

Artigo original / Original article

Traços da história de vida e estrutura populacional de *Citharichthys spilopterus* (Paralichthyidae): espécie fauna acompanhante no Sul do Brasil

Life history traits and population structure of *Citharichthys spilopterus* (Paralichthyidae): accompanying fauna species in Southern Brazil

Rasgos de vida y estructura poblacional de *Citharichthys spilopterus* (Paralichthyidae): especie de fauna acompañante en el sur de Brasil

Sybill Prisyła Casado-del-Castillo^{1*} , Luis Fernando Fávaro¹ 

¹Universidade Federal do Paraná-UFPR, Curitiba, Brasil

RESUMO

O estudo objetivou descrever traços da história de vida, tais como a estrutura populacional, idade, crescimento, mortalidade e a biologia reprodutiva do linguado *Citharichthys spilopterus*, em um estuário subtropical no sul do Brasil. Foram capturados 275 exemplares obtendo dados de peso total, comprimento total, amostras teciduais e peso das gônadas. Os resultados evidenciaram cinco estádios de desenvolvimento gonadal e desova parcelada, com picos reprodutivos em outubro e março. O comprimento da primeira maturação foi de 10,1 cm para fêmeas e 8,0 cm para machos, com crescimento do tipo alométrico positivo. O comprimento máximo teórico foi de 17,9 e 15,5 cm, coeficiente de crescimento de 0,43 e 0,68 ano⁻¹ e longevidade de 5,9 e 4,4 anos, para fêmeas e machos respectivamente. Predominaram os indivíduos adultos em todos os meses de coleta, exceto no mês de maio. A mortalidade total foi de 1,35 e 2,39 ano⁻¹, a mortalidade natural de 1,07 e 1,5 ano⁻¹ e a mortalidade por pesca de 0,28 e 0,89 ano⁻¹, para fêmeas e machos respectivamente. A taxa de exploração obtida foi de 0,21 e 0,37 ano⁻¹, para fêmeas e machos respectivamente, permitindo inferir que a espécie se encontra em situação de exploração adequada em relação ao estoque.

Palavras chave: peixe demersal; impacto da pesca; rede de arrasto; captura acidental

ABSTRACT

The study aimed to describe life history traits, such as population structure, age, growth, mortality, and reproductive biology of the sole *Citharichthys spilopterus*, in a subtropical estuary in southern Brazil. 275 specimens were captured, obtaining data on total weight, total length, tissue samples and gonad weight. The results showed five stages of gonadal development and split spawning, with reproductive peaks in October and March. The length at first maturation was 10.1 cm for females and 8.0 cm for males, with positive allometric growth. The theoretical maximum length was 17.9 and 15.5 cm, with growth coefficients of 0.43 and 0.68 year⁻¹ and longevity of 5.9 and 4.4 years, for females and males respectively. Adult individuals predominated in all collection months, except in May. Total mortality was 1.35 and 2.39 year⁻¹, natural mortality was 1.07 and 1.5 year⁻¹ and fishing mortality was 0.28 and 0.89 year⁻¹, for females and males respectively. The exploitation rate obtained was 0.21 and 0.37 year⁻¹, for females and males respectively, allowing us to infer that the species is in an adequate exploitation situation concerning the stock.

Keywords: demersal fish, fishing impact, trawl, bycatch

RESUMEN

El estudio tuvo como objetivo describir los rasgos de la historia de vida, como estructura poblacional, edad, crecimiento, mortalidad y biología reproductiva del linguado *Citharichthys spilopterus*, en un estuario subtropical en el sur de Brasil.

Recibido: 01/02/2024

Aceptado: 25/03/2024

Publicado: 20/04/2024

*Sybill Prisyła Casado-del-Castillo - pccbio23@gmail.com (autor de correspondencia)



©Los autores. Este es un artículo de acceso abierto, distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional

Se capturaron 275 ejemplares, obteniéndose datos de peso total, longitud total, muestras de tejido y peso de gónadas. Los resultados mostraron cinco etapas de desarrollo gonadal y desove dividido, con picos reproductivos en octubre y marzo. La longitud de primera maduración fue de 10,1 cm para las hembras y de 8,0 cm para los machos, con crecimiento alométrico positivo. La longitud máxima teórica fue de 17,9 y 15,5 cm, coeficiente de crecimiento de 0,43 y 0,68 año⁻¹ y longevidad de 5,9 y 4,4 años, para hembras y machos respectivamente. Los individuos adultos predominaron en todos los meses de recolección, excepto en mayo. La mortalidad total fue de 1,35 y 2,39 año⁻¹, la mortalidad natural fue de 1,07 y 1,5 año⁻¹ y la mortalidad por pesca fue de 0,28 y 0,89 año⁻¹, para hembras y machos respectivamente. La tasa de explotación obtenida fue de 0,21 y 0,37 año⁻¹, para hembras y machos respectivamente, lo que permite inferir que la especie se encuentra en una situación de explotación adecuada con relación al stock.

Palabras clave: peces demersales, impacto de la pesca, arrastre, captura incidental

Cómo citar / Citation: Casado-del-Castillo, S. P. & Fávoro, L. F. (2024). Traços da história de vida e estrutura populacional de *Citharichthys spilopterus* (Paralichthyidae): espécie fauna acompanhante no Sul do Brasil. *Revista Peruana de Investigación Agropecuaria*, 3(1), e55. <https://doi.org/10.56926/repia.v3i1.55>

Editor: Dr. Fred William Chu Koo 

1. INTRODUÇÃO

O linguado *Citharichthys spilopterus* (Günther, 1862) é uma espécie de pequeno porte que pertence à família Paralichthyidae e é de hábitos bentônicos, de fundos arenosos da região costeira, residente de estuários e se distribui desde New York até o sul do Brasil (Kobelkowsky e Castillo-Rivera, 2018). Esta espécie não é de alto valor comercial, porém ela é capturada para consumo de subsistência ou descartada nas capturas incidentais de outras espécies (Barreto et al., 2018). *C. spilopterus* faz parte da fauna acompanhante ou *bycatch* do arrasto camaroeiro, principalmente na captura do camarão sete-barbas *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862), atividade de grande importância econômica e que perfaz, em média, 70% dos desembarques totais de pescado no estado de Paraná, sul do Brasil (Farias et al., 2019).

A arte de pesca empregada na captura de camarão sete-barbas é de baixa seletividade e gera alta destruição de habitats e perda de biodiversidade, além da desertificação dos corpos de água devido à desagregação e movimentação de sedimento. Assim, a realização deste tipo de pesca gera um desequilíbrio populacional na maioria de espécies consideradas fauna acompanhante, pela obtenção de indivíduos jovens que nunca se reproduziram e/ou pela obtenção de exemplares adultos que são descartadas pelo seu baixo valor econômico (Pusceddu et al., 2014).

Sobre *C. spilopterus* há informação clássica sobre a dieta (Toepfer e Fleeger, 1995), alimentação (Castillo-Rivera e Kobelkowsky, 2001) e estratégias tróficas (Penha et al., 2004) da espécie. Todas elas confirmam que a espécie apresenta uma clara mudança alimentar ontogenética, passando de se alimentar com zooplânctons e copépodos, na fase juvenil, a se alimentar com pressas maiores, principalmente camarões, na fase adulta. Zárate-Hernández et al. (2012) relatam que esta espécie é predadora e abundante durante a época de chuvas com capturas maiores durante a noite. Há informação na literatura sobre a biologia reprodutiva e dinâmica populacional, com dados coletados entre março de 1900 a março de 1992 (Ferraz, et al., 2005), dados relevantes para fins de comparação com o presente estudo. Outras informações também recopiladas da literatura existente sobre a espécie trata da fecundidade (Costa et al., 2015). Algumas estratégias biológicas e ecológicas baseadas na abundância e distribuição sazonal, indicaram um ciclo de vida curto e recrutamento contínuo para a espécie, além de ser estuarino-dependente (Sánchez-Gil, et al., 2008).

Estudos recentes sobre a espécie mencionam a influência dos fatores ambientais sobre assembleia de peixes demersais, indicando que a abundância da espécie *C. spilopterus* está relacionada a gradientes eurialinos ou áreas de maior salinidade (Cardoso et al., 2023). Da mesma forma, Castilhos et al (2019) mencionam que esta espécie é menos susceptível à contaminação por metais pesados que outras espécies, porém a contaminação afeta o metabolismo. Assim também, Kobelkowsky e Castillo-Rivera (2018) estudaram a anatomia sexual de machos e fêmeas da espécie destacando as diferenças com espécies de outras famílias. Todas estas informações são relevantes para o entendimento e conhecimento da espécie, no entanto, existem ainda lacunas de informação da história de vida e dinâmica populacional atual que possam ser de utilidade para o estudo da espécie como *bycatch* e gerenciar planos de manejo para evitar o declínio populacional da espécie.

É importante considerar que espécies que compõe a fauna acompanhante ou *bycatch*, mesmo não apresentando um valor econômico, são importantes na estruturação da comunidade e manutenção da teia trófica. O descarte dessas espécies provocaria mudanças biológicas e alterações nos processos ecológicos. Desta maneira, o objetivo deste estudo foi descrever os traços da história de vida e avaliar o estado de exploração de *Citharichthys spilopterus*, espécie *bycatch* da pesca de arrasto de camarão, em área estuarina no sul do Brasil.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

O estuário baía de Guaratuba, local de realização deste estudo, está localizada sob as coordenadas 25°52'S - 48°39'O, com área aproximada de 45 Km², no litoral do estado do Paraná, no sul do Brasil (Fig. 1). A baía comunica-se com o mar por uma abertura de aproximadamente 500 m e prolonga-se continente adentro por aproximadamente 15 km no sentido leste - oeste e possui largura máxima de 5 km na direção norte-sul.

