

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO UNIVERSITÁRIO NORTE DO ESPÍRITO SANTO
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS - BACHARELADO**

**BIOLOGIA REPRODUTIVA DO ROBALO-PEVA
Centropomus parallelus Poey, 1860
(OSTEICHTHYES: CENTROPOMIDAE) NA REGIÃO
ESTUARINA DO RIO SÃO MATEUS, CONCEIÇÃO
DA BARRA - ES**

LORENA ALVES DA SILVA

**São Mateus
Março/2025**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO UNIVERSITÁRIO NORTE DO ESPÍRITO SANTO
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS - BACHARELADO**

**BIOLOGIA REPRODUTIVA DO ROBALO-PEVA
Centropomus parallelus Poey, 1860
(OSTEICHTHYES: CENTROPOMIDAE) NA REGIÃO
ESTUARINA DO RIO SÃO MATEUS, CONCEIÇÃO
DA BARRA - ES**

LORENA ALVES DA SILVA

Monografia de Conclusão de Curso apresentada ao Curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de BACHAREL EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Juliana Castro Monteiro Pirovani

Coorientadora: Msc. Lorena Ziviani Bevitório

**São Mateus
Março/2025**



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO UNIVERSITÁRIO NORTE DO ESPÍRITO SANTO

FOLHA DE APROVAÇÃO

Autor: **LORENA ALVES DA SILVA**

Título: **BIOLOGIA REPRODUTIVA DO ROBALO-PEVA *Centropomus parallelus* Poey, 1860 (OSTEICHTHYES: CENTROPOMIDAE) NA REGIÃO ESTUARINA DO RIO SÃO MATEUS, CONCEIÇÃO DA BARRA - ES**

Monografia do Curso de Ciências Biológicas (Bacharelado)
Defendida e aprovada em 10/03/2025.

Documento assinado digitalmente
JULIANA CASTRO MONTEIRO PIROVANI
Data: 13/03/2025 17:43:17-0300
verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Juliana Castro Monteiro Pirovani
Orientadora e presidente da Comissão Examinadora

Documento assinado digitalmente
LEONARDO FERREIRA DA SILVA INGENITO
Data: 12/03/2025 20:49:54-0300
verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Leonardo Ferreira da Silva Ingenito

Documento assinado digitalmente
MÁRIO VINÍCIUS LOPES CONDINI
Data: 12/03/2025 14:02:02-0300
verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Mário Vinícius Condini

Documento assinado digitalmente
LORENA ZIVIANI BEVITÓRIO
Data: 13/03/2025 14:50:43-0300
verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Lorena Ziviani Bevitório

Dedico este trabalho à minha família, que sempre me disse que o pouco que poderiam me oferecer, era os estudos. E bem sabiam eles, que era tudo o que eu precisava.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus por ter me guiado até aqui, por estar comigo nos momentos mais sombrios e tristes longe de casa, por ter sido meu melhor amigo na solidão, por me dar força enquanto eu chorava e por segurar minha mão quando pensei em desistir. Agradeço ainda mais por cuidar da minha família ao longo desses anos. Mesmo não sendo religiosa, nunca deixei de acreditar e confiar em Ti.

Agradeço à minha família por estar comigo em todos os momentos, seja presencialmente ou em oração. Sempre senti a presença de vocês. À minha mãe, Cleides, meu maior exemplo de vida, por ter enfrentado sozinha os desafios de criar uma criança no início, por não ter desistido de mim e por ser minha âncora, meu maior exemplo de força e integridade. Ao meu pai, Jivanildo, que escolheu ser meu pai e assumiu o compromisso de me criar, batalhando desde sempre pelo melhor para nossa família. Obrigada por não ter desistido, mesmo nos momentos mais difíceis. Vocês são meus exemplos de força e perseverança. Obrigada por todo apoio e confiança depositados em mim.

À minha irmã, Janaina, por sempre me apoiar, por acreditar em mim mesmo quando eu duvidava de mim mesma, por segurar minha mão e a barra lá de casa quando eu saí. Você é meu orgulho. E o que dizer do meu João Davi? Meu irmãozinho, que segurei nos braços e a quem apresentei o Flamengo. Saiba que te amo muito, Vida, você sempre será meu neném.

