

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

JULIA MARIA MACCARI

CRESCIMENTO E INDICADORES DE SOBREPESCA APLICADOS AO
ROBALO-PEVA (*Centropomus parallelus*) NO ATLÂNTICO SUL

CURITIBA

2025

JULIA MARIA MACCARI

CRESCIMENTO E INDICADORES DE SOBREPESCA APLICADOS AO
ROBALO-PEVA (*Centropomus parallelus*) NO ATLÂNTICO SUL

Dissertação apresentada ao curso de Pós-Graduação em Zoologia, Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Zoologia.

Orientador: Prof. Dr. Vinícius Abilhoa

CURITIBA

2025

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP)
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SISTEMA DE BIBLIOTECAS – BIBLIOTECA DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

Maccari, Julia Maria

Crescimento e indicadores de sobrepesca aplicados ao robalo-peva (*Centropomus parallelus*) no Atlântico Sul / Julia Maria Maccari. – Curitiba, 2025.

1 recurso on-line : PDF.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Biológicas, Programa de Pós-Graduação em Zoologia.

Orientador: Prof. Dr. Vinícius Abilhoa.

1. Robalo (Peixe). 2. Pescaria - Atlântico Sul, Oceano. 3. Recursos pesqueiros. 4. Intersexualidade. I. Abilhoa, Vinícius, 1968-. II. Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Zoologia. III. Título.

Bibliotecária: Giana Mara Seniski Silva CRB-9/1406



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SETOR DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO ZOOLOGIA -
40001016008P4

TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação ZOOLOGIA da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da dissertação de Mestrado de **JULIA MARIA MACCARI**, intitulada: **Crescimento e indicadores de sobrepesca aplicados ao robalo-peva (*Centropomus parallelus*) no Atlântico Sul**, sob orientação do Prof. Dr. VINICIUS ABILHOA, que após terem inquirido a aluna e realizada a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.

A outorga do título de mestra está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

CURITIBA, 17 de Março de 2025.

Assinatura Eletrônica

17/03/2025 17:19:47.0

VINICIUS ABILHOA

Presidente da Banca Examinadora

Assinatura Eletrônica

17/03/2025 17:25:27.0

LUIS FERNANDO FÁVARO

Avaliador Interno (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

Assinatura Eletrônica

17/03/2025 21:53:51.0

JOHNATAS ADELIR ALVES

Avaliador Externo (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

Avenida Cel Francisco H Santos, s/n - CURITIBA - Paraná - Brasil

CEP 81531-980 - Tel: (41) 3361-1641 - E-mail: pgzoo@ufpr.br

Documento assinado eletronicamente de acordo com o disposto na legislação federal Decreto 8539 de 08 de outubro de 2015.

Gerado e autenticado pelo SIGA-UFPR, com a seguinte identificação única: 432114

Para autenticar este documento/assinatura, acesse <https://siga.ufpr.br/siga/visitante/autenticacaoassinaturas.jsp> e insira o código 432114

Certa vez, a fala de um aluno me chamou a atenção. Ele disse que é realmente muito difícil fazer ciência no Brasil, mas que quando você tem para onde voltar caso as coisas não deem certo... Tudo se torna mais fácil.

É tudo por vocês. Minha família.
Que nunca me deixou faltar nada e sempre está na base de todas as
minhas conquistas.

AGRADECIMENTOS

Ciência não é feita sozinha, e todo o seu resultado e mérito nunca são individuais. Por conta disso, gostaria de agradecer a todos que, de alguma forma, estiveram comigo ao longo desse processo.

Agradeço, primeiramente, a Deus. Agradeço à forma como regeu e tem regido minha vida e como tem me mostrado, cada vez mais, minha espiritualidade.

Agradeço à minha família, em especial aos meus pais e à minha avó. Como eu já disse e sempre vou dizer, vocês me deram todo o suporte necessário ao longo desses anos e não mediram esforços para que eu pudesse agarrar e realizar não só os meus sonhos, mas tudo o que me surgia de oportunidade, e sempre da melhor forma possível. Obrigada.

Aos meus amigos, aos que estiveram e aos que ainda estão comigo, obrigada pelos ouvidos, apoio e constante motivação. Vocês foram e são essenciais.

Aos colegas que fiz, dentro e fora da universidade, às possíveis parcerias e à empolgação que vocês geram em mim por me fazerem sentir que estou no caminho certo e por ver propósito em nosso trabalho.

Agradeço ao Pedro, Pedro Carlos Pinheiro, meu professor e orientador da graduação. Obrigada por ter me convencido a fazer o mestrado e por ter me feito uma ótima indicação. Obrigada também por ter me supervisionado no estágio de docência. De certa forma, houve alguma comodidade e apego emocional nessa escolha, mas, de todo jeito, foi muito bom lembrar os velhos tempos.

Ao Matheus, obrigada pela parceria, pela disponibilidade, pelos textos, arquivos e scripts. Obrigada por me apresentar o mundo da pesca esportiva e por me levar aos campeonatos, me deixando participar das demandas, fazendo com que eu me sentisse ainda mais inserida nos projetos. Obrigada por me mostrar como se faz ciência colaborativa e empática. Você é uma inspiração de pesquisador.

Ao Vinicius, por ter sido um ótimo orientador e por ter feito questão de não assumir somente esse papel. Obrigada pelo aceite em me orientar e pela oportunidade de trabalhar com os robalos. Obrigada por não medir esforços para

sanar minhas dúvidas, relacionadas ou não ao projeto, por me acolher e por me colocar em sua família. Você é um exemplo de profissional e de ser humano.

À Ellen, obrigada por realmente ter feito valer o nome “banca de acompanhamento”, estando comigo até os momentos finais antes da defesa e me fazendo enxergar a minha evolução como ictióloga e pesquisadora.

Ao Bruno, pelo auxílio no processamento e na leitura dos otólitos.

Ao Projeto Robalo, pelo fornecimento dos dados de comprimento provenientes da pesca profissional e amadora no estado de São Paulo.

Ao Projeto Meros do Brasil, patrocinado pela Petrobras por meio do Programa Petrobras Socioambiental, pelo apoio e suporte, principalmente na compra de material e na participação em eventos científicos.

Ao Johni e ao Zão, por terem aceitado compor a minha banca. O Johnatas está comigo desde a graduação e agora encerra mais um ciclo ao meu lado. E o Luís, que também compôs a minha banca de acompanhamento, esteve presente durante todo o mestrado.

À Universidade Federal do Paraná (UFPR) e ao Programa de Pós-Graduação em Zoologia, pela vaga e pelos recursos.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa durante esses dois anos de mestrado.

Ao Museu de História Natural, pela infraestrutura, em especial ao setor de Ictiologia, onde pude me apossar de uma mesa e me sentir parte do laboratório (apesar de não fazer café).

Mas, acima de tudo, agradeço a mim. Sei o quanto é difícil para você, Julia. Mas isso é mais sobre você do que qualquer outro. Conseguimos. E é só o começo.

“Alegria, só em raros momentos de distração.”

— Guimarães Rosa

RESUMO

Este estudo teve como objetivo avaliar o grau de exploração do robalo-peva (*Centropomus parallelus*), uma espécie de importância comercial e recreativa, por meio de indicadores de sobrepesca baseados nas estruturas em tamanho e etária dos indivíduos registrados em campeonatos de pesca esportiva e nos desembarques de pesca artesanal no sudeste-sul do Brasil. Os parâmetros de idade e crescimento (L_{∞} , k e t_0) foram obtidos por meio da contagem de anéis de 198 otólitos e as frequências dos tamanhos foram calculadas com base em 9678 exemplares mensurados entre 2006 e 2024. O crescimento foi ajustado pela função de von Bertalanffy ($L_{\infty}=55,48$ cm, $k=0,20$ anos⁻¹, $t_0=-1,38$ anos). A idade média de primeira maturação (A_{50}) foi estimada em 1,8 anos e a idade em que 95% da população é adulta (A_{95}) em 4,9 anos. A idade média de mudança de sexo (As_{50}) foi de 4,4 anos e a idade em que 95% da população realiza a mudança de sexo (As_{95}) foi 10,3 anos. O tamanho médio de mudança de sexo (Ls_{50}) foi de 31,7 cm, e o tamanho em que 95% da população muda de sexo (Ls_{95}) foi de 61,6 cm. O método de Beverton estimou o valor ótimo de captura (L_{opt}) em 37,8 cm. Os indicadores de sobrepesca (Froese, 2004) aplicados nas frequências de tamanho indicam uma baixa ocorrência de mega-reprodutores na região e uma captura significativa de mega-reprodutores (50,8%) pela pesca artesanal. Sugerimos a adoção do Ls_{50} (31,7 cm) como uma medida de regulamentação de tamanho mínimo de captura da espécie. A adoção dessa estratégia promoveria uma maior proteção de juvenis e de uma parcela significativa de indivíduos em mudança sexual, contribuindo para a manutenção de uma proporção significativa de indivíduos reprodutivamente ativos no estoque.

Palavras-chave: Hermafroditismo, Idade, Pesca esportiva, Recurso pesqueiro, Sobreexploração.

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the degree of exploitation of a protandrous hermaphrodite fish with high commercial and recreational value, through overfishing indicators based on the size and age structures of individuals registered in sport fishing championships and in artisanal fishing landings in Southeast-south Brazil. The age and growth parameters (L_{∞} , k and t_0) were obtained by counting growth rings of 198 otoliths and the size frequencies were calculated based on 9678 specimens measured between 2006 and 2024. Growth was adjusted by the von Bertalanffy function ($L_{\infty}=55.48$ cm, $k=0.20$ years⁻¹, $t_0= -1.38$ years). The average age at first maturation (A_{50}) was estimated at 1.8 years and the age at which 95% of the population is adult (A_{95}) at 4.9 years. The average age of sex-change (As_{50}) was 4.4 years and the age at which 95% of the population undergoes sex-change (As_{95}) was 10.3 years. The average sex-change size (Ls_{50}) was 31.7 cm, and the size at which 95% of the population changed sex (Ls_{95}) was 61.6 cm. The Beverton method estimated the optimal capture value (L_{opt}) at 37.8 cm. Overfishing indicators (Froese, 2004) applied to size frequencies indicate a low occurrence of mega-spawners in the region and a significant capture of mega-spawners (50.8%) by artisanal fishing. We suggest the adoption of Ls_{50} (31.7 cm) instead of L_{50} (18 cm) as a measure to regulate the species' minimum capture size, as the adoption of this strategy would promote greater protection of juveniles and a significant portion of individuals undergoing sexual changing, contributing to the maintenance of a significant proportion of reproductively active individuals in the stock.