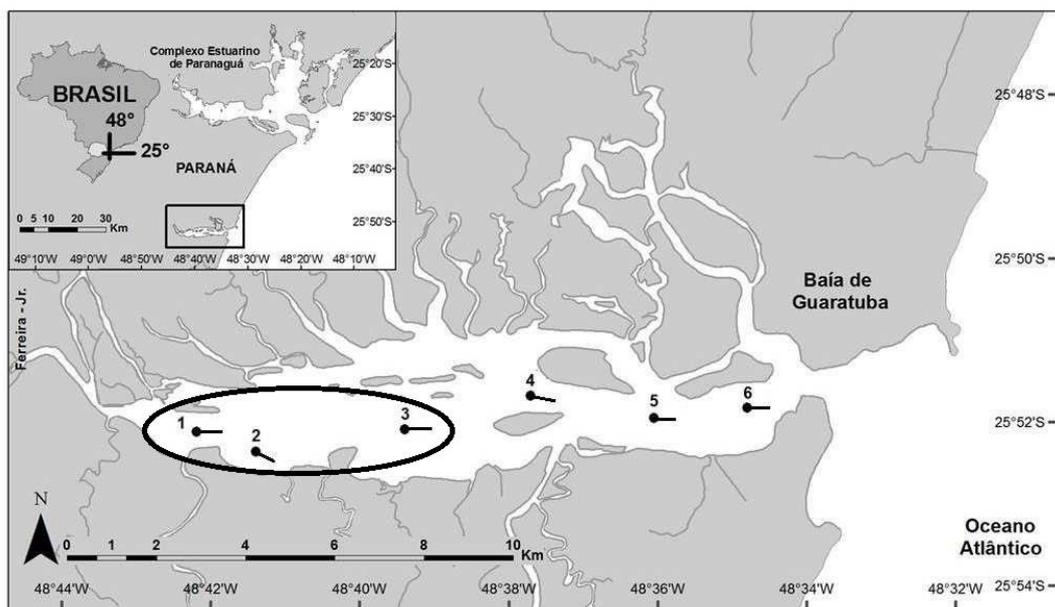


Figura 1. Área de estudo com a localização dos seis pontos amostrais ao longo do eixo leste-oeste da baía de Guaratuba, Paraná, Brasil. A área marcada indica os três pontos da região mais interna da baía que concentra a maior quantidade de exemplares coletados (Modificado de: Zanlorenzi, 2016).

Amostragem

Os fatores abióticos foram registrados mensalmente, no período entre novembro de 2012 e outubro de 2013, em seis pontos amostrais (P1 a P6) dispostos no eixo leste-oeste do estuário baía de Guaratuba, antes da coleta de material biológico. Estes fatores foram a temperatura da água, oxigênio dissolvido, pH, salinidade, transparência, profundidade e pluviosidade. As amostras de água foram coletadas do fundo, com auxílio de garrafa de Van Dorn. Dados de pH foram obtidos utilizando medidor de pH digital, com precisão 0,01; de oxigênio dissolvido, utilizando oxímetro digital de precisão 0,1; de temperatura da água, utilizando termômetro digital de precisão de 0,1°C; de salinidade, utilizando refratômetro; de profundidade, utilizando um ecobatímetro; e de transparência utilizando disco de Secchi. Os dados de pluviosidade média mensal acumulada para o período de estudo foram fornecidos pelo Sistema de tecnologia e Monitoramento Ambiental do Paraná (SIMEPAR).

Os dados abióticos foram analisados através da análise de componentes principais (PCA), buscando explorar os padrões espaciais e temporais dos pontos amostrais. Para determinar quais os eixos das componentes principais que seriam retidas para a interpretação, foi utilizado o modelo de Broken-Stick. De acordo com o critério deste modelo, somente os eixos com autovalores superiores aos gerados pelo modelo devem ser interpretados. Para o análise da PCA foi utilizado o programa Rstudio.

A coleta do material biológico foi realizada nos mesmos seis pontos amostrais onde foram registrados os dados abióticos. Entretanto, a obtenção de *Citharichthys spilopterus* se concentrou em três pontos na região mais interna da baía de Guaratuba, correspondendo a 99% do total coletado, como indicado na figura 1.

Para a captura dos exemplares foi utilizado rede de arrasto de porta com 8,0 m de boca com malha de 2,5 cm entre nós adjacentes nas mangas, 7,0 m de ensacador com malha de 1,2 cm entre nós opostos e portas com aproximadamente 8,0 kg. Em cada ponto amostral foi realizado um arrasto com duração de 10 minutos e a profundidade da área de coleta variou de 1,6 a 4,8 m.

A obtenção dos exemplares foi realizada mediante a autorização do Instituto Ambiental do Paraná (IAP), através da licença de nº IAP 456.12, e do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, através da licença de nº SISBIO/ICMBio: 36818-1.

Os exemplares coletados foram sacrificados por secção medular. Aleatoriamente, 30 indivíduos foram analisados por ponto amostral em cada mês de coleta, sendo o excedente contabilizado e pesado como biomassa. Os espécimes analisados tiveram registrados os dados morfométricos de comprimento total (cm), peso total (g) e peso das gônadas (g).

Biologia reprodutiva

O sexo e o desenvolvimento gonadal foram, inicialmente, determinados macroscopicamente e, posteriormente, confirmados através de análise histológica das gônadas, conferindo maior confiabilidade aos resultados. As lâminas histológicas foram confeccionadas pelo processo histológico de rotina, sendo o material biológico fixado em ALFC (80% de álcool, 15% de formol

absoluto, 5% de ácido acético) posteriormente incluído em parafina e corados com Hematoxilina-Eosina.

As análises microscópicas, utilizadas para a determinação dos estádios do desenvolvimento gonadal, para fêmeas e machos, resultaram nas mesmas escalas de maturidade já estabelecidas nos estudos realizados em estuário subtropical no sul do Brasil (Possamai e Favaro, 2015) as quais foram baseados e adaptados dos estudos realizados por Brown-Peterson et al. (2011).

A relação entre os fatores abióticos e os estádios de desenvolvimento da espécie foi verificada através da importância das variáveis ambientais na distribuição mensal dos estádios de maturação gonadal. Isto foi quantificado pela ordenação direta de gradientes na análise de correspondência canônica (CCA). A significância das variáveis ambientais foi obtida através da rotina envfit que obtêm uma medida de r^2 para cada variável e através de um procedimento de aleatorização (999 permutações), definindo a significância para os eixos em conjunto. Todas as análises foram realizadas no software R (R Development Core Team 2009).

O índice gônado-somático (IGS) foi determinado para cada exemplar, pela fórmula de Vazzoler (1996):

$$\text{IGS} = (\text{Pg}/\text{Pt}) \times 100$$

Onde, Pg é o peso das gônadas e Pt representa o peso total dos indivíduos.

A partir da determinação do IGS individual foi determinado o IGS médio mensal para a confecção da curva de maturação, para sexos separados. A distribuição da frequência percentual mensal dos estádios de desenvolvimento gonadal foi realizada para cada sexo a partir da caracterização histológica das gônadas.

Para avaliar o período de maior energia destinada ao processo reprodutivo foi necessária a determinação do fator de condição total (K) e do fator de condição somático (K'), respectivamente, através das expressões:

$$K = \text{Pt}/\text{Ct}^b \text{ e } K' = \text{Pc}/\text{Ct}^b,$$

Sendo Ct o comprimento total, Pt o peso total, Pc o peso total do exemplar excetuando-se o peso das gônadas e o b corresponde ao coeficiente de alometria, determinado através da relação peso-comprimento (Vazzoler, 1981).

Para a determinação do comprimento da primeira maturação (L_{50}) e comprimento máximo de maturação (L_{100}), foram considerados indivíduos jovens somente aqueles com as gônadas imaturas e adultos os indivíduos com gônadas nos demais estádios de desenvolvimento gonadal (Oliveira e Favaro, 2011). A determinação ocorreu pelo uso da expressão:

$$Fr = 1 - (e^{-a \cdot Lm^b}),$$

Sendo Fr a frequência relativa de indivíduos adultos; e a base do logaritmo neperiano, a e b os coeficientes estimados pelo método dos mínimos quadrados, transformando as variáveis envolvidas; e Lm = ponto médio das classes de comprimento.

A proporção sexual mensal e por classe de tamanho foi determinada pela distribuição de frequência absoluta e analisada pelo teste de qui-quadrado (χ^2), a um nível de significância de 0,05 ($\chi^2 > 3,84$).

Idade e crescimento

A relação entre comprimento total (Ct) e peso total (Pt) foi estimada, para sexos separados, através da equação:

$$Pt = aCt^b,$$

Onde a é o coeficiente linear e o b é o coeficiente de alometria.

O peso e comprimento dos exemplares foram utilizados para calcular a idade e crescimento dos exemplares. A curva de crescimento a ser estudada para a espécie *C. spilopterus* seguiu o modelo de crescimento tradicional a partir da distribuição de comprimento (Vazzoler, 1981):

$$L_t = L_{inf}(1 - e^{-k(t-t_0)})$$

Onde, L_t o comprimento dos indivíduos na idade (t) em anos, L_{inf} o tamanho máximo assintótico (cm) que o peixe pode atingir, k é o coeficiente de crescimento (ano^{-1}) e t_0 é a idade teórica (anos) no comprimento zero. Os parâmetros L_{inf} e k foram estimados usando a rotina ELEFAN I (Análise Eletrônica de Frequência de Comprimento) contida no Programa FAO-ICLARM *Stock Assessment Tools* – FISAT II. A longevidade ou idade máxima ($T_{0,95}$) em anos, definida como o tempo que o indivíduo leva para alcançar 95% do L_{∞} , foi estimada a partir da fórmula:

$$T_{0,95} = 3/k$$

A proporção de jovens e adultos foi realizada pela distribuição de frequência absoluta e analisada pelo teste de qui-quadrado (χ^2) e nível de significância de 0,05 ($\chi^2 > 3,84$).