Aos meus avós, senhora Gerozina e senhor Julivaldo, por participarem da minha criação e apoiarem minha mãe nos momentos mais difíceis quando nasci. Obrigada por serem os melhores avós do mundo. Deixo ainda um agradecimento especial a toda minha família, minhas tias, primos e primas que sempre estiveram comigo. Amo vocês e peço desculpas pela minha ausência nesses últimos anos.

Ao meu raio de luz, Livia Machado, a pessoa que trouxe alegria à minha vida desde o dia em que a conheci, que segurou minha mão me dando confiança, amor e carinho. Obrigada também pela paciência durante esse processo, eu te amo.

Aos meus melhores amigos da vida, Geovana Brito e Daniel Comerio, por serem as melhores pessoas que eu poderia ter encontrado. Obrigada por todo amor e companheirismo, mesmo nas loucuras, e por sempre se fazerem presentes, apesar da distância. Vocês sabem a importância que têm na minha vida, sou imensamente grata por tê-los conhecido.

À Guilherme Favero que está comigo desde a minha mudança para São Mateus, me ajudando, oferecendo apoio, sendo a pessoa de confiança da minha mãe quando eu ficava doente. Obrigada por todo carinho que sempre teve comigo, gui. Agradecimento especial a Brunna Rocha, que ao longo do processo de desenvolvimento da monografia sempre estava me incentivando.

À Bionda Loureiro e Ana Alice Aguiar, por estarem comigo nos meus primeiros anos de curso, por me apoiarem em momento difíceis, por todos os momentos vividos e experiências compartilhadas no ínico da graduação, vocês também fazem parte da minha trajetória!

À minha amiga Alice Vasconcelos, minha parceira de curso desde o EARTE, que me ofereceu colo nos momentos mais difíceis. Obrigada por todo apoio nesses últimos anos. Você tem grande importância na minha trajetória, minha dupla de trabalhos e minha melhor amiga no curso. À Luana Rogin, minha primeira e única dupla de laboratório, gostaria de ter tido mais tempo contigo nesse curso. Luana, uma das pessoas mais guerreiras que já conheci, sua determinação me motiva a querer viver e ser uma pessoa melhor. Às minhas amigas Stella Martins e Ana Karoline de Abreu, por compartilharem esses últimos quatro anos comigo. Obrigada por toda força e parceria.

Ao PET ProdBio, por ter sido meu mentor, influenciando minhas mudanças de pensamento sobre minha carreira e me ensinando uma nova visão de mundo. À minha primeira tutora, Marielce Tosta, por me reensinar a ser focada, forte, determinada e confiante. Ao meu tutor, Vander Calmon, por me ensinar a responsabilidade social que nossa profissão deve ter, pela humildade, empatia e confiança em mim depositadas. Aos meus companheiros do ProdBio, todos os que passaram e me marcaram, seja em relação ao trabalho ou por suas histórias de vida. Um agradecimento especial a Maria Eduarda Dayrrel, por sempre ter sido meu espelho na UFES, e a Júlia Rhayne Moco, pela nossa parceria e também por ser uma grande inspiração. Meu agradecimento mais sincero à minha parceira Dinossaura de PET, Valéria Moschen, que além de parceira se tornou uma amiga mais que especial.

Ao corpo técnico do Laboratório de Biologia Celular e Estrutural: Priscila Plesley, Júlia Barbosa e Leandro Pirovani, por todos os ensinamentos e ajuda durante a produção do meu TCC. Aos meus parceiros de laboratório, Ana Milani, Korina, Emily, Talita, Patrick e Vitória, vocês são incríveis. Obrigada por me incentivarem e ajudarem ao longo desse processo.

À minha orientadora, Prof^ª. Dr^ª Juliana Castro Monteiro Pirovani, por confiar em mim desde o início, por me apoiar e ser uma orientadora sempre presente, mesmo com uma agenda caótica. Você

é um grande exemplo de mulher na ciência e meu espelho para o que desejo ser no futuro como profissional.

