

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

CÍVIL PRISYLA CASADO DEL CASTILLO

HISTÓRIA DE VIDA E ESTIMATIVA POPULACIONAL DE TRÊS ESPÉCIES DE
PEIXES ESTUARINOS, OBTIDAS COMO FAUNA ACOMPANHANTE NA PESCA
DO CAMARÃO

CURITIBA

2019

CÍVIL PRISYLA CASADO DEL CASTILLO

HISTÓRIA DE VIDA E ESTIMATIVA POPULACIONAL DE TRÊS ESPÉCIES DE
PEIXES ESTUARINOS, OBTIDAS COMO FAUNA ACOMPANHANTE NA PESCA
DO CAMARÃO

Tese apresentada ao curso de Pós-Graduação
em Ecologia e Conservação, Universidade
Federal do Paraná, como requisito parcial à
obtenção do título de Doutor em Ecologia e
Conservação.

Orientador: Prof. Dr. Luís Fernando Fávaro

Co-orientadora: Prof^a. Dr^a. Sabrina de Araújo

CURITIBA

2019

Universidade Federal do Paraná. Sistema de Bibliotecas.
Biblioteca de Ciências Biológicas.
(Giana Mara Seniski Silva – CRB/9 1406)

Castillo, Cívil Prisyła Casado del

História de vida e estimativa populacional de três espécies de peixes estuarinos, obtidas como fauna acompanhante na pesa do camarão. / Cívil Prisyła Casado del Castillo. – Curitiba, 2019.
118 p.: il.

Orientador: Luís Fernando Fávaro
Coorientadora: Sabrina de Araújo

Tese (doutorado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação.

1. Ecologia dos estuários 2. Peixe – População 3. Camarão 4. Pesca de arrastão I. Título II. Fávaro, Luis Fernando, 1986- III. Araújo, Sabrina de IV. Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação.

CDD (22. ed.) 577.786



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SETOR DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO ECOLOGIA E
CONSERVAÇÃO - 40001016048P6

TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em ECOLOGIA E CONSERVAÇÃO da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da tese de Doutorado de CIVIL PRISYLA CASADO DEL CASTILLO intitulada: História de vida e estimativa populacional de três espécies de peixes estuarinos, obtidas como fauna acompanhante na pesca do camarão, sob orientação do Prof. Dr. LUIS FERNANDO FÁVARO, 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 doutor 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, 11 de Dezembro de 2019.

LUIS FERNANDO FAVARO
Presidente da Banca Examinadora

MARCELO SOETH
Avaliador Externo (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

ELTON CELTON DE OLIVEIRA
Avaliador Externo (UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ)

VINICIUS ABILHOA
Avaliador Externo (MUSEU DE HISTÓRIA NATURAL CAPÃO DA IMBUÍA)

BARBARA MAICHAK DE CARVALHO
Avaliador Externo (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

*“Dedicado a los amores de mi vida, mis hijos...
Araceli, Luana y Gianlucca”*

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer a minha família, a minha mãe principalmente, por todo o amor e apoio que ela me deu durante toda a minha vida. Pelas ligações esporádicas porém de longa duração que matam a saudade.

Aos meus filhos dedico e agradeço por serem a minha força para continuar, os meus melhores momentos de felicidade são com vocês.

Aos meus irmãos, Fiorelly e Jhon por serem meu exemplo a seguir de persistência e perseverança, são meus melhores amigos e cúmplices e apesar das minhas loucuras sempre me dão o apoio incondicional em tudo.

Ao Paulo pelo apoio incondicional no mestrado e doutorado, pela amizade de tantos anos. Ao meu melhor amigo e companheiro de aventuras JP, apesar da distância e as saudades, dia a dia está aí para me dar forças e não desistir.

Ao meu orientador Prof. Dr. Luís Fernando Fávaro, obrigada pela oportunidade, pelos ensinamentos, pelos conselhos, pela amizade e conversas de desabafo. Também pelas puxadas de orelha desejando sempre o melhor para mim como futura doutora.

A minha coorientadora, Profa. Dra. Sabrina de Araújo pelos ensinamentos e amizade e por me ajudar com dois dos seus melhores alunos na parte matemática do projeto. Ao meu colega Diego Zanlorenzi que fez parte desta tese apoiando-me com as amostras, planilhas e dados.

Aos meus colegas Marcelo Borges e Angie Souza, o grupo modelo, com carinho. Grata pela ajuda com a parte matemática, difícil mais aprendi muito e graças a isso aprendi a gostar de programação e lá vou eu. Grata também pela amizade de vocês dois, pelos momentos compartilhados risos e conversas.

Aos meus colegas e amigos de laboratório, Ana Patrícia e Moisés pelos momentos compartilhados no laboratório e na sala de aula.

As minhas amadas amigas Raquel, Maria, Luisa, Elivane e Juliane. Amo ter conhecido vocês, ter compartilhado gratos momentos, foram o meu melhor presente nestes anos. Fica combinado as visitas, estou com muitas saudades.

Ao Professor Dr. André Adrian Padial, pela enorme ajuda com as análises estatísticas, por estar sempre disposto a ensinar e dar conselhos acadêmicos. Ao Professor Dr. Paulo de Tarso da Cunha Chaves, pelos sábios conselhos e pelas enriquecedoras contribuições ao longo do doutorado, principalmente com a prática de docência que para mim foi uma grande experiência de como ser uma boa docente e muito didática.

Ao Programa de pós-graduação em Ecologia e Conservação, por todo suporte durante a realização do doutorado. Aos professores do Programa, que de alguma forma contribuíram para a minha formação acadêmica. A CAPES, pela concessão da bolsa de doutorado. Enfim, a todos que contribuíram de alguma forma para a realização deste trabalho, obrigada.

RESUMO

A pesca com rede de arrasto é um fator antrópico que causa o declínio de populações de peixes capturadas incidentalmente devido à baixa seletividade do petrecho empregado. Este fator antrópico, assim como os traços de vida, tais como a idade, crescimento e reprodução dos organismos, influencia na sobrevivência das populações. Desta maneira, este estudo objetivou avaliar a dinâmica populacional e o estado de exploração de *Genidens genidens*, *Stellifer stellifer*, e *Citharichthys spilopterus*, espécies que compõem a fauna acompanhante da pesca de arrasto de camarão. Para a espécie *G. genidens*, aplicou-se também um modelo matemático para a estimativa populacional com e sem pressão de pesca. Os exemplares das espécies foram coletados, no estuário de Guaratuba, Paraná, no período de novembro/2012 a outubro/2013. Para o *G. genidens* foram coletados exemplares com idades entre nove meses a sete anos, evidenciando quatro estádios de desenvolvimento gonadal, desova total e crescimento tipo alométrico positivo para ambos os sexos, período reprodutivo de julho a janeiro, comprimento da primeira maturação de 12,1cm para fêmeas e 10,7cm para machos. Assim também, comprimento máximo teórico de 35,8 e 38,5cm, coeficiente de crescimento de 0,36 e 0,34 ano⁻¹, longevidade de 8,32 e 8,81 anos, mortalidade total 1,06 e 1,39 ano⁻¹, mortalidade natural 0,78 e 0,74 ano⁻¹ e mortalidade por pesca 0,28 e 0,65 ano⁻¹, para fêmeas e machos, respetivamente. Para *S. stellifer*, foram captutados exemplares com idades entre oito meses a seis anos para ambos os sexos, evidenciando cinco estádios de desenvolvimento gonadal, para fêmeas e machos, e desova parcelada, com período reprodutivo de setembro a dezembro. O comprimento da primeira maturação foi de 11,8cm para fêmeas, crescimento do tipo alométrico positivo, comprimento máximo teórico de 24,5 e 22,8 cm, coeficiente de crescimento de 0,53 e 0,44 ano⁻¹ e longevidade de 5,6 e 6,8 anos, para fêmeas e machos respetivamente. As taxas de mortalidade foram similares para ambos os sexos, com exceção da mortalidade por pesca, sendo maior o número de machos capturados. Para *C. spilopterus* foram descritos cinco estádios de desenvolvimento gonadal, para fêmeas e machos, com desova parcelada e picos reprodutivos em outubro e março. O comprimento da primeira maturação foi de 10,1cm para fêmeas e 8,0cm para machos, com crescimento do tipo alométrico positivo e idades entre quatro meses a seis anos para fêmeas e de oito meses a quatro anos para machos. O comprimento máximo teórico foi de 17,9 e 15,5cm, coeficiente de crescimento de 0,43 e 0,68 ano⁻¹ e longevidade de 5,9 e 4,4 anos, para fêmeas e machos respetivamente. A mortalidade total foi de 1,35 e 2,39 ano⁻¹, a mortalidade natural de 1,07 e 1,5ano⁻¹ e a mortalidade por pesca de 0,28 e 0,89ano⁻¹, para fêmeas e machos respetivamente. A taxa de exploração se mostra adequada em relação ao estoque, para as três espécies analisadas. Ainda, de acordo com a estimativa do modelo matemático, aplicado para *G. genidens*, a pressão de pesca incidental no estuário de Guaratuba pode diminuir em até 82% a densidade populacional da espécie, principalmente, pela sensibilidade da sobrevivência de adultos.

Palavras-chave: dinâmica populacional. peixes demersais. impacto da pesca. rede de arrasto.

ABSTRACT

Trawl fishing is an anthropogenic factor that causes the decline in fish populations caught incidentally due to the low selectivity of the fishing tackle used. This anthropic factor, as well as life traits, such as the age, growth and reproduction of organisms, influences the survival of populations. Thus, this study aimed to evaluate the population dynamics and the exploitation status of *Genidens genidens*, *Stellifer stellifer*, and *Citharichthys spilopterus*, species that make up the fauna accompanying shrimp trawling. For the *G. genidens* species, a mathematical model was also applied for the population estimate with and without fishing pressure. Specimens of the species were collected in the estuary of Guaratuba, Paraná, from November / 2012 to October / 2013. For *G. genidens*, specimens aged between nine months to seven years were collected, showing four stages of gonadal development, total spawning and positive allometric growth for both sexes, reproductive period from July to January, length of the first maturation of 12.1cm for females and 10.7cm for males. So too, maximum theoretical length of 35.8 and 38.5cm, growth coefficient of 0.36 and 0.34 year⁻¹, longevity of 8.32 and 8.81 years, total mortality 1.06 and 1.39 year⁻¹, natural mortality 0.78 and 0.74 year⁻¹ and fishing mortality 0.28 and 0.65 year⁻¹, for females and males, respectively. For *S. stellifer*, specimens aged between eight months to six years were captured for both sexes, showing five stages of gonadal development, for females and males, and spawning in installments, with a reproductive period from September to December. The length of the first maturation was 11.8 cm for females, positive allometric growth, theoretical maximum length of 24.5 and 22.8 cm, growth coefficient of 0.53 and 0.44 year⁻¹ and longevity of 5.6 and 6.8 years, for females and males respectively. Mortality rates were similar for both sexes, with the exception of fishing mortality, with a higher number of males caught. For *C. spilopterus*, five stages of gonadal development were described, for females and males, with split spawning and reproductive spikes in October and March. The length of the first maturation was 10.1 cm for females and 8.0 cm for males, with positive allometric growth and ages between four months to six years for females and eight months to four years for males. The theoretical maximum length was 17.9 and 15.5 cm, growth coefficient of 0.43 and 0.68 year⁻¹ and longevity of 5.9 and 4.4 years, for females and males respectively. 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 is adequate in relation to the stock, for the three species analyzed. Still, according to the estimation of the mathematical model applied to *G. genidens*, the incidental fishing pressure in the Guaratuba estuary can decrease the population density of the species by up to 82%, mainly due to the sensitivity of adult survival.

Keywords: population dynamics. demersal fish. fishing impact. trawl.

LISTA DE FIGURAS

Capítulo I. Traços de história de vida e dinâmica populacional de *Genidens genidens* (Ariidae): uma estimativa do estoque sob a influência do arrasto camaroeiro

- Figura 1. Local de estudo com a localização da área amostrada (circulada), ao longo do eixo oeste-leste da baía de Guaratuba, Sul do Brasil..... 31
- Figura 2. Fluxograma simplificado da dinâmica do modelo, adaptado de Britto *et al.* (2017). P_j = Probabilidade de sobrevivência de juvenis, S_a = Taxa de sobrevivência de adultos. 34
- Figura 3. Curva de crescimento do comprimento (cm) em função da idade de fêmeas e machos de *Genidens genidens*. 38
- Figura 4. Proporção sexual mensal determinada pela distribuição da frequência absoluta de fêmeas e machos de *Genidens genidens* na baía de Guaratuba, sul do Brasil (* = diferença significativa). 39
- Figura 5. Proporção sexual por classe de comprimento determinada pela distribuição da frequência absoluta de fêmeas e machos de *Genidens genidens* na baía de Guaratuba, sul do Brasil (* = diferença significativa). 40
- Figura 6. Curva de maturação de fêmeas e machos de *Genidens genidens* coletados entre novembro de 2012 e outubro de 2013 na baía de Guaratuba, sul do Brasil. 42
- Figura 7. Estádios de maturidade de fêmeas (♀) e machos (♂) da espécie *Genidens genidens* capturada na baía de Guaratuba, sul do Brasil (entre parênteses a quantidade de indivíduos coletados por mês). 43
- Figura 8. Fator de condição total (K) e somático (K') de fêmeas (♀) e machos (♂) de *Genidens genidens* coletados entre novembro de 2012 e outubro de 2013 na baía de Guaratuba, sul do Brasil (entre parênteses a quantidade de indivíduos coletados por mês). 44
- Figura 9. Comprimento de primeira maturação (L_{50}) e o comprimento máximo de maturação (L_{100}) estimado para fêmeas (♀) e machos (♂) de *Genidens genidens*. 45
- Figura 10. Diagrama de fases da dinâmica populacional de *Genidens genidens*. Escala de cores varia da extinção (vermelho) a densidade populacional máxima (azul escuro). Linha A: taxa de sobrevivência natural esperada para uma população que não sofre exploração por pesca ($S_aM = 0,74$); linha B:

taxa de sobrevivência gerada pela introdução da pesca de arrasto ($SaZ = 0,44$). 48

Capítulo II. Biologia populacional e estado de exploração de *Stellifer stellifer* (Sciaenidae), espécie não-alvo da pesca de arrasto camaroeiro.

- Figura 1. Local de estudo com a localização da área amostrada (circulada), ao longo do eixo oeste-leste da baía de Guaratuba, Sul do Brasil.....61
- Figura 2. Curva de crescimento do comprimento (cm) em função da idade de fêmeas e machos de *Stellifer stellifer*.....66
- Figura 3. Proporção mensal determinada pela distribuição da frequência absoluta de jovens e adultos de *Stellifer stellifer* na baía de Guaratuba, sul do Brasil (* = diferença significativa)67
- Figura 4. Proporção sexual mensal determinada pela distribuição da frequência absoluta de fêmeas e machos de *Stellifer stellifer* na baía de Guaratuba, sul do Brasil (* = diferença significativa)68
- Figura 5. Proporção sexual por classe de comprimento determinada pela distribuição da frequência absoluta de fêmeas e machos de *Stellifer stellifer*, na baía de Guaratuba, sul do Brasil (* = diferença significativa).....68
- Figura 6. Curva de maturação de fêmeas e machos de *Stellifer stellifer* coletados entre novembro de 2012 e outubro de 2013 na baía de Guaratuba, sul do Brasil.....71
- Figura 7. Distribuição mensal da frequência percentual dos estádios de desenvolvimento ovariano (♀) e testicular (♂) do *Stellifer stellifer* capturada na baía de Guaratuba, sul do Brasil (entre parenteses a quantidade de indivíduos coletados por mês)..... 72
- Figura 8. Fator de condição total (K) e somático (K') de fêmeas (♀) e machos (♂) de *Stellifer stellifer* coletados entre novembro de 2012 e outubro de 2013 na baía de Guaratuba, Paraná (entre parenteses a quantidade de indivíduos coletados por mês).....73
- Figura 9. Comprimento de primeira maturação (L_{50}) e o comprimento máximo de maturação (L_{100}) estimada de fêmeas *Stellifer stellifer*.....74

Capítulo III. Traços da história de vida de *Citharichthys spilopterus* (Paralichthyidae), espécie estuarina capturada como fauna acompanhante do arrasto de camarão

Figura 1. Área de estudo com a localização dos pontos amostrais ao longo do eixo oeste-leste da baía de Guaratuba, Sul do Brasil.....	87
Figura 2. Curva de crescimento do comprimento (cm) em função da idade de fêmeas e machos de <i>Citharichthys spilopterus</i>	91
Figura 3. Proporção mensal determinada pela distribuição da frequência absoluta de jovens e adultos de <i>Citharichthys spilopterus</i> na baía de Guaratuba, sul do Brasil (* = diferença significativa).....	93
Figura 4. Proporção sexual mensal determinada pela distribuição da frequência absoluta de fêmeas e machos de <i>Citharichthys spilopterus</i> na baía de Guaratuba, sul do Brasil (* = diferença significativa).....	93
Figura 5. Proporção sexual por classe de comprimento determinada pela distribuição da frequência absoluta de fêmeas e machos de <i>Citharichthys spilopterus</i> , na baía de Guaratuba, sul do Brasil (* = diferença significativa).....	94
Figura 6. Curva de maturação de fêmeas e machos de <i>Citharichthys spilopterus</i> coletados entre novembro de 2012 e outubro de 2013 na baía de Guaratuba, sul do Brasil.....	96
Figura 7. Estádios de maturidade de fêmeas (♀) e machos (♂) da espécie <i>Citharichthys spilopterus</i> capturada na baía de Guaratuba, sul do Brasil (entre parenteses a quantidade de indivíduos coletados por mês).....	98
Figura 8. Fator de condição total (K) e somático (K') de fêmeas (♀) e machos (♂) de <i>Citharichthys spilopterus</i> coletados entre novembro de 2012 e outubro de 2013 na baía de Guaratuba, Paraná (entre parenteses a quantidade de indivíduos coletados por mês).....	99
Figura 9. Comprimento de primeira maturação (L ₅₀) e o comprimento máximo de maturação (L ₁₀₀) estimada de fêmeas (♀) e machos (♂) de <i>Citharichthys spilopterus</i>	100

LISTA DE TABELAS

Capítulo I: Traços de história de vida e dinâmica populacional de *Genidens genidens* (Ariidae): uma estimativa do estoque sob a influência do arrasto camaroeiro.

- Tabela 1. Parâmetros e variáveis usados nas simulações do modelo da dinâmica da população de *Genidens genidens*, para sexos agrupados, obtidos neste estudo..... 37
- Tabela 2. Parâmetros da estrutura da população utilizados na determinação dos traços da história de vida de *Genidens genidens*, no estuário de Guaratuba, região sul do Brasil..... 38
- Tabela 3. Parâmetros de mortalidade (ano^{-1}), estado de exploração (ano^{-1}) e probabilidades de captura (cm) utilizados na determinação dos traços da história de vida de *Genidens genidens*, no estuário de Guaratuba, região sul do Brasil. 40
- Tabela 4. Valores médios mensais (\pm desvio padrão) das variáveis ambientais registrados da baía de Guaratuba, Sul do Brasil. 46
- Tabela 5. Resultado da análise de correspondência canônica (CCA) dos estádios de maturidade gonadal de fêmeas e machos de *Genidens genidens* com as variáveis ambientais da baía de Guaratuba, sul do Brasil. * = significativo a $\alpha = 0,05$; ** = significativo a $\alpha = 0,01$ 46

Capítulo II. Biologia populacional e estado de exploração de *Stellifer stellifer* (Sciaenidae), espécie não-alvo da pesca de arrasto camaroeiro.

- Tabela 1. Parâmetros da estrutura da população utilizados na determinação dos traços da história de vida de *Stellifer stellifer*, no estuário de Guaratuba, região sul do Brasil.....66
- Tabela 2. Parâmetros de mortalidade (ano^{-1}), estado de exploração (ano^{-1}) e probabilidades de captura (cm) utilizados na determinação dos traços da história de vida de *Stellifer stellifer*, no estuário de Guaratuba, região sul do Brasil.....69
- Tabela 3. Resultado da análise de correspondência canônica (CCA) dos estádios de maturidade gonadal de fêmeas e machos de *Stellifer stellifer* com as variáveis ambientais da baía de Guaratuba, sul do Brasil. * = significativo a $\alpha = 0,05$75

Capítulo III. Traços da história de vida de *Citharichthys spilopterus* (Paralichthyidae), espécie estuarina capturada como fauna acompanhante do arrasto de camarão.

Tabela 1. Parâmetros da estrutura da população utilizados na determinação dos traços da história de vida de <i>Citharichthys spilopterus</i> , no estuário de Guaratuba, região sul do Brasil.....	92
Tabela 2. Parâmetros de mortalidade (ano-1), estado de exploração (ano-1) e probabilidades de captura (cm) utilizados na determinação dos traços da história de vida de <i>Citharichthys spilopterus</i> , no estuário de Guaratuba, região sul do Brasil.....	94
Tabela 3. Resultado da análise de correspondência canônica (CCA) dos estádios de maturidade gonadal de fêmeas e machos de <i>Citharichthys spilopterus</i> com as variáveis ambientais da baía de Guaratuba, sul do Brasil. * = significativo a $\alpha = 0,05$	101

SUMÁRIO

PREFACIO	16
REFERENCIAS	20
Capitulo I: Traços de história de vida e dinâmica populacional de <i>Genidens genidens</i> (Ariidae): uma estimativa do estoque sob a influência do arrasto camaroeiro.....	26
RESUMO	26
ABSTRACT	27
INTRODUÇÃO	28
MATERIAL E MÉTODOS	29
Área de estudo	29
Coleta dos dados.....	29
Análise dos dados	31
Estrutura populacional e estado de exploração.....	31
Biologia reprodutiva	32
Simulações e análise do modelo	36
RESULTADOS	37
Estrutura populacional e estado de exploração.....	37
Biologia reprodutiva	40
Estimativa populacional: Modelo baseado no indivíduo (MBI).....	47
DISCUSSÃO	48
REFERENCIAS	53
Capitulo II: Biologia populacional e estado de exploração de <i>Stellifer stellifer</i> (Sciaenidae), espécie não-alvo da pesca de arrasto camaroeiro	58
RESUMO	58
ABSTRACT	59
INTRODUÇÃO	59
MATERIAL E MÉTODOS	61
Área de estudo	61
Coleta dos dados.....	61
Análise dos dados	62
Estrutura populacional	62
Mortalidade, estado de exploração e probabilidades de captura.....	63
Relação da biologia reprodutiva com os fatores abióticos.....	65
RESULTADOS	65
Estrutura populacional	65
Mortalidade, estado de exploração e probabilidades de captura.....	69
Biologia reprodutiva	69

Relação da biologia reprodutiva com os fatores abióticos.....	74
DISCUSSÃO	75
REFERENCIAS	78
Capítulo III: Traços da história de vida de <i>Citharichthys spilopterus</i> (Paralichthyidae), espécie estuarina capturada como fauna acompanhante do arrasto de camarão.....	84
RESUMO.....	84
Palavras-chave: dinâmica populacional, peixe demersal, impacto da pesca, rede de arrasto.	84
ABSTRACT	84
INTRODUÇÃO	85
MATERIAL E MÉTODOS	86
Área de estudo	86
Coleta dos dados.....	87
Análise dos dados	88
Estrutura populacional	88
Biologia reprodutiva	89
Relação da biologia reprodutiva com os fatores abióticos.....	90
Estrutura populacional	91
Mortalidade, estado de exploração e probabilidades de captura.....	94
Biologia reprodutiva	95
Relação da biologia reprodutiva com os fatores abióticos.....	100
DISCUSSÃO	101
REFERENCIAS	104
CONCLUSÕES GERAIS	108
REFERENCIAS GERAIS.....	109

PREFACIO

Os traços da história de vida podem ser determinantes na persistência ou na extinção das populações no ambiente, dependendo da capacidade do organismo de alterar a sua fisiologia e morfologia, de acordo com as variações do meio ambiente, ou seja, depende da plasticidade fenotípica da espécie (Pfennig e McGee, 2010). Variações ambientais, por ação natural ou antropogênica, podem ocasionar mudanças nos traços de vida de uma espécie, assim, entender e caracterizar os traços da história de vida dos organismos pode ser muito útil para avaliar a qualidade do ambiente, além de possibilitar uma melhor gestão dos recursos (Pombo *et al.*, 2012).

Em peixes, os dados obtidos a partir da biometria (comprimento e peso), fornecem informações importantes sobre os traços da história de vida das espécies, tais como crescimento e idade, determinam as características da estrutura da população, com implicações em sua dinâmica, conservação e manejo (Froese 2006; Ogle, 2009). Neste trabalho, as análises realizadas sobre as características da história de vida, visaram espécies estuarinas (não-alvo) que sofrem influência da pesca do camarão. Assim, é importante conhecer as características do ambiente e da ictiofauna para obter resultados seguros.

Os estuários são corpos de água costeiros altamente dinâmicos, dentro dos quais a água do mar é diluída com a água doce que drena do continente, com mudanças ao longo do ciclo da maré (Miranda *et al.*, 2002). Segundo o mesmo autor, biologicamente são mais produtivos que os rios e o oceano adjacente por apresentar elevada concentração de nutrientes. Os estuários são colonizados por mangues e herbáceas que funcionam como zona de reprodução e alimentação de diversos organismos (Miranda *et al.*, 2002).

O Brasil tem uma parcela considerável da ictiofauna marinha/estuarina mundial (Reis *et al.*, 2003). No Brasil, 617 espécies de teleósteos são demersais marinhos ou estuarinos, das quais poucas espécies são estuarinas-residentes, ou seja aquelas que podem completar todo o ciclo de vida no estuário, no entanto, desempenham um papel ecológico de troca e armazenamento de energia (Araújo *et al.*, 2004, Fischer *et al.*, 2011). Estas espécies apresentam uma variedade de traços característicos em seus ciclos de vida, que as levam a atingirem o sucesso em diferentes ambientes,

como nestas zonas de transição entre continental e oceânica, por exemplo, o complexo estuarino da baía de Guaratuba (Rochet 2000; Nelson, 2006; Mello *et al.*, 2011), local de realização deste trabalho.

A baía de Guaratuba está localizada na planície costeira do estado de Paraná, dentro de uma Área de Proteção Ambiental (APA) de 1.995,86 km² de Mata Atlântica. Abrange os municípios de Guaratuba e Matinhos e apresenta dois rios de água doce importantes, o rio Cubatão e o rio São João, que se originam na Serra do Mar (Sanders *et al.*, 2008). Na região, as plantações de banana e arroz são as principais atividades econômicas, ademas da pesca e do turismo. A baía de Guaratuba, litoral sul do estado do Paraná, é afetada principalmente por atividades antrópicas como pela agricultura e a construção de barragens, assim como pela dragagem e o esgoto destinados diretamente nos rios, que causam impacto no estuário (Pietzsch *et al.*, 2010). No entanto, observou-se que a qualidade da água na baía de Guaratuba parece ser controlada pelos aportes de material inorgânico e orgânico associados à pluviosidade e por variações ocorridas nas fases de maré vazante e enchente (Mizerkowski *et al.*, 2012).

A situação da pesca no litoral paranaense apresenta-se estagnada, tanto pela diminuição na capacidade produtiva pesqueira, principalmente em função da retirada de pescados provenientes em grande parte da pesca predatória e ilegal, como pela baixa capacidade regenerativa dos estoques naturais que causam a diminuição da oferta de pescado (Da Silva, 2013). Uma outra atividade que mais vem sendo estudado no mundo por causar o declínio populacional, é a pesca incidental, caracterizada pela obtenção de espécimes que não são o alvo das capturas, conhecida também como fauna acompanhante (Davies, *et al.*, 2009; Wilson *et al.*, 2014; Larsen *et al.*, 2018).

Estudos sobre a composição da fauna acompanhante evidenciaram a importância, em número, de diferentes organismos e os efeitos letais que podem causar (Branco *et al.*, 2015; Sugihara *et al.*, 2018). Tais efeitos podem ser evidenciados pelo elevado número de indivíduos com distúrbios fisiológicos e ferimentos ou ao nível populacional, dependendo do tipo de captura, duração, fatores ambientais, número de animais capturados, entre outros aspectos (Gomes e Chaves, 2006; Pina e Chaves, 2009; Wilson *et al.*, 2014).

Os peixes demersais constituem o grupo predominante e de maior interesse da fauna acompanhante, sendo em sua maioria, caracterizados por indivíduos com

ou sem valor comercial ou por exemplares de pequeno porte de espécies comerciais (Graça-Lopes *et al.*, 2002; Branco e Verani, 2006). Espécimes e pequeno porte sem valor econômico são usados como subprodutos da pesca ou devolvidos ao mar, trazendo consequências para a população dessas espécies, e para os ecossistemas devido as cadeias tróficas (Kelleher, 2005).

Uma das principais atividades pesqueiras que mais captura a fauna acompanhante é a pesca de arrasto de camarão, realizada em grande escala no litoral brasileiro (Rodrigues-Filho *et al.*, 2011). A pesca do camarão tem importância histórica, social e cultural, e principalmente econômica, por ser um dos principais recursos pesqueiros no litoral Sudeste e Sul do Brasil, aportando até 63% dos desembarques no litoral do Paraná (Andriguetto Filho *et al.*, 2006).

A pesca do camarão sete-barbas utiliza rede de arrasto de fundo com portas, sendo este petrecho de captura um dos mais impactantes na pesca, isto devido à baixa seletividade e alta taxa de captura de organismos não-alvo, em comparação com a captura das espécies alvo (Robert e Chaves 2006; Branco e Verani, 2006; Belz *et al.*, 2018).

Dentre os organismos que compõem a fauna acompanhante da pesca de camarão estão representantes das famílias Ariidae, Sciaenidae e Paralichthyidae. Da família Ariidae a espécie *Genidens genidens* será um dos objetos de análise. A referida espécie se distribui na costa leste da América do Sul, das Guianas ao rio da Prata (Figueiredo e Menezes, 1978; Araújo, 1988). Habita águas costeiras rasas, com fundos arenosos ou lamacentos, sendo tipicamente bentônico e residente de estuários (Barbieri *et al.*, 1992; Schmidt *et al.*, 2008). Esta espécie é de importância comercial em algumas regiões ao longo do litoral brasileiro, e há diversos estudos na literatura abordando sobre alimentação (Rabitto e Abilhôa, 1999; Denadai *et al.*, 2012), distribuição espacial e reprodução (Barbieri *et al.*, 1992; Gomes e Araújo, 2004; Paiva *et al.*, 2015), estrutura populacional (Oliveira e Novelli, 2005; Silva Junior *et al.*, 2013), além de registros como componente da fauna acompanhante (Haimovici e Mendoça, 1996; Pina e Chaves, 2009).

Da família Sciaenidae, a espécie *Stellifer stellifer* (Bloch, 1790) também será analisada neste estudo. Esta espécie distribui-se da Venezuela ao litoral sul do Brasil, em águas litorâneas e estuarinas com fundos de areia ou lama (Menezes e Figueiredo, 1980). Estudos voltados às análises da biologia, população e ecologia do gênero *Stellifer* restringem-se, principalmente, a *S. rastrifer* (Chaves e Vendel, 1997;

Camargo e Isaac, 2005; Pombo *et al.*, 2013; Schmidt e Dias, 2012; Silva *et al.*, 2015; Frehse, *et al.*, 2015). Estudos realizados com *S. stellifer* abordam aspectos biológicos e populacionais (Giannini e Paiva-Filho, 1990; Almeida e Branco 2002; Dantas *et al.*, 2015) e aspectos reprodutivos relacionados à pesca de arrasto de camarão (Pina e Chaves, 2009; Pombo *et al.*, 2012). Outros estudos registram a espécie em listas de ocorrência ou como fauna acompanhante (Gomes e Chaves, 2006; Souza e Chaves, 2007; Bernardo *et al.*, 2011; Schmidt e Dias, 2012).

A família Paralichthyidae é marinha, compreende 16 gêneros com 105 espécies e ocorrem nos oceanos Atlântico, Índico e Pacífico. O representante desta família que será analisado neste trabalho é a espécie *Citharichthys spilopterus*, peixe achatado de pequeno porte, capturada frequentemente como fauna acompanhante (Figueiredo e Menezes, 2000). A espécie está distribuída desde New Jersey nos Estados Unidos, até o Rio Grande do Sul no Brasil, e é considerada como residente de áreas de manguezais na baía de Guaratuba (Chaves e Vendel, 1997; Figueiredo e Menezes, 2000). A referida espécie já foi analisada quanto a alimentação (Chaves e Serenato, 1998; Castillo-Riveira *et al.*, 2000; Guedes, *et al.*, 2004; Vasconcelos-Filho *et al.*, 2007) e também quanto aos aspectos reprodutivos e populacionais (Joyeux *et al.*, 1995; Dias *et al.*, 2005; Sanchez-Gil *et al.*, 2008)

Apesar da reduzida importância comercial das espécies que serão analisadas, estas são numericamente significantes e importantes na manutenção das teias tróficas em ambientes estuarinos, auxiliando na estruturação da comunidade e no equilíbrio ecológico (Lanari e Coutinho-Jr, 2010). Diante do exposto o trabalho tem como objetivo geral avaliar os traços da história de vida e a influência da pesca de arrasto na população das espécies *Genidens genidens*, *Stellifer stellifer* e *Citharichthys spilopterus*. O documento encontra-se dividido em três capítulos, sendo:

Capítulo I: Traços de história de vida e dinâmica populacional de *Genidens genidens* (Ariidae): uma estimativa do estoque sob a influência do arrasto camaroeiro

Capítulo II. Biologia populacional e estado de exploração de *Stellifer stellifer* (Sciaenidae), espécie não-alvo da pesca de arrasto camaroeiro

Capítulo III. Traços da história de vida de *Citharichthys spilopterus* (Paralichthyidae), espécie estuarina capturada como fauna acompanhante do arrasto de camarão.