Taxa de mortalidade e probabilidade de captura

As taxas de mortalidade foram calculadas segundo a rotina ELEFAN II contida no Programa FAO-ICLARM *Stock Assessment Tools* – FISAT II, através dos seguintes métodos segundo Pauly (1980): mortalidade total (Z) usando os dados de distribuição de frequência por classe de comprimento e os parâmetros de crescimento obtidos, L_{inf} e k ; a mortalidade natural (M), relacionada com a temperatura média da água (T) e com os parâmetros de crescimento foi calculada a partir da equação:

$$\log(M) = -0,0066 - 0,279 * \log(L_{inf}) + 0,6543 * \log(k) + 0,4634 * \log(T)$$

Tanto o Z e o M foram requeridos para calcular as probabilidades de captura ($C_{25\%}$, $C_{50\%}$ e $C_{75\%}$) a partir da curva de captura por comprimento, no programa FISAT II, inserido na rotina de Estimativa de Mortalidade, pelo método de curva de captura linearizada a partir do comprimento.

3. RESULTADOS

Dados ambientais

Todos os parâmetros ambientais foram mensurados para realizar a PCA, porém verificou-se que a transparência e a pluviosidade acumulada não apresentaram boa relação com os pontos amostrais

e foram retirados da análise para a obtenção de uma melhor explicação dos dados, evitando ruídos. A PCA, aplicada aos dados ambientais, representou 78% da variabilidade total, indicando a existência de segregações espaciais e temporais para os pontos amostrais analisados.

De acordo com o critério de Broken-Stich (BS), apenas o eixo 1 foi significativo e retido na análise, representando uma variação de 56% dos dados. As variáveis pH, salinidade e oxigênio dissolvido foram as mais correlacionadas com o eixo, evidenciando a formação de um gradiente espacial no sentido oeste-leste. O eixo 2 da PCA, apesar de não atender o critério BS para explicar a variação dos dados, representou uma variação de 22%, sendo a temperatura a variável mais correlacionada com o eixo. Essa variável foi negativamente correlacionada com o eixo 2 da PCA, mostrando uma tendência na formação de sazonalidade do ambiente.

Tabela 1.

Autovalores da análise de componentes principais (PCA) e autovalores calculados pelo modelo de Broken-Stich, com a variação explicada para cada eixo. Abaixo, correlação das variáveis ambientais nos eixos 1 e 2 da PCA, realizada a partir dos dados ambientais coletados no eixo leste-oeste da baía de Guaratuba, Paraná, Brasil. Em negrito as variáveis mais correlacionadas em cada eixo da PCA

	Axis 1	Axis 2
Autovalores	2,801	1,097
Broken – Stich	2,283	1,283
Varição explicada	56,0%	22,0%
Autovetores		
O ₂ dissolvido (mg/l)	0,7762	0,2914
pH	0,8798	-0,0095
Salinidade (%)	0,8594	0,2514
Temperatura (°C)	0,3712	-0,7894
Profundidade (m)	0,4687	0,4294

Fonte: Zanlorensi (2016)

Os menores valores de temperatura ocorreram entre julho e outubro, quando também foram observados os maiores valores de oxigênio dissolvido. A correlação de Pearson detectou que a temperatura foi negativamente correlacionada com o oxigênio da água ($r = 0,64$; $p < 0,05$).

Amostragem

Um total de 275 exemplares da espécie *C. spilopterus* foram coletados, com valores médios de comprimento total de 18,6 cm (desvio padrão = $\pm 4,4$) e 17,5 cm (desvio padrão = $\pm 3,4$) para fêmeas e machos, respectivamente. O peso total médio foi de 67,2 g (desvio padrão = $\pm 42,0$) e 52,2 (desvio padrão = $\pm 30,8$), respectivamente para fêmeas e machos.

Biologia reprodutiva

O desenvolvimento microscópico ovariano e testicular de *C. spilopterus* foi caracterizado, através da análise histológica das gônadas, em cinco estádios: Imaturo (A), em desenvolvimento (B), maduro (C), Semi-Desovado (SD)/Semi-Espermiado (SE) e, pós-Desovado (D)/pós-Espermiado (E) (fêmeas/machos).

Gônadas imaturas (A) são observadas exclusivamente em indivíduos jovens, os quais nunca participaram do ciclo reprodutivo. Fêmeas jovens possuem os ovários com lamelas ovígeras organizadas, constituídas por grande quantidade de ovogônias e folículos ovarianos pré-vitelogênicos (ausência de inclusões citoplasmáticas). Os machos jovens possuem nos testículos túbulos seminíferos com luz reduzida, caracterizados pela presença abundante de espermatogônias.

Ovários em desenvolvimento (B) são caracterizados histologicamente por apresentarem folículos ovarianos em diferentes fases de desenvolvimento, contendo além de ovócitos pré-vitelogênicos, ovócitos em diferentes fases de vitelogênese (presença de inclusões citoplasmáticas: vesículas citoplasmáticas e grânulos de vitelo). Em fase avançada de desenvolvimento pode-se observar folículos ovarianos com ovócitos totalmente desenvolvidos, inclusive com a migração do núcleo para a periferia do citoplasma. Nos machos, os testículos em desenvolvimento (B) se caracterizam por conter diferentes tipos celulares da linhagem espermática (espermatócitos, espermátides e reduzida quantidade de espermatozoides).

O estágio maduro (C) representa o maior grau de desenvolvimento das gônadas. Os ovários maduros são caracterizados pela abundância de folículos ovarianos com ovócitos volumosos, repletos de vitelo e com migração nuclear. Neste estágio ovariano ocorre a hidratação pré-ovulatória (hialinização), característica de peixes estuarino/marinho. Os testículos maduros são caracterizados pela abundância de espermatozoides e diminuição no número dos outros tipos celulares da linhagem germinativa masculina.

Ovários no estágio semi-desovado (SD) são caracterizados por apresentarem ovócitos pré-vitelogênicos em reduzida quantidade, predomínio de ovócitos em diferentes fases de vitelogênese e folículos pós-ovulatórios. Este estágio determina a desova parcelada para a espécie. Testículos semi-espermiados (SE) são caracterizados por apresentarem a quantidade de espermatozoides diminuída na luz dos túbulos seminíferos, em relação à quantidade observada nos testículos maduros. Poucas células da linhagem espermática estão associadas aos espermatozoides neste estágio de desenvolvimento testicular e espaços vazios são observados na luz dos túbulos seminíferos.

Ovários no estágio Pós-Desovado (D) se caracterizam, histologicamente, por apresentarem lamelas ovígeras desorganizadas, contendo ovócitos pré-vitelogênicos associados com folículos pós-ovulatórios. Entretanto, a observação de folículos pós-ovulatórios depende da velocidade na reabsorção destas estruturas, que pode variar para diferentes espécies. Os machos com testículos Pós-Espermiados (E) apresentam os túbulos seminíferos com luz ampla, contendo poucos espermatozoides, com espermatogônias associadas à parede dos túbulos. Para as gônadas femininas e masculinas, após o período de liberação dos gametas ocorre uma desorganização na estrutura das gônadas, as quais se reestruturam posteriormente para iniciar um novo ciclo reprodutivo. Assim, neste estudo, nos estádios D e E estão incluídos os estádios de Regressão e Regeneração, descritos por Brown-Peterson *et al.* (2011).

Através da análise de agrupamento constatou-se a influência das variáveis ambientais sobre a distribuição mensal dos estádios de maturação gonadal.

Os dois primeiros eixos da CCA explicaram 58 e 74% da variação na distribuição, para fêmeas e machos, respectivamente. Foram consideradas as variáveis mais significativas, para fêmeas, a temperatura, e para machos o pH, a transparência e a profundidade (Tabela 3).

A maior ocorrência de fêmeas com ovários imaturos e pós-desovados (SD) foi nos meses de maio e junho, correspondente ao final do outono, período relacionado com valores médios de temperatura (20,7°C). A maior ocorrência de machos em estágio em desenvolvimento (B) foi nos meses de janeiro e fevereiro, meses com alto valor de pH, e machos em estágio semi-espermiado (SE) ocorreram entre novembro e dezembro, época com altos valores de transparência. Machos em estágio pós-espermiado (E) ocorreu entre maio e junho, época com altos valores de profundidade (Fig. 9). Fêmeas em estágio B, C e SD e machos nos estádios A e C não apresentaram relação significativa com as variáveis ambientais.

Tabela 2.

*Resultado da análise de correspondência canônica (CCA) dos estádios de maturidade gonadal de fêmeas e machos de *Citharichthys spilopterus* com as variáveis ambientais da baía de Guaratuba, sul do Brasil. * = significativo a $\alpha = 0,05$*

Variáveis ambientais	Fêmeas			Machos		
	Eixo 1	Eixo 2	r ²	Eixo 1	Eixo 2	r ²
pH	-0,03	0,44	0,13	-0,74	0,31	0,54*
Transparência	-0,08	-0,22	0,02	0,46	-0,59	0,50*
Temperatura	-0,53	0,59	0,58*	-0,21	-0,44	0,23
Oxigênio dissolvido	-0,01	-0,31	0,05	0,55	-0,06	0,26
Salinidade	0,51	0,22	0,16	0,19	0,31	0,12
Profundidade	0,79	0,39	0,39	0,41	0,56	0,44*
Explicação (%)	40	18		39	25	-
Estádios gonadais	Eixo 1	Eixo 2		Eixo 1	Eixo 2	
Imaturo (A)	2,84	0,59	-	-0,32	0,89	-
Em desenvolvimento (B)	-0,21	0,01	-	-2,73	-0,09	-
Maduro (C)	-0,09	0,34	-	-0,47	0,01	-
Semi-desovado (SD)	-0,87	0,28	-	-	-	-
Semi-espermiado (SE)	-	-	-	0,42	-2,24	-
Pós-desovado (D)	0,95	-1,49	-	-	-	-
Pós-espermiado (E)	-	-	-	0,71	1,36	-

Através da análise da curva de maturação (figura 2) observou-se o aumento nos valores do IGS médio no período de outubro a março, com os maiores valores nos meses de novembro e março, para ambos os sexos. A frequência mensal dos estádios gonadais (figura 3) corrobora os resultados obtidos pela curva de maturação, indicando no mesmo período de altos valores de IGS médio as maiores frequências de gônadas em atividade reprodutiva, sendo, ovários maduros e semidesovados e testículos maduros e semi-esgotado. Assim, caracterizamos o período reprodutivo da espécie ocorrendo de outubro a março com desova do tipo parcelada.