Keywords: Age, Hermaphroditism, Fishing resource, Sport fishing, Overexploitation.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Área de estudo. O mapa representa o litoral sul de São Paulo, o litoral de Santa Catarina e o litoral norte do Rio Grande do Sul. Os círculos coloridos representam os Estuários de Iguape-Cananeia, de Paranaguá e de Guaratuba, a Baía Babitonga e o Rio Mampituba.....19

FIGURA 2 – Curva de crescimento de *C. parallelus* obtidos nos desembarques da pesca artesanal e nas capturas realizadas nos eventos de pesca esportiva “pesque e solte” realizados entre 2014 e 2024, ajustada através da Função de Crescimento de von Bertalanffy (VBGF).....24

FIGURA 3 – Proporção de indivíduos adultos por idade para *C. parallelus* obtidos nos desembarques da pesca artesanal e nas capturas realizadas nos eventos de pesca esportiva “pesque e solte” realizados entre 2014 e 2024.....24

FIGURA 4 – Proporção de indivíduos que passaram pela mudança de sexo por idade para *C. parallelus* obtidos nos desembarques da pesca artesanal e nas capturas realizadas nos eventos de pesca esportiva “pesque e solte” realizados entre 2014 e 2024.....25

FIGURA 5 – Proporção de indivíduos que fizeram a mudança de sexo por tamanho para *C. parallelus* obtidos nos desembarques da pesca artesanal e nas capturas realizadas nos eventos de pesca esportiva “pesque e solte” realizados entre 2014 e 2024.....25

FIGURA 6 – Frequências de comprimento de *C. parallelus* obtidos nos desembarques da pesca artesanal e nas capturas realizadas nos eventos de pesca esportiva “pesque e solte” realizados entre 2006 e 2024.....27

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Tamanho mínimo (Min), máximo (Max) e médio (Mean) de <i>C. parallelus</i> e porcentagem de indivíduos juvenis (%Juveniles), adultos (%Adults), com comprimento ótimo de captura (%Lopt) e mega-reprodutores (%Mega) obtidos nos desembarques da pesca artesanal e nas capturas realizadas nos eventos de pesca esportiva “pesque e solte” realizados entre 2006 e 2024.....	26
--	----

LISTA DE ABREVIATURAS OU SIGLAS

- A_{50} - Idade média de primeira maturação
 A_{95} - Idade em que 95% da população é adulta
APE - Erro percentual médio
 As_{50} - Idade média de mudança de sexo
 As_{95} - Idade em que 95% da população muda de sexo
cm - Centímetros
CV - Coeficiente de variação
Fig. - Figura
g - Gramas
k - Constante de crescimento
 L_{50} - Tamanho médio de primeira maturação
 L_{∞} - Comprimento assintótico teórico
 L_{opt} - Tamanho ótimo de captura
 Ls_{50} - Tamanho médio de mudança de sexo
 Ls_{95} - Tamanho em que 95% da população muda de sexo
 L_t - Comprimento na idade t
M - Taxa de mortalidade natural
mm - Milímetros
 t_0 - Idade teórica quando o comprimento do peixe é igual a 0
Tab. - Tabela
VGBF - Função de crescimento de von Bertalanffy

LISTA DE SÍMBOLOS

± - Desvio padrão

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	16
2	MATERIAL E MÉTODOS.....	18
2.1	ÁREA DE ESTUDO.....	18
2.2	PARÂMETROS DE IDADE E CRESCIMENTO.....	20
2.3	FREQUÊNCIAS DE COMPRIMENTO.....	22
2.4	INDICADORES DE SOBREPESCA.....	22
3	RESULTADOS.....	23
3.1	IDADE E CRESCIMENTO.....	23
3.2	INDICADORES DE SOBREPESCA.....	26
4	DISCUSSÃO.....	27
4.1	IDADE E CRESCIMENTO.....	27
4.2	INDICADORES DE SOBREPESCA.....	29
5	REFERÊNCIAS.....	32

1 INTRODUÇÃO

A pesca é uma das principais atividades comerciais e recreativas desenvolvidas ao redor do mundo, incluindo o Brasil, contribuindo significativamente para a geração de renda e a segurança alimentar global (Gasalla e Gandini, 2016). De acordo com a FAO (2024), a produção das atividades de pesca e aquicultura no Brasil foi de 1.496 mil toneladas em 2022, com parte importante dos desembarques oriunda das atividades tradicionais, complexas e dinâmicas de pesca artesanal. Apesar da importância econômico-social da pesca, o setor enfrenta muitos desafios relacionados com a falta de regulamentação de algumas modalidades, monitoramento da produção e sustentabilidade dos estoques pesqueiros (Gonçalves, 2025).

A sobrepesca ocorre quando há a captura intensa de espécies de interesse comercial ou daquelas capturadas acidentalmente, além da capacidade natural de recuperação das populações (Gough et al., 2020), ou seja, quando a atividade pesqueira não leva em consideração a capacidade de reprodução das espécies (Froese, 2004). Isso tem causado redução na produtividade, assim como na diversidade e na variabilidade de abundância de espécies (Hall, 2000). A pesca excessiva também tem gerado prejuízos aos pescadores, já que a captura pode comprometer a sustentabilidade, levando as espécies exploradas comercialmente ao declínio (Diekert, 2012).

Em razão da ausência de séries temporais de dados somada à ausência de dados sobre as diversas modalidades de pesca (FAO, 2020), os status pesqueiros não estão disponíveis ou são incompletos em muitas localidades (Adams et al., 2013), se caracterizando como um problema mundial acentuado em regiões subdesenvolvidas (Ault et al., 2008; Babcock et al., 2013). Por conta disso, alguns estudos têm como objetivo determinar a vulnerabilidade das espécies através de características biológicas, como mortalidade natural, tamanho máximo, taxa de crescimento, idade e tamanho na maturidade sexual, fecundidade e taxa de crescimento populacional (Newman et al., 2016; Lowerre-Barbieri et al., 2016; Wang et al., 2019). Estas características da história de vida são essenciais para compreender a dinâmica populacional da espécie, bem como para orientar medidas de gestão e conservação adequadas (Gaspare e Bryceson, 2013; Koutsidi et al., 2016; Aschenbrenner et al., 2017).

Por necessitar de um volume menor de dados e não se basear em séries temporais longas, o uso de indicadores biológicos e de pesca tem crescido e facilitado as avaliações sobre a sustentabilidade de pescarias de pequena escala (Pazhayamadam et al., 2013; Tzanatos et al., 2013). Froese (2004) propôs indicadores de sobrepesca baseados nas frequências de tamanho das espécies, apoiados nas premissas de que a população se encontra sob níveis adequados de exploração quando as capturas estão baseadas preponderantemente em indivíduos maduros menores que os mega-reprodutores. Embora seja comparativamente simples e econômico, o uso destes indicadores requer informações biológicas básicas, tais como as de tamanho de primeira maturação (L_{50}) e os parâmetros de idade e crescimento (L_{∞} , t_0 e k).

Diferenças na história de vida entre espécies hermafroditas e gonocorísticas indicam que peixes hermafroditas necessitam de considerações especiais nas avaliações pesqueiras e na gestão de estoques por conta dos efeitos da pesca em suas características reprodutivas (Armsworth, 2001; Alonzo e Mangel, 2005; Brooks et al., 2008). Em peixes hermafroditas sequenciais, a pesca seletiva por tamanho pode impactar a proporção sexual, alterando potencialmente a reprodução (Easter e White, 2016), levando à limitação de óvulos ou espermatozoides (Alonzo e Mangel, 2005) ou a mudanças evolutivas na idade e no tamanho da mudança de sexo (Armsworth, 2001).

Entre os hermafroditas sequenciais, a protandria (órgãos sexuais masculinos amadurecem primeiro) é menos comum (Atz, 1964), representando 19% das espécies de peixes que mudam de sexo (Sadovy de Mitcheson e Liu, 2008), entretanto inclui várias famílias que são alvo da pesca comercial e recreativa, como Latidae (barramundi), Dorosomatidae (*gizzard shads*), Sparidae (pargos) e Centropomidae (robalos) (Yeung e Chan, 1987; Guiguen et al., 1994; Milton et al., 1997; Tobin et al., 1997; Blaber et al., 1999; Taylor et al., 2000).

Os robalos (gênero *Centropomus* Lacépède, 1802) são espécies que apresentam uma complexa e similar história de vida (Taylor et al., 1998). São peixes estuarinos-dependentes, eurihalinos, diádromos e clássicos exemplos de peixes hermafroditas protândricos, que atingem a maturação sexual como machos em tamanhos relativamente reduzidos (Taylor et al., 2000; Andrade et al., 2013). Essas espécies são altamente valorizadas na pesca amadora e profissional em toda a sua

distribuição (Lowerre-Barbieri et al., 2003; Ley e Allen, 2013; Menezes et al., 2013; Motta et al., 2016).

O robalo-peva (*Centropomus parallelus* Poey, 1860) está distribuído ao longo da costa oeste do Atlântico e do Golfo, ocorrendo desde o sul da Flórida, nos Estados Unidos, até o sul do Brasil, onde os adultos habitam ecossistemas marinhos, estuarinos e de água-doce (Rivas, 1986; Figueiredo-Filho et al., 2021; Herkenhoff et al., 2023). A espécie é explorada pela pesca profissional (Motta et al., 2016; Mendonça e Katsuragawa, 2001) e amadora (Barcellini et al., 2013; Lennox et al., 2015; Garrone-Neto et al., 2018) em águas estuarinas e costeiras do Atlântico Sul e está submetida a diferentes normativas de captura na região (revisadas em Garrone-Neto et al., 2018).

