Ecological Relations Among Space, Time, and Thermal Niche Axes. **Ecology**, 67(3), 609–615, 1986.
- VAZZOLER, A. E. A. M. **Biologia da reprodução de peixes teleósteos**: teoria e prática. Maringá: Eduem, 1996.
- WILLIAMS J.T. Blenniidae. In Carpenter KE (ed.), *The Living Marine Resources of the Western Central Atlantic – Vol 3: Bony Fishes Part 2 (Opistognathidae to Molidae), sea Turtles and Marine Mammals*. Rome: FAO Species Identification Guide for Fishery Purposes and American Society of Ichthyologists and Herpetologists Special Publication, pp. 1768–1772, 2002.