As análises da curva de maturação e da distribuição mensal dos estádios gonadais, ainda, evidenciaram que após o período reprodutivo, os valores de IGS médio mensal diminuí e aumenta a frequência de fêmeas pós-desovadas, machos pós-espermiados e de indivíduos jovens.

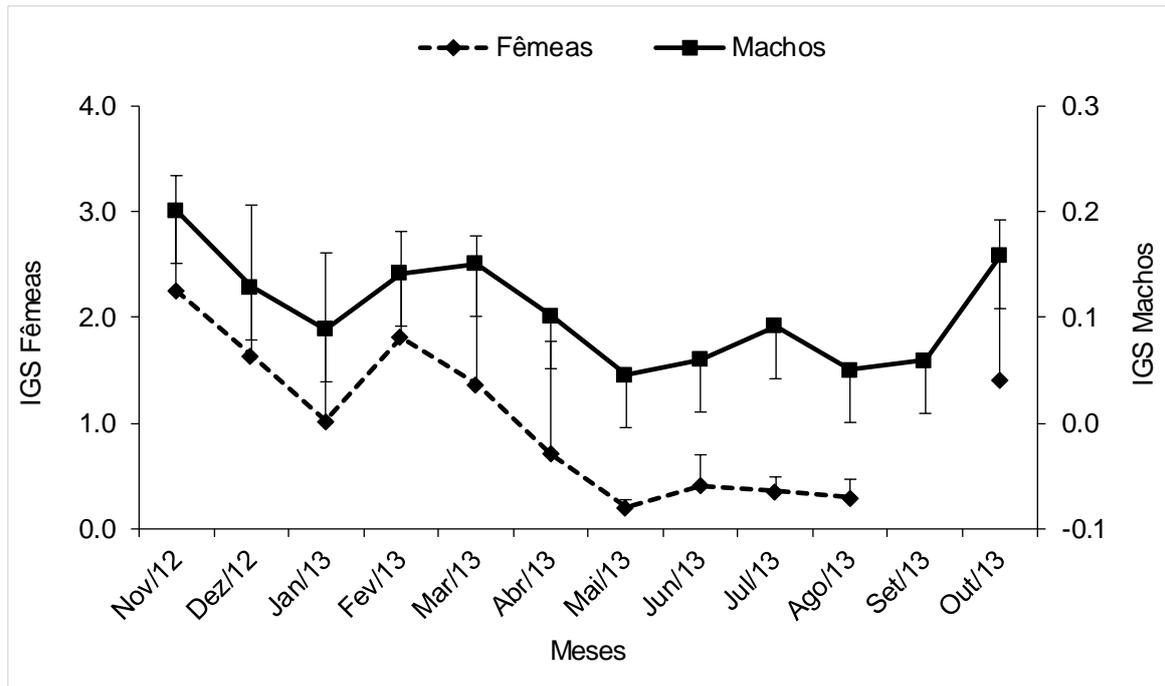
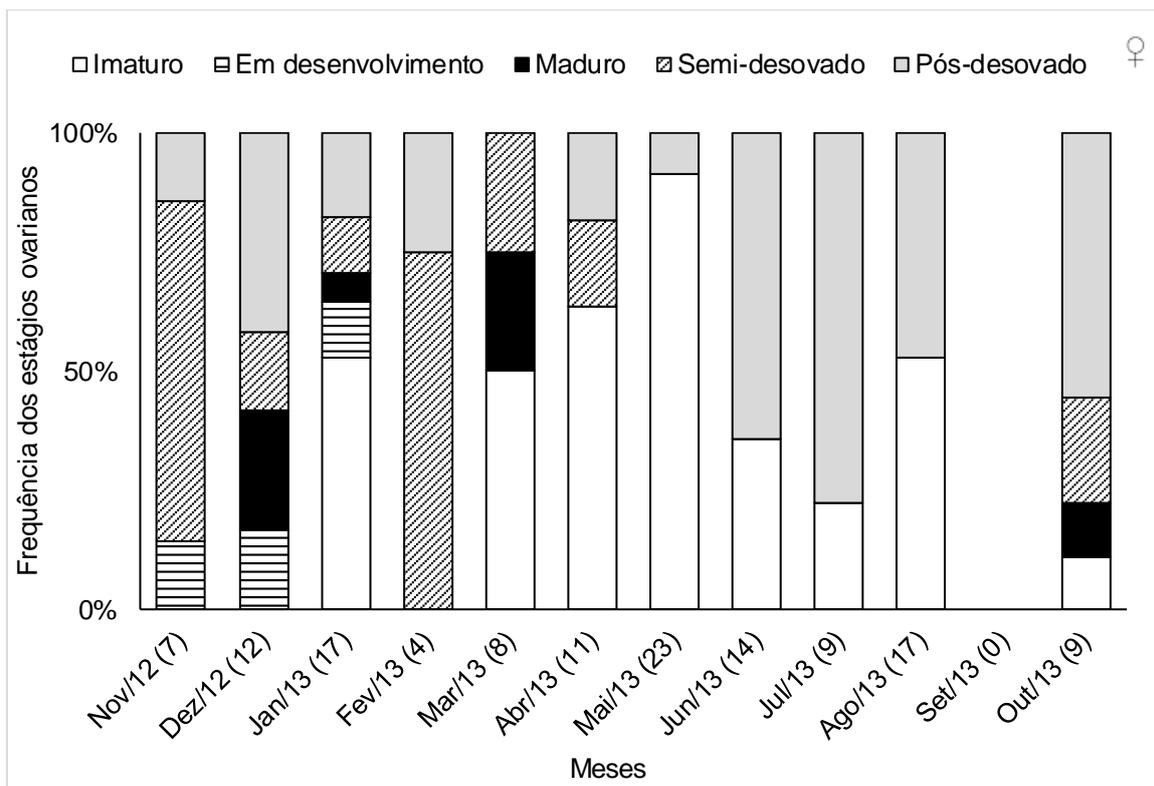


Figura 2. Curva de maturação de fêmeas e machos de *Citharichthys spilopterus* coletados entre novembro de 2012 e outubro de 2013 na baía de Guaratuba, sul do Brasil.



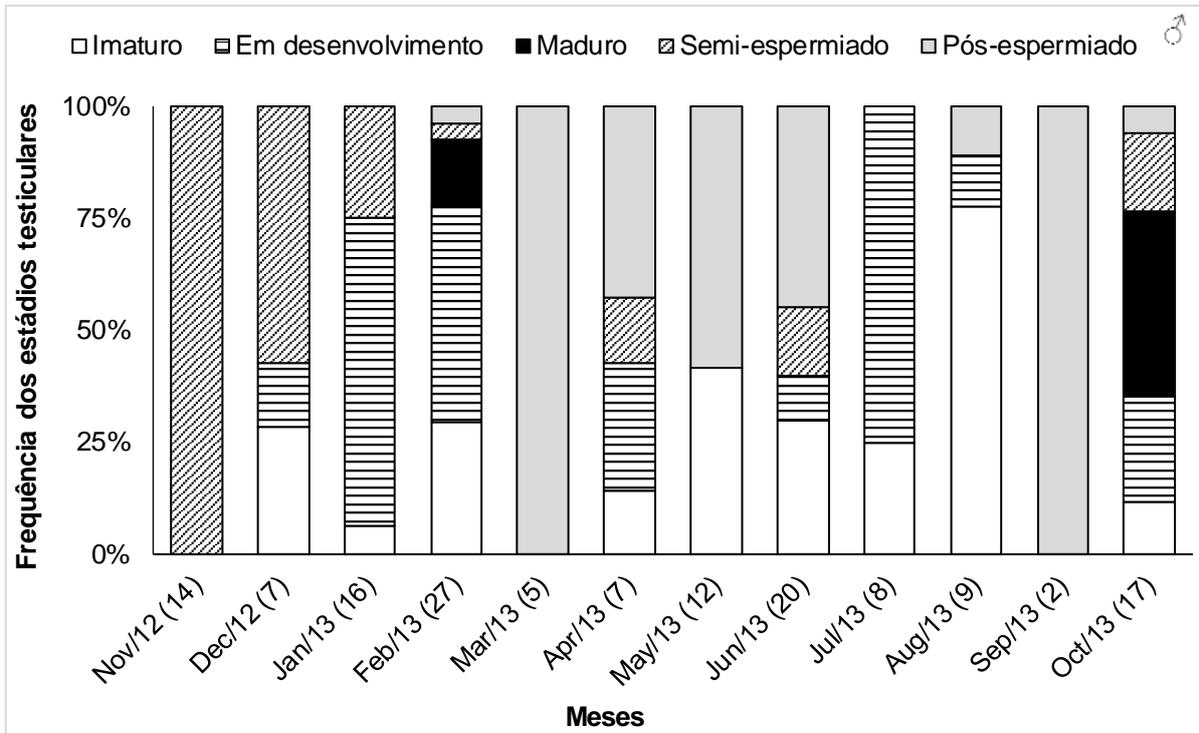
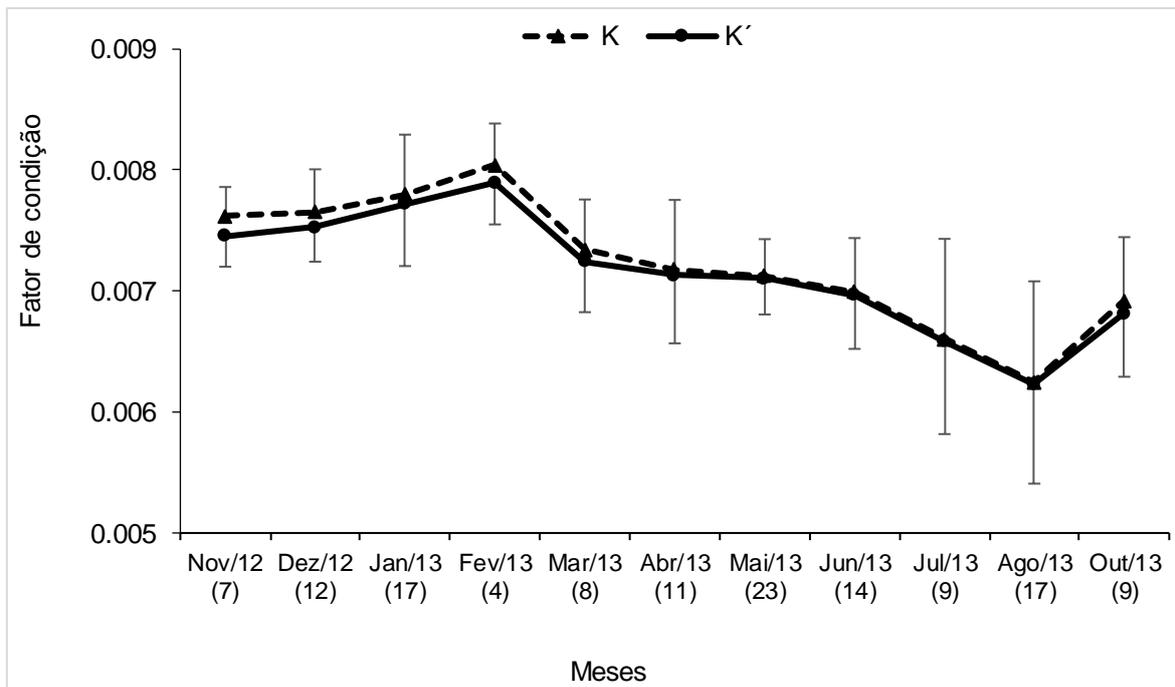