À minha coorientadora, Msc. Lorena Ziviani Bevitório, pela paciência ao longo desse processo. Obrigada por todos os ensinamentos, pelas chamadas de atenção necessárias, pelo carinho e pelo incentivo constante para que eu acreditasse em mim e no sucesso do meu trabalho.

À Universidade Federal do Espírito Santo, por ter sido a realização de um sonho, pelas oportunidades e experiências proporcionadas ao longo da graduação, pelo espaço cedido para aprendizado e pesquisas científicas. Agradeço a todos os professores que fizeram parte da minha trajetória acadêmica.

À Fundação RENOVA, pela disponibilidade das amostras para a realização deste trabalho.

Meu muito obrigada a todos que, de alguma forma, fizeram parte desta caminhada.

Sumário

1.	INTRODUÇÃO GERAL	1
1.1	BIOLOGIA REPRODUTIVA DE PEIXES	1
1.2	TÁTICAS REPRODUTIVAS	2
1.3	ÍNDICE GONADOSSOMÁTICO E FATOR DE CONDIÇÃO	4
1.4	ANÁLISE HISTOPATOLÓGICA	5
1.5	<i>Centropomus parallelus</i>	6
1.6	ROBALO-PEVA E A SUA RELAÇÃO COM A PESCA	8
2.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	10
3.	OBJETIVOS	18
3.1	GERAL	18
3.2	ESPECÍFICOS:	18
4.	RESULTADOS	19
5.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	49

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Robalo-peva (<i>Centropomus parallelus</i>) coletado no estuário do rio São Mateus, em Conceição da Barra, costa norte do Espírito Santo, Sudeste do Brasil. Fonte: Lorena Alves da Silva (2024).....	6
Figura 2: Mapa do estuário do rio São Mateus, em Conceição da Barra, costa norte do Espírito Santo, Sudeste do Brasil. Fonte: Walter Dennis M. de Oliveira (2024).....	23
Figura 3: Abundância relativa (%) dos estádios de maturação para machos e fêmeas de <i>C. parallelus</i> , amostrados entre outubro de 2022 a setembro de 2024, no estuário do rio São Mateus, em Conceição da Barra.....	28
Figura 4: Fotomicrografia dos estádios de maturação sexual das gônadas de <i>Centropomus parallelus</i> da região estuarina do rio São Mateus. A-E: Fêmea. F- H: Macho. A- Ovário imaturo (PG= ovócito de crescimento primário); B: Ovário em desenvolvimento (PG= ovócito de crescimento primário; Vtg1= ovócitos vitelogênicos primários; Vtg2= ovócitos vitelogênicos secundários); C: Ovário capaz de desovar (PG= ovócito de crescimento primário; Vtg3= ovócito vitelogênico terciário); D: Ovário regredindo (Vtg3= ovócito vitelogênico terciário; Vtg2= ovócito vitelogênicos secundários; POF= folículo pós-ovulatório); E: Ovário regressão (PG= ovócito de crescimento primário; Vtg2= ovócitos vitelogênicos secundários; OW= parede ovariana); F: Testículo em desenvolvimento (Sc1= espermatócitos primários; Sc2= espermatócitos secundárias; Sg1espermatogônias primária; Sz= espermatozoides; St= Espermátide; L= lúmen) G: Testículo capaz de espermiar (Sz= espermatozoides; St= espermátide); H: Testículo regredindo (Sz= espermatozoides; Sc1= espermatócitos primários). Coloração: Hematoxilina & Eosina. Barra: A, B, D e E: 200 µm e C, F, G e H=100 µm.....	29
Figura 5: Distribuição mensal dos valores individuais de IGS para machos e fêmeas de <i>C. parallelus</i> da região estuarina do rio São Mateus, Conceição da Barra- outubro de 2022 a setembro de 2024.....	30
Figura 6: Distribuição mensal dos valores individuais de fator de condição total e somático para machos e fêmeas de <i>C. parallelus</i> da região estuarina do rio São Mateus, Conceição da Barra-ES- outubro de 2022 a setembro de 2024.....	31
Figura 7: Índices de lesão gonadal de peixes coletados em 2023 e 2024. Os valores das barras indicam a média.....	32
Figura 8: Histopatologia de gônadas de peixes da região estuarina do rio São Mateus. A-E: Machos. F-H: fêmeas. A: hipertrofia do tecido intersticial (setas grossas); B: alterações estruturais nos cistos (círculo); C: hipertrofia do tecido intersticial (seta grossa) e congestão de vasos sanguínea (seta fina); E: vacuolizações citoplasmáticas (seta fina); F: atresia- (seta fina); G: deslocamento da membrana basal (setas grossas); H: congestão de vasos sanguíneos. Coloração: Hematoxilina & Eosina. Barra: A, B, D e E: 200 µm e C, F e H= 100 µm	34