Este estudo teve como objetivo avaliar o grau de exploração do robalo-peva *C. parallelus* por meio de indicadores de sobrepesca baseados nas estruturas em tamanho e etária das capturas históricas e atuais registradas em campeonatos de pesca esportiva e nos desembarques de pesca artesanal no sudeste-sul do Brasil, visando a colaboração e o desenvolvimento de estratégias de manejo regional bem fundamentadas para a manutenção de uma proporção significativa de indivíduos reprodutivamente ativos no estoque.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 ÁREA DE ESTUDO

O programa REVIZEE (Avaliação do Potencial Sustentável de Recursos Vivos na Zona Econômica Exclusiva) do Ministério do Meio Ambiente propõe a divisão da costa brasileira em quatro grandes áreas baseado no padrão de circulação das massas de água na plataforma continental, nas características topográficas e geomorfológicas, na natureza do fundo e na composição florística e faunística. A Área Sul está delimitada entre a plataforma continental do Cabo de São Tomé (RJ) até o Arroio Chuí (RS) e sua geomorfologia é caracterizada pela presença de frentes de escarpas do embasamento cristalino da Serra do Mar, formando uma linha de costa recortada por baías e pequenas enseadas, com muitos costões rochosos. Dentre as características desta área destacam-se a influência sazonal da Água Central do

Atlântico Sul (ACAS) sobre a plataforma continental na época do verão e a presença de estuários, o que influencia sobremaneira a produção orgânica da região costeira adjacente.

A área de estudo está localizada entre o litoral sul de São Paulo, município de Registro ($24^{\circ}29'16''\text{S}$ e $47^{\circ}50'38''\text{O}$) e o litoral norte do Rio Grande do Sul, município de Torres ($29^{\circ}20'34''\text{S}$ e $49^{\circ}43'39''\text{O}$), e engloba o Complexo Estuarino Lagunar de Iguape-Cananéia-Paranaguá, os estuários Baía de Guaratuba e Baía Babitonga e a foz do Rio Mampituba (Figura 1), que apresentam uma grande diversidade de ambientes e ecossistemas associados, incluindo canais de maré (gamboas), rios, ilhas, extensas formações de manguezais, marismas, bancos intermareais, praias arenosas e costões rochosos (Bigarella, 2001). A zona estuarina e costeira apresenta grande riqueza de ecossistemas e é utilizada como uma importante área de abrigo, alimentação e reprodução para diferentes espécies da fauna terrestre e marinha (Lana et al., 2001).

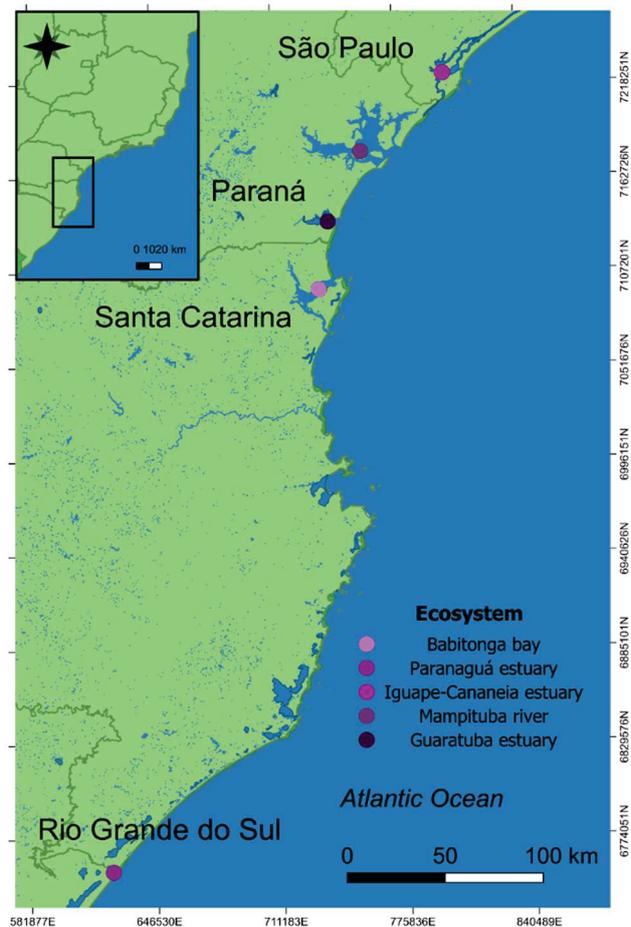


FIGURA 1 – Área de estudo. O mapa representa o litoral sul de São Paulo, Paraná, Santa Catarina e o litoral norte do Rio Grande do Sul. Os círculos coloridos indicam os estuários de Iguape-Cananeia, Paranaguá, Guaratuba, Babitonga e a foz do Rio Mampituba.

2.2 PARÂMETROS DE IDADE E CRESCIMENTO

Foram obtidos 507 indivíduos de *C. parallelus* provenientes de desembarques da pesca artesanal e nas capturas esporádicas realizadas nos eventos de pesca esportiva “pesque e solte” realizados entre 2014 e 2024, direcionados para as espécies *C. parallelus* e *Centropomus undecimalis* Bloch, 1792 no litoral de Santa Catarina e do Paraná. Em laboratório, os exemplares foram medidos (comprimento total, cm), pesados (g) e seus otólitos *sagittae* foram removidos, lavados e secos.

A obtenção dos parâmetros de idade e crescimento foi realizada por meio da contagem de anéis de uma subamostra de 198 otólitos de *C. parallelus*, baseada em classes de tamanho que representassem toda a amostra. Os otólitos selecionados foram embebidos em resina transparente (adaptado de Secor et al. 1991). As secções (0,80 mm) nos otólitos foram realizadas utilizando uma serra metalográfica CPT-25. Os cortes foram realizados transversalmente através do núcleo, da face interna para a externa do otólito e as secções foram observadas com auxílio de microscópio estereoscópico.

A contagem do número de anéis foi realizada ao longo de um eixo do núcleo até a região dorsal do otólito (as faixas claras consideradas anéis de idade), com duas leituras independentes, aleatórias e sem conhecimento prévio sobre o comprimento do indivíduo (Campana, 2001). Assumimos a formação de anéis como de forma anual para *C. parallelus* com base em validações feitas anteriormente para *C. undecimalis* (Tucker e Warlen, 1986; McMichael et al., 1989; Aliaume et al., 2000; Taylor et al., 2000, Perera Garcia et al., 2013). A precisão das leituras foi avaliada pelo cálculo do erro percentual médio (APE) e do coeficiente de variação (CV), seguindo Beamish e Fournier (1981) e Chang (1982) e com base nas referências de valores apresentadas por Campana (2001) que estabelece para APE valores em torno de 5,5% e CV de 7,6%.

O crescimento foi modelado com a Função de Crescimento de von Bertalanffy (VBGF), onde o tamanho esperado para uma determinada idade foi estimado ajustando comprimentos na idade à equação de crescimento de von Bertalanffy (1938):

$$Lt = L_{\infty} [1 - e^{(-k(t-t_0))}]$$

onde L_t é o comprimento na idade t , L_∞ o comprimento assintótico teórico, k o coeficiente de crescimento corporal e t_0 a idade teórica quando o comprimento do peixe é igual a 0.

A idade média na primeira maturidade (A_{50}) foi estimada ajustando um modelo de regressão logística usando máxima verossimilhança (King, 1995). O modelo de regressão logística é definido como:

$$P = \frac{100}{(1 + \exp - r(A - A_{50}))}$$

onde P é a porcentagem de peixes adultos na classe de idade A , r é a largura da maturidade. Para estimar a probabilidade de um indivíduo ser adulto com base em sua idade, observações binárias de maturidade (0 = jovem, 1 = adulto) e idade (A) foram ajustadas a modelos logísticos binários para construir ogivas de maturidade (gráficos de probabilidade de maturidade na idade) com base em regressão logística (Villegas-Hernández et al., 2015).

A idade média e o comprimento médio na mudança de sexo (As_{50} e Ls_{50} , respectivamente) também foram estimados ajustando um modelo de regressão logística usando máxima verossimilhança (King, 1995). Os modelos de regressão logística são definidos da seguinte forma:

$$P = \frac{100}{(1 + \exp - r(As - As_{50}))}$$

$$P = \frac{100}{(1 + \exp - r(Ls - Ls_{50}))}$$

onde P é a porcentagem de peixes que mudam de sexo na classe etária As , e na classe de comprimento Ls , r é a largura da mudança de sexo. Para estimar a probabilidade de um indivíduo mudar de sexo com base em sua idade e comprimento, observações binárias de sexo (0 = macho, 1 = fêmea), idade (A) e comprimento (CT) foram ajustadas a modelos logísticos binários para construir gráficos de probabilidade

de mudança de sexo na idade e mudança de sexo no comprimento, também com base em regressão logística (Villegas-Hernández et al., 2015).

A mortalidade natural (M) foi estimada a partir da equação:

$$\ln(M) = a + b\ln(t_{max})$$

onde t_{max} é o comprimento máximo na amostra (Hoenig, 1983).

Os cálculos foram realizados usando o pacote Fisheries Stock Assessment (FSA) (Ogle et al., 2018) no R 3.0.1 (R Development Core Team, 2008).

2.3 FREQUÊNCIAS DE COMPRIMENTO

A obtenção do comprimento total de indivíduos de *C. parallelus* foi realizada em torneios de pesca esportiva realizados no litoral do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná e São Paulo. Esses dados foram obtidos em duas etapas: a primeira entre os anos de 2006 e 2007 ($n= 989$) e a segunda entre 2014 e 2024 ($n= 7840$). Os registros das capturas foram disponibilizados pelos organizadores dos eventos (campeonatos). Dados de comprimento total de indivíduos de *C. parallelus* também foram obtidos em peixarias (cooperativas) nos estados de Santa Catarina, Paraná e São Paulo, entre 2015 e 2024 ($n= 849$), provenientes da pesca artesanal de pequena escala.