Figura 3. Estádios de maturidade de fêmeas (♀) e machos (♂) da espécie *Citharichthys spilopterus* capturada na baía de Guaratuba, Paraná (entre parenteses a quantidade de indivíduos coletados por mês).

Ficou evidenciado, através da análise gráfica, que o período em que ocorre aumento no valor do IGS médio, para fêmeas, corresponde ao período de maior gasto energético, caracterizado pela maior diferença entre os valores médios mensais de K e K' (figura 4), corroborando assim os resultados obtidos anteriormente.



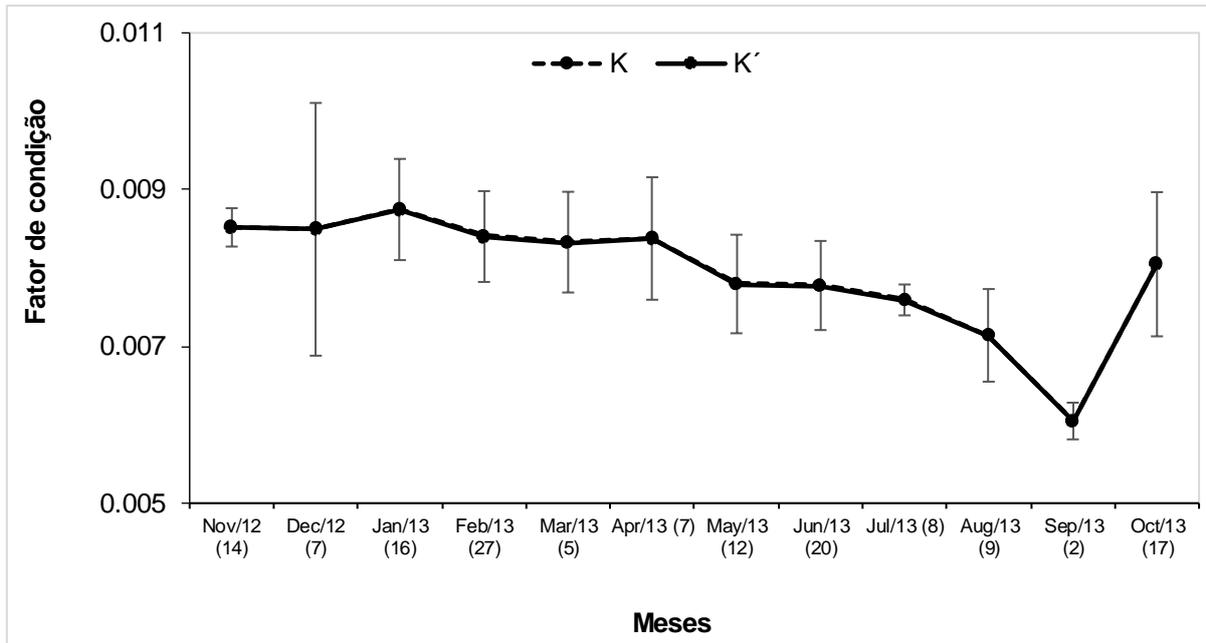
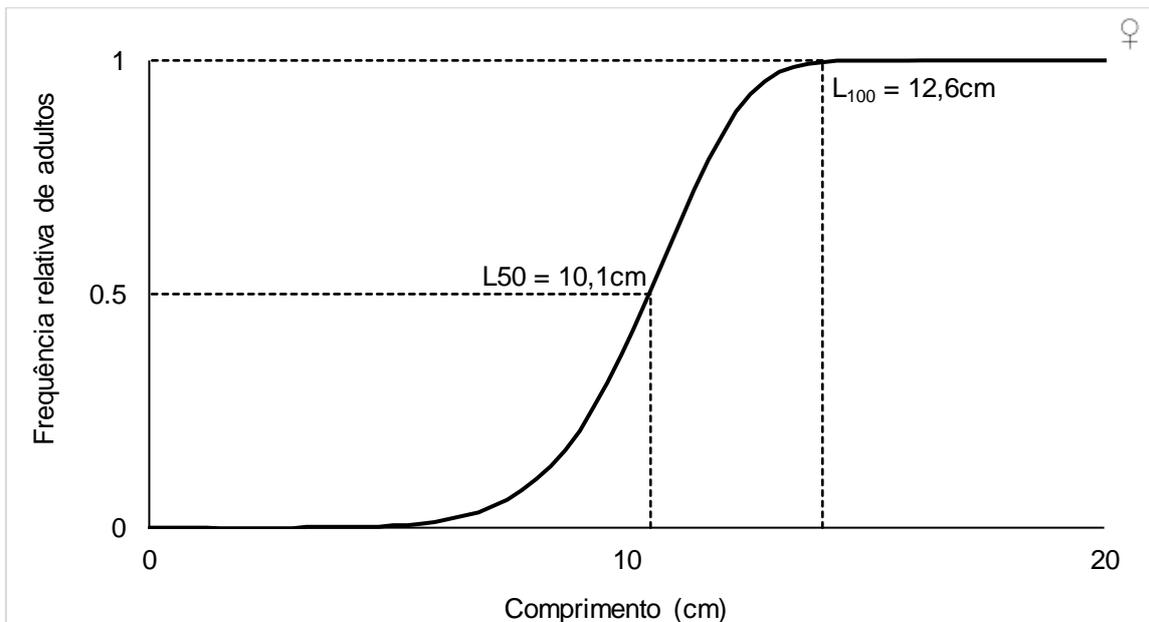


Figura 4. Fator de condição total (K) e somático (K') de fêmeas (♀) e machos (♂) de *Citharichthys spilopterus* coletados entre novembro de 2012 e outubro de 2013 na baía de Guaratuba, Paraná (entre parenteses a quantidade de indivíduos coletados por mês).

O comprimento de primeira maturação (L_{50}) foi de 10,1 cm para fêmeas e de 8 cm para machos de *C. spilopterus*. Fêmeas e machos, respectivamente, a partir de 12,6 cm e 11,7 cm são adultos, com possibilidade de reprodução (figura 5). A determinação do L_{50} e L_{100} é um importante critério para ser utilizado no manejo da pesca. Segundo o gráfico de Von Bertalanffy (figura 6) o L_{50} é atingido na idade de dois anos para fêmeas e um ano para machos (A_{50}).



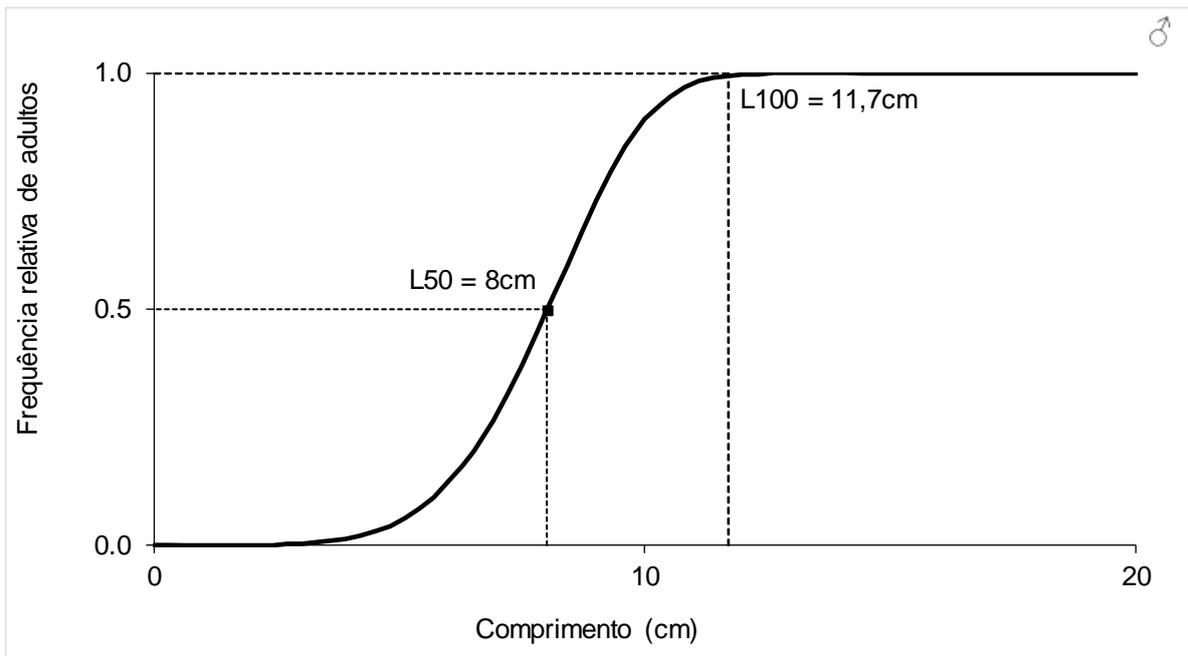


Figura 5. Comprimento de primeira maturação (L_{50}) e o comprimento máximo de maturação (L_{100}) estimada de fêmeas (♀) e machos (♂) de *Citharichthys spilopterus*.