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Alterações histopatológicas em gônadas de peixes. Adaptação do índice de lesão descrito por Bernet *et al.* (1999).....26

Tabela 2: Dados biométricos de *Centropomus parallelus* coletados em outubro de 2022 a setembro de 2024, no estuário do rio São Mateus, Conceição da Barra-ES.....27

Tabela 3: Frequência (%) das alterações morfológicas nas gônadas de fêmeas, na região estuarina do rio São Mateus, em 2023 e 2024.....34

Tabela 4: Frequência (%) das alterações morfológicas nas gônadas de machos, na região estuarina do rio São Mateus, em 2023 e 2024.....34

LISTA DE ABREVIACÕES

IBAMA – Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

FAO- Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia

MPES- Ministério Público do Estado do Espírito Santo

RESUMO

A reprodução é um processo essencial para a perpetuação das espécies. Os peixes adotam diferentes táticas reprodutivas como parte de sua estratégia de vida, buscando maximizar a produção de descendentes e assegurar sua sobrevivência até a fase adulta. Essas táticas, incluem o tamanho de primeira maturação sexual, estádios de desenvolvimento gonadal, fecundidade, tipo e época de desova. Além disso, utiliza-se o Índice Gonadossomático, como um parâmetro que identifica o grau de desenvolvimento das gônadas, no estudo de biologia reprodutiva. Ademais, o fator de condição e a histopatologia gonadal, auxiliam na avaliação da saúde reprodutiva das espécies e do ecossistema no qual estão inseridos. O robalo-peva (*Centropomus parallelus*) é um peixe estuarino, hermafrodita protândrico, carnívoro e com alta plasticidade ambiental, além de ser considerada uma das espécies mais economicamente exploradas na América do Sul e na zona costeira do Brasil, com relevância na pesca comercial, esportiva e artesanal. Assim, este estudo analisou a biologia reprodutiva de *Centropomus parallelus* (robalo-peva) no estuário do rio São Mateus. Foram coletados, em média, 30 indivíduos por mês, entre outubro de 2022 a setembro de 2024. Após a identificação, os peixes foram dissecados para coleta das gônadas e, posteriormente, processados para microscopia de luz. As fêmeas apresentaram todos os estádios de maturação gonadal, sendo observado maior frequência dos estádios "em desenvolvimento" e "capaz de desovar". Os machos não apresentaram os estádios "imaturo" e "regeneração", predominando os estádios "capaz de espermiar" e "regressão". O índice gonadossomático (IGS) indicou reprodução ativa ao longo de todo estudo, com picos variáveis entre os anos avaliados. Esses achados indicam um período reprodutivo extenso, sugerindo que o tipo de desova seja parcelada. O fator de condição manteve-se estável para ambos os sexos. Neste estudo não foi possível identificar o tamanho de maturação sexual devido ao tipo de coleta utilizada. A análise histopatológica indicou que os machos apresentaram índice de lesão maior quando comparado com as fêmeas. As principais lesões observadas foram: hipertrofia, congestão e alterações estruturais nos cistos. Nas fêmeas, foram identificados deslocamento da membrana basal, congestão de vasos sanguíneos e atresia. As lesões morfológicas indicam a influência de estressores ambientais no estuário do rio São Mateus. Os resultados deste estudo ressaltam a importância do estudo reprodutivo e a necessidade de monitoramento contínuo para preservação e gestão de manejo da espécie.