REFERENCIAS

- Almeida, L.R.; Branco, J.O. 2002. Aspectos biológicos do *Stellifer stellifer* (Bloch) na pesca artesanal do camarão sete-barbas, Armação do Itapocoroy, Penha, Santa Catarina, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 19(2):601-610.
- Andriguetto-Filho, J.M.; Chaves, P.T.; Santos, C.; Liberati, S.A. 2006. Diagnostico da pesca no Estado do Paraná. *In*: Isaac, V.J.; Martins, A.S.; Haimovici, M.; Andriguetto-Filho, J.M. A pesca marinha e estuarina do Brasil no início do século XXI: Recursos, tecnologias, aspectos socioeconômicos e institucionais. Ed. Universitária UFPA, pp.116-140
- Araújo, F.G. 1988. Distribuição, abundancia relativa e movimentos sazonais de bagres marinhos (Siluriformes, Ariidae) no estuário da lagoa dos Patos (RS), Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 5(4):509-543.
- Araújo, M.E., Teixeira, J.M.C.; A.M.E. Oliveira. 2004. Peixes estuarinos marinhos do nordeste brasileiro. Guia Ilustrado. Editora Universitária, UFPE e EFC, Recife, 260p.
- Barbieri, L.R., R.P. Santos; J.V. Andreatta. 1992. Reproductive biology of the marine catfish, *Genidens genidens* (Siluriformes, Ariidae), in the Jacarepaguá Lagoon system, Rio de Janeiro, Brazil. *Environmental Biology of Fishes*. 35: 23-35.
- Bernardo, C.; Spach, H.L.; Junior, R.S.; Stoiev S.B.; Cattani, P. 2011. A captura incidental de cieniídeos em arrasto experimental com rede-de-portas utilizada na pesca de camarão-sete-barbas, *Xiphopenaeus kroyeri* no estado do Paraná Brasil. *Arquivos Ciência do Mar, Fortaleza*, 44(2):98-105.
- Branco, J.O.; Verani, J.R. 2006. Análise quali-quantitativa da ictiofauna acompanhante na pesca do camarão sete-barbas, na Armação do Itapocoroy, Penha, Santa Catarina. *Revista Brasileira de Zoologia*, 23(2): 381-391.
- Branco, J.O.; Junior, F.F.; Christoffersen, M.L. 2015. Bycatch fauna of seabob shrimp trawl fisheries from Santa Catarina State, Southern Brasil. *Biota Neotropical* 15(2): e20140143.
- Camargo, M., Isaac, V. 2005. Reproductive biology and spatio-temporal distribution of *Stellifer rastrifer*, *Stellifer naso* and *Macrodon ancylodon* (Scianidae) in the Caeté Estuary, Northern Brazil. *Brazilian journal of oceanography* 53(1/2):13-21.
- Castillo-Rivera, M.; Kobelkowsky, A.; Chavez, A.M. 2000. Feeding biology of the flatfish *Citharichthys spilopterus* (Bothidae) in a tropical estuary of Mexico. *Journal of Applied Ichthyology* 16:73-78.
- Chaves, PT.; Vendel, A.L. 1997. Reprodução do *Stellifer rastrifer* (Jordan) (Teleostei, Scianidae) na baía de Guaratuba, Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 14(1): 81-89.

- Chaves, P.T.; Serenato, A. 1998. Diversidade de dietas na assembleia de linguados (Teleostei, Pleuronectiformes) do manguezal da Baía de Guaratuba, Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Oceanografia*, 46(1):61-68.
- Da Silva, F.C. 2013. Sustentabilidade socioeconômica da pesca artesanal do camarão no extremo sul do litoral paranaense: estudo de caso na comunidade de caieiras. Dissertação de emstrado, Universidade da Região de Joinville, 135pp.
- Dantas, D.V.; Barletta, M.; Costa, M.F. 2015. Feeding ecology and seasonal diet overlap between *Stellifer brasiliensis* and *Stellifer stellifer* in a tropical estuarine ecocline. *Journal of Fish Biology*, 86: 707–733.
- Davies, R.W.D.; Cripps, S.J.; Nickson, A.; Porter, G. 2009. Defining and estimating global marine fisheries bycatch. *Marine Policy*, Cardiff, 33(4): 661-672.
- Denadai, M.R.; Bessa, E.; Santos, F.B.; Fernandez, W.S. 2012. Life history of three catfish species (siluriformes: Ariidae) from southeastern Brazil. *Biota neotropical*, 12(4): 74-83.
- Dias, J.F.; Fiadi, C.B.; Silbiger, H.L.; Soares, L.S.H. 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.
- Figueiredo, J.L.; Menezes, N. 1978. *Manual de Peixes Marinhos do Sudeste do Brasil – II. Teleostei (1)*. Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo, São Paulo. 110p.
- Figueiredo, J.L.; N. Menezes. 2000. *Manual de Peixes Marinhos do Sudeste do Brasil – VI. Teleostei (5)*. São Paulo, Editora da Universidade de São Paulo, 116p.
- Fischer, L.G.; Pereira, L.E.D.; Vieira, J. 2011. *Peixes estuarinos e costeiros*. 2° Ed. 131pp.
- Frehse, F.A.; Valduga, M.O.; Correa, M.; Pinheiro PC. 2015. Feeding ecology and resource sharing patterns between *Stellifer rastrifer* (Jordan, 1889) and *S. brasiliensis* (Schultz, 1945) (Perciformes: Sciaenidae) along the coasts of Paraná and Santa Catarina, Brazil. *Journal of applied Ichthyology* 31(3).
- Froese, R. 2006. Cube law, condition factor and weight–length relationships: history, meta-analysis and recommendations. *Journal of Applied Ichthyology*. 22:241-253.
- Giannini, R.; Paiva-Filho, A.M. 1990. Os scianidae (Teleostei: Perciformes) da Baía de Santos (SP), Brasil. *Boletim Instituto oceanografia*, 31(1):69-86.
- Gomes, I.D.; Araújo, F.G. 2004. Reproductive biology of two marine catfishes (Siluriformes, Ariidae) in the Sepetiba Bay, Brazil. *Revista Biologia Tropical*., 51(1):143-156.
- Gomes, I.D., Chaves, P.T. 2006. Ictiofauna integrante da pesca de arrasto camaroeiro no litoral sul do estado do Paraná, Brasil. *Bioikos* 20(1):9-13.

- Graça-Lopes, R.; Puzzi, A.; Severino-Rodrigues, E.; Bartolotto, A.S.; Guerra, D.S.F.; Figueiredo, K.T.B. 2002. Comparação entre a produção de camarão sete-barbas e de fauna acompanhante pela frota de pequeno porte sediada na Praia de Perequê, Estado de São Paulo, Brasil. *Boletim do Instituto de Pesca*, São Paulo, 28 (2): 189-194.
- Guedes, A.P.P.; Araújo, F.G.; Azevedo, M.C.C. 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.
- Haimovici, M.; Mendonça, J.T. 1996. Descartes da fauna acompanhante na pesca de arrasto e tangones dirigida a linguados e camarões na plataforma continental do sul do Brasil. *Atlântida*, Rio Grande, 18: 161-177.
- Joyeux, J.C.; Miller, J.M.; Aliaume, C.; Zerbi, A. 1995. Growth of sand whiff *citharichthys arenaceus* and bay whiff *citharichthys spilopterus* (pleuronectiformes: bothidae) in Puerto Rico (Greater Antilles) and North Carolina (USA), with comments on growth rate comparisons. *Netherlands Journal of Sea Research*, 31(1-3): 211-220.
- Kelleher, K. 2005. *Discards in the world's marine fisheries*. Rome: FAO Fisheries Technical Paper, 470: 131p.
- Lanari, M.O., Coutinho, R. 2010. Biodiversidade e funcionamento de ecossistemas: Síntese de um paradigma e sua expansão em ambientes marinhos. *Oecol. Austr.* 14:959-988.
- Belz, C.E.; Ziliotto, R.A.; Gernet, M.V.; Birckolz C.J.; Lagreze-Squella, F.J. 2018. Gastropoda and bivalvia as bycatch of the atlantic seabob, *Xiphopenaeus kroyeri*, trawl fisheries in Pontal do Paraná, southern Brazil
- Larsen, R.B.; Hermann, B.; Sistiaga, M.; Brinkhof, J.; Grimaldo, E. 2018. Bycatch reduction in the Norwegian Deep-water Shrimp (*Pandalus borealis*) fishery with a double grid selection system. *Fisheries Research* 208: 267–273.
- Mello, C.A.; Possato, F.E.; Fredo, G.C. 2011. REBIMAR, Levando a região costeira paranaense para sala de aula. Associação MarBrasil, Pontal do Paraná. 50pp.
- Menezes, Figueiredo, J.L. 1980. *Manual de Peixes Marinhos do Sudeste do Brasil – IV. Teleostei (3)*. Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo, São Paulo. 96p.
- Miranda, L.B.; Castro, B.M.; Kjerfve, B. 2002. Princípios de oceanografia física de estuários. São Paulo, ed. Edusp - Universidade de São Paulo. 411pp.
- Mizerkowski, B.D.; Machado, E.D.C.; Brandini, N.; Nazario, M.G.; Bonfim, K.V. 2012. Environmental water quality assessment in Guaratuba bay, state of Paraná, southern Brazil. *Brazilian Journal of Oceanography*, 60(2): 109-115.
- Nelson, J.S. 2006. *Fishes of the world*. 4 ed. New Jersey, John Wiley & Sons, Inc., 601pp.

- Ogle, D.H. 2009. The effect of freezing on the length and weight measurements of ruffe (*Gymnocephalus cernuus*). *Fisheries Research* 99:244–247.
- Oliveira, M.A. Novelli, R. 2005. Idade e crescimento do bagre *Genidens genidens* na barra da lagoa do açu, norte do estado do Rio de Janeiro. *Tropical Oceanography, Recife*, 33(1): 57-66.
- Paiva, L.G.; Prestelo, L.; Sant'Anna, K.M.; Vianna, M. 2015. Biometric sexual and ontogenetic dimorphism on the marine catfish *Genidens genidens* (Siluriformes, Ariidae) in a tropical estuary. *Latin American Journal of Aquatic Research*. 43(5): 895-903.
- Pfennig, D.W.; McGee, M. 2010. Resource polyphenism increases species richness: a test of the hypothesis. *Philosophical Transactions of the Royal Society B Biological Sciences*, 365 (1540): 577-591.
- Pietsch, R.; Patchineelam, S.R.; Torres, J.P.M. 2010. Polycyclic aromatic hydrocarbons in recent sediments from a subtropical estuary in Brazil. *Marine Chemistry*, 118 (1-2): 56-66. Elsevier B.V.
- Pina, J.V.; Chaves, P.T. 2009. Incidência da pesca de arrasto camaroeiro sobre peixes em atividade reprodutiva: uma avaliação no litoral norte de Santa Catarina, Brasil. *Atlântica, Rio Grande*, 31(1): 99-106.
- Pombo, M.; Denadai, M.R.; Turra, A. 2012. Population biology of *Stellifer rastrifer*, *S. brasiliensis* and *S. stellifer* in caraguatatuba bay, northern coast of São Paulo, Brazil. *Brazilian Journal of Oceanography*, 60(3): 271-282.
- Pombo, M.; Denadai, M.R.; Turra, A. 2013. Body growth and reproduction of individuals of the sciaenid fish *Stellifer rastrifer* in a shallow tropical bight: A cautionary tale for assumptions regarding population parameters. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 123: 39-45.
- Rabitto, I.S.; Abilhôa, V. 1999. A alimentação do bagre *Genidens genidens* Valenciennes, 1839, em um banco areno-lodoso da ilha do Mel, Paraná, Brasil. *Arquivo de Ciência veterinária e Zoologia* 2(2): 143-153.
- Reis, R.E., Kullander, S.O.; Ferraris-JR., C.J. 2003. Check list of the freshwater fishes of South and Central America. EDIPUCRS, Porto Alegre.
- Robert, M.C.; Chaves, P.T. 2006. Dinâmica da atividade pesqueira artesanal em duas comunidades da região litorânea limítrofe Santa Catarina – Paraná, Brasil. *Boletim do Instituto de Pesca*, 32(1):15-23.
- Rochet, M.J. 2000. A comparative approach to life-history strategies and tactics among four orders of teleost fish. *ICES Journal of Marine Science*, 57(2): 228-239.
- Rodrigues-Filho, J.L.; Branco, J.O; Peret, A.C.; Decker, F.K.; Luiz, T.F.; Verani, J.R. 2011. Impacts of the seabob shrimp fishery on *Stellifer* spp. (Perciformes, Sciaenidae) assemblage in Armação do Itapocoroy, Penha (SC), Brazil *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*, 6(2): 170-184.

- Sánchez-Gil, P.; Yáñez-Arancibia, A.; Tapia, M.; Day, J.W.; Wilson, C.A.; Cowan Jr., J.H. 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.
- Sanders, C.J.; Santos, I.R.; Silva-Filho, E.V; Patchineelam, S. R. 2008. Contrasting mercury and manganese deposition in a mangrove-dominated estuary (Guaratuba Bay, Brazil). *Geo-Marine Letters*, 28(4): 239-244.
- Schmidt, T.C.S., Martins, I.A., Reigada, A.L.D.; Dias, J.F. 2008. Taxocenose de bagres marinhos (Siluriformes, Ariidae) da região estuarina de São Vicente, SP, Brasil. *Biota Neotropical*. 8(4):73-81.
- Schmidt, T.C.S; Dias, J.F. 2012. Pattern of distribution and environmental influences on the Scienidae community of the southeastern Brazilian coast. *Brazilian Journal of Oceanography*, 60(2): 233-243.
- Silva, A.C.; Mangas, P.; Melo, N.; Palheta, G.D.A. 2015. Caracterização das Espécies *Stellifer Rastrifer* e *Stellifer Microps* (Sciaenidae-Perciformes) do Estuário do Município de Vigia de Nazaré, Estado do Pará. *Boletim Técnico Científico Cepnor*, 15(1): 51-55.
- Silva Junior, D.R.; Carvalho, D.M.T.; Vianna, M. 2013. The catfish *Genidens genidens* (Cuvier, 1829) as a potential sentinel species in Brazilian estuarine waters. *Journal of Applied Ichthyology*, 29: 1297-1303.
- Souza, L.M., Chaves, P.T. 2007. Atividade reprodutiva de peixes (Teleostei) e o defeso da pesca de arrasto no litoral norte de Santa Catarina, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 24(4):1113-1121.
- Sugihara, G.; Criddle, K.R.; McQuown, M.; Giron-Nava, A.; Deyle, E.; James, C.; Lee, A.; Pao, G.; Saberski, E.; Ye, H. 2018. Comprehensive incentives for reducing Chinook salmon bycatch in the Bering Sea walleye Pollock fishery: Individual tradable encounter credits. *Regional Studies in Marine Science* 22: 70–81.
- Vasconcelos-Filho, A.L.; Neumann-Leitão, S.; Ramos-Porto, M.; Almeida, Z.S. 2007. Biologia alimentar de *Citharichthys spilopterus* (Paralichthyidae) em um estuário tropical, Pernambuco, Brasil. *Revista Brasileira de Engenharia de Pesca* 2(2): 6-12.
- Wilson, S.M.; Raby, G.D.; Burnett, N.J.; Hinch, S.G.; Cooke, S.J. 2014. Looking beyond the mortality of bycatch: sublethal effects of incidental capture on marine animals. *Biological Conservation*, 171: 61–72.

CAPITULO I

Traços de história de vida e dinâmica populacional de *Genidens genidens* (Ariidae): uma estimativa do estoque sob a influência do arrasto camaroeiro

Capítulo I: Traços de história de vida e dinâmica populacional de *Genidens genidens* (Ariidae): uma estimativa do estoque sob a influência do arrasto camaroeiro.

RESUMO

O estudo objetivou descrever traços da história de vida, tais como a estrutura e a dinâmica populacional e a biologia reprodutiva do bagre *Genidens genidens*, em um estuário subtropical no sul do Brasil. Uma vez que *G. genidens* é uma das espécies que compõe a fauna acompanhante da pesca do camarão, os resultados das análises de estrutura, dinâmica e reprodução possibilitou gerar e aplicar um modelo matemático para a estimativa populacional da referida espécie. Os exemplares foram capturados mensalmente no período de novembro/2012 a outubro/2013, utilizando o arrasto de fundo. Dos 955 exemplares capturados da espécie, foram obtidos os dados de peso total, comprimento total, peso das gônadas e amostras teciduais para a análise microscópica. Nossos resultados evidenciaram quatro estádios de desenvolvimento gonadal, para fêmeas e machos, e desova total para a espécie, com período reprodutivo de julho a janeiro. O comprimento da primeira maturação foi de 12,1cm para fêmeas e 10,7cm para machos. Registraram-se exemplares com idades entre nove meses a sete anos, comprimento máximo teórico de 35,8 e 38,5 cm, coeficiente de crescimento de 0,36 e 0,34 ano⁻¹, longevidade de 8,32 e 8,81 anos, para fêmeas e machos respectivamente. O crescimento foi do tipo alométrico positivo. Na análise de proporção sexual por classe de tamanho houve predomínio das fêmeas nas maiores classes e maior proporção de adultos em relação a jovens na população. A mortalidade total foi de 1,06 e 1,39 ano⁻¹, a mortalidade natural de 0,78 e 0,74 ano⁻¹ e a mortalidade por pesca de 0,28 e 0,65 ano⁻¹, para fêmeas e machos respectivamente. Segundo a taxa de exploração de 0,28 para fêmeas e 0,47 para machos, a espécie encontra-se em situação de exploração adequada em relação ao estoque. Porém, a pesca incidental no arrasto de camarão é uma das principais formas de captura de indivíduos imaturos e adultos machos principalmente, em todas as fases reprodutivas, o que pode levar à sobrepesca. Assim, segundo a estimativa do modelo matemático, a pressão de pesca incidental no estuário de Guaratuba pode diminuir em até 82% a densidade populacional da espécie, principalmente, pela sensibilidade da sobrevivência de adultos.

Palavras-chave: dinâmica populacional, peixe demersal, impacto da pesca, rede de arrasto.

ABSTRACT

The study aimed to describe life history traits, such as population structure and dynamics and reproductive biology of the catfish *Genidens genidens* in a subtropical estuary in southern Brazil. Since *G. genidens* is one of the species that make up the shrimp bycatch, the results of the structure, dynamics and reproduction analyzes made it possible to generate and apply a mathematical model for the population estimate of this species. The specimens were captured monthly from November 2012 to October 2013, using bottom trawl. From the 955 specimens captured of the species, total and standard weight, total length, gonad weight and tissue samples were obtained for microscopic analysis. Our results showed four stages of gonadal development, for females and males, and total spawning for the species, with reproductive period from July to January. The length of the first maturation was 12.1cm for females and 10.7cm for males. There were specimens aged from zero to seven years, maximum theoretical length of 35.8 and 38.5 cm, growth coefficient of 0.36 and 0.34 year⁻¹, longevity of 8.32 and 8.81 years, for females and males respectively. Growth was positive allometric type. In the analysis of sex ratio by size class, there was a predominance of females in the largest classes and a higher proportion of adults compared to juveniles in the population. Total mortality was 1.06 and 1.39 year⁻¹, natural mortality of 0.78 and 0.74 year⁻¹ and fishing mortality of 0.28 and 0.65 year⁻¹ for females and males respectively. According to the exploitation rate of 0.28 for females and 0.47 for males, the species is in an adequate exploitation situation in relation to the stock. However, incidental fishing in shrimp trawling is the main form of capture of immature individuals and male adults mainly, in all reproductive phases, which can lead to overfishing. Thus, according to the estimation of the mathematical model, the incidental fishing pressure in the Guaratuba estuary can decrease by 82% the population density of the species, mainly due to the sensitivity of adult survival.

Keywords: population dynamics, demersal fish, fishing impact, trawl.

INTRODUÇÃO

As métricas de história de vida de peixes, tais como peso, comprimento, características da reprodução, idade e mortalidade, são utilizadas na avaliação pesqueira indicando o grau de vulnerabilidade de uma determinada espécie em relação à sobrepesca (McClanahan, 2019). Muitas espécies aquáticas, mesmo não sendo o recurso alvo de determinada pescaria, são capturadas como fauna acompanhante ou *bycatch* durante a exploração de um recurso pesqueiro. O *bycatch* compreende espécies que representam pouco ou nenhum valor econômico e também aquelas que têm a sua captura proibida por lei, sendo estas espécies descartadas ou devolvidas ao ambiente após a captura (Davies *et al.*, 2009).

As capturas incidentais podem representar até 40,4% das capturas marinhas mundiais, sendo considerado um dos problemas de conservação mais graves na degradação dos ecossistemas marinhos (Davies *et al.*, 2009). Dentre a fauna acompanhante, na pesca de arrasto de camarão, encontra-se o bagre *Genidens genidens* (Pina e Chaves, 2009; Branco *et al.*, 2015). Esta espécie, mesmo sendo de baixo valor econômico para a pesca artesanal e industrial, é um recurso importante na pesca de subsistência e indispensável na manutenção das cadeias tróficas. Assim, a pesca de arrasto de camarão, uma das atividades mais representativas no litoral atlântico, pode estar afetando a população de diversas espécies de peixes não-alvo, como o *G. genidens*, levando a sobreexploração de forma indireta (Gomes e Chaves, 2006; Souza e Chaves, 2007; Pina e Chaves, 2009).

A espécie *G. genidens*, pertence à família Ariidae, apresenta ampla distribuição ao longo do Atlântico Sudoeste, desde as Guianas até o estuário de La Prata no Uruguai (Figueredo e Menezes, 1978). Esta espécie é de hábito alimentar generalista e é encontrada em até 25 m de profundidade em regiões litorâneas subtropicais e temperadas (Marceniuk e Menezes 2007; Andrade-Tubino *et al.*, 2008). O *G. genidens* apresenta características na sua história de vida que o tornam susceptível à pesca incidental e, conseqüentemente, à pressão de pesca, tanto pelo seu hábito demersal, como pela sua baixa fecundidade e cuidado parental de ovos e juvenis (Barbieri *et al.*, 1992). Além disso, é uma espécie dependente de estuários, sendo a área utilizada para proteção e alimentação de juvenis e reprodução de adultos (Blaber, 2013). Esta susceptibilidade da espécie *G. genidens* tem sido observada pela diminuição no número de indivíduos capturados a cada ano, em diferentes regiões (Gomes e Araújo, 2004b; Absolon e Andreatta, 2009).

Existem diversos estudos avaliando o impacto que a pesca incidental causa em populações de espécies não-alvo (Souza e Chaves, 2007; Bernardo, *et al.*, 2011; Wilson *et al.*, 2014; Branco *et al.*, 2015), assim como as alternativas para diminuir as capturas incidentais (Larsen *et al.*, 2018; Baez, *et al.*, 2019). Modelos matemáticos têm sido utilizados como ferramentas ecológicas para avaliar o estado atual de exploração e também inferir sobre os processos pesqueiros que afetam as populações (Levin *et al.*, 1997; Thorson, *et al.*, 2014). Alguns modelos que avaliam o impacto do *bycatch* são usados para prever e estimar a quantidade da pesca incidental, assim como para prever a variação espacial nas áreas de pesca (Edwards *et al.*, 2015; Breivik *et al.*, 2017; Lin e Tzeng, 2018). Assim, o objetivo deste estudo foi estimar, através da utilização do modelo baseado no indivíduo (MBI), a influência da pesca incidental do camarão sobre a população de *G. genidens*. Avaliando desde a biologia reprodutiva, as taxas de mortalidade e o estado de exploração da espécie.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

Este estudo foi realizado na baía de Guaratuba (Fig. 1), 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. 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 largura máxima de 5 km na direção norte-sul. Na região leste da baía há ampla área de manguezais na margem norte e urbanização na margem sul, apresentando no setor continental, a oeste, um maior aporte fluvial (Marone *et al.*, 2006).

Coleta dos dados

Para a obtenção de exemplares de *G. genidens*, as coletas foram realizadas, mensalmente, no período de novembro de 2012 a outubro de 2013, em três pontos na região mais interna da baía de Guaratuba, litoral sul do Brasil. Antes de cada arrasto, para captura dos peixes, foram registrados mensalmente, na área amostral, os seguintes fatores abióticos: temperatura e oxigênio da água, pH, salinidade, transparência e profundidade. 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*.

Em cada ponto amostral foi realizado um arrasto de fundo, com duração de 10 minutos, entretanto, os espécimes obtidos em cada ponto amostral foram analisados como uma amostra única. A profundidade na área de coleta variou de 1,6 a 4,8m.

A coleta dos peixes ocorreu durante as marés de quadratura, utilizando rede de arrasto de porta com as dimensões de: 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. As características da rede utilizada correspondem as redes utilizadas no arrasto camaroeiro, na região de estudo. A obtenção dos exemplares foi realizada mediante a autorização do Instituto Ambiental do Paraná (IAP), através da licença de número IAP: 456.12, e do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, através da licença de número SISBIO/ICMBio: 36818-1.

Os espécimes obtidos de *G. genidens* foram acondicionados em sacos plásticos, devidamente etiquetados, e transportados ao laboratório para a tomada de dados morfométricos (comprimento total (cm), peso total (g) e peso das gônadas (g)), determinação do sexo e do desenvolvimento gonadal macroscópico. Parte das gônadas foi destinada ao processamento histológico para corrigir erros da análise macroscópica, conferindo maior confiabilidade aos resultados (REFERENCIA).

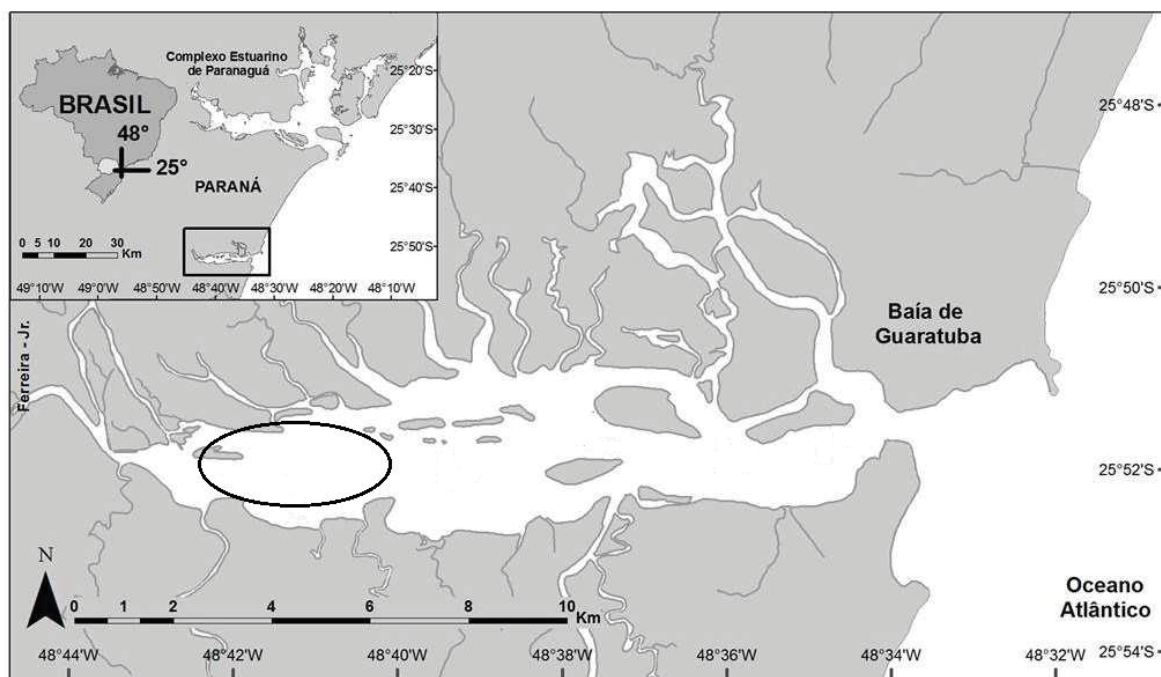


Figura 1. Local de estudo com a localização da área amostrada (circulada), ao longo do eixo oeste-leste da baía de Guaratuba, Sul do Brasil.

Análise dos dados

Estrutura populacional e estado de exploração

A relação entre comprimento total (C_t) e peso total (P_t) foi estimada, para sexos separados, através da equação: $P_t = aC_t^b$, onde a é o coeficiente linear e o b é o coeficiente de alometria, o qual é utilizado na determinação do tipo de crescimento da espécie (Le Cren, 1951). A proporção sexual mensal e por classe de tamanho, além da proporção de jovens e adultos, foi realizada pela distribuição de frequência absoluta. Para verificar a ocorrência de diferenças na proporção sexual e na proporção de jovens e adultos utilizamos o teste qui-quadrado (χ^2) de Pearson, com um grau de liberdade e significância de 0,05 ($\chi^2 > 3,84$).

Para determinar o crescimento dos exemplares utilizou-se a equação proposta por Von Bertalanffy para representar a curva de crescimento a partir da distribuição de comprimentos (Vazzoler, 1981): $L_t = L_\infty [1 - e^{-k(t-t_0)}]$ sendo, L_t o comprimento dos indivíduos na idade (t), L_∞ o tamanho máximo assintótico ou teórico que o peixe pode atingir, k é o constante de crescimento e t_0 é a idade teórica no comprimento zero. Os parâmetros L_∞ 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 ($T_{0,95}$), definida como o tempo que o indivíduo leva para alcançar 95% do L_{∞} , foi estimada a partir da fórmula de Taylor (1958): $T_{0,95} = 3/k$, sendo k a constante de crescimento.

As taxas de mortalidade, o estado de exploração e as probabilidades de captura foram estimados pelo programa FISAT II, inseridos na rotina de *Estimação de Mortalidade*, pelo método de curva de captura linearizada a partir do comprimento (Pauly, 1983). Estes parâmetros foram calculados no programa através dos seguintes métodos: mortalidade total (Z) utilizando os dados de distribuição de frequência por classe de comprimento e os parâmetros de crescimento obtidos, segundo a rotina ELEFAN II do programa FISAT II. A mortalidade natural (M), relacionada com a temperatura média da água (T) e com os parâmetros de crescimento, a partir da equação: $\log(M) = -0,0066 - 0,279 * \log(L_{\infty}) + 0,6543 * \log(k) + 0,4634 * \log(T)$. Tanto o Z e o M são 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. A mortalidade por pesca (F) foi obtida pela diferença entre a mortalidade total e natural: $F = Z - M$; e a taxa do estado de exploração (E), utilizando a expressão, $E = F / Z$. Os valores do estado de exploração variam de zero (0) a um (1), sendo considerada uma exploração adequada quando E varia de 0 a 0,5 e sobre-explotado quando $E > 0,5$ (Gulland, 1983).

Biologia reprodutiva

Para a confirmação do sexo e a caracterização dos estádios de maturidade ovariana e testicular de *G. genidens*, foram confeccionadas lâminas histológicas das gônadas, através do processo histológico de rotina, com inclusão em parafina e coloração com Hematoxilina-Eosina. As análises microscópicas para a determinação dos estádios do desenvolvimento gonadal foram baseados e adaptados dos estudos realizados por Vazzoler (1996) e por Brown-Peterson *et al.* (2011).

O índice gônado-somático (IGS) foi determinado para cada indivíduo, através da aplicação da fórmula $IGS = (Pg/Pt) \times 100$, 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. Determinou-se também a distribuição da frequência percentual mensal dos estádios de desenvolvimento gonadal para fêmeas e machos, sendo o

desenvolvimento gonadal estabelecido a partir de análises histológicas dos ovários e testículos.

A partir do cálculo do coeficiente de alometria (valor de b da relação peso-comprimento), calculou-se o fator de condição total (K) e somático (K'), para sexos separados, com a finalidade de verificar o gasto energético no processo reprodutivo da espécie. Os índices foram expressos, respectivamente, pelas expressões: $K = Pt/Ct^b$ e $K' = Pc/Ct^b$, sendo Ct o comprimento total, Pt o peso total e Pc o peso total do exemplar excetuando-se o peso das gônadas (Vazzoler, 1981).

Para a determinação do comprimento médio da primeira maturação (L_{50}) e comprimento máximo de maturação (L_{100}), foram considerados indivíduos jovens somente aqueles que se encontravam com as gônadas imaturas e adultos os indivíduos com gônadas nos demais estádio de desenvolvimento gonadal (Fávaro *et al.* 2003; Oliveira e Fávaro, 2011). A determinação ocorreu pelo uso da expressão $Fr = 1 - (e^{-aLmb})$, 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 relação entre os fatores abióticos e a reprodução da espécie *G. genidens*, 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) (Rodriguez e Lewis, 1997). A significância das variáveis ambientais foi obtida por meio 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 usando o pacote Vegan no software R (R Development Core Team 2009).

Em relação a sazonalidade, neste estudo estabelecemos as estações do ano, sendo, a Primavera - de outubro a dezembro, Verão – de janeiro a março, Outono – abril a junho e o Inverno – de julho a setembro.

Estimativa populacional: Modelo baseado no indivíduo (MBI)

Neste estudo foi gerado um modelo baseado no indivíduo (MBI), adaptado de Brito *et al.* (2017), uma ferramenta matemática utilizada para estimar a população de *G. genidens* submetida à pesca incidental durante a obtenção do camarão. O MBI

tem como característica principal o uso do Indivíduo como unidade básica ou entidade discreta, cujo conjunto destas unidades compõe as características da população (Giacomini, 2007).

O propósito do modelo foi estimar a densidade da população da espécie *G. genidens* em condições naturais de mortalidade e em condição de mortalidade por pesca de arrasto. Os indivíduos foram modelados em duas fases de vida, jovens e adultos, em função do total de indivíduos (sexos agrupados) (Fig. 2). Entre as principais características para a modelagem da dinâmica da população da espécie foram consideradas a idade em anos, o crescimento, a maturidade sexual e a fecundidade (número de ovos produzidos).

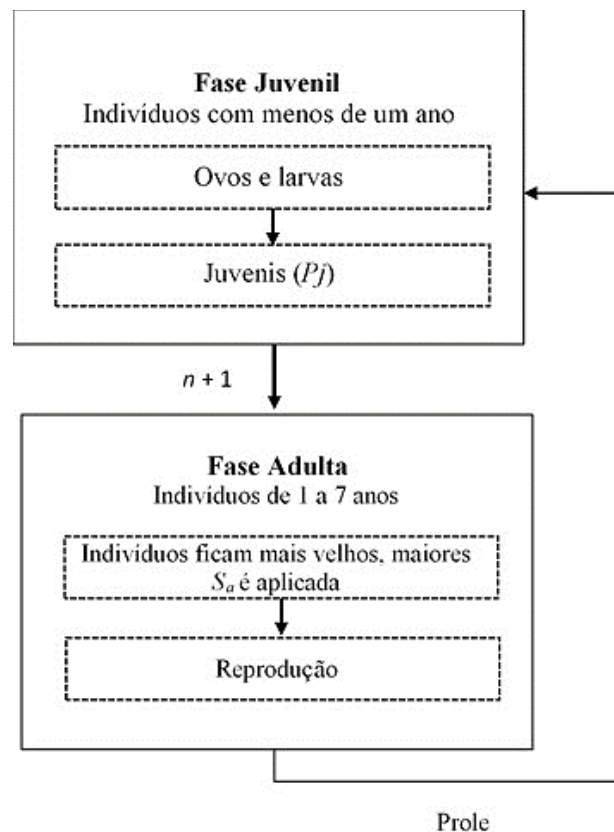


Figura 2. Fluxograma simplificado da dinâmica do modelo, adaptado de Britto *et al.* (2017). P_j = Probabilidade de sobrevivência de juvenis, S_a = Taxa de sobrevivência de adultos.