Idade e crescimento

A relação peso-comprimento caracterizou o crescimento do tipo alométrico positivo ($b > 3$) para ambos os sexos, confirmados pelas expressões $L_t = 0,007Pt^{3,07}$ e $L_t = 0,008Pt^{3,04}$, respectivamente para fêmeas e machos. A obtenção do comprimento assintótico (L_{∞}) e do coeficiente de crescimento (k) possibilitou a determinação da curva de crescimento para cálculo da idade, por sexos separados, sendo está representada pela expressão $L_t = 17,9 (1 - e^{-0,43(t-t_0)})$ e $L_t = 15,5 (1 - e^{-0,68(t-t_0)})$ para fêmeas e machos, respectivamente (figura 6).

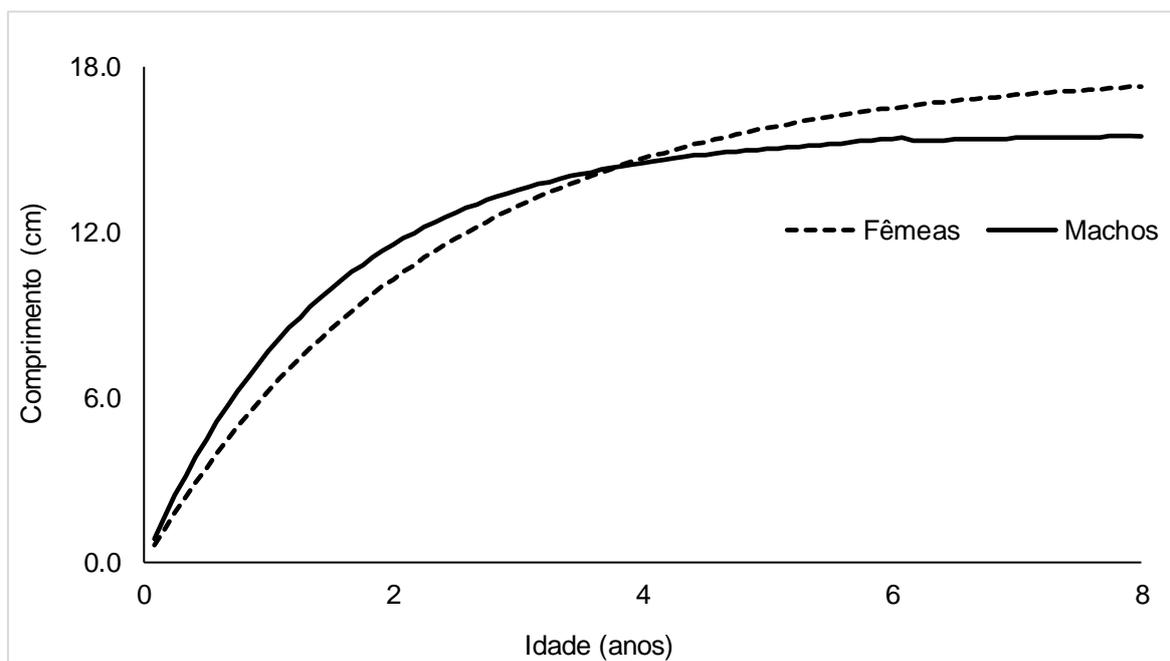


Figura 6. Curva de crescimento do comprimento (cm) em função da idade de fêmeas e machos de *Citharichthys spilopterus*.

No ambiente estudado foram obtidas fêmeas com idades variando entre quatro meses a seis anos e machos com idade entre oito meses a quatro anos. Para fêmeas, apenas 2% da população foram exemplares menores de um ano, 52% com até dois anos, 31% até três anos e 15% maiores de três anos de idade. Para machos, 19% da população foram exemplares menores de um ano, 69% de até dois anos e 12% maiores de dois anos de idade.

Tabela 3.

*Parâmetros da estrutura da população utilizados na determinação dos traços da história de vida do *Citharichthys spilopterus*, no estuário de Guaratuba, região sul do Brasil*

Sexo	N	Ct _{min}	Ct _{max}	Pt _{min}	Pt _{max}	L _∞	K	T _{0,95}	valor de b
Fêmeas	131	2,2	16,8	1,9	46,4	17,9	0,43	5,9	b = 3,07
Machos	144	4,8	14,5	1,3	27,8	15,5	0,68	4,4	b = 3,04

Observação: Número de exemplares (n), Comprimento total mínimo em cm (Ct_{min}), Comprimento total máximo em cm (Ct_{max}), Peso total mínimo em g (Pt_{min}), Peso total máximo em g (Pt_{max}), Comprimento assintótico em cm (L_∞), Coeficiente de crescimento (K), Longevidade (T_{0,95}) e valor de b da relação peso-comprimento.

A quantidade de jovens coletados (n=97) correspondeu a 35% do total, capturados durante todo o ciclo reprodutivo, porém, predominando os indivíduos adultos (n=178) em todos os meses de coleta, exceto no mês de maio, com maior ocorrência de jovens ($\chi^2 > 3,84$; df=1; p<0,05) (figura 7).

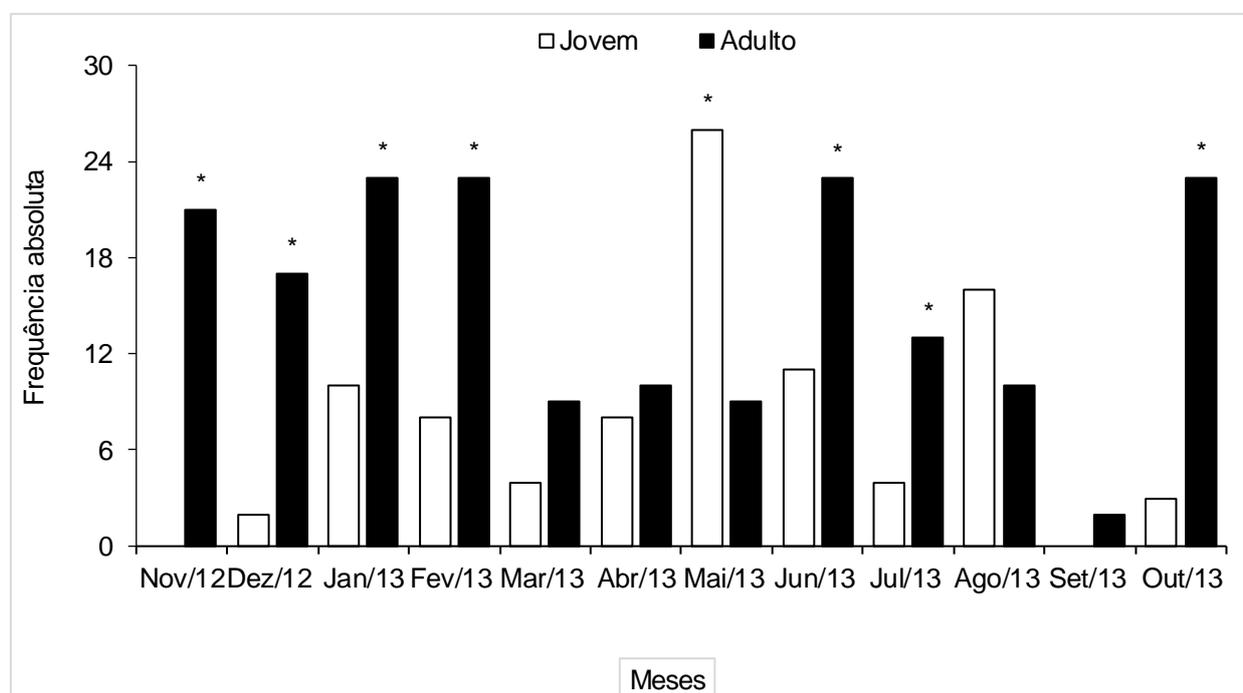


Figura 7. Proporção mensal determinada pela distribuição da frequência absoluta de jovens e adultos de *Citharichthys spilopterus* capturados na baía de Guaratuba, sul do Brasil (* = diferença significativa)

A proporção sexual registrou diferença significativa entre os sexos somente no mês de fevereiro, com o predomínio de machos sobre as fêmeas (figura 8). Entretanto, na proporção sexual por classe de comprimento ($\chi^2 > 3,84$; df=1; p<0,05), predominaram os machos sobre as fêmeas nas menores classes (comprimento médio = 6,2 e 8,9cm) e as fêmeas sobre os machos nas maiores classes de comprimento (figura 9).