Palavras-chave: peixe, reprodução, histopatologia, recurso pesqueiro

ABSTRACT

Reproduction is an essential process for the perpetuation of species. Fish adopt different reproductive tactics as part of their life strategy, seeking to maximize the production of offspring and ensure their survival until adulthood. These tactics include the size of the first sexual maturation, stages of gonadal development, fecundity, type and season of spawning. In addition, the Gonadosomatic Index is used as a parameter that identifies the degree of development of the gonads in the study of reproductive biology. In addition, the condition factor and gonadal histopathology help in the assessment of the reproductive health of the species and the ecosystem in which they are inserted. The common snook (*Centropomus parallelus*) is an estuarine, protandric hermaphrodite, carnivorous fish with high environmental plasticity, in addition to being considered one of the most economically exploited species in South America and in the coastal zone of Brazil, with relevance in commercial, sport and artisanal fishing. Thus, this study analyzed the reproductive biology of *Centropomus parallelus* (smallmouth bass) in the São Mateus River estuary. An average of 30 individuals were collected per month between October 2022 and September 2024. After identification, the fish were dissected to collect their gonads and subsequently processed for light microscopy. Females presented all stages of gonadal maturation, with a higher frequency of the "developing" and "capable of spawning" stages. Males did not present the "immature" and "regeneration" stages, with the "capable of sperming" and "regression" stages predominating. The gonadosomatic index (GSI) indicated active reproduction throughout the study, with variable peaks between the years evaluated. These findings indicate an extensive reproductive period, suggesting that the type of spawning is fragmented. The condition factor remained stable for both sexes. In this study, it was not possible to identify the sexual maturation size due to the type of collection used. Histopathological analysis indicated that males presented a higher lesion rate when compared to females. The main lesions observed were: hypertrophy, congestion and structural changes in the cysts. In females, displacement of the basement membrane, congestion of blood vessels and atresia were identified. The morphological lesions indicate the influence of environmental stressors in the São Mateus River estuary. The results of this study highlight the importance of reproductive studies and the need for continuous monitoring for the preservation and management of the species.

Keywords: fish, reproduction, histopathology, fishery resource.

1. INTRODUÇÃO GERAL

1.1 BIOLOGIA REPRODUTIVA DE PEIXES

A reprodução é o processo pelo qual uma espécie se perpetua, transmitindo a seus descendentes as características de seu genoma (VAZZOLER, 1996). No caso dos animais aquáticos, trata-se de um processo fisiológico cíclico, cujos padrões de periodicidade estão diretamente relacionados às condições ambientais às quais esses organismos estão expostos (FONTELES-FILHO, 2011).

Os estudos da biologia reprodutiva têm como principal objetivo a criação de medidas para a conservação e a exploração sustentável dos recursos, além de auxiliar na avaliação dos impactos causados por interferências antrópicas no ambiente (CAMPOSANO; POMPIANI, 2009). O processo reprodutivo é moldado por mecanismos internos e fatores abióticos, já que mudanças no ambiente podem influenciar o período e o sucesso reprodutivo dos organismos (ROTTMANN *et al.*, 1991; VAZZOLER, 1996; SILVA-RIBEIRO e GUIMARÃES-MOREIRA, 2012). De acordo com Vazzoler (1996), o sucesso de qualquer espécie está diretamente relacionado à capacidade de seus indivíduos se reproduzirem em ambientes variáveis, garantindo a manutenção de uma população viável.