2.4 INDICADORES DE SOBREPESCA

O status do estoque de *C. parallelus* no Atlântico Sul foi avaliado usando três indicadores propostos por Froese (2004), com base na distribuição do comprimento das capturas: (I) porcentagem de espécimes adultos na captura ($> L_{50}$) (calculado usando dados de Costa e Silva et al. (2021)); (II) porcentagem de peixes capturados em $\pm 10\%$ do comprimento ótimo (L_{opt}), (III) porcentagem na captura de peixes de tamanho maior que o comprimento ótimo mais 10% ($> 1,1 L_{opt}$), aqui definidos como

mega-reprodutores (Froese, 2004), obtidos empiricamente usando os parâmetros L_{∞} , M e k , de acordo com a expressão de Beverton (1992):

$$L_{opt} = \frac{3L_{\infty}}{(3 + M/k)}$$

onde L_{opt} é o comprimento de captura ótimo, L_{∞} é o comprimento assintótico, M é o coeficiente de mortalidade natural e k é o coeficiente de crescimento.

3 RESULTADOS

3.1 IDADE E CRESCIMENTO

Os parâmetros de idade e crescimento foram analisados em otólitos de *C. parallelus* com tamanhos entre 21,8 cm e 76 cm, incluindo indivíduos de todas as classes de tamanho registradas nas amostragens.

Ambas as leituras dos otólitos registraram de um a 13 anéis. A maioria delas (55,6%) apresentou entre quatro e seis anéis, na primeira leitura, e entre três e seis anéis (71%), na segunda leitura. O APE entre as leituras foi de 5,837% e o CV foi de 8,255%, indicando consistência entre as leituras dos otólitos.

Os dados de idade no comprimento ajustados ao VGBF das leituras mostraram um rápido crescimento inicial durante os primeiros anos de vida. O ajuste dos parâmetros de crescimento aos dados observados é apresentado na Fig. 2. Os parâmetros de crescimento (incluindo todos os indivíduos) foram 55,48 cm (L_{∞}), 0,20 anos⁻¹ (k) e -1,38 anos (t_0).

Para a amostra agrupada (machos e fêmeas), a idade média na primeira maturidade (A_{50}) e a idade na qual 95% da população é adulta (A_{95}) foram estimadas em 1,79 e 4,95 anos, respectivamente (Fig. 3). A idade média de mudança de sexo (As_{50}) foi de 4,37 anos, e a idade na qual 95% da população passa por mudança de sexo (As_{95}) foi de 10,29 anos (Fig. 4).

O tamanho médio da mudança de sexo (Ls_{50}) e o tamanho no qual 95% da população muda de sexo (Ls_{95}) foi de 31,73 cm e 61,57 cm, respectivamente (Fig. 5).

As estimativas das taxas de mortalidade natural (M) para o método de Hoenig foram de 0,28 anos⁻¹.

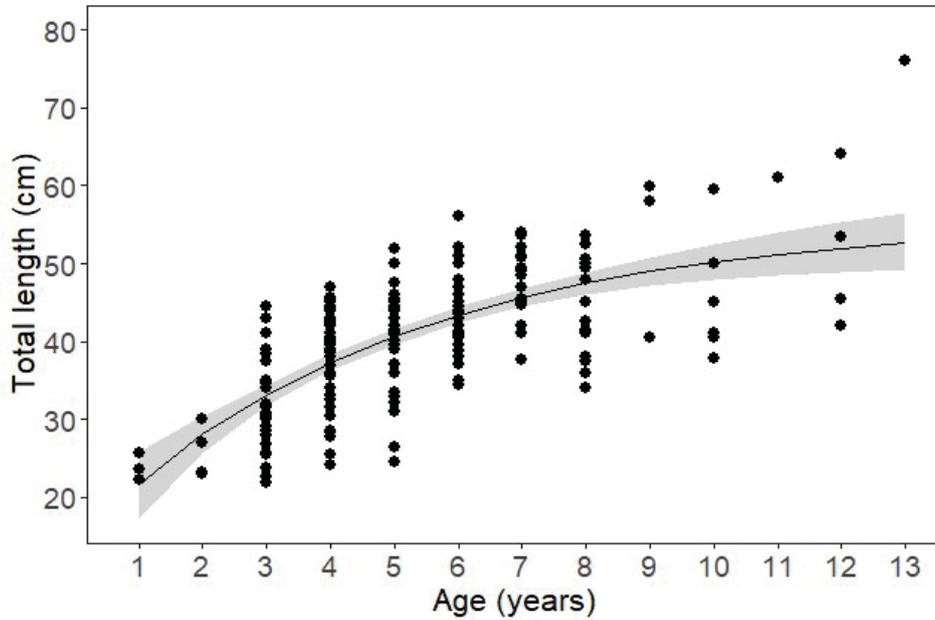


FIGURA 2 – Curva de crescimento de *C. parallelus* obtidos nos desembarques da pesca artesanal e nas capturas realizadas nos eventos de pesca esportiva “pesque e solte” realizados entre 2014 e 2024, ajustada através da Função de Crescimento de von Bertalanffy (VBGF).

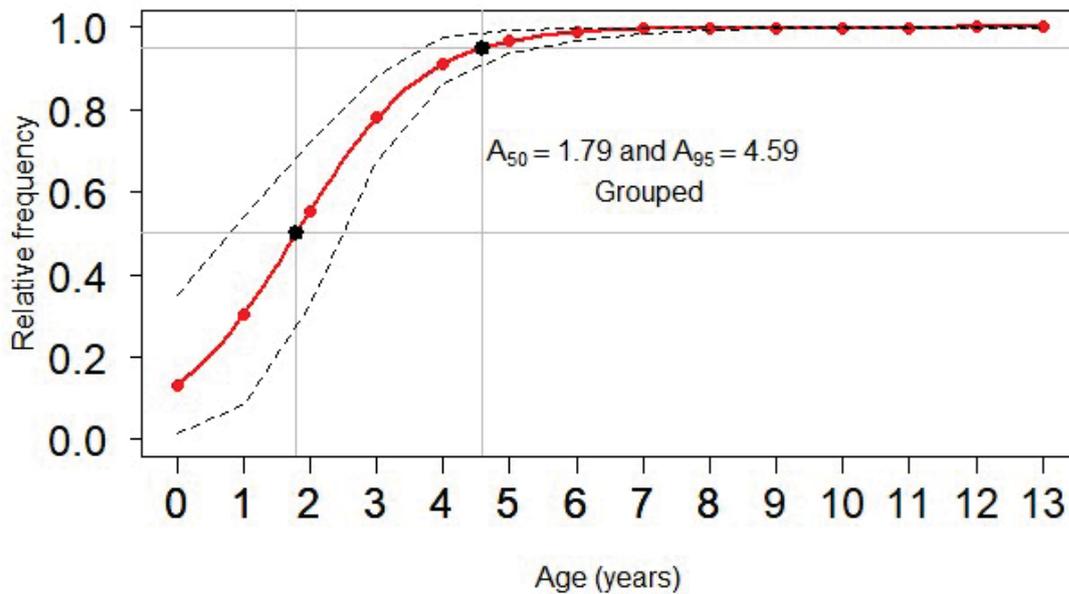


FIGURA 3 – Proporção de indivíduos adultos por idade para *C. parallelus* obtidos nos desembarques da pesca artesanal e nas capturas realizadas nos eventos de pesca esportiva “pesque e solte” realizados entre 2014 e 2024. Os pontos pretos indicam a idade em que 50% (A_{50}) e 95% (A_{95}) dos indivíduos eram adultos, respectivamente.

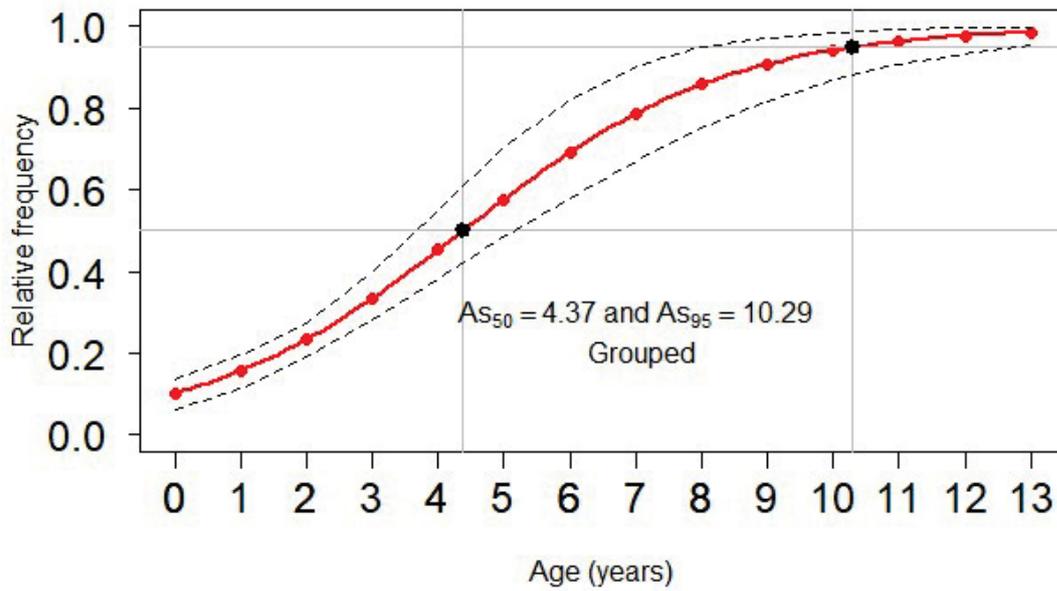


FIGURA 4 – Proporção de indivíduos que passaram pela mudança de sexo por idade para *C. parallelus* obtidos nos desembarques da pesca artesanal e nas capturas realizadas nos eventos de pesca esportiva “pesque e solte” realizados entre 2014 e 2024. Os pontos pretos indicam a idade em que 50% (AS_{50}) e 95% (AS_{95}) dos indivíduos haviam mudado de sexo, respectivamente.