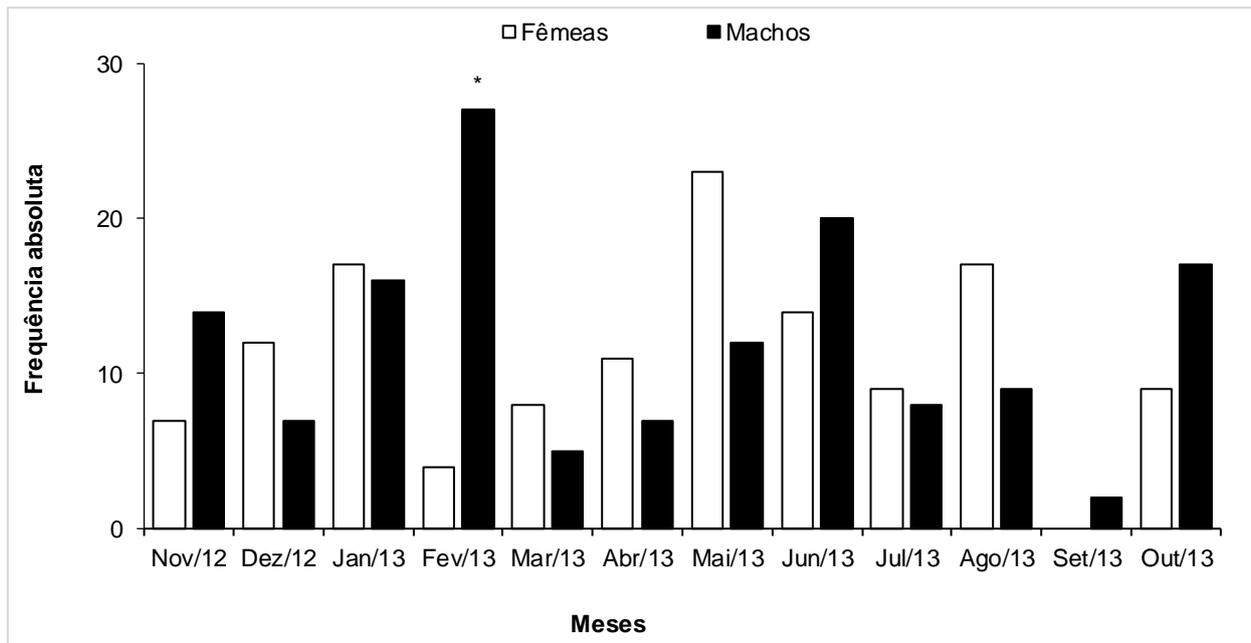


Figura 8. Proporção sexual mensal determinada pela distribuição da frequência absoluta de fêmeas e machos de *Citharichthys spilopterus* na baía de Guaratuba, sul do Brasil (* = diferença significativa)

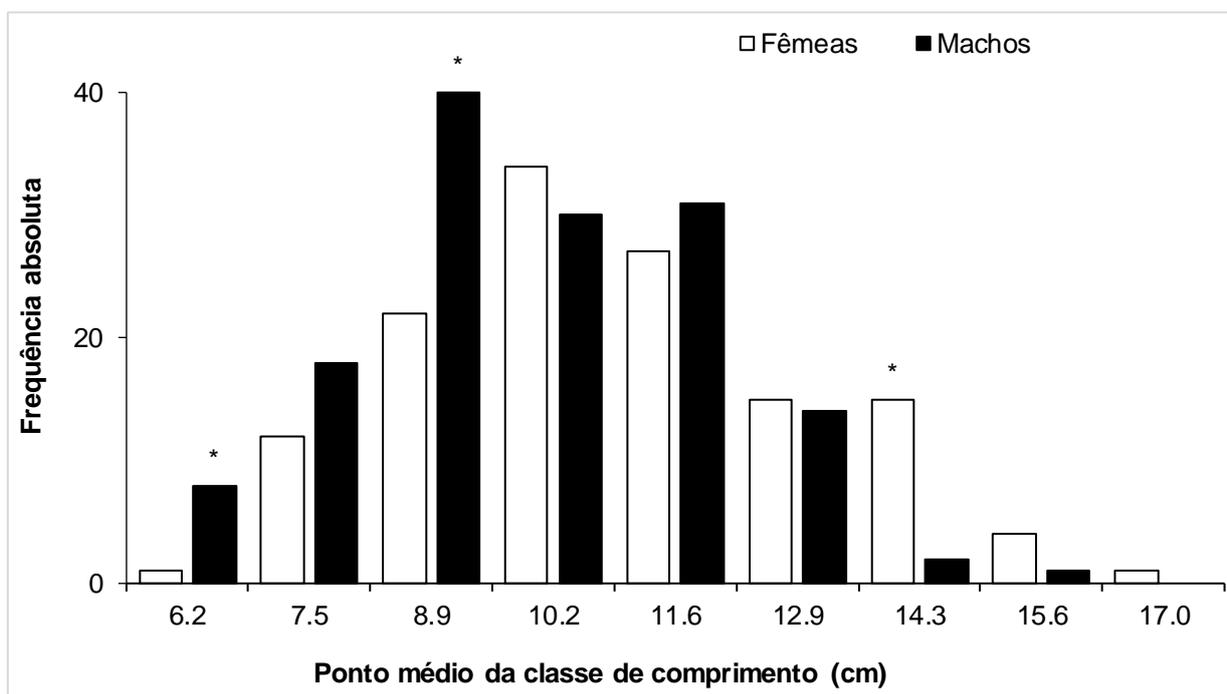


Figura 9. Proporção sexual por classe de comprimento determinada pela distribuição da frequência absoluta de fêmeas e machos de *Citharichthys spilopterus* na baía de Guaratuba, sul do Brasil (* = diferença significativa)

Mortalidade e probabilidades de captura

As taxas de mortalidade e as probabilidades de captura da espécie, foram calculados para sexos separados e estão apresentadas na Tabela 4. A probabilidade de captura (25%, 50% e 75%) identificou que a pesca de arrasto captura em alta quantidade indivíduos jovens, principalmente fêmeas.

Tabela 4.

*Parâmetros de mortalidade (ano⁻¹) e probabilidades de captura (cm) utilizados na determinação dos traços da história de vida de *Citharichthys spilopterus*, no estuário de Guaratuba, região sul do Brasil*

Sexo	Z	M	F	C_{25%}	C_{50%}	C_{75%}
Fêmeas	1,35	1,07	0,28	9,05	11,02	12,32
Machos	2,39	1,50	0,89	8,47	9,51	10,59

Observação: Taxa de mortalidade total (Z), Taxa de mortalidade natural (M), Taxa de mortalidade por pesca (F), probabilidade de captura (C_{25%}, C_{50%}, C_{75%}).

4. DISCUSSÃO

Chaves (2022) menciona a preocupação na pesca comercial com o tamanho dos organismos capturados incidentalmente, ou seja, a morte dos primeiros estágios dos recursos que teriam valor comercial ao atingirem a idade adulta. Este problema está frequentemente associado à pesca de arrasto, devido à menor seletividade de tamanho desta arte de pesca em comparação com as redes de emalhar.

Os dados de captura de *C. spilopterus* revelaram que aproximadamente 65% da população capturada corresponderam a indivíduos adultos, machos e fêmeas. Considerando que o número de captura de indivíduos jovens é bastante expressivo, quando utilizado este petrecho de pesca, o refinamento das análises indicou uma incidência de captura diferenciada entre os sexos.

Os parâmetros analisados neste estudo evidenciaram que as fêmeas atingem comprimentos e idades maiores que os machos, porém os machos crescem mais rápido, e atingem o comprimento da primeira maturação (L₅₀) no primeiro ano de vida, enquanto que as fêmeas atingem o L₅₀ próximo aos dois anos de idade (A₅₀). Estes traços da história de vida da espécie refletem claramente a incidência da rede de arrasto camaroeiro sobre a referida espécie e também sobre a captura diferenciada entre os sexos e entre jovens adultos.

O crescimento rápido de machos no primeiro ano de vida possibilitou a menor captura de indivíduos jovens. Isto foi corroborado com as análises que indicam maiores probabilidades de captura de fêmeas jovens e machos adultos, com o petrecho utilizado. Estes dados foram também corroborados pela análise da taxa de exploração, que apesar de ser adequada em relação ao estoque, demonstra maior exploração sobre os machos e alta incidência sobre fêmeas jovens.

Na região estudada, os tamanhos máximos capturados de ambos os sexos, foram menores aos registrados por outros autores (Sanchez-Gil *et al.*, 2008). A diferença nos comprimentos e idades, entre os sexos e entre regiões avaliadas, para uma mesma espécie, pode estar associado ao crescimento não uniforme durante o ciclo de vida do animal, ao comportamento reprodutivo entre sexos e as diferenças intraespecíficas, associados às condições ambientais de cada região (Dias *et al.*, 2005).

A determinação do comprimento da primeira maturação permite estabelecer em que tamanho os indivíduos atingem a fase adulta e qual seria o tamanho mínimo de captura (Santos *et al.*, 2015), possibilitando assim a elaboração de estratégias de conservação dos recursos. A captura de *C. spilopterus*, com a rede de arrasto, obteve indivíduos de ambos de os sexos e em todos os estádios

de desenvolvimento gonadal, demonstrando assim que a espécie utiliza o ambiente estuarino em todas as fases do ciclo de vida.

Os maiores valores de IGS médio mensal e as maiores frequências de gônadas maduras e semidesova/semiespermiada, caracterizaram um período reprodutivo longo, entre os meses de outubro a março, correspondendo as estações de primavera e verão, semelhante aos registros de outros autores para esta espécie (Dias *et al.*, 2005). A alta frequência de indivíduos jovens, ocorreu no período de verão e outono, sendo menos expressivo no inverno. Assim, o longo período reprodutivo corrobora com a desova parcelada da espécie. A desova parcelada é uma tática reprodutiva para que a espécie alcance o sucesso reprodutivo em um ambiente com pressão variável, objetivando reduzir a predação de ovos e larvas e a competição entre seus indivíduos por alimento e abrigo (Andrade *et al.*, 2015).

Em relação ao período reprodutivo, nossos resultados se enquadram nos registros obtidos por outros pesquisadores, os quais relatam que as estações mais quentes do ano estão relacionadas com a maior disponibilidade de alimento para a sobrevivência das larvas e dos juvenis, associando estes períodos com a desova e recrutamento de diversas espécies peixes estuarinos (Sanchez-Gil *et al.*, 2008). No caso de exemplares machos, não houve uma definição clara do fator que mais influência na reprodução, já que diferentes variáveis se relacionaram com diferentes estádios gonadais. No entanto, estes resultados ressaltam a influência das mudanças sazonais das variáveis ambientais na reprodução das espécies.