A fase jovem, correspondente ao primeiro estágio de vida, compreende desde ovos e larvas até a fase juvenil, anterior à idade da primeira maturação (A_{50}). Os indivíduos que sobrevivem a esta primeira fase (P_j) se tornam adultos de um ano de

idade na geração seguinte ($n+1$). Na fase adulta, o segundo estágio de vida, anualmente a idade e os tamanhos são atualizados. Uma taxa de sobrevivência (S_a) é aplicada aos indivíduos da idade anterior que passaram à idade adulta. Nesta fase os indivíduos são capazes de se reproduzir e gerar descendentes até uma idade máxima definida no estudo ($T_{0,95}$). Indivíduos que ultrapassam a referida idade foram excluídos das simulações. Para cada ano de vida dos indivíduos adultos foi calculado o comprimento total correspondente (L_t^i), de acordo com a seguinte fórmula (método Von Bertalanffy):

$$L_t^i = L^\infty * (1 - e^{(-k(t-t_0))})$$

onde, i representa a idade do indivíduo no tempo t (em anos); k a constante de crescimento; L^∞ é o comprimento máximo atingido; t_0 é a idade relacionada ao tamanho do indivíduo ao nascer, comprimento zero, considerado igual a zero.

A partir do comprimento total foi calculada a fecundidade para cada idade (F_i), a partir da utilização da expressão $F_i = -2,76 + 0,77 * L_t$ (Gomes *et al.*, 1999). Através da utilização da fórmula $N_e = 0,5 * \sum_i^{T_{0,95}} N_a^i * F_i$, o número total de embriões produzidos (N_e) foi calculado levando-se em consideração a fecundidade (F_i) e o número de indivíduos de cada idade (N_a^i), assumindo que metade da população reprodutiva corresponde a fêmeas.

Todos os embriões produzidos eclodem em larvas que não dependem de alimentação exógena, portanto, não competem por recursos. Assim, assumimos, para testar o modelo, que todas as larvas se tornam indivíduos juvenis. Entretanto, os indivíduos juvenis passam a depender de recursos exógenos em sua alimentação, assim, consideramos que a partir desta fase ocorre competição por recurso e que estes indivíduos sobrevivem a uma probabilidade que é denso-dependente. Para a determinação da probabilidade de sobrevivência de juvenis (P_j) foi utilizada, de acordo com Gledhill e Van Kirk (2011), a seguinte expressão:

$$P_j = \frac{S_j}{1 + a * N_e}$$

onde, S_j representa a taxa de sobrevivência máxima de juvenis na ausência de competição, e a é uma constante que define o efeito de competição intraespecífica de acordo com a capacidade suporte de juvenis (C_j) da população:

$$a = \frac{S_j}{C_j}$$

Todos os indivíduos juvenis sobreviventes (N_j) se tornarão adultos com um ano de idade na geração seguinte. Tendo em vista que o número máximo de adultos com um ano de idade é dado em função da capacidade suporte de juvenis, por consequência a capacidade suporte total de adultos foi dada pela multiplicação de C_j pela idade máxima: $C_a = C_j * T_{0,95}$

Simulações e análise do modelo

Antes do início das simulações do modelo, foi realizada a análise de sensibilidade às condições iniciais pela comparação dos resultados para diferentes valores de capacidade suporte de juvenis ($C_j = 50, 100, 250, 500, 1000$) e tamanhos populacionais ($N_a^1 = 0,1 * C_a; 0,25 * C_a; 0,5 * C_a; 0,75 * C_a; 0,75 * C_a$ e $1,0 * C_a$). Tendo em vista que o modelo não demonstrou sensibilidade às variações de C_j nem aos tamanhos populacionais (N_a), utilizou-se o tamanho da população inicial de $N_a^1 = 0,1 * C_a$, com capacidade de suporte de juvenil de (C_j) de 1000 indivíduos para as simulações, resultando em termos de densidade populacional relativa (DPR).

O cálculo considera a média do número total de indivíduos adultos (N_a) das 10 gerações finais de cada simulação dividida pela capacidade suporte máxima de adultos (C_a). O tempo máximo ($n_{máx}$) de cada simulação foi de 200 anos, suficiente para que os resultados sejam independentes das condições iniciais. Analisamos as variações dos valores de DPR para todas as combinações possíveis de taxa de sobrevivência de juvenis (S_j) e taxa de sobrevivência de adultos (S_a), ou seja, $0,0 \leq S_j \leq 1,0$ e $0,0 \leq S_a \leq 1,0$, ambos variando a cada 0,01. Para cada combinação de parâmetro foi apresentada a média referente a 25 repetições.

Os resultados obtidos nas simulações foram comparados com os valores das taxas instantâneas de mortalidade natural e taxa de mortalidade total, calculadas para *G. genidens* neste estudo. A conversão destes parâmetros para valores discretos de taxas de sobrevivência total foi realizada de acordo com Sparre *et al.* (1989), através da expressão: $S_a^Z = \exp(-Z)$, onde Z é a mortalidade total e inclui o impacto da pesca de arrasto. Por sua vez, a taxa discreta de sobrevivência natural foi calculada através da expressão: $S_a^M = \exp(-Z) \frac{M}{Z}$, onde M é a taxa de mortalidade natural. Os parâmetros e variáveis utilizados no modelo estão sumarizados na Tabela 1.

Tabela 1. Parâmetros e variáveis usados nas simulações do modelo da dinâmica da população de *Genidens genidens*, para sexos agrupados, obtidos neste estudo

Parâmetros	Descrição	Dimensões
$T_{0,95}$	Idade máxima ou longevidade	anos
L_{∞}	Comprimento máximo teórico ou assintótico	cm
K	Constante de crescimento	ano ⁻¹
S_j	Taxa máxima de sobrevivência de juvenis	ano ⁻¹
S_a	Taxa máxima de sobrevivência de adultos	ano ⁻¹
C_j	Capacidade suporte de juvenis	Indivíduos.ano ⁻¹
C_a	Capacidade suporte total de adultos	Indivíduos.ano ⁻¹
a	Efeito da competição interespecífica em juvenis	-
M	Taxa de mortalidade natural	ano ⁻¹
Z	Taxa de mortalidade total	ano ⁻¹
S_a^Z	Taxa de sobrevivência de adultos dependente da mortalidade total	ano ⁻¹
S_a^M	Taxa de sobrevivência de adultos dependente da mortalidade natural	ano ⁻¹
Variáveis	Descrição	Dimensões
P_j	Probabilidade de sobrevivência juvenis	ano ⁻¹
$*F_i$	Fecundidade para cada idade i	Indivíduos
N_j	Número total de juvenis indo para fase adulta	Indivíduos
N_a^i	Número total de indivíduos adultos na idade i	Indivíduos
N_e	Número total de embriões produzidos na idade i	Indivíduos
L_t^i	Comprimento total na idade i	cm

* Gomes *et al.* (1999)

RESULTADOS

Estrutura populacional e estado de exploração

Foi coletado um total de 955 exemplares de *G. genidens*, com valores médios de comprimento total de 18,6 cm (desvio padrão = ± 4,4) e 17,5 cm (desvio padrão = ± 3,4), respectivamente para fêmeas e machos. O peso total médio entre os sexos foi de 67,2 g (desvio padrão = ± 42,0) e 52,2 (desvio padrão = ± 30,8), respectivamente para fêmeas e machos. A relação peso-comprimento caracterizou o crescimento do

tipo alométrico positivo ($b > 3$) para ambos os sexos, confirmados pelas expressões $Ct=0,0075*Pt^{3,05}$ e $Ct=0,0075*Pt^{3,01}$, 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 (Fig. 3), sendo está representada pela expressão $Lt = 35,8 (1 - e^{-0,36(t-t_0)})$ e $Lt = 38,54 (1 - e^{-0,34(t-t_0)})$ para fêmeas e machos, respetivamente. Os parâmetros da estrutura populacional da espécie estão resumidos na Tabela 2.

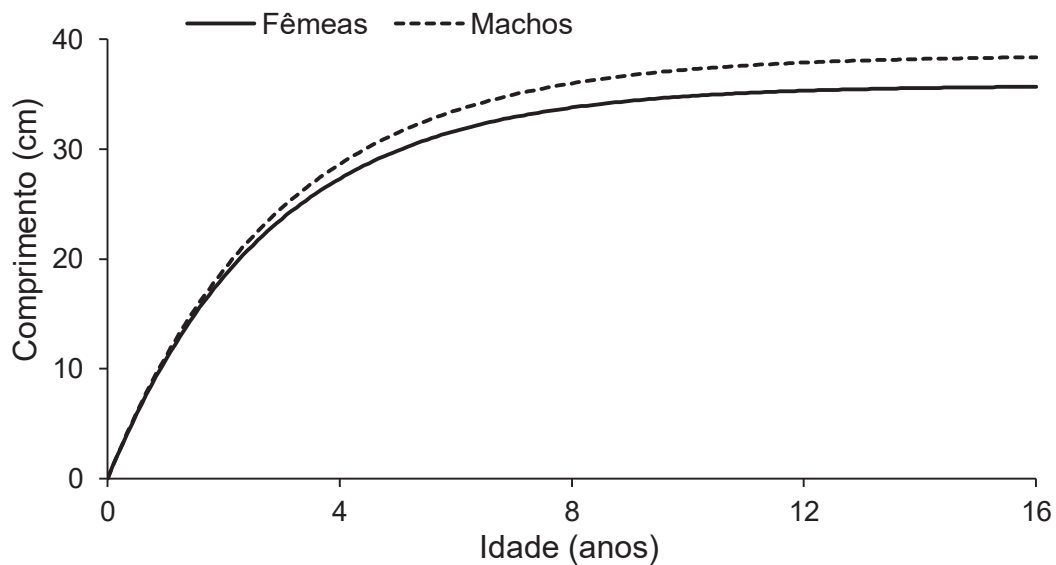


Figura 3. Curva de crescimento do comprimento (cm) em função da idade de fêmeas e machos de *Genidens genidens*.

Tabela 2. Parâmetros da estrutura da população utilizados na determinação dos traços da história de vida de *Genidens genidens*, 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	471	8,1	33,2	4,01	337,34	35,8	0,36	8,32	b = 3,05
Machos	484	8,7	35,9	6,14	372,79	38,5	0,34	8,81	b = 3,01

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 em anos (k), Longevidade em anos (T_{0,95}), valor de b da relação peso-comprimento.

No ambiente estudado foram obtidos exemplares com idades variando entre nove meses a sete anos para ambos os sexos. A frequência exemplares menores de

um ano de idade variou de 4 a 9%, e de 72 a 90% exemplares de um a três anos de idade, fêmeas e machos, respectivamente.

A frequência máxima de jovens ($n=70$) correspondeu a 33% e 28% do total capturados nos meses de maio e junho, respectivamente, ocorrendo maior frequência de adultos ($n=885$) em todos os meses de coleta ($\chi^2>3,84$; $df=1$; $p<0,05$). A proporção sexual registrou diferença significativa entre os sexos somente no mês de outubro, com o predomínio de machos sobre as fêmeas (Fig. 3). Entretanto, a proporção sexual por classe de comprimento não demonstrou um padrão claro de variação, sendo registradas diferenças significativas ($\chi^2>3,84$; $df=1$; $p<0,05$), com predomínio de fêmeas sobre os machos na menor classe de comprimento (comprimento médio = 9,3cm). Predomínio de machos sobre as fêmeas nas classes com comprimentos médios de 14,2cm e 16,6cm. Ainda diferenças significativas, com predomínio das fêmeas sobre os machos foram observados nas classes com comprimentos médios de 21,4cm, 26,2cm e 33,4cm. A maior classe de comprimento foi representada por um único indivíduo macho (Fig. 4).

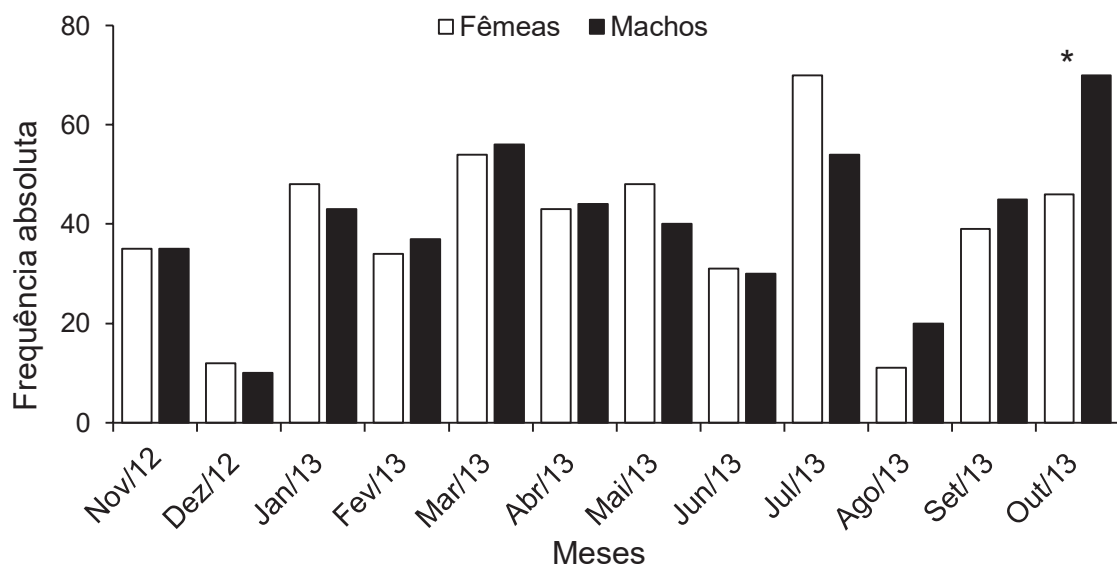


Figura 4. Proporção sexual mensal determinada pela distribuição da frequência absoluta de fêmeas e machos de *Genidens genidens* na baía de Guaratuba, sul do Brasil (* = diferença significativa).

As taxas de mortalidade, o estado de exploração e as probabilidades de captura da espécie, para ambos os sexos, estão apresentadas na Tabela 3. Os valores de E, obtidos para fêmeas e machos de *G. genidens* caracterizam uma condição de exploração adequada, entretanto, a captura de machos ocorre em maior

frequência e em comprimentos menores que as fêmeas segundo as probabilidades de captura (25%, 50% e 75%).

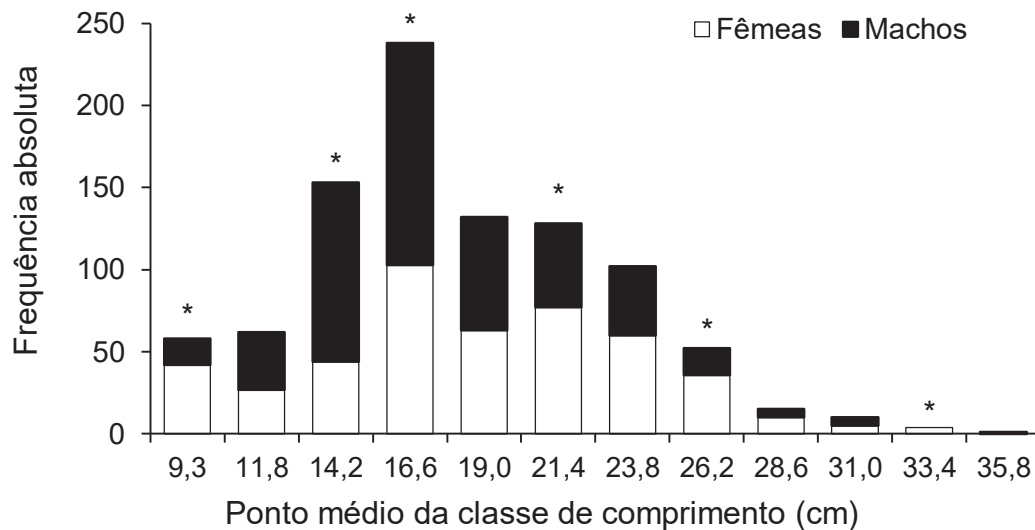


Figura 5. Proporção sexual por classe de comprimento determinada pela distribuição da frequência absoluta de fêmeas e machos de *Genidens genidens* na baía de Guaratuba, sul do Brasil (* = diferença significativa).

Tabela 3. Parâmetros de mortalidade (ano^{-1}), estado de exploração (ano^{-1}) e probabilidades de captura (cm) utilizados na determinação dos traços da história de vida de *Genidens genidens*, no estuário de Guaratuba, região sul do Brasil.

Sexo	Z	M	F	E	C _{25%}	C _{50%}	C _{75%}
Fêmeas	1,06	0,78	0,28	0,26	15,04	18,55	21,17
Machos	1,39	0,74	0,65	0,47	12,49	14,17	15,91

Taxa de mortalidade total (Z), Taxa de mortalidade natural (M), Taxa de mortalidade por pesca (F), estado de exploração (E), probabilidade de captura (C₂₅, C₅₀, C₇₅).

Biologia reprodutiva

O desenvolvimento microscópico ovariano e testicular de *G. genidens* foi caracterizado, através da análise histológica das gônadas, em quatro estádios: Imaturo (A), Em desenvolvimento (B), Maduro (C) e Pós-Desovado (para fêmeas) (D)/Pós-Espermiado (para machos) (E).

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 vitelogenese (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 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 da curva de maturação (Fig. 5), para fêmeas e machos, observou-se o aumento nos valores do IGS médio a partir do mês de julho. Fêmeas apresentaram os maiores valores entre agosto e outubro, enquanto os machos

tiveram o maior valor no mês de outubro. A análise da distribuição da frequência mensal dos estádios gonadais (Fig. 6), determinados a partir da análise histológica das gônadas, corroborou o resultado observado na curva de maturação, evidenciando que o aumento nos valores de IGS médio corresponde ao aumento na frequência de indivíduos com gônadas maduras (C). Assim, caracterizamos o período reprodutivo da espécie de julho a novembro, com desova do tipo total.

As análises da curva de maturação e da distribuição mensal dos estádios de desenvolvimento gonadal, ainda, evidenciaram que após o período reprodutivo os valores de IGS médio diminuem, corroborando com o aumento de fêmeas com ovários no estágio Pós-desovado (D) e machos com testículos Pós-espermiados (E). Também fica evidenciado que o recrutamento de indivíduos jovens (A) ocorreu, de maneira mais expressiva, após o período reprodutivo.

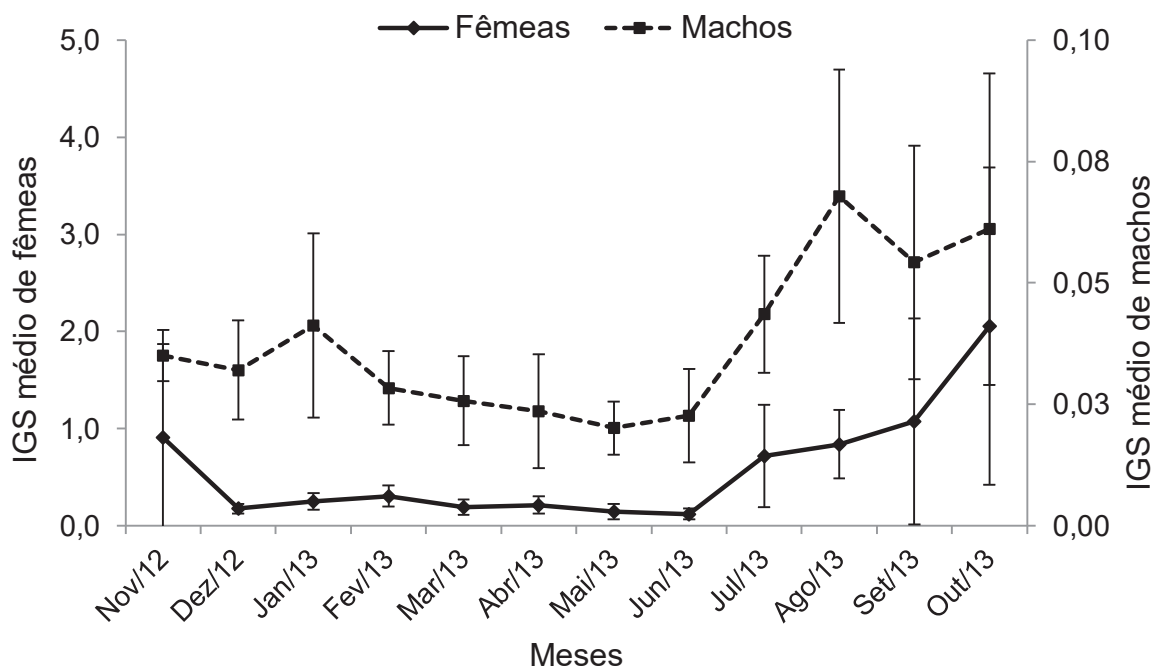


Figura 6. Curva de maturação de fêmeas e machos de *Genidens genidens* coletados entre novembro de 2012 e outubro de 2013 na baía de Guaratuba, sul do Brasil.

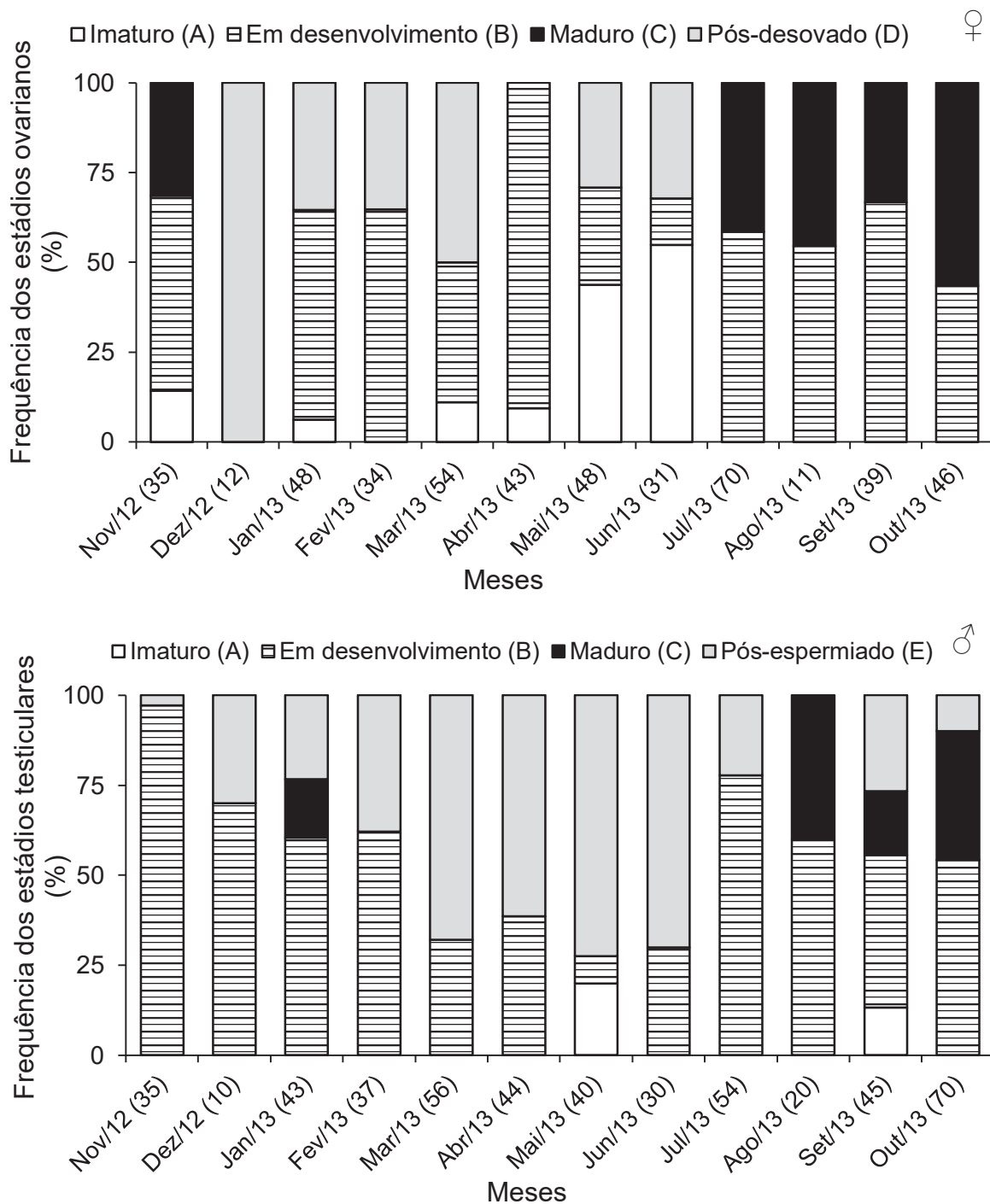


Figura 7. Estádios de maturidade de fêmeas (♀) e machos (♂) da espécie *Genidens genidens* capturada na baía de Guaratuba, sul do Brasil (entre parênteses a quantidade de indivíduos coletados por mês).

Durante o desenvolvimento gonadal, os ovários sofrem modificações muito mais evidentes que os testículos, principalmente quanto ao volume. Assim, em relação ao gasto de energia destinada ao processo reprodutivo foi observado que

fêmeas dispõem maior energia na reprodução, em relação aos machos. 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' (Fig. 7), corroborando assim os resultados obtidos anteriormente.

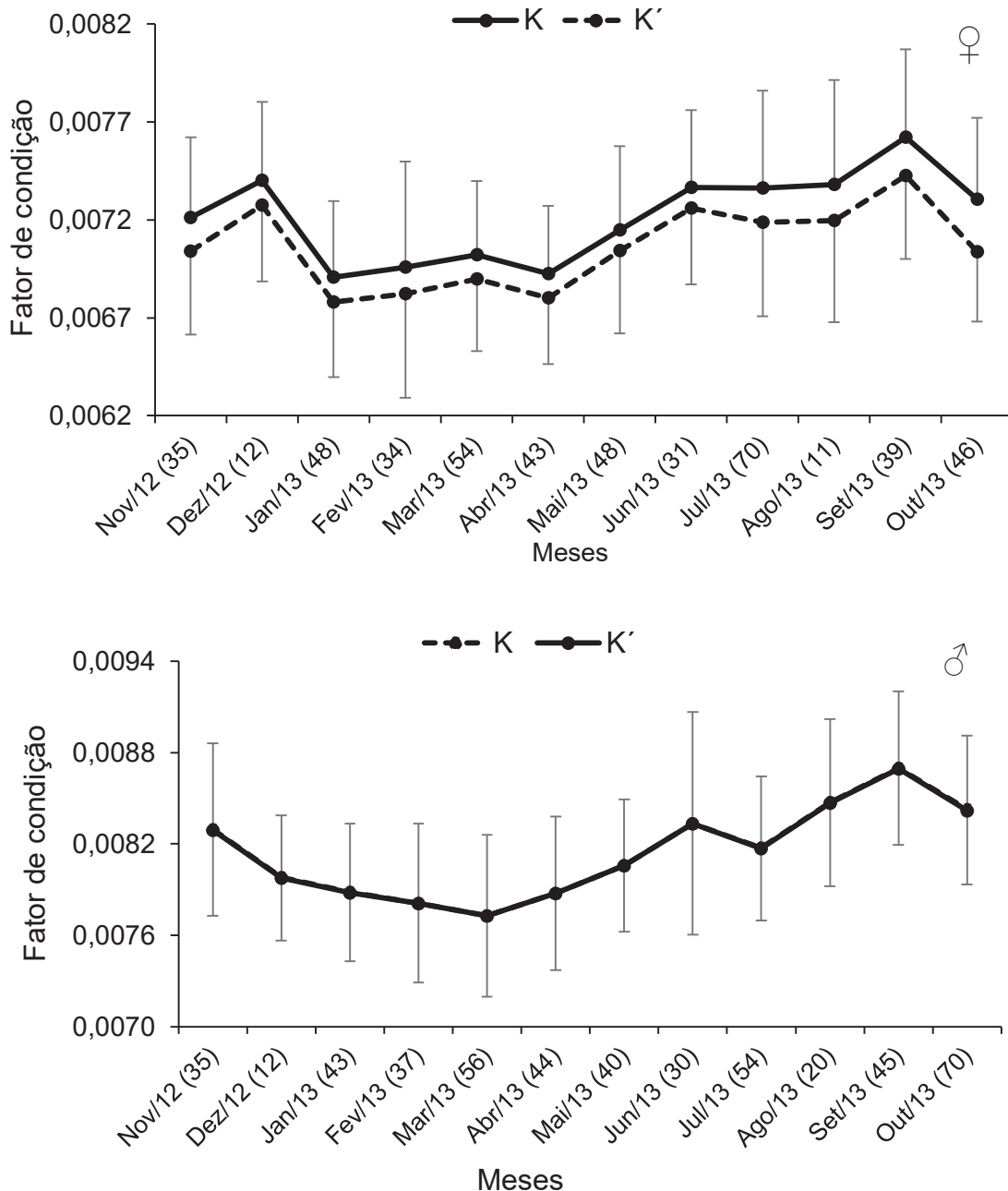


Figura 8. Fator de condição total (K) e somático (K') de fêmeas (♀) e machos (♂) de *Genidens genidens* coletados entre novembro de 2012 e outubro de 2013 na baía de Guaratuba, sul do Brasil (entre parênteses a quantidade de indivíduos coletados por mês).

O comprimento total médio de primeira maturação (L_{50}) foi estimado em 12,1 e 10,7 cm assim como o comprimento de maturação (L_{100}) foi estimado em 15 e 14 cm, para fêmeas e machos, respectivamente (Fig. 8).

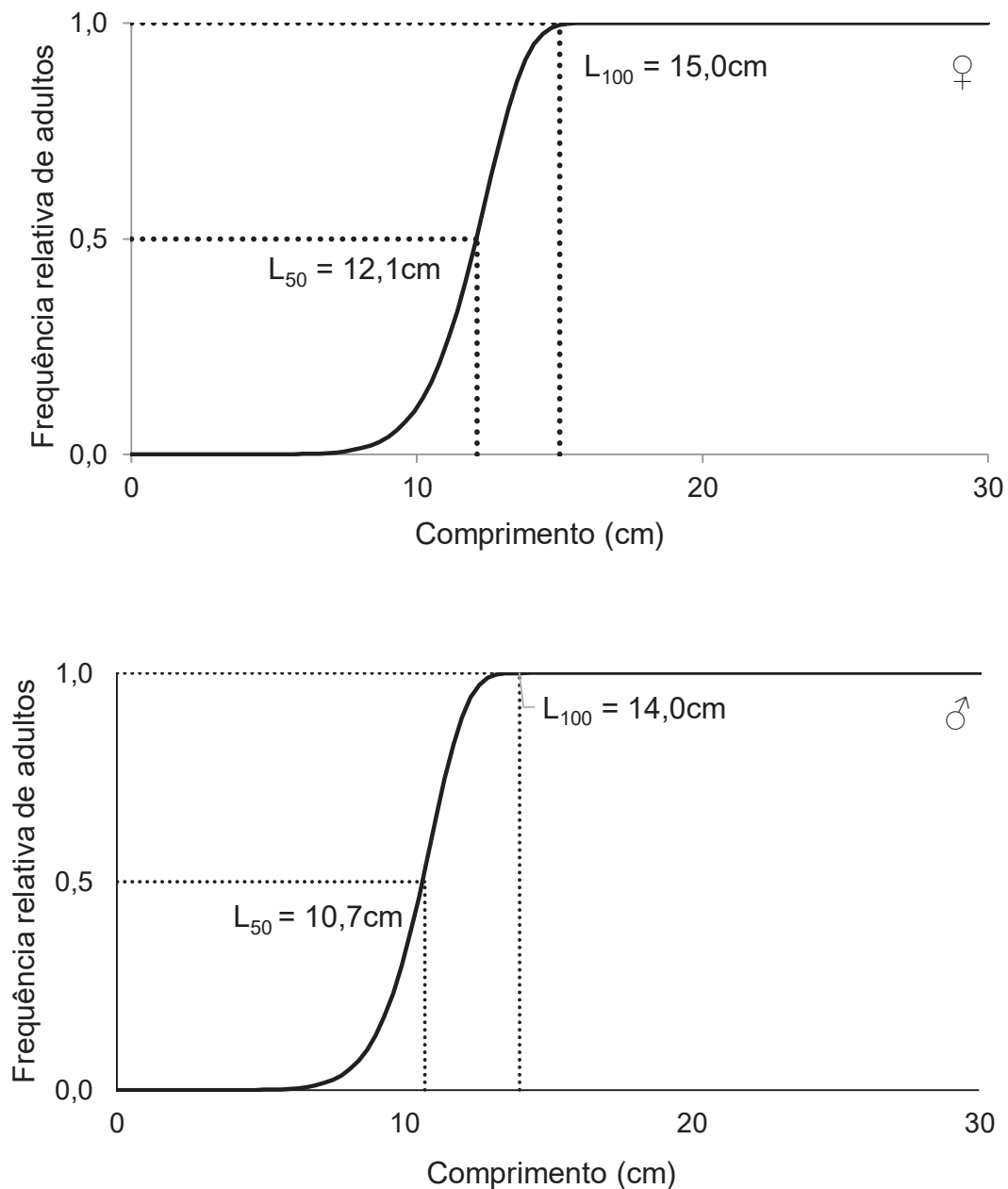


Figura 9. Comprimento de primeira maturação (L_{50}) e o comprimento máximo de maturação (L_{100}) estimado para fêmeas (♀) e machos (♂) de *Genidens genidens*.

Através do análise de agrupamento constatou-se a influência das variáveis ambientais (tabela 4) sobre a distribuição mensal dos estádios de maturação gonadal. Os dois primeiros eixos da CCA explicaram 60 e 61% da variação na distribuição,

para fêmeas e machos, respetivamente. Sendo consideradas as variáveis mais significativas, para ambos os sexos, a salinidade e a profundidade, além do oxigênio para fêmeas e a transparência para machos.

Tabela 4. Valores médios mensais (\pm desvio padrão) das variáveis ambientais registrados da baía de Guaratuba, Sul do Brasil.