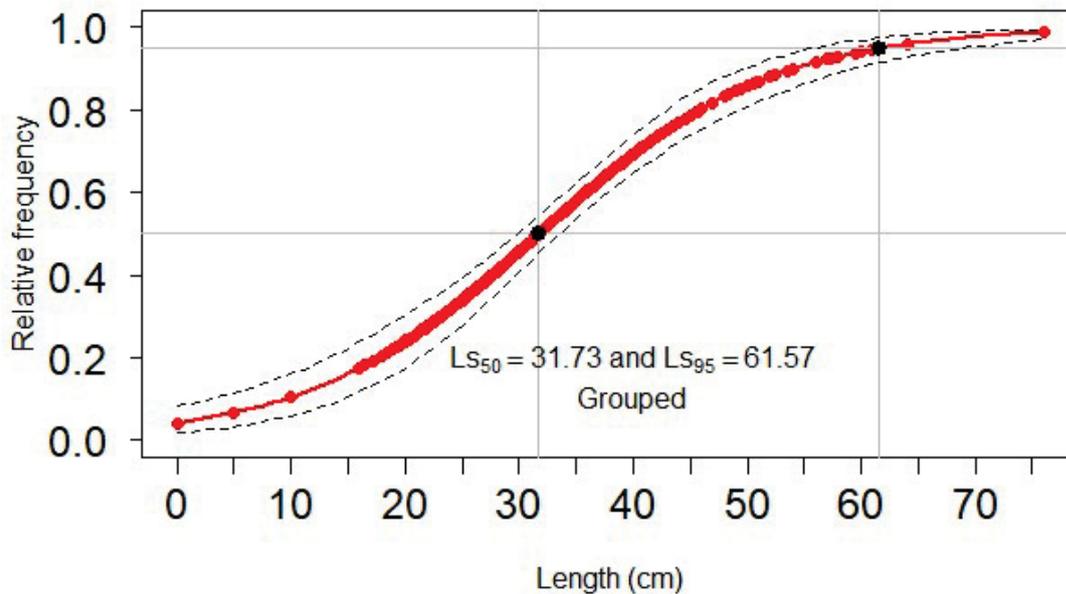


FIGURA 5 – Proporção de indivíduos que fizeram a mudança de sexo por tamanho para *C. parallelus* obtidos nos desembarques da pesca artesanal e nas capturas realizadas nos eventos de pesca esportiva “pesque e solte” realizados entre 2014 e 2024. Os pontos pretos indicam o tamanho (cm) em que 50% (LS_{50}) e 95% (LS_{95}) dos indivíduos haviam mudado de sexo, respectivamente.

3.2 INDICADORES DE SOBREPESCA

O comprimento total dos indivíduos de *C. parallelus* obtidos nos desembarques da pesca artesanal e nas capturas realizadas nos eventos de pesca esportiva variou de 10,5 cm a 74,6 cm, com média de 33,75 cm (± 7.6 cm). O método de Beverton gerou um valor de L_{opt} de 37,77 cm. Os indicadores de Froese (2004) foram aplicados a cada frequência de tamanho registrada nas capturas realizadas pela pesca esportiva entre 2006 e 2007 e entre 2014 e 2024, pela pesca artesanal realizada entre 2015 e 2024 e considerando toda a base de dados (2006-2024) (Tab. 1).

Considerando todo o conjunto de dados, os juvenis (indivíduos menores que 18 cm), corresponderam a 0,5% de todas as amostras. Adultos (indivíduos maiores que 18 cm), e peixes com comprimento ótimo de captura (L_{opt}), entre 33,9 e 41,5 cm, corresponderam a 99,4% e 31,7% respectivamente, enquanto os mega-reprodutores, indivíduos maiores que 41.5 cm ($> 1,1 L_{opt}$), representaram 13,3%. Os peixes com L_{opt} e mega-reprodutores representaram 31,3% e 12,2% de todos os adultos, respectivamente (Tab. 1, Fig. 6).

Tabela 1. Tamanho mínimo (Min), máximo (Max) e médio (Mean) de *C. parallelus* e porcentagem de indivíduos juvenis (%Juveniles), adultos (%Adults), com comprimento ótimo de captura ($\%L_{opt}$) e mega-reprodutores (%Mega) obtidos nos desembarques da pesca artesanal e nas capturas realizadas nos eventos de pesca esportiva “pesque e solte” realizados entre 2006 e 2024.

Year	N	Min	Max	Mean	%Juveniles	%Adults	$\%L_{opt}$	%Mega
Artisanal Fishing								
2015-2024	849	13.2	68.0	35.9	1.1%	98.9%	21.7%	50.8%
Sport Fishing								
2006-2007	989	10.5	69.0	34.1	0.7%	99.3%	34.3%	16.6%
2014	109	18.9	56.1	31.3	0%	100%	23.9%	7%
2015	61	22.0	55.5	34.5	0%	100%	36.1%	18%
2017	1475	15.0	74.6	33.2	0.9%	99.1%	34.2%	8.8%
2018	1409	16.0	67.2	34.1	0.1%	99.9%	37.5%	11.6%
2019	1329	12.0	70.0	34.2	0.2%	99.8%	33.7%	12.0%
2020	378	15.0	70.0	37.1	0.8%	99.2%	26.7%	28.0%
2021	549	17.5	68.0	33.7	0.2%	99.8%	28.2%	13.5%
2022	320	17.0	71.0	32.4	1.3%	98.8%	25.0%	11.3%
2023	897	13.5	65.5	29.1	1.2%	98.8%	14.4%	3.0%
2024	1313	18.5	62.0	34.2	0%	100%	31.6%	15.1%
Grouped								
2014-2024	7840	12.0	74.6	33.4	0.5%	99.5%	30.7%	11.6%
Total								
Sport Fishing								
2006-2024	8829	10.5	74.6	33.5	0.5%	99.5%	31.1%	12.2%
Artisanal and Sport Fishing								
2006-2024	9678	10.5	74.6	33.7	0.5%	99.5%	31.7%	13.3%

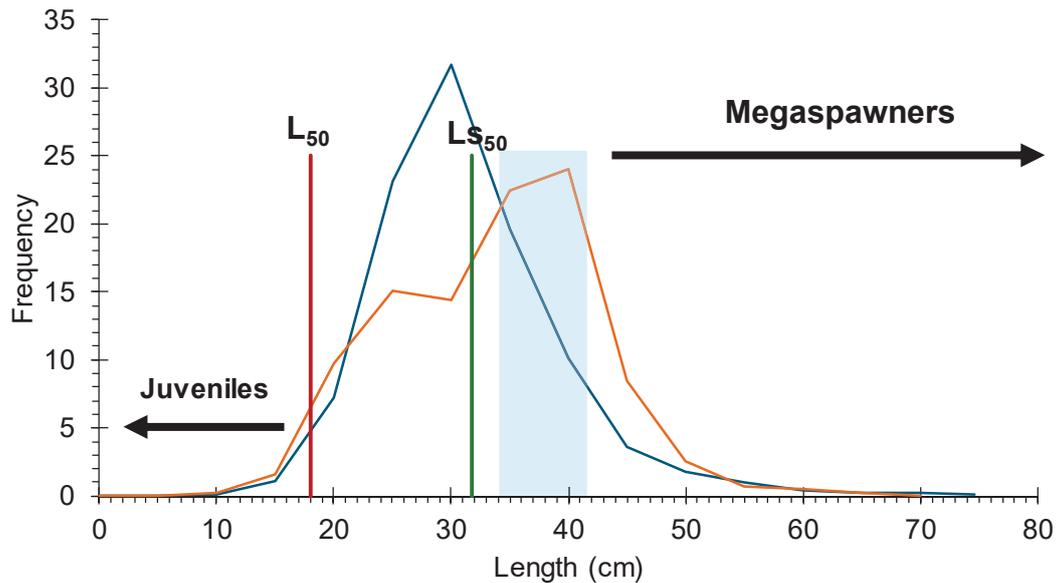


FIGURA 5 – Frequências de comprimento de *C. parallelus* obtidos nos desembarques da pesca artesanal e nas capturas realizadas nos eventos de pesca esportiva “pesque e solte” realizados entre 2006 e 2024. A linha azul representa o tamanho dos indivíduos registrados nos eventos de pesca esportiva e a linha laranja os indivíduos provenientes da pesca artesanal. O tamanho médio de primeira maturação (L_{50}) de 18 cm (Costa e Silva et al. 2021) é indicado em vermelho. O tamanho médio de mudança de sexo (L_{S50}) é indicado em verde. O retângulo em azul indica o comprimento ótimo de captura ($L_{opt}= 37,7 \text{ cm} \pm 10\%$ (33,9–41,5 cm)).

4 DISCUSSÃO

4.1 IDADE E CRESCIMENTO

Os parâmetros de idade e crescimento do presente estudo compõem uma base importante para a biologia de *C. parallelus*. Até o momento, apenas Itagaki (2005), Ximenes-Carvalho et al. (2007), Moro (2008) e Vaz-dos-Santos et al. (2019) exploraram esse assunto. Itagaki (2005), utilizando anéis diários de otólitos de exemplares larvais e juvenis provenientes do litoral sudeste do Brasil, obteve $L_{\infty}= 26,98 \text{ cm}$, $k= 0,65 \text{ anos}^{-1}$ e $t_0= 0,004 \text{ anos}$. No estudo realizado por Ximenes-Carvalho et al. (2007), baseado na leitura de escamas de *C. parallelus*, os valores registrados foram $L_{\infty}= 67,90 \text{ cm}$, $k= 0,18 \text{ anos}^{-1}$ e $t_0= -2,48 \text{ anos}$. Moro (2008), utilizando otólitos

provenientes da Baía de Paranaguá registrou $L_{\infty} = 69,97$ cm, $k = 0,17$ anos⁻¹ e $t_0 = -0,67$ anos, indicando uma longevidade de 23 anos, valor semelhante ao estimado pelo modelo de crescimento apresentado em Vaz-dos-Santos et al. (2019) com base em frequências de comprimento obtidas no Estuário de Cananéia-Iguape.

Os valores obtidos por Itagaki (2005), Ximenes-Carvalho et al. (2007) e Vaz-dos-Santos et al. (2019) são diferentes dos parâmetros obtidos no presente estudo ($L_{\infty} = 55,48$ cm, $k = 0,20$ anos⁻¹ e $t_0 = -1,38$ anos), fato este relacionado com o uso de metodologias e informações distintas, as quais apresentam limitações e podem gerar estimativas pouco robustas (Campana, 2001; Vieira, 2023; Silva et al., 2024). Diferentes abordagens para estimar a idade e o crescimento podem levar a resultados diferentes para os parâmetros de crescimento, limitando as comparações entre estudos da mesma espécie (Quist et al., 2023). Os estudos de idade e crescimento de peixes a partir da leitura de anéis em estruturas calcificadas como os otólitos parece ser a forma mais segura e eficaz para se estimar esses parâmetros da história de vida (Campana e Thorrold, 2001), já que essas estruturas são internas e não são reabsorvidas (Campana, 2001).