Apesar da capacidade da espécie *C. spilopterus* em conseguir repor a parcela perdida da população pela pesca, devido ao crescimento rápido dos indivíduos jovens, é possível inferir que a espécie esteja sofrendo impacto da pesca ou das condições adversas no ambiente. Isto é refletido na redução do comprimento de machos para atingir a maturação sexual, comparado com o comprimento de maturação de fêmeas. Além disso, a alta proporção de fêmeas jovens nas capturas pode levar a um desequilíbrio na população da espécie.

CONCLUSÕES

Apesar da população de *C. spilopterus* sofrer a influência da pesca do arrasto camaroeiro, mesmo não sendo espécie alvo, os parâmetros avaliados neste estudo não indicaram uma sobre-exploração da espécie na área estudada. Entretanto, este tipo de pesca atua diferentemente sobre os sexos, aumentando a probabilidade de uma desestruturação populacional, e conseqüentemente, da comunidade. Pelo uso constante que a espécie faz do ambiente estuarino em todo o seu ciclo de vida e pela caracterização dos traços da história de vida, consideramos que *C. spilopterus* pode ser considerada uma espécie bioindicadora do ambiente estuarino, no caso da implementação de planos de manejo e conservação.

FINANCIAMIENTO

Os autores não receberam nenhum patrocínio para a realização deste estudo-artigo.

CONFLITO DE INTERESSES

Não há interesse relacionado ao assunto do trabalho.

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA

Conceitualização: Casado-del-Castillo, S. P.

Curadoria de dados: Casado-del-Castillo, S. P. e Fávoro, L. F.

Análise formal: Casado-del-Castillo, S. P. e Fávoro, L. F.

Pesquisa: Casado-del-Castillo, S. P. e Fávoro, L. F.

Metodologia: Casado-del-Castillo, S. P.

Supervisão: Casado-del-Castillo, S. P.

Redação original - redação: Casado-del-Castillo, S. P. e Fávoro, L. F.

Redação-revisão e edição: Casado-del-Castillo, S. P. e Fávoro, L. F.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Andrade, E., Andrade, E., Felizardo, V., Paula, D., Veras, G. & Murgas, L. (2015). Biologia reprodutiva de peixes de água doce. *Revista Brasileira de Reprodução Animal*, 39(1): 195-201.

[http://www.cbra.org.br/pages/publicacoes/rbra/v39n1/pag195-201%20\(RB573\).pdf](http://www.cbra.org.br/pages/publicacoes/rbra/v39n1/pag195-201%20(RB573).pdf)

Barreto, T., Freire, K., Reis, J., Rosa, L., Carvalho, A. & Rotundo, M. (2018). Fish species caught by shrimp trawlers off the coast of Sergipe, in north-eastern Brazil, and their length–weight relations. *Acta Ichthyologica et Piscatoria* (2018) 48 (3): 277–283.

<https://doi.org/10.3750/AIEP/02334>

Brown-Peterson, N., Wyanski, D., Saborido-Rey, F., Macewicz, B. & Lowerre-Barbieri, S. (2011). A Standardized terminology for describing reproductive development in fishes. *Marine and Coastal Fisheries: Dynamics, Management, and Ecosystem Science*, 3:52–70.

<https://doi.org/10.1080/19425120.2011.555724>

Cardoso, O., Pereira A., Oliveira L., Feltrin R. & Spach, H. (2023). Environmental factors in the spatial variability of demersal fish in a subtropical estuary and adjacent continental shelf. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 51(1): 117-132. <https://doi.org/10.3856/vol51-issue1-fulltext-2956>

Castilhos, B., Huff, T., & Marqueze, A. (2019). Interference of heavy metals present in the water of the Lagoa Tramandaí/ RS on the carbohydrate metabolism of the GURI Sea Catfish (*G. genidens*) and Bay whiff (*C. spilopterus*). *Comparative Biochemistry and Physiology, Part C*, 219:42-49. <https://doi.org/10.1016/j.cbpc.2019.01.007>

Castillo-Rivera, M. & Kobelkowsky A. (2001). Feeding biology of the *Citharichthys spilopterus* (Bothidae) in a tropical estuary of Mexico. *Journal of Applied Ichthyology* 16(2):73 – 78.

<https://doi.org/10.1046/j.1439-0426.2000.00151.x>

- Chaves, P. (2022). Juveniles and undersized fish in small-scale fisheries: gillnets are not less implied than trawling. *Marine and Fishery Sciences*, 35 (2): 165-180.
<https://doi.org/10.47193/mafis.3522022010501>
- Costa, E., Ferraz, J. & Murua, H. (2015). Fecundidade em sete espécies de peixes marinhos do atlântico sudoeste. Conference: III Simpósio de Ecologia Reprodutiva. Recuperado de:
https://www.researchgate.net/publication/300906445_Fecundidade_em_sete_especies_de_peixes_marinhos_do_atlantico_sudoeste
- Dias, J., Fiadi, C., Silbiger, H., & Soares, L. (2005). Reproductive and population dynamics of the Bay whiff *Citharichthys spilopterus* Günther, 1862 (Pleuronectiformes: Paralichthyidae) in the Mamanguá Inlet, Rio de Janeiro, Brazil. *Neotropical Ichthyology*, 3(3):411-419.
<https://doi.org/10.1590/S1679-62252005000300009>
- Farias, E., Pereira, A., Domingos, M. & Dantas, D. (2019). Proposed bycatch-reduction modifications of shrimp fyke nets used in south american lagoons. *Acta Ichthyologica et Piscatoria*, 49(1): 1-7.
<https://doi.org/10.3750/AIEP/02357>
- Ferraz, J., Bertolucci, C., Nogueira, H. & Soares, L. (2005). Reproductive and population dynamics of the Bay whiff *Citharichthys spilopterus* Günther, 1862 (Pleuronectiformes: Paralichthyidae) in the Mamanguá Inlet, Rio de Janeiro, Brazil. *Neotropical Ichthyology*, 3(3):411-419.
<https://doi.org/10.1590/S1679-62252005000300009>
- Kobelkowsky, A. & Castillo-Rivera M. (2018). Sexual anatomy of the flounder *Citharichthys spilopterus* (paralichthyidae). *Cybiu: International Journal of Ichthyology*, 42(2):129-136.
<https://doi.org/10.26028/CYBIUM/2018-422-001>
- Oliveira, E. & Fávaro, L. (2011). Reproductive biology of the flatfish *Etropus crossotus* (Pleuronectiformes: Paralichthyidae) in the Paranaguá Estuarine Complex, Paraná State, subtropical region of Brazil. *Neotropical Ichthyology*, 9(4): 795-805.
<https://doi.org/10.1590/S1679-62252011005000043>
- Pauly (1980). On the interrelationships between natural mortality, growth parameters, and mean environmental temperature in 175 fish stocks. *J. Cons. int. Explor. Mer*, 39(2).
<https://academic.oup.com/icesjms/article/39/2/175/647984?login=false>
- Penha, A., Gerson, F. & Costa, M. (2004). Estratégia trófica dos linguados *Citharichthys spilopterus* Günther e *Symphurus tessellatus* (Quoy & Gaimard) (Actinopterygii, Pleuronectiformes) na Baía de Sepetiba, Rio de Janeiro, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 21(4):857-864.
<https://doi.org/10.1590/S0101-81752004000400020>
- Possamai, B. & Fávaro, L. (2015). Using mariculture as a breeding site: reproduction of *Hypleurochilus fissicornis* (Actinopterygii: Blenniidae). *Environmental Science, Biology*.
<https://doi.org/10.3989/SCIMAR.04176.19B>
- Pusceddu, A., Bianchelli, S., Martin J., Puig, P., Palanques, A., Masque, P. & Danovaro, R. (2014). Chronic and intensive bottom trawling impairs deep-sea biodiversity and ecosystem

functioning. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 111(24): 8861–8866. <https://doi.org/10.1073/pnas.1405454111>

- Sanchez-Gil, P., Yáñez-Arancibia, A., Tapia, M., Day, J., Wilson, C.A. & Cowan Jr., J. (2008). Ecological and biological strategies of *Etropus crossotus* and *Citharichthys spilopterus* (Pleuronectiformes:Paralichthyidae) related to the estuarine plume, Southern Gulf of Mexico. *Journal of Sea Research*, 59: 173–185. <https://doi.org/10.1016/j.seares.2007.12.002>
- Santos, R., Silva, J., Costa, M. & Araújo, F. (2015). O tamanho de primeira maturação como parâmetro para o estabelecimento de tamanho mínimo de captura para corvina no sudeste do Brasil. *Boletim Instituto de Pesca*, 41(3): 507-518.
- Toepfer, C. & Fleeger, J. (1995). Diet of Juvenile Fishes *Citharichthys Spilopterus*, *Symphurus Plagiusa*, and *Gobionellus Boleosoma*. *Bulletin of Marine Science*, 56(1):238-249. Recuperado: <https://www.ingentaconnect.com/contentone/umrmsas/bullmar/1995/00000056/00000001/art00015?crawler=true>
- Vazzoler, A. (1981). Manual de métodos para estudos biológicos em populações de peixes. Reprodução e crescimento. Programa Nacional de Zoologia. Brasília, CNPq.106p.
- Vazzoler AEM. (1966). Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e pratica. Ed., Universidade Estadual de Maringá, 169pp.
- Zanlorenzi, D. (2016). *Caracterização das assembléias de peixes demersais e suas relações com um gradiente ambiental em um estuário subtropical brasileiro*. Tese para título de doutor, Universidade Federal do Paraná, Brasil. https://www.iat.pr.gov.br/sites/agua-terra/arquivos_restritos/files/documento/2020-12/projeto_456_2012.pdf
- Zárate-Hernández, R., Castillo-Rivera, M., Sanvicente-Añorve L. & Ortiz-Burgos S. (2012). Spatial, diel, and seasonal changes in the fish community structure of a Mexican tropical estuary. *Ciencias Marinas*, 38(4): 665-676. <https://doi.org/10.7773/cm.v38i4.2018>