Mês/ano	Variáveis ambientais					
	O ₂	pH	Sal	°C	Trans	Prof
11/12	8,03 \pm 0,25	7,16 \pm 0,25	17,67 \pm 2,52	25,83 \pm 0,25	1,48 \pm 0,25	2,53 \pm 0,49
12/12	6,77 \pm 0,29	7,33 \pm 0,10	18,33 \pm 4,04	27,67 \pm 0,12	1,41 \pm 0,25	3,40 \pm 0,82
01/13	5,47 \pm 0,12	7,62 \pm 0,19	16,33 \pm 1,53	24,8 \pm 0,10	0,98 \pm 0,03	2,97 \pm 0,45
02/13	6,73 \pm 0,12	8,45 \pm 0,21	20,0 \pm 2,0	27,13 \pm 0,31	0,88 \pm 0,21	2,93 \pm 0,67
03/13	8,03 \pm 0,06	7,44 \pm 0,26	16,33 \pm 3,21	23,37 \pm 0,78	1,07 \pm 0,11	3,13 \pm 0,57
04/13	7,47 \pm 0,21	7,96 \pm 0,25	20,0 \pm 2,0	23,57 \pm 0,40	1,20 \pm 0,19	3,43 \pm 1,18
05/13	7,93 \pm 0,23	7,58 \pm 0,40	19,0 \pm 5,29	21,13 \pm 0,45	1,15 \pm 0,13	3,37 \pm 1,27
06/13	7,47 \pm 0,21	7,63 \pm 0,42	22,33 \pm 3,79	19,87 \pm 0,21	1,18 \pm 0,28	3,13 \pm 0,31
07/13	9,10 \pm 0,17	7,22 \pm 0,12	9,0 \pm 3,46	13,47 \pm 2,91	0,84 \pm 0,25	2,80 \pm 0,95
08/13	8,03 \pm 0,06	7,27 \pm 0,13	21,67 \pm 2,08	17,1 \pm 0,10	1,57 \pm 0,12	3,40 \pm 0,60
09/13	7,63 \pm 0,15	7,34 \pm 0,11	15,33 \pm 0,58	18,7 \pm 0,17	0,97 \pm 0,10	3,10 \pm 1,31
10/13	7,67 \pm 0,15	7,61 \pm 0,39	19,33 \pm 4,04	23,47 \pm 0,4	1,08 \pm 0,19	2,80 \pm 1,04

*O₂=oxigênio dissolvido (mg/L); Sal=salinidade (ppm); °C=temperatura; Trans=transparência (m); prof = profundidade (m).

Tabela 5. Resultado da análise de correspondência canônica (CCA) dos estádios de maturidade gonadal de fêmeas e machos de *Genidens genidens* com as variáveis ambientais da baía de Guaratuba, sul do Brasil. * = significativo a $\alpha = 0,05$; ** = significativo a $\alpha = 0,01$.

Fatores Abióticos	Fêmeas			Machos		
	Eixo 1	Eixo 2	r ²	Eixo 1	Eixo 2	r ²
pH	-0,09	0,63	0,29	0,26	0,31	0,12
Transparência	-0,59	-0,53	0,37	0,12	-0,80	0,51*
Temperatura	-0,48	0,46	0,31	0,09	-0,15	0,01
Oxigênio dissolvido	0,45	-0,82	0,45*	-0,12	0,36	0,11
Salinidade	-0,82	-0,13	0,68**	0,48	-0,48	0,51*
Profundidade	-0,60	0,28	0,49*	0,89	-0,28	0,76**
Varição explicada (%)	45	15	-	41	20	-

Para fêmeas e machos houve maior influência das variáveis salinidade e profundidade. A ocorrência de fêmeas com ovários maduros (C) no mês de julho se relacionaram com o aumento do oxigênio dissolvido, e com a baixa salinidade e profundidade. Fêmeas em desenvolvimento (B) ocorreram em maior abundância nos meses de abril e julho, e foram relacionados com a baixa salinidade e profundidade. As fêmeas no estágio pós-desovados (D) ocorreram em maior abundância nos meses de janeiro a março, época com variação de temperatura e do nível de oxigênio, sendo maior a temperatura no mês de janeiro e de oxigênio no mês de março. Os exemplares machos no estágio pós-espermiados (E) ocorreram em maior abundância no mês março, abril e maio, época com valores médios de salinidade, baixa transparência e alta profundidade. Fêmeas e machos imaturos (A) e machos maduros (C) não apresentaram relação significativa com as variáveis ambientais.

Estimativa populacional: Modelo baseado no indivíduo (MBI)

Os resultados demonstraram que a sensibilidade na densidade populacional relativa (DPR) do *G. genidens* depende da variação na sobrevivência de adultos, mais do que de juvenis (Fig. 09). Ou seja, à medida que varia a taxa de sobrevivência de adultos (S_a), a qualquer valor fixo de sobrevivência de juvenis (S_j), há uma rápida alteração na DPR. Ao contrário, variando apenas o valor de S_j a um valor fixo de S_a , os resultados quase não se alteram. Como por exemplo: S_j de 0,5 e 0,8 a uma taxa fixa S_a de 0,6 a DPR é igual a 0,17 e 0,18 respectivamente. Essa alta sensibilidade na DPR não permite a existência de populações, jovens e adultos, na maior parte das combinações dos parâmetros (área vermelha da Fig. 10). Os valores discretos das taxas de sobrevivência natural (S_a^M) e taxa de sobrevivência total (S_a^Z) foram de 0,44 e 0,74 ano⁻¹, respectivamente (linhas A e B da Fig. 10, respectivamente). A sobrevivência natural permite a espécie atingir uma DPR de até 0,34 da capacidade de suporte (C_j) quando a taxa de sobrevivência de juvenis é de 1,0.

A DPR média de uma população que não sofre a pressão de pesca ($S_a^M = 0,74$, linha A da Fig. 10), isto é a média resultante de simulações feitas com cada valor de S_j é igual a 0,28. Quando observamos os resultados de uma população que sofre pressão de pesca ($S_a^Z = 0,44$ linha B da Fig. 10) a DPR máxima é de 0,09. Para populações onde a pesca é realizada este valor é de 0,05, uma perda populacional de 82%.

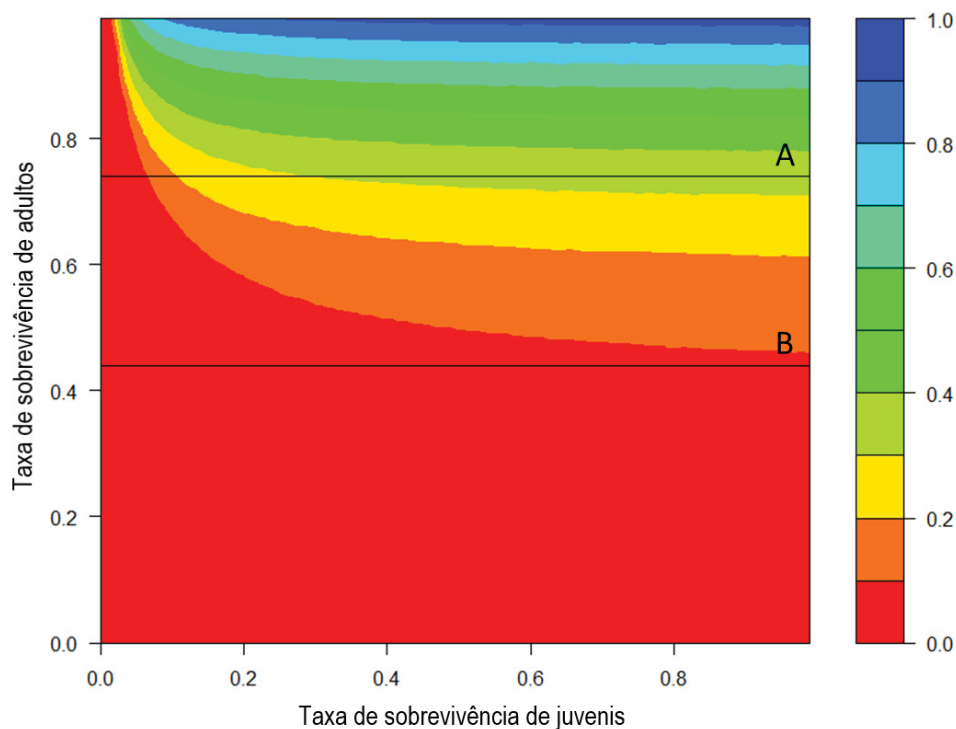


Figura 10. Diagrama de fases da dinâmica populacional de *Genidens genidens*. Escala de cores varia da extinção (vermelho) a densidade populacional máxima (azul escuro). Linha A: taxa de sobrevivência natural esperada para uma população que não sofre exploração por pesca ($S_a^M = 0,74$); linha B: taxa de sobrevivência gerada pela introdução da pesca de arrasto ($S_a^Z = 0,44$).

DISCUSSÃO

Os resultados obtidos neste estudo demonstraram que a rede de arrasto, utilizada na pesca do camarão, captura exemplares de *G. genidens*, preferencialmente, adultos entre um e três anos de idade, representando mais de 80% da população total capturada. Entretanto, com menor intensidade, este petrecho de pesca atua também sobre os indivíduos jovens, com menos de um ano de idade.

Os dados de captura da espécie, como fauna acompanhante, refletem fortemente as características da história de vida. O crescimento rápido no primeiro ano de vida possibilita uma menor captura de indivíduos jovens. Ainda, o comprimento de primeira maturação, determinado neste estudo, demonstra que os indivíduos atingem a maturidade sexual no primeiro ano de vida, corroborando assim as maiores capturas de indivíduos adultos.

O crescimento dos peixes não é uniforme em todo o seu ciclo de vida e a constante de crescimento (k) varia em relação ao comprimento máximo que a espécie atinge (Santos e Barbieri, 1993). De maneira geral, valores de k entre 0,1 e 0,2 ano⁻¹ indicam espécies de grande porte e crescimento lento e valores de k maiores que 0,3 ano⁻¹ indicariam espécies de menor porte e crescimento rápido (Branstetter 1987). O crescimento rápido de *G. genidens*, no primeiro ano de vida, foi também relatado por Oliveira e Novelli (2005).

Os comprimentos da primeira maturação determinados para ambos os sexos, neste estudo, foram maiores ao registrado por Mazzoni *et al.* (2000) que estimaram o L_{50} de 5,5 cm para fêmeas e 8,5 cm para os machos, na lagoa de Maricá (RJ), e menores do que o registrado por Hostim-Silva *et al.* (2009) que estimaram o L_{50} de 13,4 cm para as fêmeas e 16,8 cm para os machos, na foz do Rio Itajaí-Açú (SC). Assim, é importante ressaltar que o tamanho maturação é uma tática reprodutiva que pode ser alterada em decorrência das pressões ambientais, bióticas e abióticas, e por isso a importância de analisar a espécie para os diferentes ambientes, a fim de subsidiar a pesca em diferentes localidades.

Ainda, considerando as capturas de *G. genidens*, ficou evidenciado que os machos atingem comprimentos e idades maiores do que as fêmeas e que a taxa de exploração de machos foi maior em relação a exploração de fêmeas, entretanto as maiores capturas ocorrem sobre os machos nas menores classes de comprimento. Estes resultados demonstram que a pesca incidental atua diferentemente sobre os sexos, assim, a probabilidade de uma desestruturação populacional, e consequentemente, da comunidade, aumentam em situações de pesca intensa. Desta maneira, é importante conhecer as características comportamentais das espécies afetadas, possibilitando uma melhor gestão da pesca.

Na região estudada, os tamanhos máximos capturados de ambos os sexos, foram menores aos registrados por outros autores, tais como 41,5 cm (Gomes *et al.* 1999) e 36,6 cm (Gomes e Araújo, 2004a) para a mesma espécie na baía de Sepetiba, litoral brasileiro. As variações no comprimento são justificadas tanto pelo tipo de aparelho de pesca utilizado e também pelas diferenças intraespecíficas, dependentes principalmente das condições ambientais das diferentes regiões (Mateus e Penha, 2007) e não, necessariamente, devido à inexistência de indivíduos de maior tamanho na área estudada.

O padrão de captura, descrito por Hilborn e Walters (1992), demonstra a obtenção de poucos espécimes jovens, um predomínio de espécimes de comprimento intermediário (adultos em fase reprodutiva) e um número reduzido de espécimes mais velhos e com maior porte (devido à mortalidade natural). Entretanto, sob uma influência expressiva da pesca, principalmente com a utilização de petrechos de baixa seletividade, o padrão descrito pode ser alterado.

A baixa seletividade da rede de arrasto utilizada resultou na captura de exemplares jovens e adultos, nos todos os estádios de maturidade gonadal, para ambos os sexos, possibilitando afirmar que a área interna do estuário é utilizada em todas as fases do ciclo de vida de *G. genidens*. Isto confirma o relatado por Chaves e Bouchereau (2000) que consideraram a área interna do estuário para alimentação, refugio, reprodução e berçário para diversas espécies, incluindo a referida espécie.

A histologia das gônadas foi utilizada a fim de conferir resultados seguros em relação ao tipo de desova e período reprodutivo para a espécie em análise. Entretanto, a escala de maturidade gonadal, confeccionada neste estudo, foi diferente quanto ao número de estádios descritos em outros estudos (Mazzoni *et al.*, 2000; Gomes e Araújo, 2004b). A diferença ocorreu por fato de termos agrupado os estádios desovado e recuperado em Pós-desovados, para fêmeas, e os estádios espermiado e recuperado em Pós-espermiados, para os machos. Entretanto, mesmo tendo analisado a reprodução da espécie com diferenças na escala da maturidade, em relação a outros estudos, nossos resultados permitiram caracterizar a desova total, corroborando com os resultados obtidos por Mazzoni *et al.* (2000) e Gomes e Araújo (2004b).

Nossa decisão em agrupar estádios do desenvolvimento gonadal deu-se em decorrência de que o período pós-reprodução é muito importante para o desenvolvimento de larvas e alevinos, enquanto que para os indivíduos adultos as gônadas passam por uma etapa de reestruturação para, posteriormente, iniciar um novo ciclo reprodutivo. É importante considerar que o sucesso reprodutivo de uma espécie consiste em deixar descendentes férteis no sistema, a fim de perpetuar a espécie e manter os estoques. Ainda, considerando a baixa fecundidade e a produção de ovócitos grandes, a espécie realiza cuidado parental, com incubação oral por parte dos exemplares machos (Barbieri *et al.*, 1992; Gomes *et al.*, 1999). Isto indica um grande esforço reprodutivo, caracterizando uma tendência da espécie para K-

estrategista, onde maior parte da energia é direcionada para o processo de desova associado a cuidados parentais (Vazzoler, 1996).

De maneira geral, primavera e verão são as estações mais associadas com a maturação e desova das espécies de peixes estuarinos (Chaves e Bouchereau, 2000), sendo que este período é caracterizado por temperaturas mais elevadas e valores de salinidade diminuídos. Estas características ambientais do período de primavera e verão foram relacionadas ao período reprodutivo de *G. genidens* por diversos autores (Barbieri, *et al.*, 1992; Gomes *et al.*, 1999; Mazzoni, *et al.*, 2000; Gomes e Araújo, 2004b; Oliveira e Novelli, 2005). Entretanto, o período reprodutivo de *G. genidens* na área estudada foi definido, com maior intensidade, nas estações de inverno e primavera, diferindo dos estudos realizados pelos autores supracitados. Assim, é necessário considerar que, por ser o estuário um ambiente instável e os fatores abióticos sofrerem variações latitudinais, o período reprodutivo pode ser diferente em cada região analisada (Azevedo *et al.*, 1998; Chaves e Bouchereau, 2000).

Em outro estuário no litoral do Paraná, o estudo reprodutivo realizado com *Cathorops spixii* (Ariidae) (Fávaro *et al.*, 2005), obteve resultados semelhantes ao deste. O período reprodutivo foi curto, com pico de IGS no mês de outubro, desova do tipo total e cuidado parental também foram registrados para a espécie. O desenvolvimento da prole mostrou relação com o aumento da temperatura. As duas espécies de bagres Ariidae, analisadas em estuários distintos da região subtropical do Brasil, demonstraram muitas semelhanças no processo reprodutivo.

O resultado do análise de CCA demonstra que, as baixas salinidades e profundidade do ambiente estudado influenciaram no desenvolvimento gonadal de fêmeas e machos, devido à maior maior frequência de fêmeas com ovários maduros em época de inverno e primavera (salinidades em média de 16,9 e profundidade em média de 2,93m) e fêmeas pós-desovadas e machos pós-espermiados em época de verão (salinidade e profundidade em média de 21,67% e 3,2m).

Foi evidenciado que o investimento energético na reprodução é bem maior em fêmeas do que em machos. Isso se deve pelo fato dos ovócitos serem grandes, para acumular uma maior quantidade de material nutritivo para ser utilizado nas primeiras fases de desenvolvimento da prole. A diferença observada entre as distâncias das curvas do fator de condição total e somático indica que no período reprodutivo há um maior investimento no volume da gônada, refletindo um desenvolvimento ovariano

muito significativo. Pelo fato do desenvolvimento testicular não sofrer um incremento no volume, as curvas do fator de condição total e somático mostram-se, praticamente, sobrepostas, indicando um menor investimento energético em relação às fêmeas. Ainda em relação ao período de reprodução, a análise da proporção sexual não possibilitou evidenciar nenhum padrão.

Em relação à taxa de exploração, apesar da espécie ser parte da fauna acompanhante da pesca do camarão e ter a captura incidindo sobre espécimes adultos, preferencialmente, as análises não indicaram uma sobre-exploração na área estudada. Porém, quando os parâmetros e variáveis de crescimento e reprodução, determinados neste estudo, foram utilizados em um modelo matemático para estimar a densidade da população, em duas situações, sem e com a influência da pesca de arrasto, foi constatado que esse petrecho de pesca causa uma perda considerável na população de *G. genidens*, na baía de Guaratuba. Esta situação reflete as características da história de vida da espécie, uma vez que para manter a espécie no ambiente é necessário que ocorra uma reposição da parcela perdida pela pesca. Pelo fato da espécie apresentar um crescimento rápido no primeiro ano de vida, indivíduos jovens rapidamente se tornam adultos reprodutivos, aptos a repor a perda populacional ocasionada pela pesca.

A partir dos resultados obtidos neste estudo concluímos que a população de *Genidens genidens* sofre a influência da pesca de arrasto, mesmo não sendo a espécie alvo desta atividade. A referida espécie utiliza o ambiente estuarino em todo o seu ciclo de vida e depende das variações abióticas para o processo reprodutivo e para o desenvolvimento da prole. Os juvenis desta espécie apresentam um rápido crescimento no primeiro ano de vida, tornando-se adultos e passando a contribuir, através da reprodução, para a reposição da parcela subtraída da população pela atividade pesqueira.

Por ser uma espécie sensível à captura incidental da pesca de arrasto camaroeiro, pode ser considerada espécie-chave para na avaliação do impacto ambiental causado pela pesca de arrasto do camarão em região estuarina. Ainda, é importante ressaltar que para criar ou utilizar modelagem, com o objetivo de estimar questões ecológicas e/ou relacionadas à atividade pesqueira, faz-se necessário conhecer a biologia das espécies, assim, as pesquisas em autoecologia e/ou biologia animal se mostram extremamente importantes.

REFERENCIAS

- Absolon, B.A.; Andreata, J.V. 2009. Variação espacial dos bagres (siluriformes, ariidae) coletados na baía da ribeira, angra dos reis, rio de janeiro e prováveis influências da temperatura e da salinidade. *Revista em Agronegócios e Meio Ambiente*, 2(2): 155-165.
- Andrade-Tubino, M.F.; Ribeiro, A. L. R.; Vianna, M. 2008. Organização espaço-temporal das ictiocenoses demersais nos ecossistemas estuarinos brasileiros: uma síntese. *Oecologia Brasiliensis*, 12 (4): 640-661.
- Azevedo, M.C.C.; Araújo, F.G.; Cruz Filho, A.G.; Santos, A.C.A. 1998. Distribuição e abundância relativa de bagres marinhos (siluriformes, Ariidae) na Baía de Sepetiba, Rio de Janeiro. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 15(4): 853-865.
- Baez, J.C.; Garcia-Barcelona, S.; Camiñas, J.A.; Macías, D. 2019. Fishery strategy affects the loggerhead sea turtle mortality trend due to the longline bycatch. *Fisheries Research* 212: 21-28.
- Barbieri, L.R., R.P. Santos; J.V. Andreata. 1992. Reproductive biology of the marine catfish, *Genidens genidens* (Siluriformes, Ariidae), in the Jacarepaguá Lagoon system, Rio de Janeiro, Brazil. *Environmental Biology of Fishes*. 35: 23-35.
- Bernardo, C.; Spach, H.L.; Junior, R.S.; Stoiev S.B.; Cattani, P. 2011. A captura incidental de cienídeos em arrasto experimental com rede-de-portas utilizada na pesca de camarão-sete-barbas, *Xiphopenaeus kroyeri* no estado do Paraná Brasil. *Arquivos Ciência do Mar*, Fortaleza, 44(2):98-105.
- Blaber, S. J. M. 2013. Fishes and fisheries in tropical estuaries: the last 10 years. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 135: 57–65.
- Branco, J.O.; Junior, F.F.; Christoffersen, M.L. 2015. Bycatch fauna of seabob shrimp trawl fisheries from Santa Catarina State, Southern Brasil. *Biota Neotropical*, 15(2): e20140143.
- Branstetter, S. 1987. Age and growth estimates for blacktip, *Carcharhinus limbatus*, and spinner, *C. brevipinna*, sharks from the northwestern Gulf of Mexico. *Copeia* 4: 964-974.
- Breivik, O.N.; Storvik, G.; Nedreaas, K. 2017. Latent Gaussian models to predict historical bycatch in commercial fishery. *Fisheries Research*, 185: 62-72.
- Brito, I.A.; López-Barrera, E.A.; Araújo, S.B.; Ribeiro, C.A.O. 2017. Modeling the exposure risk of the silver catfish *Rhamdia quelen* (Teleostei, Heptapteridae) to wastewater. *Ecological Modelling*, 347: 40-49.
- Brown-Peterson, N.J.; Wyanski, D.M.; Saborido-Rey, F.; Macewicz B.J.; Lowerre-Barbieri, S.L. 2011. A Standardized terminology for describing reproductive

development in fishes. *Marine and Coastal Fisheries: Dynamics, Management, and Ecosystem Science*, 3:52–70.

- Chaves, P.; Bouchereau, J. 2000. Use of mangrove habitat for reproductive activity by the fish assemblage in the Guaratuba Bay, Brazil. *Oceanologia Acta*, 23(3): 273-280.
- Davies, R.W.D.; Cripps, S.J.; Nickson, A.; Porter, G. 2009 Defining and estimating global marine fisheries bycatch. *Marine Policy*, Cardiff, 33(4): 661-672.
- Edwards, C.T.T.; Doonan, I.; Anderson, O.F. 2015. Comparison of bycatch estimation for fish species using a ratio estimator and model-based method. *New Zealand Aquatic Environmental and Biodiversity*, report N° 154.
- Fávaro, L.F.; Lopes, S.C.G.; Spach, H.L. 2003. Reprodução do peixe-rei, *Atherinella brasiliensis* (Quoy e Gaimard) (Atheriniformes, Atherinidae), em uma planície de maré adjacente à gamboa do Baguaçu, Baía de Paranaguá, Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* 20 (3): 501-506.
- Fávaro, L. F.; Frehse, F.A.; Oliveira, R.N.; Júnior, R. S. 2005. Reprodução do bagre amarelo, *Cathorops spixii* (Siluriformes, Ariidae), da Baía de Pinheiros, região estuarina do litoral do Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 22(4):1022-1029.
- Figueiredo, J.L.; Menezes, N. 1978. *Manual de Peixes Marinhos do Sudeste do Brasil – II. Teleostei (1)*. Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo, São Paulo. 110p.
- Giacomini, H.C. 2007. Sete motivações teóricas para o uso da modelagem baseada no indivíduo em ecologia. *Acta Amazônica*, 37(3): 431-446.
- Gledhill, M.; Van Kirk, R. 2011. Modeling effects of toxin exposure in fish on long-term population size, with an application to selenium toxicity in bluegill (*Lepomis macrochirus*). *Ecological Modelling*, 222: 3587–3597.
- Gomes, I.D.; Araújo, F.G.; Azevedo, M.C.C.; Pessanha, A.L.M. 1999. Biologia reprodutiva dos bagres marinhos *Genidens genidens* (Valenciennes) e *Cathorops spixii* (Agassiz) (Siluriformes, Ariidae), na baía de Sepetiba, Rio de Janeiro, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 16(2): 171-180.
- Gomes, I.D.; Araújo, F.G. 2004a. Influences of the reproductive cycle on condition of marine catfishes (Siluriformes, Ariidae) in a coastal area at southeastern, Brazil. *Environmental Biology of Fishes*, 71: 341-351.
- Gomes, I.D.; Araújo, F.G. 2004b. Reproductive biology of two marine catfishes (Siluriformes, Ariidae) in the Sepetiba Bay, Brazil. *Revista Biologia Tropical*, 51(1):143-156.

- Gomes, I.D., Chaves, P.T. 2006. Ictiofauna integrante da pesca de arrasto camaroeiro no litoral sul do estado do Paraná, Brasil. *Bioikos*, 20(1):9-13.
- Gulland, J.A. 1983. Fish stock assessment: A manual of basic methods. FAO/Wiley ser. Food. Agric., 1:1-223p.
- Hilborn, R.; Walters, C.J. 1992. Quantitative Fisheries Stock Assessment: Choice, Dynamics and Uncertainty. Chapman and Hall. 587pp.
- Hostim-Silva, M.; Verani, J.R.; Branco, J.O.; Leite, J.R. 2009. Reprodução do bagre *Genidens genidens* (Siluriformes, Ariidae) na foz do Rio Itajaí-Açú, SC. In: Branco, J.O.; Lunardon-Branco, M.J.; Bellott, V.R. *Estuário do rio Itajaí-Açú, Santa Catarina: caracterização ambiental e alterações antrópicas*. Itajaí, Editora UNIVALI; p.279-298.
- Larsen, R.B.; Herrmann, B.; Sistiaga, M.; Brinkhof, J.; Grimaldo, E. 2018. Bycatch reduction in the Norwegian deep-water shrimp (*Pandalus borealis*) fishery with a double grid selection system. *Fisheries Research*, 208: 267–273
- Le Cren, C.D. 1951. The Length-Weight Relationship and Seasonal Cycle in Gonad Weight and Condition in Perch, *Perca fluviatilis*. *Journal of Animal Ecology*, 20: 201-219.
- Levin, S. A., Grenfell, B., Hastings, A., and Perelson, A. S. 1997. Mathematical and computational challenges in population biology and ecosystems science. *Science*, 275: 334–343.
- Lin, Y.; Tzeng, W.N. 2018. Modelling the bycatch of *Anguilla marmorata* using a generalized depletion model with an example from the Taiwanese glass eel fisheries for *Anguilla japonica*. *Fisheries Research*, 208: 210-218.
- Marceniuk, A.P.; Menezes, N.A. 2007. Systematics of the family Ariidae (Ostariophysi, Siluriformes), with a redefinition of the genera. *Zootaxa*, 1416:3-126.
- Marone, E.; Noernberg, M.A.; Santos, I.; Lautert, L.F.C.; Andreoli, O.; Buba, H.; Fill, H.D. 2006. Hydrodynamic of Guaratuba Bay PR, Brazil. *Journal of Coastal Research*, 39: 1879-1883.
- Mateus, L.A.F.; Penha, J.M. 2007. Dinâmica populacional de quatro espécies de grandes bagres na bacia do rio Cuiabá, Pantanal Norte, Brasil (Siluriformes, Pimelodidae). *Revista Brasileira de Zoologia* 24(1): 87-98.
- Mazzoni, R.; Petito, J.; Miranda, J.C. 2000. Reproductive biology of *Genidens genidens*, a catfish from the Maricá lagoon, RJ. *Ciência e Cultura*, 52(2): 121-126.
- McClanahan, T.R. 2019. Coral reef fish community life history traits as potential global indicators of ecological and fisheries status. *Ecological Indicators*, 96:133–145.

- Oliveira, M.A. Novelli, R. 2005. Idade e crescimento do bagre *Genidens genidens* na barra da lagoa do açu, norte do estado do Rio de Janeiro. *Tropical Oceanography*, 33(1): 57-66.
- Oliveira, E.C.; Fávaro, L.F. 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.
- Pauly, D. 1983. Some simple methods for the assessment of tropical fish stocks. FAO Fisheries Technical paper, 234, 52pp.
- Pina, J.V.; Chaves, P.T. 2009. Incidência da pesca de arrasto camaroeiro sobre peixes em atividade reprodutiva: uma avaliação no litoral norte de Santa Catarina, Brasil. *Atlântica*, Rio Grande, 31(1): 99-106.
- Rodríguez, M.A.; Lewis, W.M. 1997. Structure of fish assemblages along environmental gradients in floodplain lakes of the Orinoco River. *Ecological Monograph*, 67(1):109-128.
- Santos, G.; Barbieri, G. 1993. Idade e crescimento do "piauí gorduroso" *Leporinos piau* Fowler 1941, na represa de Três Marias (Estado de Minas Gerais) (Pisces, Ostariophysi, Anostomidae). *Revista Brasileira de Biologia*, 53(4): 649-658.
- Souza, L.M., Chaves, P.T. 2007. Atividade reprodutiva de peixes (Teleostei) e o defeso da pesca de arrasto no litoral norte de Santa Catarina, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 24(4):1113-1121.
- Sparre, P., E. Ursin and S.C. Venema, 1989. Introduction to Tropical Fish Stock Assessment. Part I. Manual. FAO, Rome. 337 pp.
- Taylor, C.C. 1958. Cod growth and temperature. *J. Cons. CIEM* 23:366-370.
- Thorson, J.T.; Cope, J.M.; Patrick, W.S. 2014. Assessing the quality of life history information in publicly available databases. *Ecological applications*, 24(1): 217-226.
- Vazzoler, A E.M. 1981. Manual de métodos para estudos biológicos em populações de peixes. Reprodução e crescimento. Programa Nacional de Zoologia. Brasília, CNPq.106pp.
- Vazzoler, A.E.M. 1996. Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática. Ed., Universidade Estadual de Maringá, 169pp.
- Wilson, S.M.; Raby, G.D.; Burnett, N.J.; Hinch, S.G.; Cooke, S.J. 2014. Looking beyond the mortality of bycatch: sublethal effects of incidental capture on marine animals. *Biological Conservation*, 171: 61–72.

CAPITULO II

Biologia populacional e estado de exploração de *Stellifer stellifer* (Sciaenidae), espécie não-alvo da pesca de arrasto camaroeiro

Capítulo II: Biologia populacional e estado de exploração de *Stellifer stellifer* (Sciaenidae), espécie não-alvo da pesca de arrasto camarão

RESUMO

O estudo objetivou descrever traços da história de vida, tais como a estrutura populacional, idade, crescimento, mortalidade e a biologia reprodutiva do Sciaenidae *Stellifer stellifer*, em um estuário subtropical no sul do Brasil. A referida espécie faz parte da fauna acompanhante do arrasto de camarão sete-barbas *Xiphopenaeus kroyeri*, sendo este o principal recurso pesqueiro explorado na região. Os exemplares de *S. stellifer* foram capturados, mensalmente, no período de novembro/2012 a outubro/2013, utilizando o arrasto de fundo. Dos 747 exemplares capturados da espécie, foram obtidos os dados de peso total, comprimento total, peso das gônadas e amostras teciduais de gônadas para a análise microscópica. Nossos resultados evidenciaram cinco estádios de desenvolvimento gonadal, para fêmeas e machos, e desova parcelada para a espécie, com período reprodutivo de setembro a dezembro. O comprimento da primeira maturação foi de 11,8cm para fêmeas, não sendo determinado para os machos por não ter obtido indivíduos machos jovens nas amostras. O crescimento do tipo alométrico positivo e idades entre oito meses a seis anos foram determinados para ambos os sexos. O comprimento máximo teórico foi de 24,5 e 22,8cm, coeficiente de crescimento de 0,53 e 0,44ano⁻¹ e longevidade de 5,6 e 6,8 anos, para fêmeas e machos respectivamente. Na análise de proporção sexual por classe de tamanho houve predomínio das fêmeas nas maiores classes e maior proporção de adultos em relação a jovens na população. As taxas de mortalidade foram similares para ambos os sexos, com exceção da mortalidade por pesca. Segundo a taxa de exploração, de 0,25 para fêmeas e 0,37ano⁻¹ para machos, a espécie encontra-se em situação de exploração adequada em relação ao estoque. Porém, a pesca incidental no arrasto de camarão é a principal forma de captura de indivíduos adultos desta espécie, em todas as fases reprodutivas, o que pode levar à sobrepesca.

Palavras-chave: dinâmica populacional, peixe demersal, impacto da pesca, rede de arrasto.

ABSTRACT

The study aimed to describe life history traits such as population structure, age, growth, mortality and reproductive biology of Sciaenidae *Stellifer stellifer* in a subtropical estuary in southern Brazil. This species is part of the bycatch of the shrimp trawl *Xiphopenaeus kroyeri*, being this the main fishing resource exploited in the region. *S. stellifer* specimens were captured monthly from November 2012 to October 2013 using bottom trawl. From the 747 specimens captured of the species, data on total weight, total length, weight of gonads and gonad tissue samples were obtained for microscopic analysis. Our results showed five stages of gonadal development for females and males, and split spawning for the species, with reproductive period from September to December. The length of the first maturation was 11.8cm for females, not being determined for males because they did not obtain juvenile males in the samples. Positive allometric growth and ages from eight month to six years were determined for both sexes. The maximum theoretical length was 24.5 and 22.8cm, growth coefficient of 0.53 and 0.44year⁻¹ and longevity of 5.6 and 6.8years for females and males respectively. In the analysis of sex ratio by size class, there was a predominance of females in the largest classes and a higher proportion of adults compared to juveniles in the population. Mortality rates were similar for both sexes, except for fishing mortality, with higher numbers of males caught by the trawl. According to the exploitation rate of 0.25 for females and 0.37year⁻¹ for males, the species is in an adequate exploitation situation in relation to the stock. However, incidental fishing in shrimp trawl is the main form of capture of adult individuals of this species in all reproductive stages, which can lead to overfishing.

Keywords: population dynamics, demersal fish, fishing impact, trawl.

INTRODUÇÃO

A história de vida de uma espécie é definida como um conjunto de traços ou características projetadas para um determinado ambiente, onde populações viáveis são mantidas devido à plasticidade fenotípica da espécie (Rochet 2000; Pfennig e McGee 2010). Entretanto, em resposta às alterações ambientais (natural ou antropogênica), mudanças comportamentais e na biologia das espécies podem ocorrer, como por exemplo, nas táticas reprodutivas e na estratégia reprodutiva. Estas mudanças alteram a dinâmica das populações e também os traços da história de vida das espécies (Rochet, 2000).

Em relação ao ambiente aquático, a pesca é uma das ações antrópicas que pode influenciar na variação das características de uma população. Alguns petrechos utilizados nas capturas dos recursos pesqueiros são poucos seletivos, possibilitando assim a obtenção de organismos que não são o alvo da pesca. A pesca incidental, caracterizada pela obtenção de espécies não-alvo (fauna acompanhante) é um dos fatores que mais colaboram para o declínio populacional de diversas espécies no mundo (Davies, *et al.*, 2009). A fauna acompanhante da pesca incidental é caracterizada, geralmente, por peixes de pequeno porte que não são comercializados, sendo estes descartados ou devolvidos ao meio. Isto pode trazer sérias consequências para a população dessas espécies, levando a um estado de sobreexploração de forma indireta (Vianna e Almeida; 2005; Keunecke *et al.*; 2007).