Utilizando a mesma metodologia, Moro (2008) apresentou tamanho máximo assintótico superior ao observado no presente estudo, porém as constantes de crescimento foram semelhantes. Estudos envolvendo idade e crescimento de *C. undecimalis* realizados por Taylor et al. (2000) e por Perera-Garcia et al. (2013) também relatam tamanhos máximos assintóticos diferentes, porém com constantes de crescimento semelhantes. A idade teórica no comprimento zero do presente estudo diferiu da obtida por Moro (2008) ($t_0 = -0,67$ anos), mesmo padrão observado para populações congênicas (Taylor et al., 2000; Perera-Garcia et al., 2013).

O tamanho médio da mudança de sexo registrado ($LS_{50} = 31,73$ cm) foi maior que a do indivíduo de *C. parallelus* encontrado em transição sexual por Costa e Silva et al. (2021), que compreendia uma classe de 19,1-21 cm, entretanto os resultados de tamanho médio e idade média de mudança de sexo ($AS_{50} = 4,37$ anos) foram semelhantes aos indicados por Vaz-dos-Santos et al. (2019), 33,9 cm e 4 anos.

Os parâmetros aqui observados evidenciam uma questão relevante sobre a exploração do robalo-peva no Sul do Brasil. O tamanho máximo assintótico registrado no presente estudo é inferior ao de Moro (2008), com base em indivíduos amostrados entre 2006 e 2008, e Vaz-dos-Santos et al. (2019), com indivíduos amostrados entre 1993 e 1996. Além disso, o tamanho de primeira maturação (L_{50}) de *C. parallelus*

obtido por Costa e Silva (2021) (com base em indivíduos amostrados entre 2015 e 2016 e utilizados nos cálculos do presente estudo) para a região também apresentou uma redução quando comparado com os dados apresentados por Chaves e Nogueira (2019), com indivíduos amostrados entre 2007 e 2008. Essas observações reforçam a necessidade de atenção para os impactos da pressão e da seletividade da pesca sobre a estrutura populacional do robalo-peva.

4.2 INDICADORES DE SOBREPESCA

Os indicadores de sobrepesca revelaram que 0,5% das capturas foram compostas por indivíduos juvenis e 99,5% por adultos, dentre os quais 13,3% são considerados mega-reprodutores. Na pesca artesanal, 50,8% das capturas foram de indivíduos mega-reprodutores. Para uma exploração sustentável, os organismos considerados mega-reprodutores não deveriam ser registrados nos desembarques, ou sua participação nas capturas deveria contabilizar entre 30-40% para os estoques que não possuem definição de tamanho máximo de captura (Froese, 2004). Na pesca esportiva, apenas 12,2% das capturas foram de indivíduos mega-reprodutores. A alta porcentagem de mega-reprodutores registrada no desembarque da pesca artesanal e a pequena contribuição desses indivíduos nos torneios de pesca esportiva monitorados é um fato preocupante. Além das capturas excessivas de juvenis, a exploração comercial de mega-reprodutores representa um risco potencial para a sustentabilidade dos estoques pesqueiros (Young et al., 2020) por conta do sucesso reprodutivo desses peixes (Hixon et al., 2014).

Moro (2008) e Moro et al. (2010) já apontavam para uma sobrexploração do robalo-peva na região de Iguape e Cananéia. De acordo com Motta et al. (2016), nessa região a pesca amadora participa de cerca de 80% da produção total das pescarias estuarinas de *C. parallelus*, em comparação com a pesca artesanal. O robalo-peva é um peixe altamente visado (Tucker et al., 1985; Motta et al., 2016; Molitzas et al., 2019; Dal Negro et al., 2021).

O robalo-peva habita uma rede extensa de estuários e áreas costeiras, onde as leis federais e regionais se sobrepõem e não protegem a espécie integralmente (Garrone-Neto et al., 2018). No Paraná, a espécie é regulamentada pela Resolução SEMA nº 16, de 30 de março de 2009, que restringe e protege a pesca do robalo

durante o período de defeso, de novembro a dezembro, estabelecendo tamanho mínimo (40 cm) e máximo (50 cm) e limite de captura (07 exemplares). Essa proteção se aplica à pesca esportiva amadora, exceto pelo período de defeso, que também é o mesmo para a pesca profissional, que tem regras específicas, como a regulamentação de locais e utilização de petrechos de pesca, mas as quais não estão incluídas o tamanho mínimo e máximo de captura do robalo-peva.

Em São Paulo, *C. parallelus* está submetida a diferentes regulamentações em suas áreas de ocorrência que resultam em uma proteção ainda menor do que a do Paraná (Garrone-Neto et al., 2018). Ainda, não há período de defeso estabelecido para a espécie no estado e a pesca artesanal se sobressai a esportiva no Complexo Estuarino-Lagunar Iguape-Cananéia-Paranaguá, aumentando os conflitos entre os segmentos comercial e amador (Garrone-Neto et al., 2018).

A gestão voltada para a regulamentação de comprimentos mínimos possibilita que peixes juvenis reproduzam pelo menos uma vez de forma efetiva e mantém aqueles adultos que ajudam a garantir o sucesso reprodutivo individual em ambientes com variação de tempo e espaço, dentro do estoque (Hixon et al., 2014), garantindo a perpetuação da espécie e de sua exploração (Arlinghaus et al., 2010).

O regime de pesca é um dos principais fatores que impactam a população de peixes comerciais (Vazzoler, 1996). A Instrução Normativa 83/2006 do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) estabeleceu um tamanho mínimo de captura de 30 cm para *C. parallelus* no estuário de Canavieiras (Bahia), valor acima do comprimento de primeira maturação apresentado em Chaves e Nogueira (2019). No entanto, regular o tamanho da captura a partir de L_{50} não parece ser uma medida de manejo eficiente para espécies protândricas e hermafroditas, como os robalos. Isso ocorre porque a captura desses peixes promove alterações no recrutamento populacional da razão sexual. Portanto, além de um tamanho mínimo, um tamanho máximo de captura é recomendado para diminuir o impacto da pesca na população (Blaber et al., 2009).

Em um contexto geral, a maioria das regulamentações atuais de gestão de pesca de robalos apresenta regras conflitantes, algumas mais abrangentes e outras mais restritivas, ou até mesmo contraditórias (Freire et al., 2016; Garrone-Neto et al., 2018). Além disso, nenhuma cita o fato de o robalo ser um peixe hermafrodita protândrico sequencial (Garrone-Neto et al., 2018).

Peixes hermafroditas sequenciais apresentam desafios únicos para a avaliação e gestão de estoques (Armsworth, 2001; Alonzo e Mangel, 2005; Brooks et al., 2008). Em espécies gonocóricas, o esperado é que a pesca seletiva por tamanho afete de forma igual ambos os sexos. Por outro lado, em espécies hermafroditas, a pesca pode atingir somente um dos sexos, levando à limitação de gametas ou diminuindo o comprimento e a idade na mudança de sexo devido à remoção desproporcional de animais do sexo terminal, sendo que os efeitos da pesca podem ser dos mais diversos tipos (Provost e Jensen, 2015). Conseqüentemente, espécies de importância comercial e recreativa requerem avaliação e gestão adequadas dos estoques para garantir a sustentabilidade a longo prazo (Freitas e Abilhoa, 2017).

A utilização do L_{50} como medida mínima de captura protegeria apenas 0,46% dos juvenis da população avaliada. Por outro lado, a simulação com a utilização do L_{50} como um novo indicador na gestão, mostrou uma proteção de 42,8% da amostra, indicando uma maior proteção de juvenis e uma parcela significativa de indivíduos em transição. Molloy et al. (2007) já observavam isso em seus modelos baseados na idade de hermafroditas protândricos, onde o impacto da pesca se apresentou maior para todas as populações em que o tamanho estabelecido para a captura era menor que o comprimento na troca de sexo das espécies. O conhecimento sobre a biologia de uma espécie e principalmente sobre as suas táticas reprodutivas são importantes, pois esses atributos podem tornar uma espécie mais suscetível à sobreexploração (Coleman et al., 1996). Além disso, para espécies hermafroditas, a compreensão dos mecanismos que desencadeiam o momento da mudança de sexo também pode auxiliar na determinação de como a pressão da pesca pode afetar as proporções sexuais e a reprodução (Lowerre-Barbieri et al., 2003).

As informações apresentadas nesse trabalho podem auxiliar no estabelecimento de um gerenciamento mais eficaz das pescarias de robalos-peva de pequena escala no sudeste-sul do Brasil. A adoção do tamanho de mudança de sexo como tamanho mínimo de captura promove uma maior proteção de juvenis e uma parcela significativa de indivíduos em transição, contribuindo para a manutenção de uma proporção adequada de indivíduos reprodutivamente ativos no estoque.

REFERÊNCIAS

Adams, A. J., Horodysky, A. Z., McBride, R. S., et al. (2013). Conservation status and research needs for tarpons (Megalopidae), ladyfishes (Elopidae), and bone fishes (Albulidae). *Fish and Fisheries*, 15(2): 280–311. <https://doi.org/10.1111/faf.12017>

Aliaume, C., Zerbi, A., Joyeux, J. C., et al. (2000). Growth of Juvenile *Centropomus undecimalis* in a Tropical Island. *Environmental Biology of Fishes*. 59(3): 299–308. <https://doi.org/10.1023/A:1007662611839>

Alonzo, S. H. & Mangel, M. (2005). Sex-change rules, stock dynamics, and the performance of spawning-per-recruit measures in protogynous stocks. *Fishery Bulletin*. 103(2): 229–245.

Andrade, H., Santos, J. & Taylor, R. (2013). Life-history traits of the common snook *Centropomus undecimalis* in a Caribbean estuary and large-scale biogeographic patterns relevant to management. *Journal of Fish Biology*. 82(6): 1951–1974. <https://doi.org/10.1111/jfb.12123>

Arlinghaus, R., Matsumura, S. & Dieckmann, U. (2010). The conservation and fishery benefits of protecting large pike (*Esox lucius* L.) by harvest regulations in recreational fishing. *Biological Conservation*. 143(6): 1444–1459. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2010.03.020>

Armsworth, P. R. (2001). Effects of fishing on a protogynous hermaphrodite. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 58(3): 568–578. <https://doi.org/10.1139/f01-015>

Aschenbrenner, A., Freitas, M. O., Rocha, G. R. A., et al. (2017). Age, growth parameters and fisheries indices for the lane snapper in the Abrolhos Bank, SW Atlantic. *Fisheries Research*. 194: 155–163. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2017.06.004>

Atz, J. W. (1964). Intersexuality in fishes. In Armstrong, C. N. & Marshall, A. J. (Ed.), *Intersexuality in Vertebrates, Including Man*. London: Academic Press, pp. 145–232.

Ault, J. S., Steven, G. S., Luo, J., et al. (2008). Length-based assessment of sustainability benchmarks for coral reef fishes in Puerto Rico. *Environmental Conservation*. 35(3): 221–231. <https://doi.org/10.1017/S0376892908005043>

Babcock, E. A., Coleman, R., Karnauskas, M., et al. (2013). Length-based indicators of fishery and ecosystem status: Glover's Reef Marine Reserve, Belize. *Fisheries Research*. 147(1): 434–445. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2013.03.011>

Barcellini, V. C., Motta F. S., Martins A. M., et al. (2013). Recreational anglers and fishing guides from an estuarine protected area in southeastern Brazil: socioeconomic characteristics and views on fisheries management. *Ocean & Coastal Management*. 76: 23–29. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2013.02.012>

Beamish, R. J. & Fournier, D. A. (1981). A method for comparing the precision of a set of age determinations. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 38(8): 982–983. <https://doi.org/10.1139/f81-132>

Bertalanffy, L. (1938). A quantitative theory of organic growth (Inquiries on growth laws. II). *Human Biology*. 10(2): 181–213.

Beverton, R. J. H. (1992). Patterns of reproductive strategy parameters in some marine teleost fishes. *Journal of Fish Biology*. 41: 137–160. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.1992.tb03875.x>

Blaber, S. J. M., Brewer, D. T., Milton, D. A., et al. (1999). The life history of the protandrous tropical shad *Tenualosa macrura* (Alosinae: Clupeidae): fishery implications. *Estuarine Coastal and Shelf Science*. 49(5): 689–701. <https://doi.org/10.1006/ecss.1999.0545>

Blaber, S. J. M., Dichmont, C. M., Buckworth, R. C., et al. (2009). Shared stocks of snappers (Lutjanidae) in Australia and Indonesia: Integrating biology, population dynamics and socio-economics to examine management scenarios. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*. 15(1): 111–127. <https://doi.org/10.1007/s11160-005-3887-y>

Brooks, E. N., Shertzer, K. W., Gedamke, T., et al. (2008). Stock assessment of protogynous fish: evaluating measures of spawning biomass used to estimate biological reference points. *Fisheries Bulletin*. 106(1): 12–23.

Campana, S. E. & Thorrold, S. R. (2001). Otoliths, increments, and elements: keys to a comprehensive understanding of fish populations? *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 58(1): 30–38. <https://doi.org/10.1139/f00-177>

Campana, S. E. (2001). Accuracy, precision and quality control in age determination, including a review of the use and abuse of age validation methods. *Journal of Fish Biology*. 59(2): 197–242. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2001.tb00127.x>

Chang, W. Y. B. (1982). A Statistical Method for Evaluating the Reproducibility of Age Determination. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 39(8): 1208–1210. <https://doi.org/10.1139/f82-158>

Chaves, P. T. C. & Nogueira, A. B. (2019). Biologia reprodutiva do robalo-peva, *Centropomus parallelus* (Teleostei), na Baía de Guaratuba (Brasil). *Acta Biológica Paranaense*. 47: 69–84. <https://doi.org/10.5380/abpr.v47i0.62590>

Coleman, F. C., Koenig, C. C. & Collins, L. A. (1996). Reproductive styles of shallow-water grouper (Pisces: Serranidae) in the eastern Gulf of Mexico and the consequences of fishing spawning aggregations. *Environmental Biology of Fishes*. 47(2): 129–141. <https://doi.org/10.1007/BF00005035>

Costa e Silva, G. H., Freitas, M. O. & Abilhoa, V. (2021). Reproductive biology of the fat snook *Centropomus parallelus* Poey, 1860 (Teleostei, Centropomidae) and implications for its management in the southern Atlantic Ocean. *Journal of Fish Biology*. 99(2): 669–672. <https://doi.org/10.1111/jfb.14718>

Dal Negro, T., Santos, P. P. & Tutui, S. (2021). Coastal recreational fisheries: A case study in the southeastern Brazil. *Regional Studies in Marine Science*. 42(4): 101652. <https://doi.org/10.1016/j.rsma.2021.101652>

Diekert, F. K. (2012). Growth Overfishing: The Race to Fish Extends to the Dimension of Size. *Environmental & Resource Economics*. 52(4): 549–572. <https://doi.org/10.1007/s10640-012-9542-x>

Easter, E. E. & White, J. W. (2016). Spatial management for protogynous sex-changing fishes: a general framework for coastal systems. *Marine Ecology Progress Series*. 543: 223–240. <https://doi.org/10.3354/meps11574>

FAO. (2020). Fishery and Aquaculture Country Profiles. Brazil, 2020. Country Profile Fact Sheets. In: Fisheries and Aquaculture. <https://www.fao.org/fishery/en/facp/bra>

FAO. (2024). The State of World Fisheries and Aquaculture 2024 – Blue Transformation in action. Rome. <https://doi.org/10.4060/cd0683en>

Figueiredo-Filho, J. M., Marceniuk, A. P., Feijó, A., et al. (2021). Taxonomy of *Centropomus Lacépède*, 1802 (Perciformes: Centropomidae), with focus on the Atlantic species of the genus. *Zootaxa*. 4942(3): 301–338. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4942.3.1>

Freire, K. M. F., Tubino, R. A., Monteiro-Neto, C., et al. (2016). Brazilian recreational fisheries: current status, challenges and future direction. *Fisheries Management and Ecology*. 23(1): 276–290. <https://doi.org/10.1111/fme.12171>

Freitas, M. O. & Abilhoa, V. (2017). Reproductive biology of the tarpon snook *Centropomus pectinatus* (Perciformes, Centropomidae) in estuarine waters in the south-western Atlantic. *Journal of Fish Biology*. 91(2): 686–694. <https://doi.org/10.1111/jfb.13367>.

Froese, R. (2004). Keep it simple: three indicators to deal with overfishing. *Fish and Fisheries*. 5(1): 86–91. <https://doi.org/10.1111/j.1467-2979.2004.00144.x>

Garrone-Neto, D., Sanches, E. A., Daros, F. A. L. M., et al. (2018). Using the same fish with different rules: A science-based approach for improving management of recreational fisheries in a biodiversity hotspot of the Western South Atlantic. *Fisheries Management and Ecology*. 25(8): 253–260. <https://doi.org/10.1111/fme.12288>

Gasalla, M. A. & Gandini, F. C. (2016). The loss of fishing territories in coastal areas: the case of seabob-shrimp small-scale fisheries in São Paulo, Brazil. *Maritime Studies*. 15: 9. <https://doi.org/10.1186/s40152-016-0044-2>

Gaspare, L. & Bryceson, I. (2013). Reproductive Biology and Fishery-Related Characteristics of the Malabar Grouper (*Epinephelus malabaricus*) Caught in the Coastal Waters of Mafia Island, Tanzania. *Journal of Marine Biology*. 786589. <https://doi.org/10.1155/2013/786589>

Gonçalves, L. L. (2025). Brazil and regional fisheries management organizations - What is at stake? *Marine Policy*. 171: 106487. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2024.106487>

Gough, C. L. A., Dewar, K. M., Godley, B. J., et al. (2020). Evidence of Overfishing in Small-Scale Fisheries in Madagascar. *Frontiers in Marine Science*. 7: 317. <https://doi.org/10.3389/fmars.2020.00317>

Guiguen, Y., Cauty, C., Fostier, A., et al. (1994). Reproductive cycle and sex inversion of the seabass, *Lates calcarifer*, reared in sea cages in French Polynesia: histological and morphometric description. *Environmental Biology of Fishes*. 39(3): 231–247. <https://doi.org/10.1007/BF00005126>

Herkenhoff, M. E., Bajay, M. M. & Costamilan, C. A. V. L. R. (2023). Genetic Structure and Biodiversity in Wild *Centropomus parallelus* and in Wild and Recently

Domesticated *Centropomus undecimallis* Populations. *Life*. 13(7): 1595. <https://doi.org/10.3390/life13071595>

Hixon, M. A., Johnson, D. W. & Sogard, S. M. (2014). BOFFFFs: on the importance of conserving old-growth age structure in fishery populations. *ICES Journal of Marine Science*. 71(8): 2171–2185. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fst200>

Hoening, J.M. (1983). Empirical use of longevity data to estimate mortality rates. *Fishery Bulletin*. 81: 898–903.

Instrução Normativa n° 83, de 05 de janeiro de 2006. (2006). Estabelece normas para o uso sustentável do manguezal. Ministério do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA, Brasília, DF.

Itagaki, M. K. (2005). Potencial de recrutamento das larvas e juvenis de robalo-peva, *Centropomus parallelus* (Teleostei: Centropomidae) no sistema Cananéia-Iguape, São Paulo, Brasil (Tese de doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo. Recuperado de <https://repositorio.usp.br/item/001513624>

King, M. (1995). *Fisheries Biology, Assessment and Management*. England: Fishing News Books, Oxford.