Uma das atividades pesqueiras que mais colaboram com a pesca incidental, no litoral brasileiro, é a pesca de arrasto de camarão, principalmente do camarão sete-barbas *Xiphopenaeus kroyeri* (Rodrigues-Filho, *et al.*, 2011a). Dentre as espécies de peixes capturados como fauna acompanhante, destacam-se as espécies da família Sciaenidae, que compõem até 50% da biomassa total da ictiofauna acompanhante capturada na pesca de camarão (Bernardo, *et al.*, 2011).

O objeto deste estudo é a espécie *Stellifer stellifer*, sciaenideo marinho-estuarino, demersal, nas profundidades de 1 a 35m, distribuído no Atlântico ocidental do oeste da Venezuela ao sul do Brasil. A referida espécie, registrada na literatura científica, faz parte da composição da fauna acompanhante no arrasto de camarão no litoral do estado do Paraná, região subtropical do Brasil (Gomes e Chaves, 2006; Souza e Chaves, 2007; Pina e Chaves, 2009).

Pela baixa importância comercial, pouco se conhece sobre a história de vida e o estado de exploração de *S. stellifer*, como espécie não alvo da pesca. Entretanto, este trabalho se justifica por considerar que a espécie é abundante nos sistemas estuarinos e por colaborar na estruturação das comunidades e no equilíbrio do ecossistema. Assim, o objetivo deste estudo foi descrever os traços de história de vida da espécie, a estrutura da população e a biologia reprodutiva, com a finalidade de avaliar o estado de exploração da espécie como fauna acompanhante da pesca de arrasto do camarão.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

Este estudo foi realizado na baía de Guaratuba 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 largura máxima de 5 km na direção norte-sul. O clima da região, segundo classificação de Koeppen, é do tipo Cfa; onde: C= pluvial temperado; f= sempre úmido com chuvas em todos os meses do ano; a= temperatura média do mês mais quente acima de 22 °C (Brandini, 2008). O clima é definido como subtropical úmido mesotérmico com verão quente, sendo a temperatura o principal elemento regionalizador do clima do litoral paranaense, sendo o período mais chuvoso em verão e o mais seco ocorre no inverno, principalmente entre Julho e Agosto (Lana *et al.*, 2001).

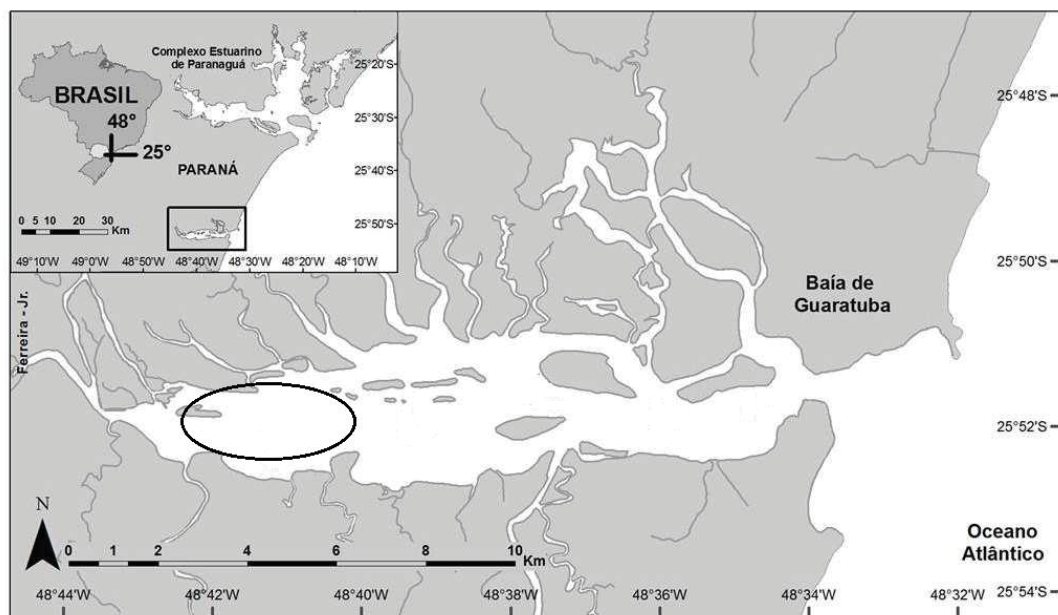


Figura 1. Local de estudo com a localização da área amostrada (circulada), ao longo do eixo oeste - leste da baía de Guaratuba, sul do Brasil.

Coleta dos dados

No estuário de Guaratuba, antes de cada arrasto para captura do material biológico, foram registrados mensalmente de novembro de 2012 a outubro de 2013, os seguintes fatores abióticos: temperatura, oxigênio da água, pH, salinidade, transparência e profundidade. 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*.

Para a obtenção dos exemplares de *S. stellifer*, as coletas foram realizadas no mesmo período, em três pontos na região mais interna da baía de Guaratuba. Em cada ponto amostral foi realizado um arrasto de fundo, com duração de 10 minutos, entretanto, os espécimes obtidos em cada ponto amostral foram analisados como uma amostra única. A profundidade na área de coleta variou de 1,6 a 4,8m.

O material biológico foi obtido durante as marés de quadratura, pela utilização rede de arrasto de porta com as dimensões de: 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. As características da rede utilizada correspondem as redes utilizadas no arrasto camaroeiro, na região de estudo. A obtenção dos exemplares foi realizada mediante a autorização do Instituto Ambiental do Paraná (IAP), através da licença de número IAP: 456.12, e do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, através da licença de número SISBIO/ICMbio: 36818-1.

Os espécimes obtidos de *S. stellifer* foram acondicionados em sacos plásticos com anestesia, devidamente etiquetados e transportados ao laboratório. Foram tomados os dados morfométricos (comprimento total (cm), peso total (g) e peso das gônadas (g)), determinado o sexo de cada exemplar e para a descrição do desenvolvimento gonadal macroscópico. Parte das gônadas foi destinada ao processamento histológico de rotina para corrigir erros da análise macroscópica, conferindo maior confiabilidade aos resultados.

Análise dos dados

Estrutura populacional

A relação entre comprimento total (Ct) e peso total (Pt) foi estimada, através utilização da equação: $Pt = aCt^b$, para sexos separados, onde *a* é o coeficiente linear e o *b* é o coeficiente de alometria utilizado na determinação do tipo de crescimento de uma espécie (Le Cren, 1951). A proporção sexual mensal e por classe de tamanho, além da proporção de jovens e adultos, foi realizada pela distribuição de frequência

absoluta. Usando o test qui-quadrado (χ^2) de Pearson, com um grau de liberdade e significância de 0,05 ($\chi^2 > 3,84$), verificou-se a ocorrência de diferenças na proporção sexual e na proporção de jovens e adultos.

Utilizou-se a equação proposta por Von Bertalanffy para representar a curva de crescimento a partir da distribuição de comprimento (Vazzoler, 1981): $L_t = L_\infty[1 - e^{-k(t-t_0)}]$ sendo, L_t o comprimento dos indivíduos na idade (t), L_∞ o tamanho máximo assintótico que o peixe pode atingir, k é o constante de crescimento e t_0 é a idade teórica no comprimento zero. Os parâmetros L_∞ 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 ($T_{0,95}$), definida como o tempo que o indivíduo leva para alcançar 95% do L_∞ , foi estimada a partir da fórmula de Taylor (1958): $T_{0,95} = 3/k$ onde, k é a constante de crescimento.

Mortalidade, estado de exploração e probabilidades de captura

A estimativa do estado de exploração da espécie e as probabilidades de captura foram calculados pelo programa FISAT II, inseridos na rotina de *Estimação de Mortalidade*, pelo método de curva de captura linearizada a partir do comprimento (Pauly, 1983). Estes parâmetros foram calculados no programa através dos seguintes métodos: mortalidade total (Z) usando os dados de distribuição de frequência por classe de comprimento e os parâmetros de crescimento obtidos, segundo a rotina ELEFAN II do programa FISAT II; a mortalidade natural (M), relacionada com a temperatura média da água (T) e com os parâmetros de crescimento, foi calculada a partir da equação: $\log(M) = -0,0066 - 0,279 * \log(L_\infty) + 0,6543 * \log(k) + 0,4634 * \log(T)$. Tanto o Z e o M são 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. A mortalidade por pesca (F) foi obtida pela diferença entre a mortalidade total e natural: $F = Z - M$; e a taxa do estado de exploração (E), utilizando a expressão, $E = F / Z$. Os valores do estado de exploração variam de zero (0) a um (1), sendo considerada uma exploração adequada quando E varia de 0 a 0,5 e sobre-explorado quando $E > 0,5$ (Gulland, 1983).

Biologia reprodutiva

Através do processo histológico de rotina, foi confirmado o sexo de cada exemplar e a caracterização dos estádios de maturidade ovariana e testicular de *S. stellifer*, pela confecção de lâminas histológicas das gônadas, com inclusão em parafina e coloração com Hematoxilina-Eosina. As análises microscópicas para a determinação dos estádios do desenvolvimento gonadal foram baseados e adaptados dos estudos realizados por Vazzoler (1996) e por Brown-Peterson *et al.* (2011).

O índice gônado-somático (IGS) foi determinado para cada exemplar, pela fórmula: $IGS = (Pg/Pt) \times 100$, 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, determinou-se para fêmeas e machos, sendo o desenvolvimento gonadal estabelecido a partir de análises histológicas dos ovários e testículos.

A partir do cálculo do coeficiente de alometria, determinou-se o fator de condição total (K) e somático (K'), para sexos separados, expressos, respectivamente por: $K = Pt/Ct^b$ e $K' = Pc/Ct^b$, sendo Ct o comprimento total, Pt o peso total e Pc o peso total do exemplar excetuando-se o peso das gônadas, com a finalidade de verificar o gasto energético no processo reprodutivo da espécie (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 que se encontravam com as gônadas imaturas e adultos os indivíduos com gônadas nos demais estádio de desenvolvimento gonadal (Fávaro *et al.* 2003; Oliveira e Fávaro, 2011). A determinação ocorreu pelo uso da expressão $Fr = 1 - (e^{-aL^b})$, 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.

Em relação a sazonalidade, neste estudo estabelecemos as estações do ano, sendo, a Primavera - de outubro a dezembro, Verão – de janeiro a março, Outono – abril a junho e o Inverno – de julho a setembro.

Relação da biologia reprodutiva com os fatores abióticos

A relação entre os fatores abióticos e a reprodução da espécie *S. stellifer*, 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) (Rodriguez e Lewis, 1997). 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).

RESULTADOS

Estrutura populacional

Coletou-se um total de 747 exemplares de *S. stellifer*, com valores médios de comprimento total de 16,5 cm (desvio padrão = $\pm 2,8$) e 15,6 cm (desvio padrão = $\pm 2,2$), respectivamente para fêmeas e machos. O peso total médio entre os sexos foi de 60,1 g (desvio padrão = $\pm 26,4$) e 49,0 (desvio padrão = $\pm 19,0$), respectivamente para fêmeas e machos. A relação peso-comprimento caracterizou o crescimento do tipo alométrico positivo ($b > 3$) para ambos os sexos, confirmados pelas expressões $y=0,01x^{3,06}$ e $y=0,008x^{3,14}$, 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, sendo está representada pela expressão $L_t = 24,5 (1 - e^{-0,53(t-t_0)})$ e $L_t = 22,8 (1 - e^{-0,44(t-t_0)})$ para fêmeas e machos, respetivamente (Fig. 2). Os parâmetros da estrutura populacional da espécie estão resumidos na Tabela 1.

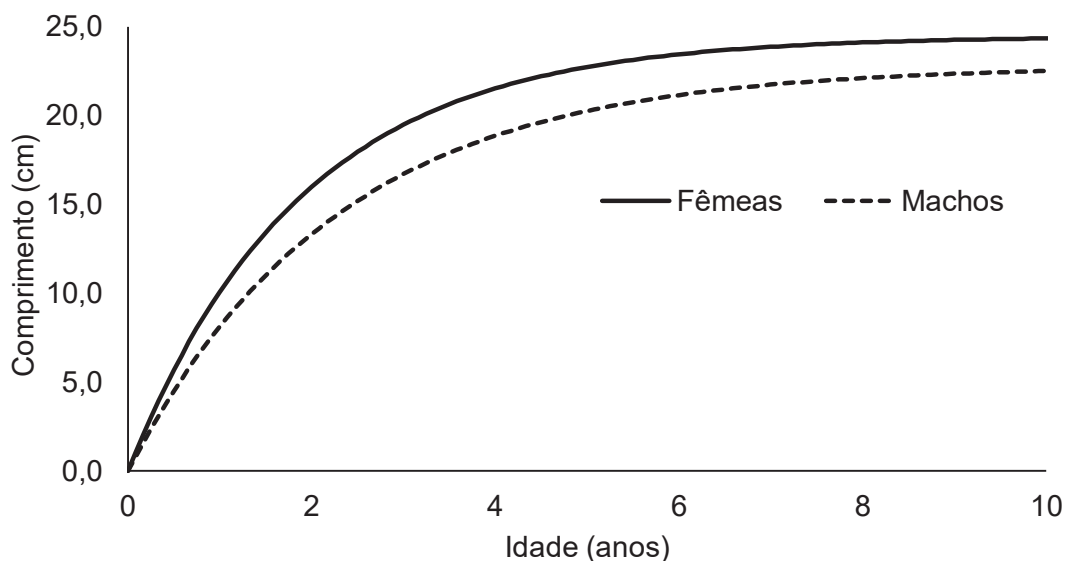


Figura 2. Curva de crescimento do comprimento (cm) em função da idade de fêmeas e machos de *Stellifer stellifer*.

Tabela 1. Parâmetros da estrutura da população utilizados na determinação dos traços da história de vida de *Stellifer stellifer*, 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	370	7,3	22,3	4,63	154,22	24,46	0,53	5,65	b = 3,06
Machos	377	9,7	21,1	8,17	114,34	22,78	0,44	6,81	b = 3,14

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.

No ambiente estudado foram obtidos exemplares com a idade variando entre oito meses a cinco anos, para fêmeas, e de um a seis anos para machos. Para fêmeas, apenas 5% dos exemplares coletados foram menores de um ano, e mais de 80% tinham entre um a três anos. Não foram coletados exemplares machos menores de um ano, 26% com um ano e 66% entre dois e quatro anos de idade. A quantidade de jovens coletados (n=25) correspondeu a 3,3% do total, ocorrendo maior frequência de adultos em todo o período de estudo ($\chi^2 > 3,84$; df=1; p<0,05).

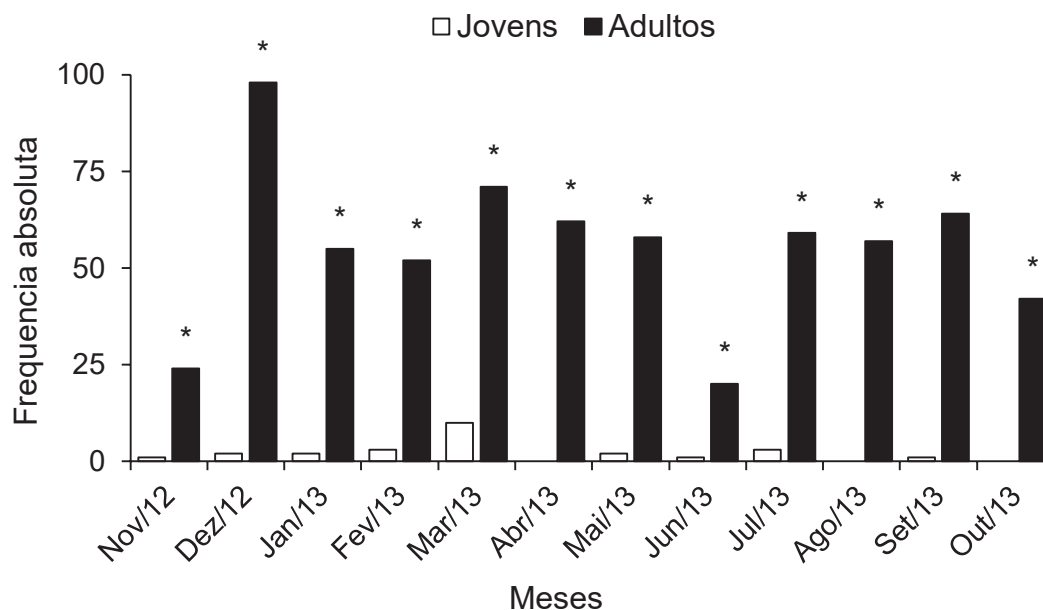


Figura 3. Proporção mensal determinada pela distribuição da frequência absoluta de jovens e adultos de *Stellifer stellifer* na baía de Guaratuba, sul do Brasil (* = diferença significativa).

A proporção sexual mensal, apesar de não demonstrar uma tendência clara, registrou diferença significativa entre os sexos, com predomínio de fêmeas nos meses de março, julho e outubro e predomínio de machos em dezembro, abril e agosto (Fig. 4). A proporção sexual por classe de comprimento evidenciou o predomínio de fêmeas nas menores e nas maiores classes de comprimento e o predomínio de machos nas classes de comprimento intermediárias (ponto médio das classes de comprimento de 11,7 a 17,7cm) (Fig. 5).

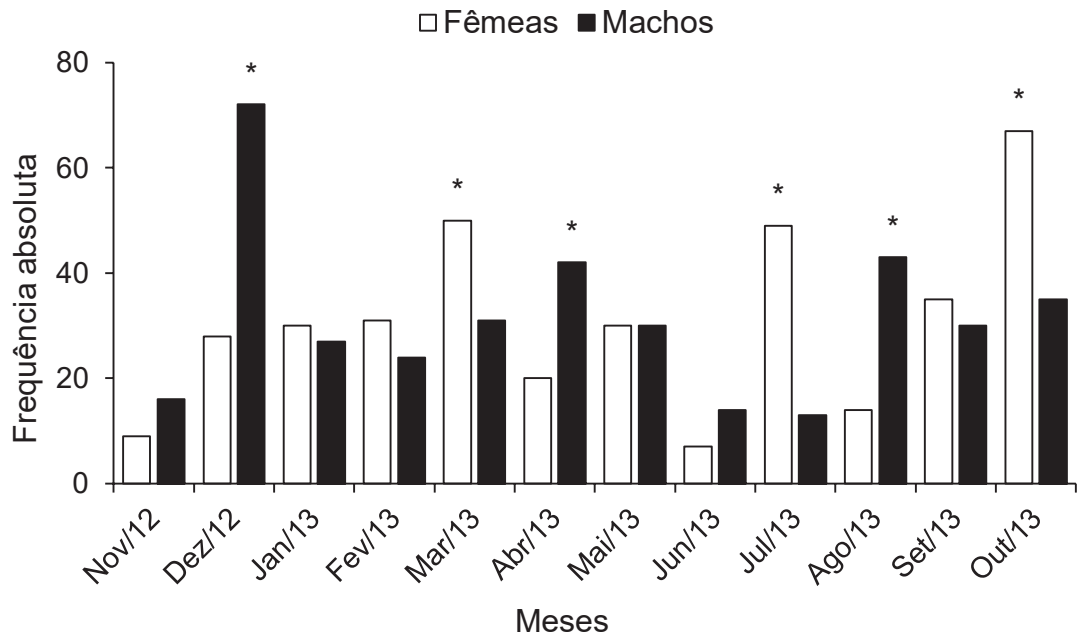


Figura 4. Proporção sexual mensal determinada pela distribuição da frequência absoluta de fêmeas e machos de *Stellifer stellifer* na baía de Guaratuba, sul do Brasil (* = diferença significativa).

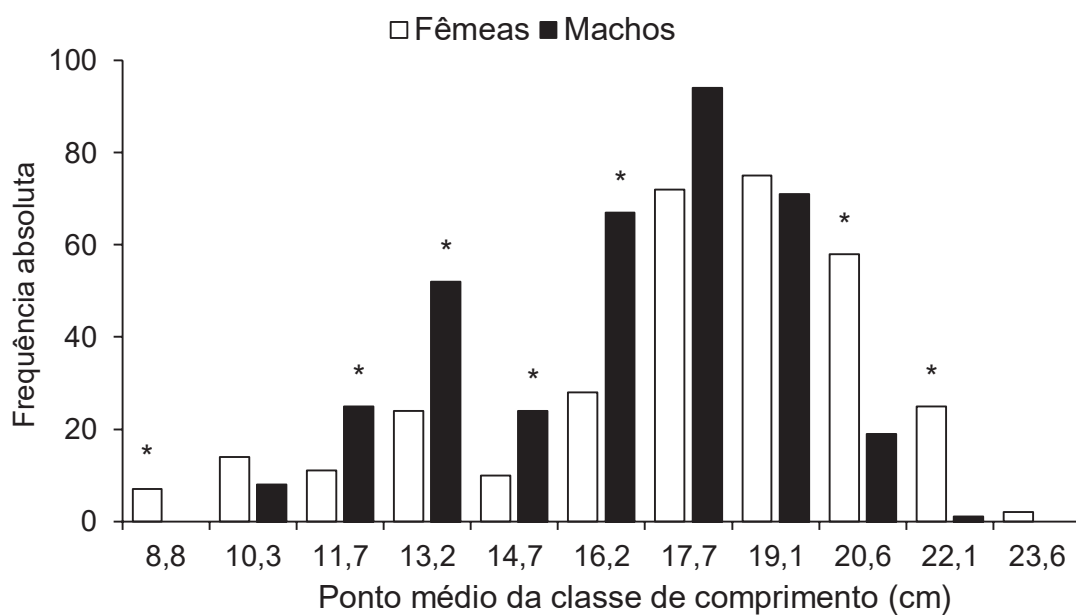


Figura 5. Proporção sexual por classe de comprimento determinada pela distribuição da frequência absoluta de fêmeas e machos de *Stellifer stellifer*, na baía de Guaratuba, sul do Brasil (* = diferença significativa).

Mortalidade, estado de exploração e probabilidades de captura

As taxas de mortalidade, o estado de exploração (E) e as probabilidades de captura da espécie, para ambos os sexos, estão apresentadas na Tabela 2. Os valores de E, obtidos para fêmeas e machos de *S. stellifer* caracterizam uma condição de exploração adequada, entretanto, a captura de machos ocorre em maior frequência. A probabilidade de captura (25%, 50% e 75%) identificou comprimentos similares para machos e fêmeas.

Tabela 2. Parâmetros de mortalidade (ano^{-1}), estado de exploração (ano^{-1}) e probabilidades de captura (cm) utilizados na determinação dos traços da história de vida de *Stellifer stellifer*, no estuário de Guaratuba, região sul do Brasil.

Sexo	Z	M	F	E	C _{25%}	C _{50%}	C _{75%}
Fêmeas	1,5	1,12	0,38	0,25	16,1	17,7	19,4
Machos	1,6	1,01	0,60	0,37	16,1	17,4	18,6

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

Biologia reprodutiva

O desenvolvimento microscópico ovariano e testicular de *S. stellifer* 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, espermatídes 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 pre-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 espermatogênica 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 da curva de maturação (Fig. 6), para fêmeas e machos, observou-se o aumento nos valores do IGS médio de setembro a dezembro. A análise da distribuição da frequência mensal dos estádios gonadais (Fig. 7), determinados a partir da análise histológica das gônadas, corroborou o resultado observado na curva de maturação, evidenciando que o aumento nos valores de IGS médio corresponde ao aumento na frequência de indivíduos com gônadas maduras (C) e semi-desovadas/semi-espermiadas (SD/SE). Assim, caracterizamos o período reprodutivo da espécie de setembro a dezembro, com desova do tipo parcelado.

As análises da curva de maturação e da distribuição mensal dos estádios de desenvolvimento gonadal, ainda, evidenciaram que após o período reprodutivo os valores de IGS médio diminuem, corroborando com o aumento de fêmeas com ovários no estágio Pós-desovado (D), machos com testículos Pós-espermiados (E) e com o aumento na frequência de indivíduos jovens (A), caracterizando o período de recrutamento da espécie.

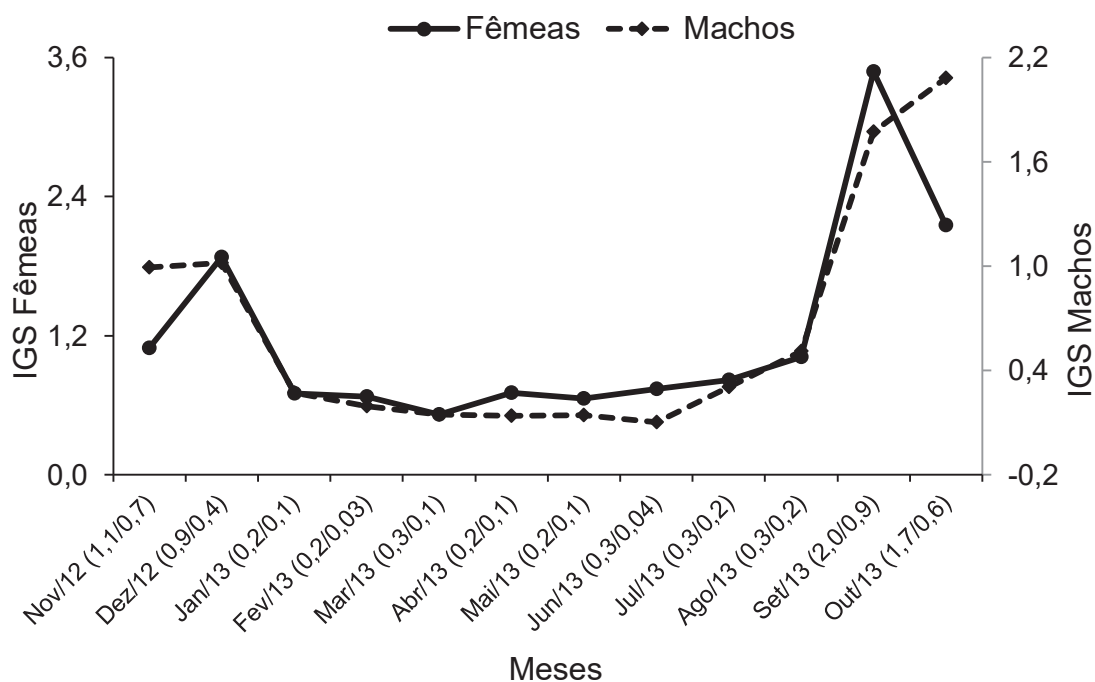


Figura 6. Curva de maturação de fêmeas e machos de *Stellifer stellifer* coletados entre novembro de 2012 a outubro de 2013 na baía de Guaratuba, sul do Brasil. (Entre parênteses os valores do desvio padrão do IGS médio mensal de Fêmeas/Machos).

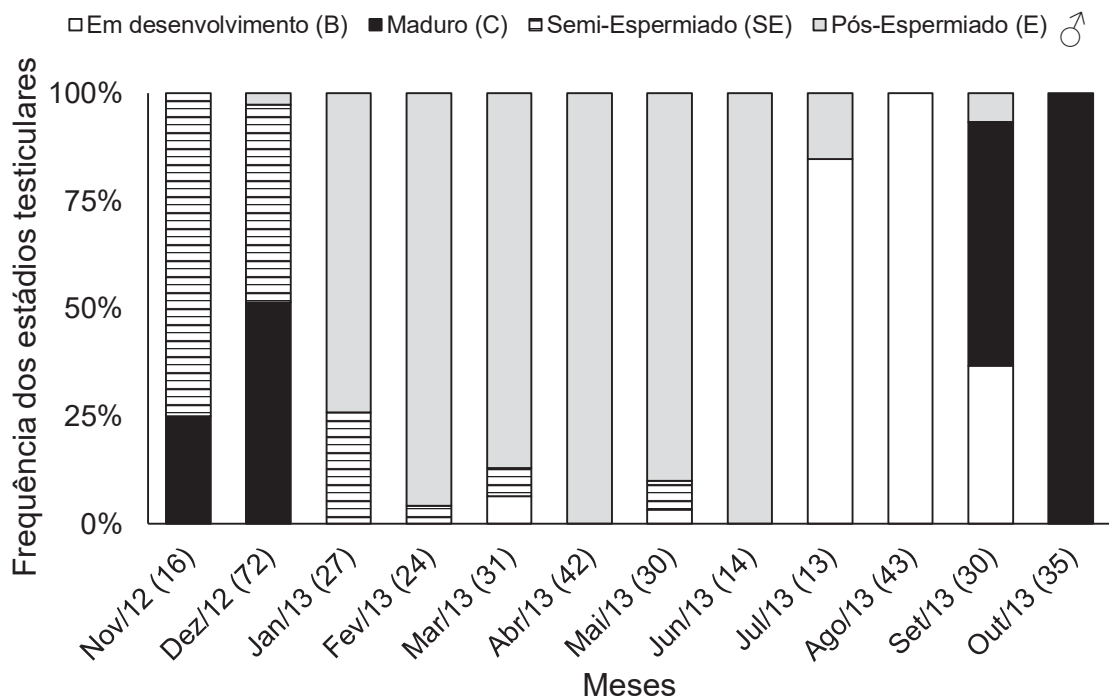
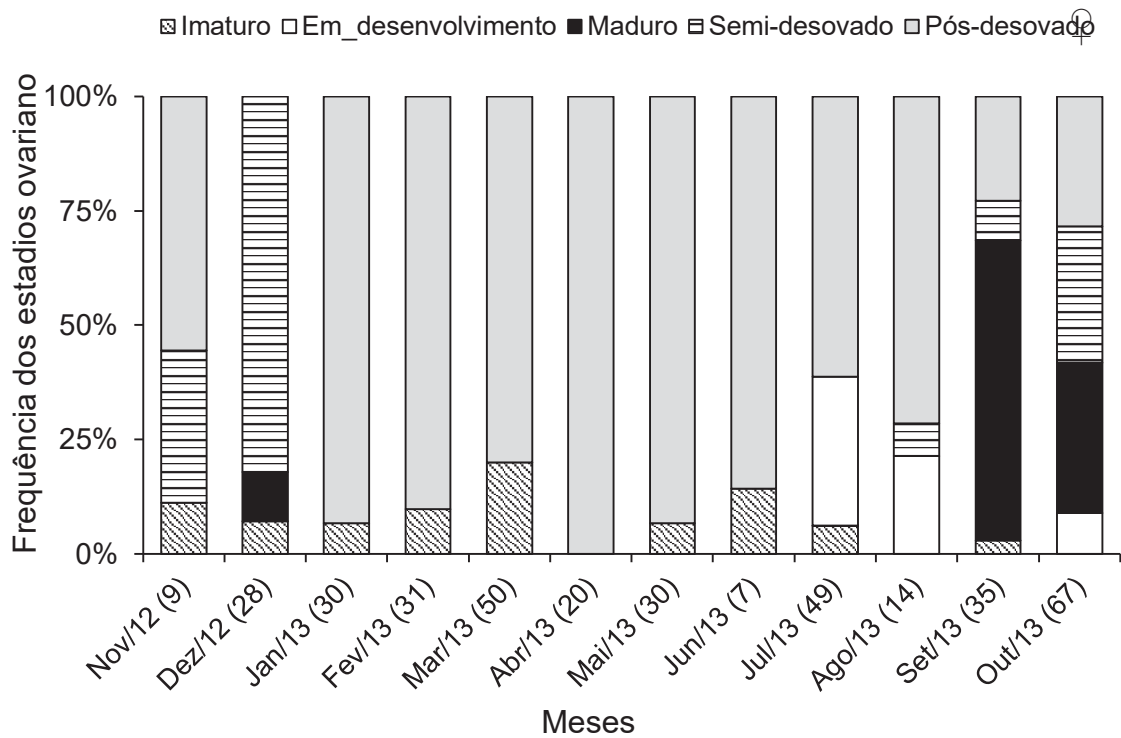


Figura 7. Distribuição mensal da frequência percentual dos estádios de desenvolvimento ovariano (♀) e testicular (♂) de *Stellifer stellifer* capturada na baía de Guaratuba, sul do Brasil (entre parenteses a quantidade de indivíduos coletados por mês).

Durante o desenvolvimento gonadal, os ovários sofrem modificações muito mais evidentes que os testículos, principalmente quanto ao volume. Assim, em relação ao gasto de energia destinada ao processo reprodutivo, foi observado que fêmeas dispõem maior energia na reprodução, em relação aos machos. Ficou evidenciado, através da análise gráfica, que o período em que ocorre aumento no valor do IGS médio, para fêmeas e machos, corresponde ao período de maior gasto energético, caracterizado pela maior diferença entre os valores médios mensais de K e K' (Fig. 8).

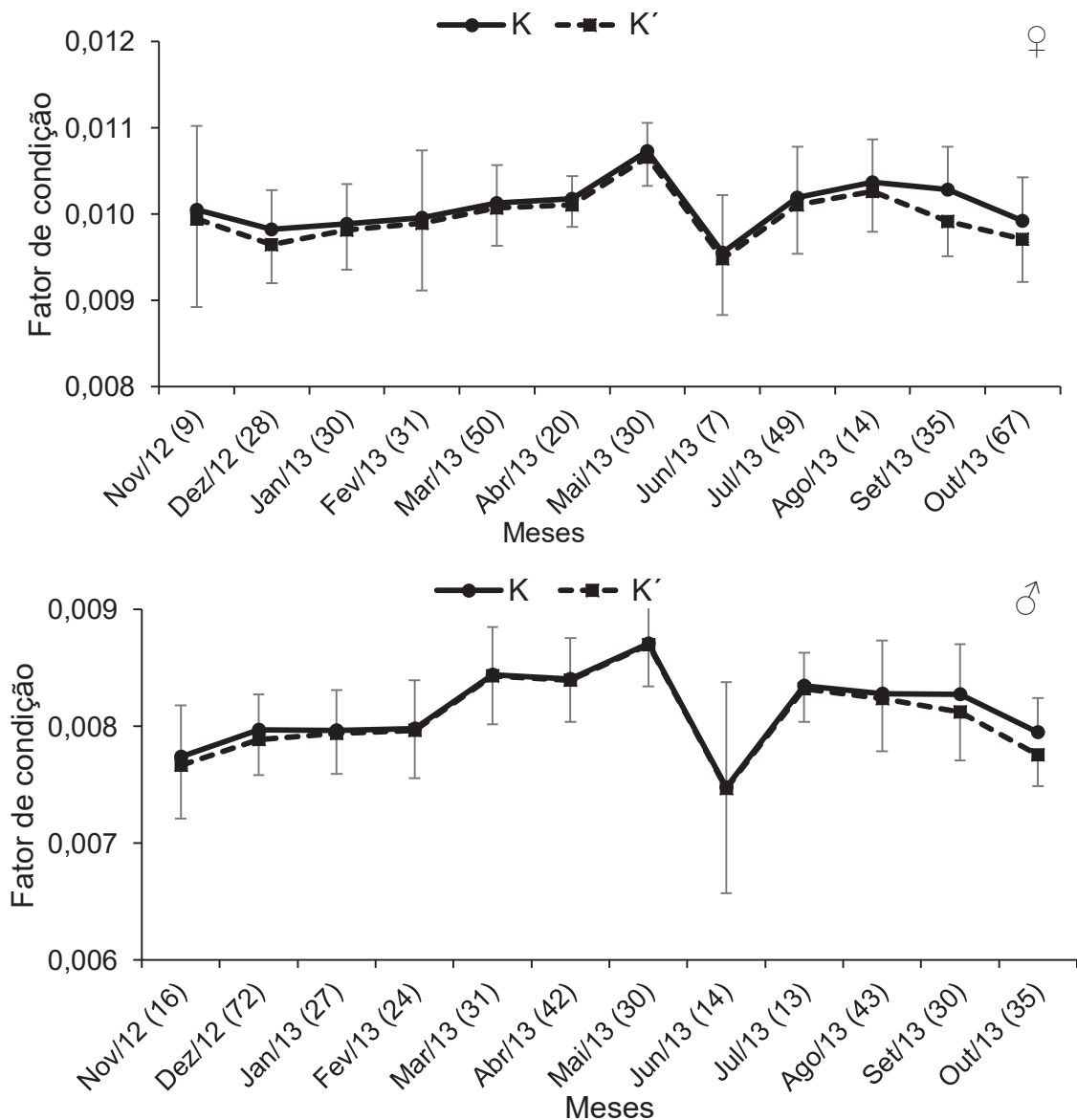


Figura 8. Fator de condição total (K) e somático (K') de fêmeas (♀) e machos (♂) de *Stellifer stellifer* coletados entre novembro de 2012 e outubro de 2013 na baía de

Guaratuba, sul do Brasil (entre parenteses a quantidade de indivíduos coletados por mês).

O comprimento de primeira maturação (L_{50}) de fêmeas foi de 11,8 cm e o comprimento onde todos os exemplares são adultos, com possibilidade de reprodução (L_{100}) foi de 15,6 cm (Fig. 9). Por não ter obtido nas amostragens machos jovens, não foi possível determinar o L_{50} para machos. A determinação do L_{50} e L_{100} é um importante critério para ser utilizado no manejo da pesca.

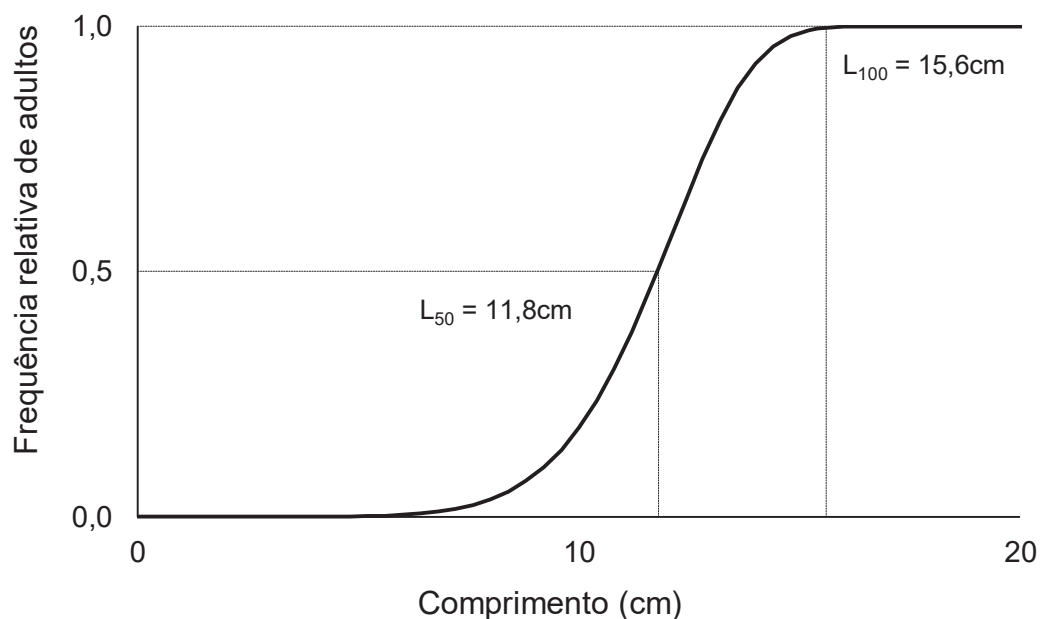


Figura 9. Comprimento de primeira maturação (L_{50}) e o comprimento máximo de maturação (L_{100}) estimada de fêmeas de *Stellifer stellifer*.

Relação da biologia reprodutiva com os fatores abióticos

Através do 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 44 e 68% da variação na distribuição, para fêmeas e machos, respectivamente. Foram consideradas as variáveis mais significativas, para fêmeas, a temperatura e a transparência, e para machos a temperatura e o pH (Tabela 3).

Tabela 3. Resultado da análise de correspondência canônica (CCA) dos estádios de maturidade gonadal de fêmeas e machos de *Stellifer stellifer* com as variáveis ambientais da baía de Guaratuba, sul do Brasil. * = significativo a $\alpha = 0,05$.

Fatores abióticos	Fêmeas			Machos		
	Eixo 1	Eixo 2	r ²	Eixo 1	Eixo 2	r ²
pH	0,33	-0,70	0,27	-0,54	0,70	0,47*
Transparência	-0,83	0,02	0,62*	0,11	-0,77	0,27
Temperatura	-0,51	-0,75	0,64*	-0,86	-0,34	0,59*
Oxigênio dissolvido	0,25	0,69	0,34	0,52	0,01	0,19
Salinidade	-0,30	-0,69	0,25	-0,27	0,21	0,06
Profundidade	-0,27	-0,62	0,19	0,29	0,10	0,01
Variação explicada (%)	30	14	-	38	30	-

Para fêmeas e machos houve maior influência da temperatura. A ocorrência de fêmeas em desenvolvimento (B) foi no mês de julho época com baixa temperatura. Enquanto que, exemplares semi-desovados (SD) ocorreram em maior quantidade em dezembro, época com alto nível de temperatura e de transparência, e pós-desovado (D) em março, época de baixa transparência. A ocorrência de machos em estágio em desenvolvimento (B) foram nos meses de julho a setembro, meses de baixa temperatura e pH. Machos em estágio pós-espermiado (E) ocorreu entre março e maio, época com maiores valores de temperatura e pH. Fêmeas em estágio imaturo (A) e maduro (C) não apresentaram relação significativa com as variáveis ambientais, nem para machos maduros (C) e semi-espermiados (SE), não foram coletados exemplares machos em estágio imaturo (A).

DISCUSSÃO

A pesca de arrasto do camarão tem gerado grande preocupação pelo impacto que causa nas populações de peixes, devido à não seletividade do aparelho (Andrew e Pepperell, 1992; Branco e Verani 2006). Assim, o número relativamente alto de exemplares de *S. stellifer* nas capturas com rede de arrasto, demonstra a suscetibilidade desta espécie à este tipo de pesca, principalmente por utilizar a área para alimentação, além de ser uma espécie demersal e formar agregados na época de desova, comum em espécies da família sciaenídeos (Chaves *et al.* 2003, Robert e Chaves 2006).

Nossos resultados, em relação a captura de *S. stellifer*, demonstraram que a arte de pesca empregada incide pouco sobre a parcela imatura da população,

entretanto, mais de 90% dos espécimes capturados são adultos entre um e quatro anos idade, correspondendo aos indivíduos reprodutores que atuam com maior intensidade no processo reprodutivo. Segundo o tipo de crescimento para peixes descrito por Branstetter (1987), a espécie *S. stellifer* apresenta crescimento rápido, no primeiro ano de vida, o que impede que indivíduos jovens sejam capturados antes de atingir a maturidade sexual, corroborando assim com os resultados obtidos neste estudo. Entretanto, diferindo dos nossos resultados, foi registrado que na pesca do camarão sete-barbas, no litoral do estado de Santa Catarina, sul do Brasil, a incidência sobre jovens (49%) e adultos (51%) é praticamente a mesma (Almeida e Branco, 2002).

As probabilidades de captura também indicam que há maior chance de capturar adultos de ambos os sexos com o petrecho utilizado. Os tamanhos máximos capturados, neste estudo, foram menores aos registrados por outros autores para a mesma espécie, no litoral brasileiro (Almeida e Branco, 2002; Pombo *et al.*, 2012). Isto é justificado tanto pelo tipo de aparelho de pesca utilizada como pelas diferenças intraespecíficas relacionadas com as condições ambientais de cada região (Mateus e Penha, 2007; Scapim e Bassanezi, 2008).

O comprimento da primeira maturação de fêmeas de *S. stellifer* foram maiores do que os registrados por Almeida e Branco (2002). No estudo de populações pesqueiras, um dos aspectos biológicos mais importantes é a determinação do comprimento da primeira maturação gonadal da espécie. Este parâmetro permite estabelecer em que tamanho médio os indivíduos atingem a fase adulta e qual seria o tamanho mínimo adequado de captura para cada espécie (Castro, 1999; Santos *et al.*, 2015). Assim, a determinação deste parâmetro oferece subsídios para identificar possíveis necessidades de manejo do recurso, elaborando estratégias de conservação a níveis sustentáveis.

A análise da estrutura da população do *S. stellifer* evidenciou que as fêmeas atingem comprimentos maiores que os machos, e os machos atingem idades maiores que as fêmeas. No entanto, a taxa de exploração de machos foi maior em relação a exploração de fêmeas, indicando que as maiores capturas com a rede de arrasto ocorrem sobre os machos adultos, principalmente nas classes de comprimento com o ponto médio variando de 16,2 a 19,1cm. Os exemplares obtidos nas maiores classes de comprimento foram, predominantemente, fêmeas. Nosso resultado indica que a pesca incidental atua diferentemente sobre os sexos, podendo estar

relacionada ao comportamento reprodutivo da espécie, sendo que fêmeas, de maior tamanho, são as mais suscetíveis devido à época reprodutiva. O problema da captura incidir de maneira diferente sobre os sexos é levar a uma desestruturação da população, podendo afetar o processo reprodutivo e, conseqüentemente, levar a uma diminuição no recrutamento de indivíduos jovens, interferindo assim, na manutenção dos estoques naturais (Vazzoler, 1996).

O ecossistema estuarino é um ambiente que se relaciona com o crescimento e manutenção dos estoques para diversas espécies de peixes (Dantas *et al.*, 2015; Santos, 2019), entretanto, mostra-se também importante para a reprodução de *S. stellifer*, considerando que as foram capturados espécimes em todos os estádios de desenvolvimento gonadal, exceto machos imaturos.

A análise histológica, permitiu a caracterização dos estádios Semidesovado e Semiespermiado, respectivamente para fêmeas e machos, diferenciando os resultados obtidos neste estudo em relação a outros trabalhos sobre a reprodução de *S. Stellifer*. Pina e Chaves (2009) determinaram quatro estádios de maturidade gonadal baseado nas características macroscópicas das gônadas, não considerando os estádio semidesovado e semiespermiado. Outros autores não conseguiram descrever os estádios gonadais devido à captura de, principalmente, indivíduos jovens na população (Rodrigues-Filho, *et al.*, 2011b; Pombo *et al.*, 2012; Silva Junior *et al.*, 2015). Assim, consideramos importantes os resultados obtidos neste estudo, dentre os quais, o primeiro registro histológico da caracterização do desenvolvimento gonadal para *Stellifer stellifer*, o qual possibilita um melhor entendimento da dinâmica reprodutiva na área de estudo e como a pesca incidental influência este processo biológico.

A época reprodutiva da espécie *S. stellifer* foi verificada na primavera, estação que se caracteriza por apresentar aumento na temperatura. Outros autores também registraram a primavera como estação reprodutiva para a espécie, associando ainda o aumento de temperatura com a maturação e desova de peixes estuarinos (Chaves e Bouchereau, 2000). Rodrigues-Filho, *et al.* (2011b) registraram a época reprodutiva da espécie apenas em primavera.

A relação entre os estádios de desenvolvimento gonadal e os fatores abióticos demonstraram que fêmeas com ovários em desenvolvimento e semidesovados, assim como machos em desenvolvimento e semiespermiados, se relacionaram, principalmente, com as mudanças de temperatura do ambiente. Isto corrobora com a

época reprodutiva da espécie, uma vez que as mudanças bruscas de temperatura, no inverno (julho e agosto), dão início à maturação gonadal da espécie, observando-se maior número de exemplares em estágio em desenvolvimento. Após esta época, há aumento da temperatura no ambiente, coincidindo com o período reprodutivo da espécie. Esta relação com a temperatura é corroborada com o maior registro de indivíduos fêmeas com ovários em estágio semi-desovados (outubro e dezembro), além de maior número de exemplares pós-desovados e pós-espermiados, para fêmeas e machos, respectivamente, entre janeiro a junho, após a época reprodutiva.

O investimento energético na reprodução foi similar e ocorreu no mesmo período, para fêmeas e machos. Este investimento foi determinado pela diferença entre as distâncias das curvas do fator de condição total e somático, devido ao aumento do peso e volume das gônadas na época reprodutiva, corroborando assim com a curva de maturação. Segundo Fulton (1904) *apud* Froese (2006), nas fases iniciais do desenvolvimento os peixes crescem mais em comprimento do que em peso, diferindo dos indivíduos adultos que crescem mais em peso do que em comprimento devido à época reprodutiva. Isto, corrobora com o maior gasto energético na época reprodutiva pela necessidade de investir no peso das gônadas.

Os resultados obtidos neste estudo concluem que apesar da espécie *S. stellifer* sofrer a ação da pesca camaroeira, a análise do estado de exploração não indicou sobre-exploração na área analisada, provavelmente, por conseguir repor a parcela perdida pela pesca, através do rápido crescimento dos indivíduos jovens que se tornam adultos reprodutivos, mantendo assim o estoque populacional. Ainda, pelo fato da espécie utilizar a área estuarina em todo o seu ciclo de vida, constatada pela presença de indivíduos jovens e adultos em todas as fases de desenvolvimento gonadal, e também por depender das variações abióticas deste ambiente para o processo reprodutivo, *S. stellifer* pode ser considerada uma espécie bioindicadora do ambiente, podendo ser utilizada na avaliação de impacto ambiental. Os resultados obtidos dos traços de história de vida da referida espécie oferecem subsídios necessários para a implementação de planos de manejo e/ou conservação.

REFERENCIAS

Almeida, L.R.; Branco, J.O. 2002. Aspectos biológicos do *Stellifer stellifer* (Bloch) na pesca artesanal do camarão sete-barbas, Armação do Itapocoroy, Penha, Santa Catarina, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 19(2):601-610.

- Andrew, N.L.; Pepperell, J.G. 1992. The bycatch of shrimp trawl fisheries. *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review*, Boca Raton, 30: 527-565.
- Bernardo, C.; Spach, H.L.; Junior, R.S.; Stoiev S.B.; Cattani, P. 2011. A captura incidental de cieniídeos em arrasto experimental com rede-de-portas utilizada na pesca de camarão-sete-barbas, *Xiphopenaeus kroyeri* no estado do Paraná Brasil. *Arquivos Ciência do Mar*, Fortaleza, 44(2): 98-105.
- Branco, J.O.; Verani, J.R. 2006. Análise quali-quantitativa da ictiofauna acompanhante na pesca do camarão sete-barbas, na Armação do Itapocoroy, Penha, Santa Catarina. *Revista Brasileira de Zoologia*, 23(2): 381-391.
- Brandini, N. 2008. Biogeoquímica da baía de Guaratuba, Parana, Brasil: origem, metabolismo, balanço de massa e destino da matéria biogênica. Tese apresentada na Universidade Federal Fluminense, Niteroi, Brasil.
- Branstetter, S. 1987. Age and growth estimates for blacktip, *Carcharhinus limbatus*, and spinner, *C. brevipinna*, sharks from the northwestern Gulf of Mexico. *Copeia* 4: 964-974.
- Brown-Peterson, N.J.; Wyanski, D.M.; Saborido-Rey, F.; Macewicz B.J.; Lowerre-Barbieri, S.L. 2011. A Standardized terminology for describing reproductive development in fishes. *Marine and Coastal Fisheries: Dynamics, Management, and Ecosystem Science*, 3: 52–70.
- Castro, A. C. L. 1999. Tamanho e idade de primeira maturação da corvina, *Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1840) (Acanthopterygii, Sciaenidae), do reservatório de Barra Bonita – SP. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi*, 15 (1): 119-133.
- Chaves, P.; Bouchereau, J. 2000. Use of mangrove habitat for reproductive activity by the fish assemblage in the Guaratuba Bay, Brazil. *Oceanologia Acta*, 23(3): 273-280.
- Chaves, PT, Cova-Grando, G.; Calluf, C. 2003. Demersal ichthyofauna in a continental shelf region on the south coast of Brazil exposed to shrimp trawl fisheries. *Acta Biológica Paranaense*, 32:69-82.
- Dantas, D.V.; Barletta, M.; Costa, M.F. 2015. Feeding ecology and seasonal diet overlap between *Stellifer brasiliensis* and *Stellifer stellifer* in a tropical estuarine ecocline. *Journal of Fish Biology*, 86: 707–733.
- Davies, R.W.D.; Cripps, S.J.; Nickson, A.; Porter, G. 2009. Defining and estimating global marine fisheries bycatch. *Marine Policy*, Cardiff, 33(4): 661-672.

- Fávaro, L.F.; Lopes, S.C.G.; Spach, H.L. 2003. Reprodução do peixe-rei, *Atherinella brasiliensis* (Quoy e Gaimard) (Atheriniformes, Atherinidae), em uma planície de maré adjacente à gamboa do Baguaçu, Baía de Paranaguá, Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 20 (3): 501-506.
- Froese, R. 2006. Cube law, condition factor and weight-length relationships: history, meta-analysis and recommendations. *Journal of Applied Ichthyology*, 22: 241-253.
- Gomes, I.D., Chaves, P.T. 2006. Ictiofauna integrante da pesca de arrasto camaroeiro no litoral sul do estado do Paraná, Brasil. *Bioikos* 20(1): 9-13.
- Keunecke, K.A., Vianna, M., Fonseca, D.B.F., D' Incao, F. 2007. The pink-shrimp trawling bycatch in the northern coast of São Paulo, Brazil, with emphasis on crustaceans. *Nauplius*, 15(2): 49-55.
- Lana, P.C.; Marone, E.; Lopes, R.M.; Machado, E.C. 2001. The subtropical estuarine complex of Paranaguá Bay. In: SEELIGER, U.; KJERFVE, B. Coastal Marine Ecosystems of Latin America. Berlin: Springer Verlag, 144: 132-145.
- Le Cren, C.D. 1951. The Length-Weight Relationship and Seasonal Cycle in Gonad Weight and Condition in Perch, *Perca fluviatilis*. *Journal of Animal Ecology*, 20, 201-219.
- Marone, E.; Noernberg, M.A.; Santos, I.; Lautert, L.F.C.; Andreoli, O.; Buba, H.; Fill, H.D. 2006. Hydrodynamic of Guaratuba Bay PR, Brazil. *Journal of Coastal Research*, 39: 1879-1883.
- Mateus, L.A.F.; Penha, J.M. 2007. Dinâmica populacional de quatro espécies de grandes bagres na bacia do rio Cuiabá, Pantanal Norte, Brasil (Siluriformes, Pimelodidae). *Revista Brasileira de Zoologia*, 24(1): 87-98.
- McEvoy, L.A.; McEvoy, J. 1992. Multiple spawning in several commercial fish species and its consequences for fisheries- management, cultivation and experimentation. *Journal of Fish Biology*, 41: 125-136.
- Oliveira, E.C.; Fávaro, L.F. 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.
- Pauly, D. 1983. Some simple methods for the assessment of tropical fish stocks. FAO Fisheries Technical paper, 234, 52pp.

- Pina, J.V.; Chaves, P.T. 2009. Incidência da pesca de arrasto camaroeiro sobre peixes em atividade reprodutiva: uma avaliação no litoral norte de Santa Catarina, Brasil. *Atlântica, Rio Grande*, 31(1): 99-106.
- Pfennig, D.W.; McGee, M. 2010. Resource polyphenism increases species richness: a test of the hypothesis. *Philosophical Transactions of the Royal Society B Biological Sciences*, 365 (1540): 577-591.
- Pombo, M.; Denadai, M.R.; Turra, A. 2012. Population biology of *Stellifer rastrifer*, *S. brasiliensis* and *S. stellifer* in caraguatatuba bay, northern coast of São Paulo, Brazil. *Brazilian Journal of Oceanography*, 60(3): 271-282.
- Robert, M.C.; Chaves, P.T. 2006. Dinâmica da atividade pesqueira artesanal em duas comunidades da região litorânea limítrofe Santa Catarina – Paraná, Brasil. *Boletim do Instituto de Pesca*, 32(1):15-23.
- Rochet, M.J. 2000. A comparative approach to life-history strategies and tactics among four orders of teleost fish. *ICES Journal of Marine Science*, 57(2): 228-239.
- Rodrigues-Filho, J.L.; Branco, J.O.; Peret, A.C.; Decker, F.K.; Luiz, T.F.; Verani, J.R. 2011a. Impacts of the seabob shrimp fishery on *Stellifer* spp. (Perciformes, Sciaenidae) assemblage in Armação do Itapocoroy, Penha (SC), Brazil *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*, 6(2): 170-184.
- Rodrigues-Filho, J.L.; Verani, J.R., Peret, A.C.; Sabinson, L.M.; Branco, J.O. 2011b. The influence of population structure and reproductive aspects of the genus *Stellifer* (Oken, 1817) on the abundance of species on the southern Brazilian coast. *Brazilian Journal of Biology*, 71(4): 991-1002.
- Rodríguez, M.A.; Lewis, W.M. 1997. Structure of fish assemblages along environmental gradients in floodplain lakes of the Orinoco River. *Ecological Monographs*, 67(1):109-128.
- Santos, R.S.; Silva, J.P.C.; Costa, M.R.; Araújo, F.G. 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.
- Santos, R.V.S 2019. Dynamics of early life-history stages of fish along an estuarine gradient. *Fisheries oceanography*, 28(4): 402-418.
- Scapim, J.; Bassanezi, R.C. 2008. Modelo de Von Bertalanffy generalizado aplicado às curvas de crescimento animal. *Biomatemática (UNICAMP)*, 18: 01-14.

- Silva-Junior, C.A.B.; Viana, A.P.; Frédou F.L. Frédou, T. 2015. Aspects of the reproductive biology and characterization of Scianidae captured as bycatch in the prawn trawling in the northeastern Brazil. *Acta scientiarum*, 37(1): 1-8.
- Souza, L.M., Chaves, P.T. 2007. Atividade reprodutiva de peixes (Teleostei) e o defeso da pesca de arrasto no litoral norte de Santa Catarina, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 24(4):1113-1121.
- Taylor, C.C. 1958. Cod growth and temperature. *J. Cons. CIEM* 23:366-370
- Vazzoler, A E.M. 1981. Manual de métodos para estudos biológicos em populações de peixes. Reprodução e crescimento. Programa Nacional de Zoologia. Brasília, CNPq.106p.
- Vazzoler, A.E.M. 1996. Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e pratica. Ed., Universidade Estadual de Maringá, 169pp.
- Vianna, M.; Almeida, T. 2005 Bony fish by-catch in the Southern Brazil pink shrimp (*Farfantepenaeus brasiliensis* and *F. paulensis*) fishery. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, Curitiba, 48(4): 611–623.

CAPITULO III

Traços da história de vida de *Citharichthys spilopterus* (Paralichthyidae), espécie estuarina capturada como fauna acompanhante do arrasto de camarão

Capítulo III: Traços da história de vida de *Citharichthys spilopterus* (Paralichthyidae), espécie estuarina capturada como fauna acompanhante do arrasto de camarão

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. A referida espécie faz parte da fauna acompanhante do arrasto de camarão. Os exemplares foram capturados, mensalmente, no período de novembro/2012 a outubro/2013, utilizando o arrasto de fundo. Dos 275 exemplares capturados foram obtidos os dados de peso total, comprimento total, peso das gônadas e amostras teciduais de gônadas para a análise microscópica. Nossos resultados evidenciaram cinco estádios de desenvolvimento gonadal, para fêmeas e machos, e desova parcelada para a espécie, 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 e idades entre quatro meses a seis anos para fêmeas e de oito meses a quatro anos para machos. 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. Houve predomínio de machos no mês de fevereiro e nas menores classes de comprimento, e de fêmeas nas maiores classes. Predominaram os indivíduos adultos em todos os meses de coleta, exceto no mês de maio, com predomínio de juvenis sobre os adultos. 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: dinâmica populacional, peixe demersal, impacto da pesca, rede de arrasto.

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. This species is part of the bycatch of the shrimp trawl. The specimens were captured monthly from November 2012 to October 2013, using bottom trawl. From the 275 specimens captured, total weight, total length, gonad weight and gonad tissue samples were obtained for microscopic analysis. Our results showed five stages of gonadal development for females and males, and split spawning for the species, with reproductive peaks in October and March. The length of the first maturation was 10.1 cm for females and 8.0 cm for males, with positive allometric growth and ages ranging from zero to six years for females and from zero to four years for males. The maximum theoretical length was 17.9 and 15.5cm, growth coefficient of 0.43 and 0.68year⁻¹ and longevity of 5.9 and 4.4 years for females and males respectively. There was a predominance of males in February and in the smallest length classes, and females in the largest classes. Adult individuals predominated in all months of collection, except in May, with juveniles predominating over adults. Total mortality was 1.35 and 2.39 year⁻¹, natural mortality 1.07 and 1.5 year⁻¹ and fishing mortality 0.28 and 0.89 year⁻¹ for females and males respectively. The exploitation rate obtained was 0.21 and 0.37year⁻¹, for females and males respectively, allowing to infer that the species is in an adequate exploitation situation in relation to the stock.

Keywords: population dynamics, demersal fish, fishing impact, trawl.

INTRODUÇÃO

A pesca de arrasto de fundo é uma atividade que gera alta destruição de habitats e maior perda de biodiversidade, além da desertificação dos corpos de água devido à desagregação e movimentação de sedimento (Pusceddu *et al.*, 2014). Este tipo de petrecho de pesca é o utilizado na captura do camarão sete-barbas *Xiphopenaeus kroyeri*, atividade que perfaz em média 70% dos desembarques total de pescado no estado de Paraná, sul do Brasil (Andriguetto-Filho *et al.*, 2006; Rodrigues-Filho *et al.*, 2011), entretanto, a pesca do camarão sete-barbas tem importância econômica em todo o litoral brasileiro. A utilização das redes de arrasto de fundo compreende um petrecho de baixa seletividade, ou seja, captura outras espécies em volumes geralmente maiores que da espécie alvo (Branco e Verani 2006). 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 (Chaves *et al.* 2003; Pina e Chaves, 2009).

Dentre a diversidade da fauna de peixes capturada como fauna acompanhante na pesca do camarão destacam-se as espécies da família Paralicthyidae. O linguado *Citharichthys spilopterus* (Günther, 1862), representante da referida família, é de pequeno porte, não comercial, bentônicos de fundos arenosos da região costeira e estuarina, é considerado residente no estuário de Guaratuba (Chaves e Serenato, 1998). Ainda, de acordo com Souza e Chaves (2007) e Pina e Chaves (2009), *C. spilopterus* faz parte da fauna acompanhante do arrasto camaroeiro e por isso é o objeto de estudo deste trabalho.

Sobre *C. spilopterus*, existe lacunas de informação sobre a história de vida e também sobre a relação da pesca na dinâmica populacional desta espécie, principalmente como fauna acompanhante. Entretanto, há na literatura informações sobre hábitos alimentares (Guedes, *et al.*, 2004; Vasconcelos-Filho, *et al.*, 2007) e sobre o crescimento e a biologia reprodutiva (Joyeux *et al.*, 1995; Dias *et al.*, 2005).

É importante considerar que espécies que compõe a fauna acompanhante, mesmo não apresentando um valor econômico, são importantes na estruturação da comunidade e manutenção da teia trófica e que, de acordo com Harrington, *et al.* (2005), o descarte dessas espécies provocaria mudanças biológicas e alterações nos processos ecológicos. Assim, o objetivo deste estudo foi descrever os traços da história de vida e avaliar o estado de exploração de *Citharichthys spilopterus* sob a influência da pesca de arrasto de camarão, em área estuarina no sul do Brasil.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

Este estudo foi realizado na baía de Guaratuba, localizada no litoral do estado do Paraná, no sul do Brasil (Fig. 1). Com uma área aproximada de 45 Km², 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 largura máxima de 5 km na direção norte-sul. Na região leste da baía há ampla área de manguezais na margem norte e urbanização na margem sul, apresentando no setor continental, a oeste, um maior aporte fluvial (Marone *et al.*, 2006).

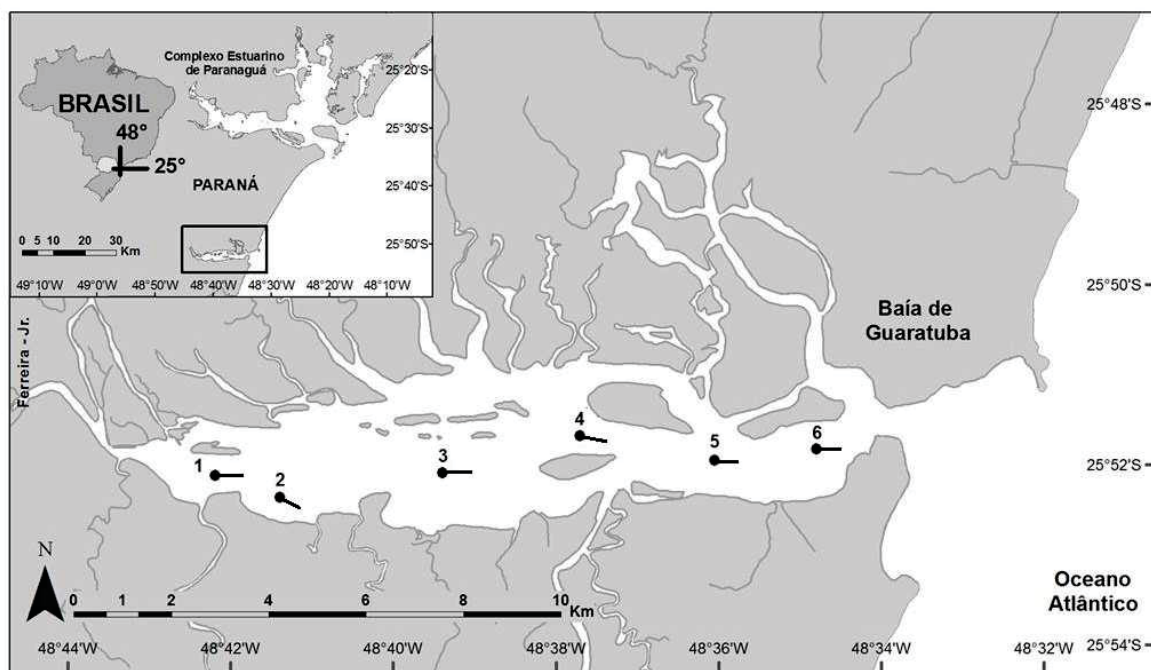


Figura 1. Área de estudo com a localização dos pontos amostrais ao longo do eixo oeste - leste da baía de Guaratuba, sul do Brasil.

Coleta dos dados

Antes de cada arrasto, para captura do material biológico, foram registrados mensalmente, os dados abióticos de temperatura, oxigênio da água, pH, salinidade, transparência e profundidade no período de novembro de 2012 a outubro de 2013. 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*.

Para a obtenção de exemplares de *Citharichthys spilopterus*, as coletas foram realizadas, mensalmente, no período de novembro de 2012 a outubro de 2013, em seis pontos dispostos no eixo leste-oeste da baía de Guaratuba. Em cada ponto amostral foi realizado um arrasto de fundo, com duração de 10 minutos. Entretanto, os espécimes obtidos em cada ponto amostral foram analisados como uma amostra única mensal. A profundidade na área de coleta variou de 1,6 a 6,7m.

O material biológico foi obtido durante as marés de quadratura, pela utilização de rede de arrasto de fundo com as dimensões de: 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. As características da rede utilizada correspondem às redes utilizadas no arrasto camaroeiro, na região de estudo.

Os espécimes obtidos de *C. spilopterus* foram acondicionados em sacos plásticos, devidamente etiquetados, e transportados ao laboratório para a tomada de dados morfométricos (comprimento total (cm), peso total (g) e peso das gônadas (g)), determinação do sexo e do desenvolvimento gonadal macroscópico. Parte das gônadas foi destinada ao processamento histológico de rotina para corrigir erros da análise macroscópica, conferindo maior confiabilidade aos resultados.

Análise dos dados

Estrutura populacional

A relação entre comprimento total (Ct) e peso total (Pt), para sexos separados, foi estimada pela equação: $Pt = aCt^b$, onde a é o coeficiente linear e o b é a inclinação da reta, sendo o valor de b utilizado na determinação do tipo de crescimento da espécie (Le Cren, 1951). A proporção de jovens e adultos, além da proporção sexual mensal e por classe de tamanho, foi realizada pela distribuição de frequência absoluta, sendo a diferença entre as proporções verificada utilizando o test qui-quadrado (χ^2) de Pearson, com um grau de liberdade e significância de 0,05 ($\chi^2 > 3,84$).

Utilizou-se a equação proposta por von Bertalanffy para representar a curva de crescimento a partir da distribuição de comprimentos em função da idade (Vazzoler, 1981): $L_t = L_\infty [1 - e^{-k(t-t_0)}]$ sendo, L_t o comprimento dos indivíduos na idade (t), L_∞ o tamanho máximo assintótico ou teórico que o peixe pode atingir, k é o constante de crescimento e t_0 é a idade teórica no comprimento zero. Os parâmetros L_∞ 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 ($T_{0,95}$), definida como o tempo que o indivíduo leva para alcançar 95% do L_∞ , foi estimada a partir da fórmula de Taylor (1958): $T_{0,95} = 3/k$ sendo k a constante de crescimento.

Mortalidade, estado de exploração e probabilidades de captura

Foram estimadas, para sexos separados, as taxas de mortalidade, o estado de exploração e as probabilidades de captura da espécie *C. spilopterus*, através do programa FISAT II, inserido na rotina de *Estimação de Mortalidade*, pelo método de curva de captura linearizada a partir do comprimento (Pauly, 1983). Estes parâmetros foram calculados no programa através dos seguintes métodos: mortalidade total (Z) pelo método da curva de captura a partir do comprimento, coeficiente obtido pela inclinação da reta quando o número de indivíduos diminui ao longo do tempo; a mortalidade natural (M), relacionada com a temperatura média da água (T) e com os parâmetros de crescimento, a partir da equação: $\log(M) = -0,0066 - 0,279 * \log(L_{\infty}) + 0,6543 * \log(k) + 0,4634 * \log(T)$. Tanto o Z e o M são requeridos para calcular as probabilidades de captura ($C_{25\%}$, $C_{50\%}$ e $C_{75\%}$) a partir da curva de captura por comprimento. A mortalidade por pesca (F) foi obtida pela diferença entre a mortalidade total e natural: $F = Z - M$; e a taxa do estado de exploração (E), utilizando a expressão, $E = F / Z$. Os valores do estado de exploração variam de zero (0) a um (1), sendo considerada uma exploração adequada quando E varia de 0 a 0,5 e sobre-explorado quando $E > 0,5$ (Gulland, 1983).