Koutsidi, M., Tzanatos, E., Athanassios, M., et al. (2016). Fishing for function: the use of biological traits to evaluate the effects of multispecies fisheries on the functioning of fisheries assemblages. *ICES Journal of Marine Science*. 73(4): 1091–1103. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsw006>

Lana, P. C., Marone, E., Lopes, R. M., et al. (2001). The Subtropical Estuarine Complex of Paranaguá Bay, Brazil. *Ecological Studies*. 144: 131–145. https://doi.org/10.1007/978-3-662-04482-7_11

Lennox, R. J., Brownscombe, J. W., Cooke, S. J., et al. (2015). Evaluation of catch-and-release angling practices for the fat snook *Centropomus parallelus* in a Brazilian estuary. *Ocean & Coastal Management*. 113(1): 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2015.05.005>

Ley, J. A. & Allen, M. S. (2013). Modeling marine protected area value in a catch-and-release dominated estuarine fishery. *Fisheries Research*. 144: 60–73. doi: 10.1016/j.fishres.2012.10.008

Lowerre-Barbieri, S., Celles, G. D., Pepin, P., et al. (2016). Reproductive resilience: a paradigm shift in understanding spawner-recruit systems in exploited marine fish. *Fish and Fisheries*. 18(2): 282–312. <https://doi.org/10.1111/faf.12180>

Lowerre-Barbieri, S., Vose, F. E. & Whittington, J. A. (2003). Catch-and-release fishing on a spawning aggregation of common snook: Does it affect reproductive output? *Transactions of the American Fisheries Society*. 132(5): 940–952. <https://doi.org/10.1577/t02-001>

McMichael, R. H. Jr., Peters, K. M. & Parsons, G. R. (1989). Early Life History of the Snook, *Centropomus undecimalis*, in Tampa Bay, Florida. *Northeast Gulf Science*. 10(2). <https://doi.org/10.18785/negs.1002.05>

Mendonça, J.T. & Katsuragawa, M. (2001). Caracterização da pesca artesanal no complexo estuarino-lagunar de Cananéia-Iguape, SP, Brasil (1995–1996). *Acta Scientiarum Biological Sciences*. 23(2): 535–547. <https://doi.org/10.4025/actascibiolsci.v23i0.2713>

Menezes, A. A. S., Lin, C. F., Silva, C., et al. (2013). Aspectos socioeconômicos relacionados à pesca amadora de robalo (*Centropomus undecimalis* e *Centropomus parallelus*) na Baía da Babitonga, Santa Catarina, Brasil. *Revista CEPSUL - Biodiversidade e Conservação Marinha*. 3(1): 22–44. <https://doi.org/10.37002/revistacepsul.vol3.33322-44>

Milton, D. A., Chenery, S. R., Farmer, M. J., et al. (1997). Identifying the spawning estuaries of the tropical shad, terubok *Tenualosa toli*, using otolith microchemistry. *Marine Ecology Progress Series*. 153(1), 283–291. <https://doi.org/10.3354/meps153283>

Molitzas, R., Souza, U. P., Rotundo, M. M., et al. (2019). Avaliação temporal dos sistemas pesqueiros na reserva de desenvolvimento sustentável de Barra do Una (Peruíbe/SP). *Revista Geo Interações*. 3(1): 3–25.

Molloy, P. P., Goodwin, N. B., Côté, I. M., et al. (2007). Predicting the effects of exploitation on male-first sex-changing fish. *Animal Conservation*. 10: 30–38. <https://doi.org/10.1111/j.1469-1795.2006.00065.x>

Moro, P. S. (2008). Prospecção do estoque de robalo-peva (*Centropomus parallelus*) no litoral do Paraná, através da pesca esportiva (Dissertação de mestrado). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE. Recuperado de <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/18516>

Moro, P. S., Mendonça, J. T. & Motta, F. S. (2010). Diagnóstico e caracterização da pesca amadora no Complexo Estuarino-Lagunar de Iguape, Cananeia e Ilha Comprida, litoral sul do Estado de São Paulo. *Conservação Internacional*, São Paulo. Não publicado.

Motta, F. S., Mendonça, J. T. & Moro, P. S. (2016). Collaborative assessment of recreational fishing in a subtropical estuarine system: a case study with fishing guides from south-eastern Brazil. *Fisheries Management and Ecology*. 23: 291–302. <https://doi.org/10.1111/fme.12172>

Newman, S. J., Williams, A. J., Wakefield, C. B., et al. (2016). Review of the life history characteristics, ecology and fisheries for deep-water tropical demersal fish in the Indo-Pacific region. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*. 26(3): 537–562. <https://doi.org/10.1007/s11160-016-9442-1>

Ogle, D. H., Wheeler, P. & Dinno, A. (2018). FSA: Fisheries Stock Analysis. R package version 0.8.22.9000. <https://github.com/droglenc/FSA>

Pazhayamadam, D. G., Kelly, C. J., Rogan, E., et al. (2013). Self-starting CUSUM approach for monitoring data poor fisheries. *Fisheries Research*. 145(1): 114–127. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2013.02.002>

Perera-Garcia, M., Mendonza-Carranza, M., Contreras-Sánchez W., et al. (2013). Comparative age and growth of common snook *Centropomus undecimalis* (Pisces: Centropomidae) from coastal and riverine areas in Southern Mexico. *Revista de Biología Tropical*. 61(2): 807–819. <https://doi.org/10.15517/rbt.v61i2.11224>

Provost, M. M., Jenssen, O. P. (2015). The Impacts of Fishing on Hermaphroditic Species and Treatment of Sex Change in Stock Assessments. *Fisheries*. 40(11): 536–545. <https://doi.org/10.1080/03632415.2015.1093471>

Quist, M. C., Ulaski, M. E., Manuell, K. M., et al. (2023). Precision of Structures Used to Estimate Age and Growth of Apache Trout from Arizona. *Journal of Fish and Wildlife Management*. 14 (1): 188–194. <https://doi.org/10.3996/JFWM-22-021>

R Development Core Team, 2008. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna. Recuperado de <https://www.r-project.org/>

Rivas, L. R. (1986). Systematic review of the perciform fishes of the genus *Centropomus*. *Copeia*. 3: 579–611. <https://doi.org/10.2307/1444940>

Sadovy de Mitcheson, Y. & Liu, M. (2008). Functional hermaphroditism in teleosts. *Fish and Fisheries*. 9(1): 1–43. <https://doi.org/10.1111/j.1467-2979.2007.00266.x>

Secor, D. H., Dean, J. M. & Laban, E. H. (1991). Manual for otolith removal and preparation for microstructure examination. South Carolina: Baruch Institute for Marine Biology and Coastal Research, Palo Alto, California, Columbia.

Resolução SEMA nº 16, de 30 de março de 2009. (2009). Proíbe a pesca profissional e o uso de redes em determinadas áreas do litoral do Paraná. SEMA – Secretaria do Meio Ambiente do Paraná, Governo do Estado do Paraná, Curitiba, PR.

Silva, M. I., Martins, R., Sequeira, V., et al. (2024). Struggling with fish age, a comparison of otolith preparation techniques to unravel age and growth of boarfish, *Capros aper* (Linnaeus, 1758). *Scientific Reports*. 14(1): 20282. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-71209-5>

Taylor, R. G., Grier, H. J. & Whittington, J. A. (1998). Spawning rhythms of common snook in Florida. *Journal of Fish. Biology*. 53(3): 502–520. <https://doi.org/10.1111/j.10958649.1998.tb00998.x>

Taylor, R. G., Whittington, J. A. & Grier, H. J. (2000). Age, growth, maturation, and protandric sex reversal in common snook, *Centropomus undecimalis*, from the east and west coasts of south Florida. *Fishery Bulletin*. 98(3): 612–624.

Tobin, A. J., Sheaves, M. J. & Molony, B.W. (1997). Evidence of protandrous hermaphroditism in the tropical sparid *Acanthopagrus berda*. *Journal of Fish Biology*. 50: 22–33. <https://doi.org/10.1111/jfb.1997.50.1.22>

Tucker, J. W. & Warlen, S. M. (1986). Aging of Common Snook *Centropomus undecimalis* Larvae Using Sagittal Daily Growth Rings. *Northeast Gulf Science*. 8(2). <https://doi.org/10.18785/negs.0802.12>

Tucker, J. W., Landau, J. W. & Faulkner, B. E. (1985). Culinary value and composition of wild and captive common snook *Centropomus undecimalis*. *Florida Science*. 48(4): 196–200.

Tzanatos, E., Castro, J., Forcada, A., et al. (2013). Métier-Sustainability-Index (MSI25) to evaluate fisheries components: assessment of cases from data-poor fisheries from southern Europe. *ICES Journal of Marine Science*. 70(1): 78–98. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fss161>

Vaz-dos-Santos, A. M., Zavala-Camin, L. A. & Ávila-da-Silva, A. O. (2019). *Centropomus parallelus* at the Cananéia-Iguape Estuarine system. In: Vaz-dos-Santos, A. M. & Rossi-Wongtschowski, C. L. D. B. (Ed.). *Growth in fisheries resources from the Southwestern Atlantic*. São Paulo: Instituto Oceanográfico – USP, pp. 106–108.

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

Vieira, A. R. (2023). Assessment of Age and Growth in Fishes. *Fishes*. 8(10): 479. <https://doi.org/10.3390/fishes8100479>

Villegas-Hernández, H., Lloret, J. & Muñoz, M. (2015). Climate-driven changes in life-history traits of the bastard grunt *Pomadasyus incisus* (Teleostei: Haemulidae) in the north-western Mediterranean. *Mediterranean Marine Science*. 16(1): 21–30. <https://doi.org/10.12681/mms.951>

Wang, T., Masami, F., Xin, G., et al. (2019). Minimum viable population size and population growth rate of freshwater fishes and their relationships with life history traits. *Scientific Reports*. (1): 3612. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-40340-z>

Ximenes-Carvalho, M. O., Fonteles-Filho, A. A. & Paiva, M. P. (2007). Idade e crescimento do robalo-flecha, *Centropomus undecimalis* (Bloch, 1792) e do robalo-peva, *Centropomus parallelus* (Poey, 1860), no sudeste do Brasil. *Arquivos de Ciências do Mar*. 40(1): 78–88. <https://doi.org/10.32360/acmar.v40i1.6148>

Yeung, W. S. B. & Chan, S. T. H. (1987). The gonadal anatomy and sexual pattern of the protandrous sex-reversing fish, *Rhabdosargus sarba* (Teleostei: Sparidae). *Journal of Zoology*. 212(13): 521–532. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7998.1987.tb02922.x>

Young, J. M., Yeiser, B. G., Whittington, J. A., et al. 2020. Maturation of female common snook *Centropomus undecimalis*: implications for managing protandrous fishes. *Journal of Fish Biology*. 97(5): 1–15. <http://dx.doi.org/10.1111/jfb.14475>