Biologia reprodutiva

Foram confeccionadas lâminas histológicas das gônadas para a confirmação do sexo e a caracterização dos estádios de maturidade ovariana e testicular de *C. spilopterus*, através do processo histológico de rotina, com inclusão em parafina e coloração com Hematoxilina-Eosina. As análises microscópicas para a determinação dos estádios do desenvolvimento gonadal foram baseados e adaptados dos estudos realizados por Vazzoler (1996) e por Brown-Peterson *et al.* (2011).

O índice gônado-somático (IGS), foi determinado para cada indivíduo, pela fórmula $IGS = (Pg/Pt) * 100$, 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. Os dados da curva de maturação foram corroborados com a distribuição da frequência percentual mensal dos estádios de desenvolvimento gonadal para fêmeas e machos, sendo o desenvolvimento gonadal estabelecido a partir de análises histológicas dos ovários e testículos.

A partir do cálculo do coeficiente de alometria (valor de b da relação peso-comprimento), calculou-se o fator de condição total (K) e somático (K'), para sexos separados, com a finalidade de verificar o gasto energético no processo reprodutivo da espécie. Os índices foram expressos, respectivamente, pelas expressões: $K = Pt/Ct^b$ e $K' = Pc/Ct^b$, sendo Ct o comprimento total, Pt o peso total e Pc o peso total do exemplar excetuando-se o peso das gônadas.

Para a determinação do comprimento da primeira maturação (L_{50}) e comprimento máximo de maturação (L_{100}) foram considerados indivíduos jovens somente aqueles que se encontravam com as gônadas imaturas e adultos os indivíduos com gônadas nos demais estádio de desenvolvimento gonadal (Fávaro *et al.* 2003; Oliveira e Fávaro, 2011). A determinação ocorreu pelo uso da expressão $Fr = 1 - (e^{-aLmb})$, 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. Segundo a curva de Von Bertalanffy que mostra o comprimento em função da idade, foi possível definir também a idade no qual os exemplares atingem o comprimento da primeira maturação (A_{50}).

Em relação a sazonalidade, neste estudo estabelecemos as estações do ano, sendo, a Primavera - de outubro a dezembro, Verão – de janeiro a março, Outono – abril a junho e o Inverno – de julho a setembro.

Relação da biologia reprodutiva com os fatores abióticos

A relação entre os fatores abióticos e a reprodução da espécie *C. spilopterus*, 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) (Rodriguez e Lewis, 1997). 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).

RESULTADOS

Estrutura populacional

Foi coletado um total de 275 exemplares de *C. spilopterus*, com valores médios de comprimento total de 18,6cm (desvio padrão = $\pm 4,4$) e 17,5cm (desvio padrão = $\pm 3,4$), respectivamente para fêmeas e machos. 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. A relação peso-comprimento caracterizou o crescimento do tipo alométrico positivo ($b > 3$) para ambos os sexos, confirmados pelas expressões $Lt=0,007Pt^{3,07}$ e $Lt=0,008Pt^{3,04}$, 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 $Lt = 17,9 (1 - e^{-0,43(t-t_0)})$ e $Lt = 15,5 (1 - e^{-0,68(t-t_0)})$ para fêmeas e machos, respectivamente (Fig. 2).

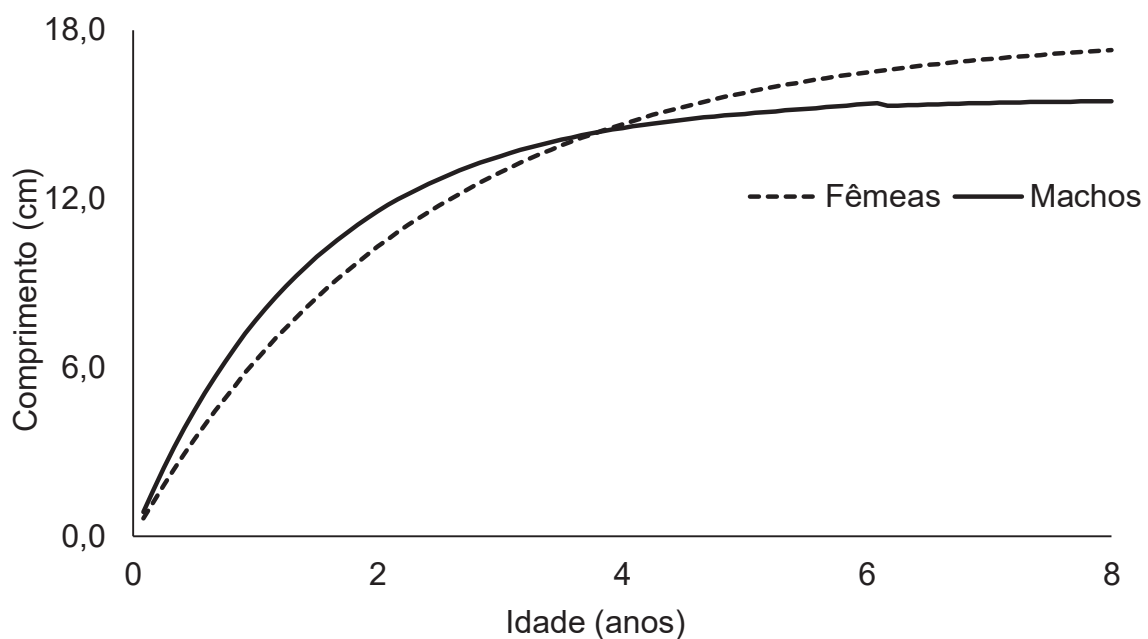


Figura 2. Curva de crescimento do comprimento (cm) em função da idade de fêmeas e machos de *Citharichthys spilopterus*.

Tabela 1. 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

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.

No ambiente estudado foram obtidos 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. 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) (Fig. 3).

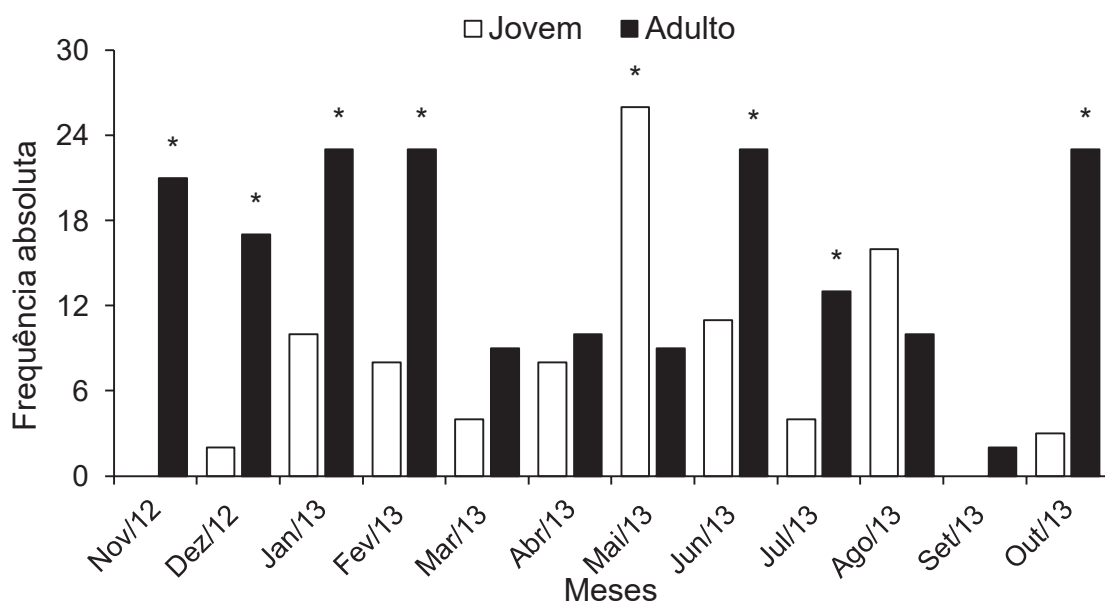


Figura 3. Proporção mensal determinada pela distribuição da frequência absoluta de jovens e adultos de *Citharichthys spilopterus* capturados na baía de Guaratuba, sul do Brasil (* = diferença significativa).

A proporção sexual registrou diferença significativa entre os sexos somente no mês de fevereiro, com o predomínio de machos sobre as fêmeas (Fig. 4). 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 (Fig. 5).

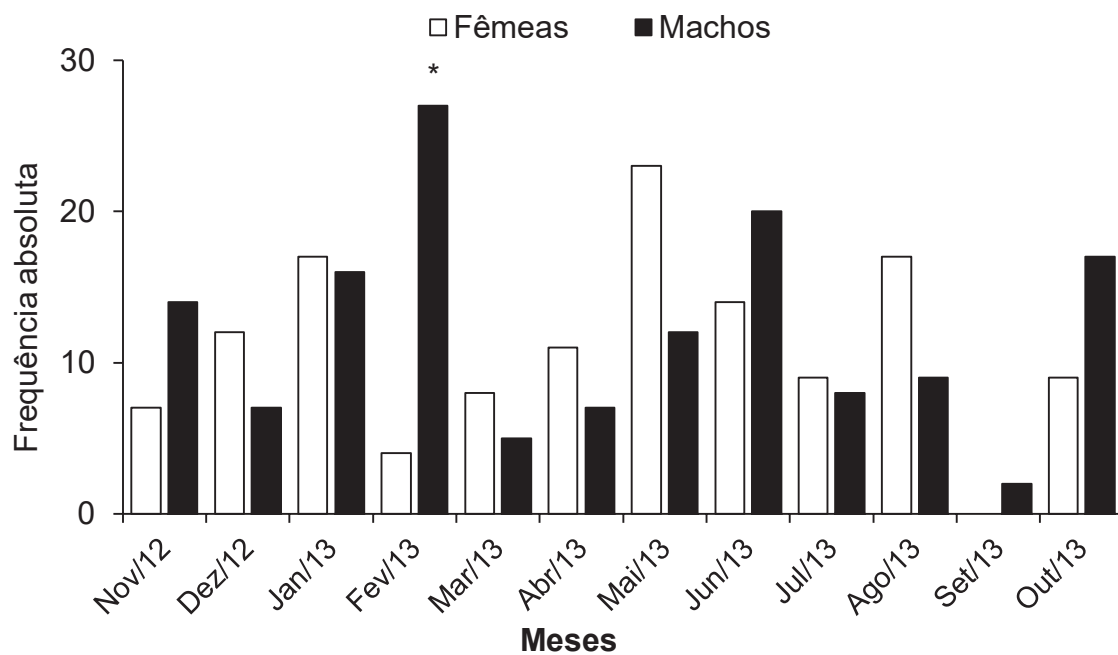


Figura 4. Proporção sexual mensal determinada pela distribuição da frequência absoluta de fêmeas e machos de *Citharichthys spilopterus* na baía de Guaratuba, sul do Brasil (* = diferença significativa).

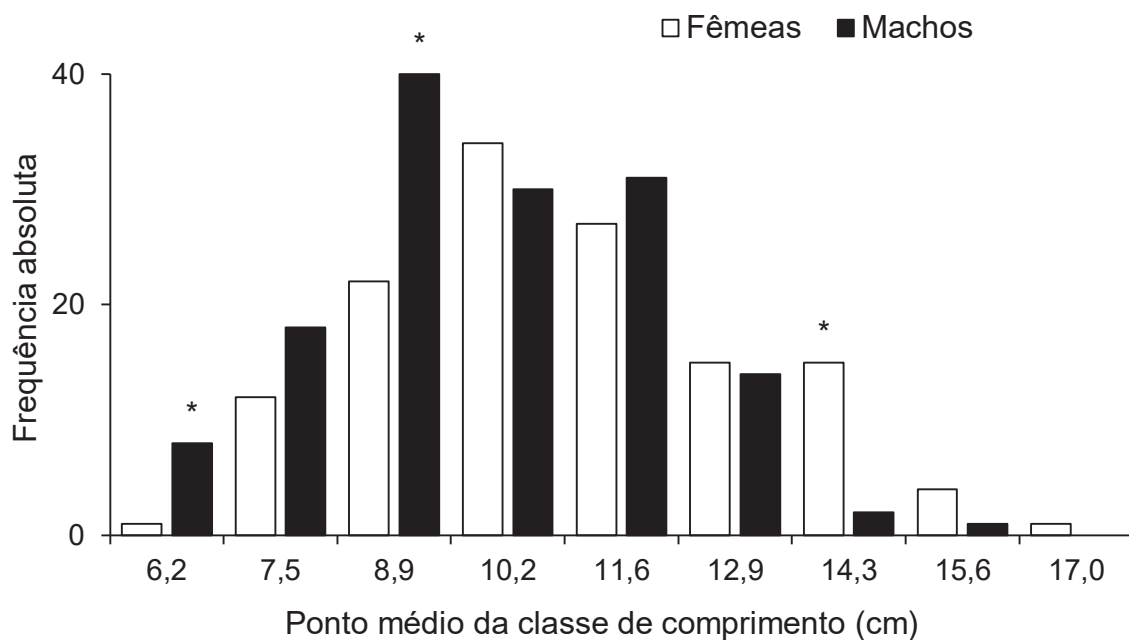


Figura 5. Proporção sexual por classe de comprimento determinada pela distribuição da frequência absoluta de fêmeas e machos de *Citharichthys spilopterus* na baía de Guaratuba, sul do Brasil (* = diferença significativa).

Mortalidade, estado de exploração e probabilidades de captura

As taxas de mortalidade, o estado de exploração (E) e as probabilidades de captura da espécie, foram calculados para sexos separados e estão apresentadas na Tabela 2. Os valores de E obtido para a espécie *C. spilopterus* caracterizam uma condição de exploração adequada para a espécie, no entanto, a probabilidade de captura (25%, 50% e 75%) identificou que a pesca de arrasto captura em alta quantidade indivíduos jovens, principalmente fêmeas.

Tabela 2. Parâmetros de mortalidade (ano^{-1}), estado de exploração (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	E	C _{25%}	C _{50%}	C _{75%}
Fêmeas	1,35	1,07	0,28	0,21	9,05	11,02	12,32
Machos	2,39	1,50	0,89	0,37	8,47	9,51	10,59

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

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 ovíferas 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 pre-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 (espermátocitos, 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 pre-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 espermátogênica 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 da curva de maturação (Fig. 6) 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 (Fig. 7), determinados a partir da análise histológica, 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.

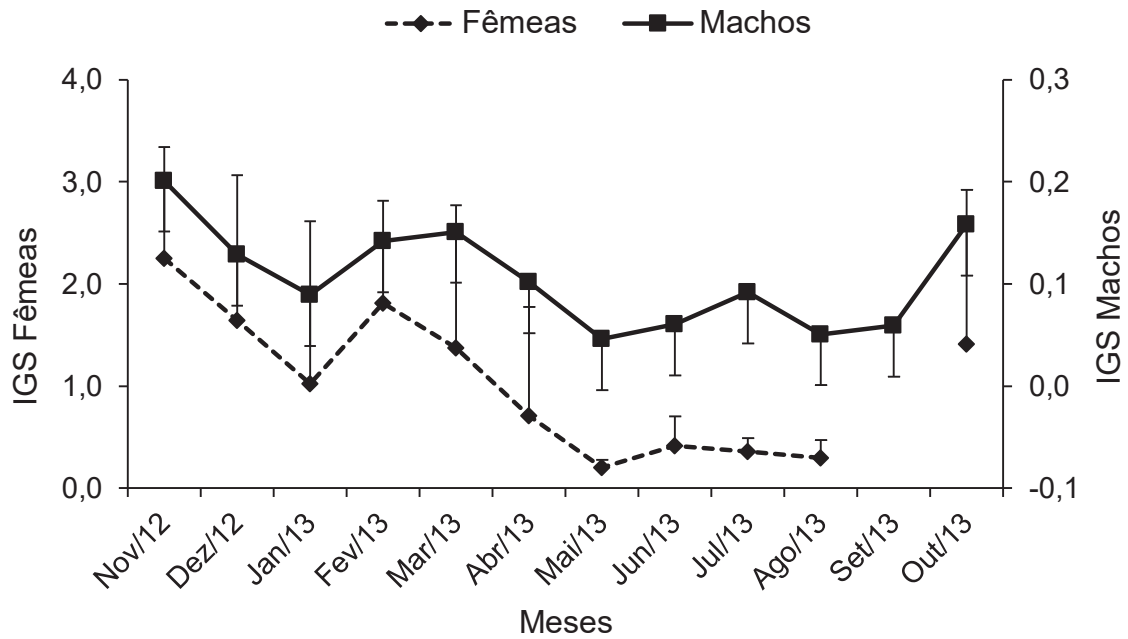
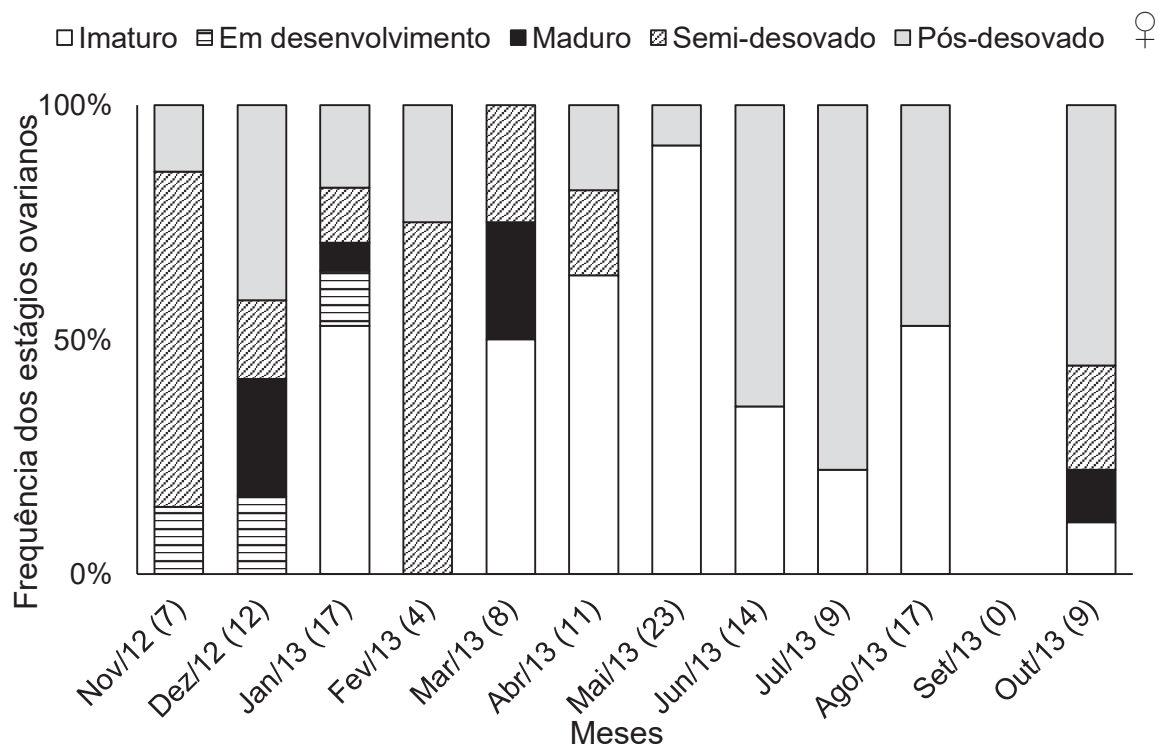


Figura 6. Curva de maturação de fêmeas e machos de *Citharichthys spilopterus* coletados entre novembro de 2012 e outubro de 2013 na baía de Guaratuba, sul do Brasil.



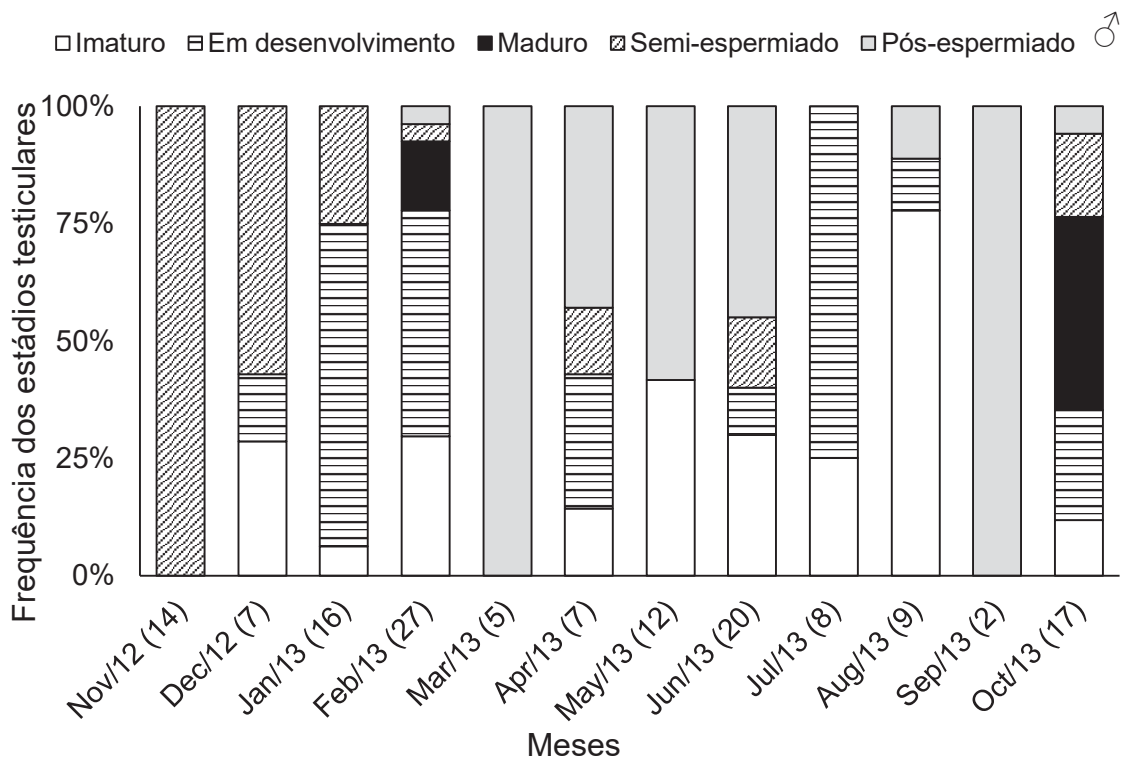
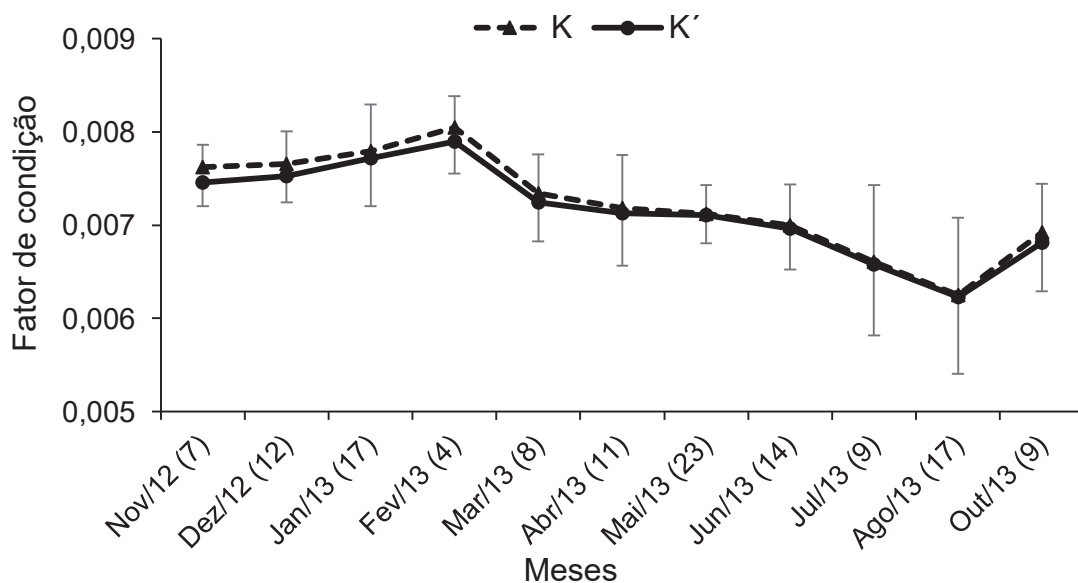


Figura 7. Estádios de maturidade de fêmeas (♀) e machos (♂) da espécie *Citharichthys spilopterus* capturada na baía de Guaratuba, Paraná (entre parenteses a quantidade de indivíduos coletados por mês).

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' (Fig. 8), corroborando assim os resultados obtidos anteriormente.



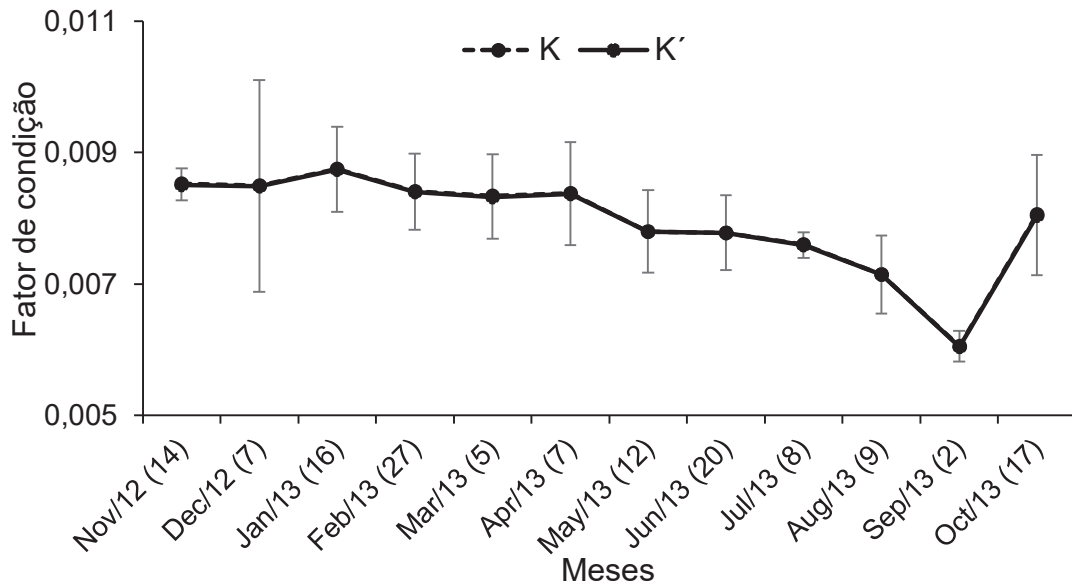
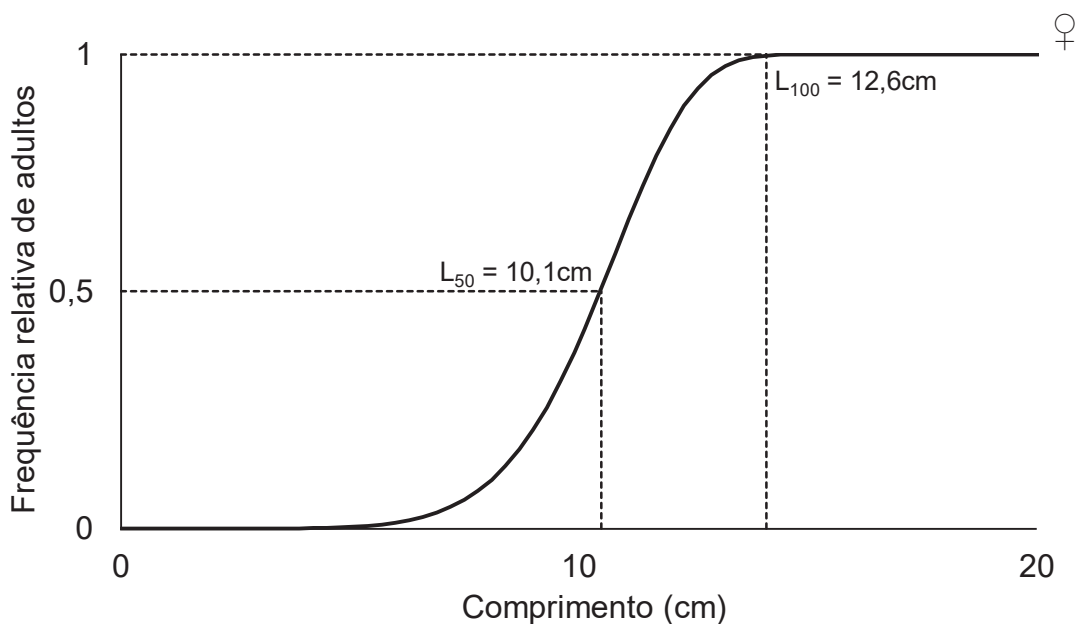


Figura 8. Fator de condição total (K) e somático (K') de fêmeas (♀) e machos (♂) de *Citharichthys spilopterus* coletados entre novembro de 2012 e outubro de 2013 na baía de Guaratuba, Paraná (entre parenteses a quantidade de indivíduos coletados por mês).

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 (Fig. 9). 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 2) o L_{50} é atingida na idade de dois anos para fêmeas e um ano para machos (A_{50}).



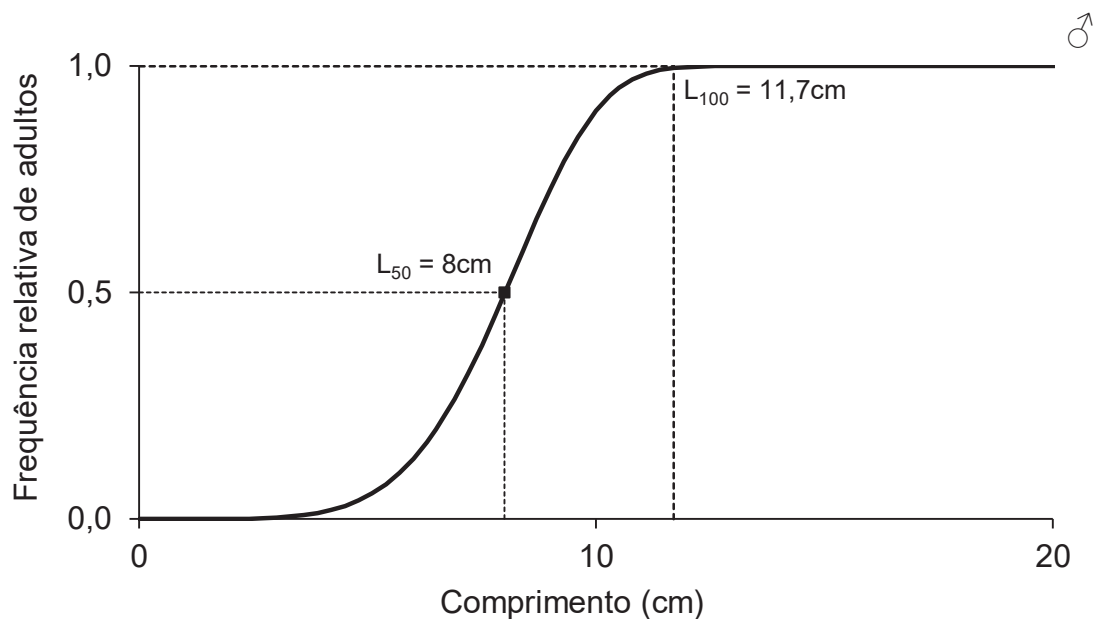


Figura 9. Comprimento de primeira maturação (L₅₀) e o comprimento máximo de maturação (L₁₀₀) estimada de fêmeas (♀) e machos (♂) de *Citharichthys spilopterus*.

Relação da biologia reprodutiva com os fatores abióticos

Através do 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, respetivamente. 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 3. 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	-

DISCUSSÃO

Os parâmetros analisados da população do *C. spilopterus* evidenciaram que as fêmeas atingem comprimentos e idades maiores que os machos. Ainda, que os machos apresentaram maior coeficiente de crescimento (k), comparado com as fêmeas, o que determina que os machos crescem mais rápido, e atingem o comprimento da primeira maturação (L_{50}) no primeiro ano de vida, enquanto que as fêmeas atingem o L_{50} próximo aos dois anos de idade (A_{50}). 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.

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.

Do total de exemplares fêmeas capturadas, 49,6% foram juvenis e 50,4% a adultos, e do total de machos, 19% foram juvenis e 81% 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 se mostrar adequada em relação ao estoque, demonstra maior exploração sobre os machos, entretanto, alta incidência sobre fêmeas jovens. Apesar da maior exploração, os machos foram capturados em idades adultas e nas menores classes de comprimento, resultado semelhante ao obtido por Dias *et al.* (2005).

Na região estudada, os tamanhos máximos capturados de ambos os sexos, foram menores aos registrados por outros autores (Dias *et al.*, 2005; 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 (Santos e Barbieri, 1993; Mateus e Penha, 2007, Dias *et al.*, 2015).

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 (Castro, 1999; Santos *et al.*, 2015), possibilitando assim a elaboração de estratégias de conservação dos recursos. Em nosso estudo, o L_{50} determinado para machos (8cm) e fêmeas (10,1cm) de *C. spilopterus* foram menores do que o registrado (11,7cm) por Dias *et al.* (2005).

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, corroborando o descrito por Chaves e Vendel (1997).

A desova do tipo parcelada, caracterizada para a espécie através da utilização de análise histológica das gônadas, é também compreendida em uma análise cuidadosa da curva de maturação e da frequência do desenvolvimento gonadal, ao longo do período de estudo. 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 (Chaves e Vendel, 1997; 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 (McEvoy e McEvoy, 1992, 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 (Chaves e Bouchereau, 2000; Sanchez-Gil *et al.*, 2008).

O investimento energético na reprodução, maior em fêmeas do que em machos, é um padrão em peixes, devido ao maior volume adquirido pelos ovários em relação aos testículos. O aumento no volume dos ovários ocorre pela deposição de vitelo no processo de ovogênese, que aumenta o tamanho dos ovócitos e conseqüentemente o peso das gônadas (Fávaro *et al.*, 2005). O período de maior investimento energético das fêmeas coincide com os maiores valores do IGS mensal e por sua vez, com o período reprodutivo. Os machos, pelo fato de não acumularem nutrientes nas células germinativas para auxiliar na nutrição da prole, apresentam um desenvolvimento testicular reduzido, em relação aos ovários, permitindo verificar uma sobreposição das curvas de K e K', indicando que os testículos, mesmo que desenvolvidos, necessitam de baixo investimento energético no processo reprodutivo.

As análises de correlação, relacionaram os estádios gonadais na fase imatura, que corresponde a juvenis, e na fase pós-desova, de fêmeas, com a variação da temperatura do estuário. Vale ressaltar, que os períodos mais quentes do ano estão relacionadas com a disponibilidade de alimento para a sobrevivência das larvas e dos juvenis, associando assim estas épocas de desova e de recrutamento dos juvenis de diversas espécies peixes estuarinos (Chaves e Bouchereau, 2000; 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.

Assim, nossos resultados permitem concluir que apesar da população de *C. spilopterus* sofrer a influência da pesca do arrasto camaroeiro, mesmo não sendo espécie alvo, o estado de exploração não indicou 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.

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.

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.

REFERENCIAS

- Andrade, E.S.; Andrade, E.A.; Felizardo, V.O. Paula, D.A.J.; Veras, G.; Murgas, L.D.L. 2015. Biologia reprodutiva de peixes de água doce. *Revista Brasileira de Reprodução Animal*, 39(1): 195-201.
- Andriguetto-Filho, J.M.; Chaves, P.T.; Santos, C.; Liberati, S.A. 2006. Diagnostico da pesca no Estado do Paraná. *In*: Isaac, V.J.; Martins, A.S.; Haimovici, M.; Andriguetto-Filho, J.M. A pesca marinha e estuarina do Brasil no início do século XXI: Recursos, tecnologias, aspectos socioeconômicos e institucionais. Ed. Universitária UFPA, pp.116-140
- Branco, J.O.; Verani, J.R. 2006. Análise quali-quantitativa da ictiofauna acompanhante na pesca do camarão sete-barbas, na Armação do Itapocoroy, Penha, Santa Catarina. *Revista Brasileira de Zoologia*, 23(2): 381-391.
- Brown-Peterson, N.J.; Wyanski, D.M.; Saborido-Rey, F.; Macewicz, B.J.; Lowerre-Barbieri, S.L. 2011. A Standardized terminology for describing reproductive

development in fishes. *Marine and Coastal Fisheries: Dynamics, Management, and Ecosystem Science*, 3:52–70.

- Castro, A. C. L. 1999. Tamanho e idade de primeira maturação da corvina, *Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1840) (Acanthopterygii, Sciaenidae), do reservatório de Barra Bonita – SP. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi*, 15 (1): 119-133.
- Chaves, P.T.; Vendel, A.L. 1997. Indicadores reprodutivos das espécies de *Citharichthys* Bleeker (Teleostei, Pleuronectiformes) na Baía de Guaratuba, Paraná, Brasil. *Revista brasileira de Zoologia* 14 (1): 73-79.
- Chaves, P.T.; Serenato, A. 1998. Diversidade de dietas na assembleia de linguados (Teleostei, Pleuronectiformes) do manguezal da Baía de Guaratuba, Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Oceanografia*, 46(1):61-68.
- Chaves, P.; Bouchereau, J. 2000. Use of mangrove habitat for reproductive activity by the fish assemblage in the Guaratuba Bay, Brazil. *Oceanologia Acta*, 23(3): 273-280.
- Chaves, PT, Cova-Grando, G.; Calluf, C. 2003. Demersal ichthyofauna in a continental shelf region on the south coast of Brazil exposed to shrimp trawl fisheries. *Acta Biológica Paranaense*, 32:69-82.
- Dias, J.F.; Fiadi, C.B.; Silbiger, H.L.; Soares, L.S.H. 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.
- Fávaro, L.F.; Lopes, S.C.G.; Spach, H.L. 2003. Reprodução do peixe-rei, *Atherinella brasiliensis* (Quoy e Gaimard) (Atheriniformes, Atherinidae), em uma planície de maré adjacente à gamboa do Baguaçu, Baía de Paranaguá, Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* 20 (3): 501-506.
- Fávaro, L. F.; Frehse, F.A.; Oliveira, R.N.; Júnior, R. S. 2005. Reprodução do bagre amarelo, *Cathorops spixii* (Siluriformes, Ariidae), da Baía de Pinheiros, região estuarina do litoral do Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 22(4):1022-1029.
- Guedes, A.P.P.; Araújo, F.G.; Azevedo, M.C.C. 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.

- Harrington, J.M.; Myers, R.; Rosenberg, A.A. 2005. Wasted fishery resources: discarded by-catch in the USA. *Fish and fisheries* 6(4): 350-361.
- Joyeux, J.C.; Miller, J.M.; Aliaume, C.; Zerbi, A. 1995. Growth of sand whiff *citharichthys arenaceus* and bay whiff *citharichthys spilopterus* (pleuronectiformes: bothidae) in Puerto Rico (Greater Antilles) and North Carolina (USA), with comments on growth rate comparisons. *Netherlands Journal of Sea Research*, 31(1-3): 211-220.
- Le Cren, C.D. 1951. The Length-Weight Relationship and Seasonal Cycle in Gonad Weight and Condition in Perch, *Perca fluviatilis*. *Journal of Animal Ecology*, 20: 201-219.
- Marone, E.; Noernberg, M.A.; Santos, I.; Lautert, L.F.C.; Andreoli, O.; Buba, H.; Fill, H.D. 2006. Hydrodynamic of Guaratuba Bay PR, Brazil. *Journal of Coastal Research*, 39: 1879-1883.
- Mateus, L.A.F.; Penha, J.M. 2007. Dinâmica populacional de quatro espécies de grandes bagres na bacia do rio Cuiabá, Pantanal Norte, Brasil (Siluriformes, Pimelodidae). *Revista Brasileira de Zoologia* 24(1): 87-98.
- McEvoy, L.A.; McEvoy, J. 1992. Multiple spawning in several commercial fish species and its consequences for fisheries- management, cultivation and experimentation. *Journal of Fish Biology*, 41: 125-136.
- Oliveira, E.C.; Fávaro, L.F. 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.
- Pauly, D. 1983. Some simple methods for the assessment of tropical fish stocks. FAO Fisheries Technical paper, 234, 52pp.
- Pina, J.V.; Chaves, P.T. 2009. Incidência da pesca de arrasto camaroeiro sobre peixes em atividade reprodutiva: uma avaliação no litoral norte de Santa Catarina, Brasil. *Atlântica*, Rio Grande, 31(1): 99-106.
- 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.
- Rodrigues-Filho, J.L.; Branco, J.O; Peret, A.C.; Decker, F.K.; Luiz, T.F.; Verani, J.R. 2011. Impacts of the seabob shrimp fishery on *Stellifer* spp. (Perciformes,

- Sciaenidae) assemblage in Armação do Itapocoroy, Penha (SC), Brazil *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*, 6(2): 170-184
- Sanchez-Gil, P.S.; Yáñez-Arancibia, A., Tapia, M.; Day, J.W.; Wilson, C.A.; Cowan Jr., J.H. 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.
- Santos, G.; Barbieri, G. 1993. Idade e crescimento do "piauí gorduroso" *Leporinus piau* Fowler 1941, na represa de Três Marias (Estado de Minas Gerais) (Pisces, Ostariophysi, Anostomidae). *Revista Brasileira de Biologia*, 53(4): 649-658.
- Santos, R.S.; Silva, J.P.C.; Costa, M.R.; Araújo, F.G. 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.
- Souza, L.M., Chaves, P.T. 2007. Atividade reprodutiva de peixes (Teleostei) e o defeso da pesca de arrasto no litoral norte de Santa Catarina, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 24(4):1113-1121.
- Rodríguez, M.A.; Lewis, W.M. 1997. Structure of fish assemblages along environmental gradients in floodplain lakes of the Orinoco River. *Ecological Monograph*, 67(1):109-128.
- Vasconcelos-Filho, A.L.; Neumann-Leitão, S.; Ramos-Porto, M.; Almeida, Z.S. 2007. Biologia alimentar de *Citharichthys spilopterus* (Paralichthyidae) em um estuário tropical, Pernambuco, Brasil. *Revista Brasileira de Engenharia de Pesca* 2(2): 6-12.
- Vazzoler, A E.M. 1981. Manual de métodos para estudos biológicos em populações de peixes. Reprodução e crescimento. Programa Nacional de Zoologia. Brasília, CNPq.106p.
- Vazzoler, A.E.M. 1996. Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática. Ed., Universidade Estadual de Maringá, 169pp.

CONCLUSÕES GERAIS

A partir da descrição dos traços da história de vida de três espécies demersais estuarinas, *Genidens genidens*, *Stellifer stellifer* e *Citharichthys spilopterus*, que representa uma parcela da fauna acompanhante da pesca do camarão, este trabalho concluiu que:

1- apesar da taxa de exploração não indicar sobre-exploração de nenhuma das espécies estudadas, na área de realização do estudo, a pesca de arrasto de camarão incide sobre as populações de maneira diferente entre os sexos, tamanho e fase do ciclo de vida, possibilitando uma desestruturação das populações e, conseqüentemente, da comunidade;

2- as três espécies utilizam o ambiente estuarino durante todo o ciclo de vida, entretanto, diferem quanto aos padrões de crescimento e idades, diferindo inclusive entre os sexos;

3- o processo reprodutivo e de recrutamento, de cada espécie, demonstrou características específicas e relações distintas com os fatores ambientais;

4- pelo fato das espécies ocuparem o ambiente estuarino em todas as fases do ciclo de vida, por sofrer o impacto da pesca de arrasto de fundo e por ter agora os traços de vida caracterizados, estas podem ser consideradas espécies bioindicadores, na avaliação de impacto nos estuários;

5- Ainda, é importante ressaltar que para criar ou utilizar modelagem, com o objetivo de estimar questões ecológicas e/ou relacionadas à atividade pesqueira, faz-se necessário conhecer a história de vida das espécies, assim, as pesquisas em autoecologia e/ou biologia animal se mostram extremamente importantes.

REFERENCIAS GERAIS

- Absolon, B.A.; Andreatta, J.V. 2009. Variação espacial dos bagres (siluriformes, ariidae) coletados na baía da ribeira, angra dos reis, rio de janeiro e prováveis influências da temperatura e da salinidade. *Revista em Agronegócios e Meio Ambiente*, 2(2): 155-165.
- Almeida, L.R.; Branco, J.O. 2002. Aspectos biológicos do *Stellifer stellifer* (Bloch) na pesca artesanal do camarão sete-barbas, Armação do Itapocoroy, Penha, Santa Catarina, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 19(2):601-610.
- Andrade-Tubino, M.F.; Ribeiro, A. L. R.; Vianna, M. 2008. Organização espaço-temporal das ictiocenoses demersais nos ecossistemas estuarinos brasileiros: uma síntese. *Oecologia Brasiliensis*, 12 (4): 640-661.
- Andrade, E.S.; Andrade, E.A.; Felizardo, V.O. Paula, D.A.J.; Veras, G.; Murgas, L.D.L. 2015. Biologia reprodutiva de peixes de água doce. *Revista Brasileira de Reprodução Animal*, 39(1): 195-201.
- Andrew, N.L.; Pepperell, J.G. 1992. The bycatch of shrimp trawl fisheries. *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review*, Boca Raton, 30: 527-565.
- Andriguetto-Filho, J.M.; Chaves, P.T.; Santos, C.; Liberati, S.A. 2006. Diagnostico da pesca no Estado do Paraná. *In: Isaac, V.J.; Martins, A.S.; Haimovici, M.; Andriguetto-Filho, J.M. A pesca marinha e estuarina do Brasil no início do século XXI: Recursos, tecnologias, aspectos socioeconômicos e institucionais. Ed. Universitária UFPA, pp.116-140*
- Araújo, F.G. 1988. Distribuição, abundancia relativa e movimentos sazonais de bagres marinhos (Siluriformes, Ariidae) no estuário da lagoa dos Patos (RS), Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 5(4):509-543.
- Araújo, M.E., Teixeira, J.M.C.; A.M.E. Oliveira. 2004. Peixes estuarinos marinhos do nordeste brasileiro. Guia Ilustrado. Editora Universitária, UFPE e EFC, Recife, 260p.
- Azevedo, M.C.C.; Araújo, F.G.; Cruz Filho, A.G.; Santos, A.C.A. 1998. Distribuição e abundância relativa de bagres marinhos (siluriformes, Ariidae) na Baía de Sepetiba, Rio de Janeiro. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 15(4): 853-865.
- Baez, J.C.; Garcia-Barcelona, S.; Camiñas, J.A.; Macías, D. 2019. Fishery strategy affects the loggerhead sea turtle mortality trend due to the longline bycatch. *Fisheries Research* 212: 21-28.

- Barbieri, L.R., R.P. Santos; J.V. Andreato. 1992. Reproductive biology of the marine catfish, *Genidens genidens* (Siluriformes, Ariidae), in the Jacarepaguá Lagoon system, Rio de Janeiro, Brazil. *Environmental Biology of Fishes*. 35: 23-35.
- Bernardo, C.; Spach, H.L.; Junior, R.S.; Stoiev S.B.; Cattani, P. 2011. A captura incidental de cienídeos em arrasto experimental com rede-de-portas utilizada na pesca de camarão-sete-barbas, *Xiphopenaeus kroyeri* no estado do Paraná Brasil. *Arquivos Ciência do Mar, Fortaleza*, 44(2):98-105.
- Blaber, S. J. M. 2013. Fishes and fisheries in tropical estuaries: the last 10 years. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 135: 57–65.
- Branco, J.O. 2005. Biologia e pesca do camarão sete-barbas *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller) (crustácea, Penaeidae), na Armação do Itapocoroy, Penha, Santa Catarina, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 22(4):1050-1062.
- Branco, J.O.; Verani, J.R. 2006. Análise quali-quantitativa da ictiofauna acompanhante na pesca do camarão sete-barbas, na Armação do Itapocoroy, Penha, Santa Catarina. *Revista Brasileira de Zoologia*, 23(2): 381-391.
- Branco, J.O.; Junior, F.F.; Christoffersen, M.L. 2015. Bycatch fauna of seabob shrimp trawl fisheries from Santa Catarina State, Southern Brasil. *Biota Neotropical* 15(2): e20140143.
- Branstetter, S. 1987. Age and growth estimates for blacktip, *Carcharhinus limbatus*, and spinner, *C. brevipinna*, sharks from the northwestern Gulf of Mexico. *Copeia* 4: 964-974.
- Breivik, O.N.; Storvik, G.; Nedreaas, K. 2017. Latent Gaussian models to predict historical bycatch in commercial fishery. *Fisheries Research*, 185: 62-72.
- Brito, I.A.; López-Barrera, E.A.; Araújo, S.B.; Ribeiro, C.A.O. 2017. Modeling the exposure risk of the silver catfish *Rhamdia quelen* (Teleostei, Heptapteridae) to wastewater. *Ecological Modelling*, 347: 40-49.
- Brown-Peterson, N.J.; Wyanski, D.M.; Saborido-Rey, F.; Macewicz B.J.; Lowerre-Barbieri, S.L. 2011. A Standardized terminology for describing reproductive development in fishes. *Marine and Coastal Fisheries: Dynamics, Management, and Ecosystem Science*, 3:52–70.
- Caberty, S.; J. Bouchereau; P.T. Chaves. 2004. Organisation et fonctionnement trophiques de l'assemblage ichtyque d'un écosystème lagunaire à mangrove antillais au moyen de l'indice trophique de contribution. *Cahier de Biologie Marine* 45: 243-254.

- Camargo, M., Isaac, V. 2005. Reproductive biology and spatio-temporal distribution of *Stellifer rastrifer*, *Stellifer naso* and *Macrodon ancylodon* (Scianidae) in the Caeté Estuary, Northern Brazil. *Brazilian journal of oceanography* 53(1/2):13-21.
- Castillo-Rivera, M.; Kobelkowsky, A.; Chavez, A.M. 2000. Feeding biology of the flatfish *Citharichthys spilopterus* (Bothidae) in a tropical estuary of Mexico. *Journal of Applied Ichthyology* 16:73-78.
- Castro, A. C. L. 1999. Tamanho e idade de primeira maturação da corvina, *Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1840) (Acanthopterygii, Sciaenidae), do reservatório de Barra Bonita – SP. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi*, 15 (1): 119-133.
- Chaves, P.T.; Vendel, A.L. 1997. Reprodução do *Stellifer rastrifer* (Jordan) (Teleostei, Scianidae) na baía de Guaratuba, Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 14(1): 81-89.
- Chaves, P.T.; Serenato, A. 1998. Diversidade de dietas na assembleia de linguados (Teleostei, Pleuronectiformes) do manguezal da Baía de Guaratuba, Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Oceanografia*, 46(1):61-68.
- Chaves, P.; Bouchereau, J. 2000. Use of mangrove habitat for reproductive activity by the fish assemblage in the Guaratuba Bay, Brazil. *Oceanologia Acta*, 23(3): 273-280.
- Chaves, P.T., Cova-Grando, G.; Calluf, C. 2003. Demersal ichthyofauna in a continental shelf region on the south coast of Brazil exposed to shrimp trawl fisheries. *Acta Biológica Paranaense*, 32:69-82.
- Dantas, D.V.; Barletta, M.; Costa, M.F. 2015. Feeding ecology and seasonal diet overlap between *Stellifer brasiliensis* and *Stellifer stellifer* in a tropical estuarine ecocline. *Journal of Fish Biology*, 86: 707–733.
- Davies, R.W.D.; Cripps, S.J.; Nickson, A.; Porter, G. 2009. Defining and estimating global marine fisheries bycatch. *Marine Policy*, Cardiff, 33(4): 661-672.
- Dias, J.F.; Fiadi, C.B.; Silbiger, H.L.; Soares, L.S.H. 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.
- Edwards, C.T.T.; Doonan, I.; Anderson, O.F. 2015. Comparison of bycatch estimation for fish species using a ratio estimator and model-based method. *New Zealand Aquatic Environmental and Biodiversity*, report N° 154.
- Fávaro, L.F.; Lopes, S.C.G.; Spach, H.L. 2003. Reprodução do peixe-rei, *Atherinella brasiliensis* (Quoy e Gaimard) (Atheriniformes, Atherinidae), em uma planície de

- maré adjacente à gamboa do Baguaçu, Baía de Paranaguá, Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* 20 (3): 501-506.
- Fávaro, L. F.; Frehse, F.A.; Oliveira, R.N.; Júnior, R. S. 2005. Reprodução do bagre amarelo, *Cathorops spixii* (Siluriformes, Ariidae), da Baía de Pinheiros, região estuarina do litoral do Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 22(4):1022-1029.
- Figueiredo, J.L.; Menezes, N. 1978. *Manual de Peixes Marinhos do Sudeste do Brasil – II. Teleostei (1)*. Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo, São Paulo. 110p.
- Figueiredo, J.L.; N. Menezes. 2000. *Manual de Peixes Marinhos do Sudeste do Brasil – VI. Teleostei (5)*. São Paulo, Editora da Universidade de São Paulo, 116p.
- Frehse, F.A.; Valduga, M.O.; Correa, M.; Pinheiro PC. 2015. Feeding ecology and resource sharing patterns between *Stellifer rastrifer* (Jordan, 1889) and *S. brasiliensis* (Schultz, 1945) (Perciformes: Sciaenidae) along the coasts of Paraná and Santa Catarina, Brazil. *Journal of applied Ichthyology* 31(3).
- Froese, R. 2006. Cube law, condition factor and weight–length relationships: history, meta-analysis and recommendations. *Journal of Applied Ichthyology*. 22:241-253.
- Giacomini, H.C. 2007. Sete motivações teóricas para o uso da modelagem baseada no indivíduo em ecologia. *Acta Amazônica*, 37(3): 431-446.
- Giannini, R.; Paiva-Filho, A.M. 1990. Os scianidae (Teleostei: Perciformes) da Baía de Santos (SP), Brasil. *Boletim Instituto oceanografia*, 31(1):69-86.
- Gledhill, M.; Van Kirk, R. 2011. Modeling effects of toxin exposure in fish on long-term population size, with an application to selenium toxicity in bluegill (*Lepomis macrochirus*). *Ecological Modelling*, 222: 3587–3597.
- Gomes, I.D.; Araújo, F.G.; Azevedo, M.C.C.; Pessanha, A.L.M. 1999. Biologia reprodutiva dos bagres marinhos *Genidens genidens* (Valenciennes) e *Cathorops spixii* (Agassiz) (Siluriformes, Ariidae), na baía de Sepetiba, Rio de Janeiro, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 16(2): 171-180.
- Gomes, I.D.; Araújo, F.G. 2004. Influences of the reproductive cycle on condition of marine catfishes (Siluriformes, Ariidae) in a coastal area at southeastern, Brazil. *Environmental Biology of Fishes*, 71: 341-351.
- Gomes, I.D.; Araújo, F.G. 2004. Reproductive biology of two marine catfishes (Siluriformes, Ariidae) in the Sepetiba Bay, Brazil. *Revista Biologia Tropical*, 51(1):143-156.
- Gomes, I.D., Chaves, P.T. 2006. Ictiofauna integrante da pesca de arrasto camaroeiro no litoral sul do estado do Paraná, Brasil. *Bioikos* 20(1):9-13.

- Graça-Lopes, R.; Puzzi, A.; Severino-Rodrigues, E.; Bartolotto, A.S.; Guerra, D.S.F.; Figueiredo, K.T.B. 2002. Comparação entre a produção de camarão sete-barbas e de fauna acompanhante pela frota de pequeno porte sediada na Praia de Perequê, Estado de São Paulo, Brasil. *Boletim do Instituto de Pesca*, São Paulo, 28 (2): 189-194.
- Guedes, A.P.P.; Araújo, F.G.; Azevedo, M.C.C. 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.
- Haimovici, M.; Mendonça, J.T. 1996. Descartes da fauna acompanhante na pesca de arrasto e tangones dirigida a linguados e camarões na plataforma continental do sul do Brasil. *Atlântida*, Rio Grande, 18: 161-177.
- Harrington, J.M.; Myers, R.; Rosenberg, A.A. 2005. Wasted fishery resources: discarded by-catch in the USA. *Fish and fisheries* 6(4): 350-361.
- Hilborn, R.; Walters, C.J. 1992. Quantitative Fisheries Stock Assessment: Choice, Dynamics and Uncertainty. Chapman and Hall. 587pp.
- Hostim-Silva, M.; Verani, J.R.; Branco, J.O.; Leite, J.R. 2009. Reprodução do bagre *Genidens genidens* (Siluriformes, Ariidae) na foz do Rio Itajaí-Açú, SC. *In*: Branco, J.O.; Lunardon-Branco, M.J.; Bellott,o V.R. *Estuário do rio Itajaí-Açú, Santa Catarina: caracterização ambiental e alterações antrópicas*. Itajaí, Editora UNIVALI; p.279-298.
- Joyeux, J.C.; Miller, J.M.; Aliaume, C.; Zerbi, A. 1995. Growth of sand whiff *citharichthys arenaceus* and bay whiff *citharichthys spilopterus* (pleuronectiformes: bothidae) in Puerto Rico (Greater Antilles) and North Carolina (USA), with comments on growth rate comparisons. *Netherlands Journal of Sea Research*, 31(1-3): 211-220.
- Kelleher, K. 2005. *Discards in the world's marine fisheries*. Rome: FAO Fisheries Technical Paper, 470: 131pp.
- Keunecke, K.A., Vianna, M., Fonseca, D.B.F., D' Incao, F. 2007. The pink-shrimp trawling bycatch in the northern coast of São Paulo, Brazil, with emphasis on crustaceans. *Nauplius*, 15(2): 49-55.
- Lanari, M.O., Coutinho, R. 2010. Biodiversidade e funcionamento de ecossistemas: Síntese de um paradigma e sua expansão em ambientes marinhos. *Oecol. Austr.* 14:959-988.

- Larsen, R.B.; Herrmann, B.; Sistiaga, M.; Brinkhof, J.; Grimaldo, E. 2018. Bycatch reduction in the Norwegian deep-water shrimp (*Pandalus borealis*) fishery with a double grid selection system. *Fisheries Research*, 208: 267–273
- Le Cren, C.D. 1951. The Length-Weight Relationship and Seasonal Cycle in Gonad Weight and Condition in Perch, *Perca fluviatilis*. *Journal of Animal Ecology*, 20: 201-219.
- Levin, S. A., Grenfell, B., Hastings, A., and Perelson, A. S. 1997. Mathematical and computational challenges in population biology and ecosystems science. *Science*, 275: 334–343.
- Lin, Y.; Tzeng, W.N. 2018. Modelling the bycatch of *Anguilla marmorata* using a generalized depletion model with an example from the Taiwanese glass eel fisheries for *Anguilla japonica*. *Fisheries Research*, 208: 210-218.
- Marceniuk, A.P.; Menezes, N.A. 2007. Systematics of the family Ariidae (Ostariophysi, Siluriformes), with a redefinition of the genera. *Zootaxa*, 1416:3-126.
- Marone, E.; Noernberg, M.A.; Santos, I.; Lautert, L.F.C.; Andreoli, O.; Buba, H.; Fill, H.D. 2006. Hydrodynamic of Guaratuba Bay PR, Brazil. *Journal of Coastal Research*, 39: 1879-1883.
- Mateus, L.A.F.; Penha, J.M. 2007. Dinâmica populacional de quatro espécies de grandes bagres na bacia do rio Cuiabá, Pantanal Norte, Brasil (Siluriformes, Pimelodidae). *Revista Brasileira de Zoologia* 24(1): 87-98.
- Mazzoni, R.; Petito, J.; Miranda, J.C. 2000. Reproductive biology of *Genidens genidens*, a catfish from the Maricá lagoon, RJ. *Ciência e Cultura*, 52(2): 121-126.
- McClanahan, T.R. 2019. Coral reef fish community life history traits as potential global indicators of ecological and fisheries status. *Ecological Indicators*, 96:133–145.
- McEvoy, L.A.; McEvoy, J. 1992. Multiple spawning in several commercial fish species and its consequences for fisheries- management, cultivation and experimentation. *Journal of Fish Biology*, 41: 125-136.
- Mello, C.A.; Possato, F.E.; Fredo, G.C. 2011. REBIMAR, Levando a região costeira paranaense para sala de aula. Associação MarBrasil, Pontal do Paraná. 50pp.
- Menezes, Figueiredo, J.L. 1980. *Manual de Peixes Marinhos do Sudeste do Brasil – IV. Teleostei (3)*. Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo, São Paulo. 96p.
- Miranda, L.B.; Castro, B.M.; Kjerfve, B. 2002. Princípios de oceanografia física de estuários. São Paulo, ed. Edusp - Universidade de São Paulo. 411pp.
- Nelson, J.S. 2006. *Fishes of the world*. 4 ed. New Jersey, John Wiley & Sons, Inc., 601pp.

- Ogle. 2009. The effect of freezing on the length and weight measurements of ruffe (*Gymnocephalus cernuus*). *Fisheries Research* 99:244–247.
- Oliveira, M.A. Novelli, R. 2005. Idade e crescimento do bagre *Genidens genidens* na barra da lagoa do açu, norte do estado do Rio de Janeiro. *Tropical Oceanography, Recife*, 33(1): 57-66.
- Oliveira, E.C.; Fávaro, L.F. 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.
- Paiva, L.G.; Prestelo, L.; Sant'Anna, K.M.; Vianna, M. 2015. Biometric sexual and ontogenetic dimorphism on the marine catfish *Genidens genidens* (Siluriformes, Ariidae) in a tropical estuary. *Latin American Journal of Aquatic Research*. 43(5): 895-903.
- Pauly, D. 1983. Some simple methods for the assessment of tropical fish stocks. FAO Fisheries Technical paper, 234, 52pp.
- Pfennig, D.W.; McGee, M. 2010. Resource polyphenism increases species richness: a test of the hypothesis. *Philosophical Transactions of the Royal Society B Biological Sciences*, 365 (1540): 577-591.
- Pina, J.V.; Chaves, P.T. 2009. Incidência da pesca de arrasto camaroeiro sobre peixes em atividade reprodutiva: uma avaliação no litoral norte de Santa Catarina, Brasil. *Atlântica, Rio Grande*, 31(1): 99-106.
- Pombo, M.; Denadai, M.R.; Turra, A. 2012. Population biology of *Stellifer rastrifer*, *S. brasiliensis* and *S. stellifer* in caraguatatuba bay, northern coast of São Paulo, Brazil. *Brazilian Journal of Oceanography*, 60(3): 271-282.
- Pombo, M.; Denadai, M.R.; Turra, A. 2013. Body growth and reproduction of individuals of the sciaenid fish *Stellifer rastrifer* in a shallow tropical bight: A cautionary tale for assumptions regarding population parameters. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 123: 39-45.
- 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.
- Rabitto, I.S.; Abilhôa, V. 1999. A alimentação do bagre *Genidens genidens* Valenciennes, 1839, em um banco areno-lodoso da ilha do Mel, Paraná, Brasil. *Arquivo de Ciência veterinária e Zoologia* 2(2): 143-153.

- Reis, R.E., Kullander, S.O.; Ferraris-JR., C.J. 2003. Check list of the freshwater fishes of South and Central America. EDIPUCRS, Porto Alegre.
- Robert, M.C.; Chaves, P.T. 2006. Dinâmica da atividade pesqueira artesanal em duas comunidades da região litorânea limítrofe Santa Catarina – Paraná, Brasil. *Boletim do Instituto de Pesca*, 32(1):15-23.
- Rochet, M.J. 2000. A comparative approach to life-history strategies and tactics among four orders of teleost fish. *ICES Journal of Marine Science*, 57(2): 228-239.
- Rodrigues-Filho, J.L.; Branco, J.O; Peret, A.C.; Decker, F.K.; Luiz, T.F.; Verani, J.R. 2011. Impacts of the seabob shrimp fishery on *Stellifer* spp. (Perciformes, Sciaenidae) assemblage in Armação do Itapocoroy, Penha (SC), Brazil *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*, 6(2): 170-184.
- Rodrigues-Filho, J.L.; Verani, J.R., Peret, A.C.; Sabinson, L.M.; Branco, J.O. 2011. The influence of population structure and reproductive aspects of the genus *Stellifer* (Oken, 1817) on the abundance of species on the southern Brazilian coast. *Brazilian Journal of Biology*, 71(4): 991-1002.
- Rodríguez, M.A.; Lewis, W.M. 1997. Structure of fish assemblages along environmental gradients in floodplain lakes of the Orinoco River. *Ecological Monograph*, 67(1):109-128.
- Sánchez-Gil, P.; Yáñez-Arancibia, A.; Tapia, M.; Day, J.W.; Wilson, C.A.; Cowan Jr., J.H. 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.
- Santos, G.; Barbieri, G. 1993. Idade e crescimento do "piauí gorduroso" *Leporinus piau* Fowler 1941, na represa de Três Marias (Estado de Minas Gerais) (Pisces, Ostariophysi, Anostomidae). *Revista Brasileira de Biologia*, 53(4): 649-658.
- Santos, R.S.; Silva, J.P.C.; Costa, M.R.; Araújo, F.G. 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.
- Santos, R.V.S. 2019. Dynamics of early life-history stages of fish along an estuarine gradient. *Fisheries oceanography*, 28(4): 402-418.
- Scapim, J.; Bassanezi, R.C. 2008. Modelo de Von Bertalanffy generalizado aplicado às curvas de crescimento animal. *Biomatemática (UNICAMP)*, 18: 01-14.

- Schmidt, T.C.S., Martins, I.A., Reigada, A.L.D.; Dias, J.F. 2008. Taxocenose de bagres marinhos (Siluriformes, Ariidae) da região estuarina de São Vicente, SP, Brasil. *Biota Neotropical*. 8(4):73-81.
- Schmidt, T.C.S.; Dias, J.F. 2012. Pattern of distribution and environmental influences on the Scienidae community of the southeastern Brazilian coast. *Brazilian Journal of Oceanography*, 60(2): 233-243.
- Silva, A.C.; Mangas, P.; Melo, N.; Palheta, G.D.A. 2015. Caracterização das Espécies *Stellifer Rastrifer* e *Stellifer Microps* (Sciaenidae-Perciformes) do Estuário do Município de Vigia de Nazaré, Estado do Pará. *Boletim Técnico Científico Cepnor*, 15(1): 51-55.
- Silva-Junior, D.R.; Carvalho, D.M.T.; Vianna, M. 2013. The catfish *Genidens genidens* (Cuvier, 1829) as a potential sentinel species in Brazilian estuarine waters. *Journal of Applied Ichthyology*, 29: 1297-1303.
- Silva-Junior, C.A.B.; Viana, A.P.; Frédou F.L. Frédou, T. 2015. Aspects of the reproductive biology and characterization of Scianidae captured as bycatch in the prawn trawling in the northeastern Brazil. *Acta scientiarum*, 37(1): 1-8.
- Souza, L.M., Chaves, P.T. 2007. Atividade reprodutiva de peixes (Teleostei) e o defeso da pesca de arrasto no litoral norte de Santa Catarina, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 24(4):1113-1121.
- Sparre, P., E. Ursin and S.C. Venema, 1989. Introduction to Tropical Fish Stock Assessment. Part I. Manual. FAO, Rome. 337 p.
- Sugihara, G.; Criddle, K.R.; McQuown, M.; Giron-Nava, A.; Deyle, E.; James, C.; Lee, A.; Pao, G.; Saberski, E.; Ye, H. 2018. Comprehensive incentives for reducing Chinook salmon bycatch in the Bering Sea walleye Pollock fishery: Individual tradable encounter credits. *Regional Studies in Marine Science* 22: 70–81.
- Taylor, C.C. 1958. Cod growth and temperature. *J. Cons. CIEM* 23:366-370
- Thorson, J.T.; Cope, J.M.; Patrick, W.S. 2014. Assessing the quality of life history information in publicly available databases. *Ecological applications*, 24(1): 217-226.
- Vanhoni, F., Mendonça, F. 2008. O clima do litoral do Estado do Paraná. *Revista Brasileira de Climatologia* 3, 49-63.
- Vasconcelos-Filho, A.L.; Neumann-Leitão, S.; Ramos-Porto, M.; Almeida, Z.S. 2007. Biologia alimentar de *Citharichthys spilopterus* (Paralichthyidae) em um estuário tropical, Pernambuco, Brasil. *Revista Brasileira de Engenharia de Pesca* 2(2): 6-12.

- Vazzoler, A E.M. 1981. Manual de métodos para estudos biológicos em populações de peixes. Reprodução e crescimento. Programa Nacional de Zoologia. Brasília, CNPq.106p.
- Vazzoler, A.E.M. 1996. Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática. Ed., Universidade Estadual de Maringá, 169pp.
- Vianna, M.; Almeida, T. 2005. Bony fish by-catch in the Southern Brazil pink shrimp (*Farfantepenaeus brasiliensis* and *F. paulensis*) fishery. Brazilian Archives of Biology and Technology, Curitiba, 48(4): 611–623.
- Wilson, S.M.; Raby, G.D.; Burnett, N.J.; Hinch, S.G.; Cooke, S.J. 2014. Looking beyond the mortality of bycatch: sublethal effects of incidental capture on marine animals. Biological Conservation, 171: 61–72.