Os peixes adotam diferentes táticas reprodutivas como parte de sua estratégia de vida, buscando maximizar a produção de descendentes e assegurar sua sobrevivência até a fase adulta (OLIVEIRA *et al.*, 2015; BARROS *et al.*, 2016). Essas táticas são características adaptativas que variam em resposta às flutuações ambientais, e entre as principais táticas reprodutivas destacam-se o tamanho da primeira maturação sexual, proporção sexual, desenvolvimento gonadal, a fecundidade, o tipo e a época de desova (VAZZOLER, 1996). O conhecimento sobre as táticas reprodutivas é fundamental para definir a temporada de pesca e estabelecer os tamanhos mínimos de captura (MAHESH, 2024).

O índice gonadossomático (VAZZOLER, 1996) é utilizado na biologia reprodutiva como um indicador de grau de desenvolvimento das gônadas. Além disso, o fator de condição (GOMIERO & BRAGA, 2006) e a histopatologia (SEGNER, 2011) também são utilizados em pesquisas com animais aquáticos para avaliar a saúde das espécies em relação ao seu ecossistema e, conseqüentemente, à sua saúde reprodutiva.

Essas informações são necessárias para que ocorra a regulamentação da pesca dentro de um programa de manejo, permitindo a adoção de medidas para a preservação dos estoques pesqueiros (KING, 1995).

1.2 TÁTICAS REPRODUTIVAS

O tamanho de primeira maturação (L_{50}) refere-se ao comprimento médio em que 50% dos indivíduos de uma população iniciam seu ciclo reprodutivo, marcando a transição da fase juvenil para a adulta. O L_{100} corresponde ao comprimento em que todos os indivíduos estão plenamente aptos a participar ativamente do processo reprodutivo (VAZZOLER, 1996). O L_{50} é um fator importante no estudo do comportamento reprodutivo dos indivíduos, pois indica o tamanho mínimo de captura de uma espécie de peixe, uma vez que determina a fração da população que contribui para a reprodução e, conseqüente, a taxa de renovação populacional (FLORES *et al.*, 2019). De acordo com Vazzoler (1996) a fecundidade está relacionada ao tamanho dos indivíduos e à sua condição, ou seja, às condições ambientais, apresentando variações entre diferentes espécies dentro da mesma espécie. Já a época de desova varia de acordo com a distribuição da espécie, resultando em um equilíbrio entre a dinâmica do processo reprodutivo e as pressões ambientais. O tipo de desova, ainda segundo a autora, está associado ao desenvolvimento ovocitário e à frequência de liberação dos ovócitos maduros durante o período reprodutivo.

O desenvolvimento gonadal é um processo contínuo e cíclico, dividido em fases denominadas estádios de maturação. A determinação dos estádios de maturação gonadal é importante para compreender a biologia reprodutiva de uma espécie em seu habitat natural (VAZZOLER, 1996). De acordo com Vazzoler (1996), os estádios de maturação gonadal são classificados em quatro categorias principais: imaturo ou virgem, em maturação, maduro e esvaziado. Brown-Peterson *et al.* (2011) a fim de padronizar a identificação das fases do ciclo reprodutivo em peixes, aplicável a todas as espécies, propôs um modelo conceitual. Nesse modelo, cada fase é definida por marcadores histológicos e fisiológicos específicos, e os estádios de maturação gonadal são organizados em cinco categorias principais: imaturo ou virgem, em desenvolvimento, capaz de desovar, regressão e regeneração. A principal diferença entre os dois critérios está na inclusão da categoria “regeneração”, que representa uma fase de recuperação gonadal após a desova. Assim, no presente estudo, foi adotado o padrão estabelecido por Brown-Peterson *et al.* (2011) conforme descrito na tabela abaixo (Quadro 1 e 2).

Quadro 01: Descrições macroscópicas e microscópicas das fases do ciclo reprodutivo de fêmeas (CA = alveolar cortical; GVBD = quebra da vesícula germinativa; GVM = migração da vesícula germinativa; OM = maturação do oócito; PG = crescimento primário; POF = complexo folicular pós-ovulatório; Vtg1 = vitelogênico primário; Vtg2 = vitelogênico secundário; Vtg3 = vitelogênico terciário). Adaptado de Vazzoler (1996) e Brown-Peterson *et al.* (2011).

Estádio	Descrição macroscópica e microscópica- Fêmea
Imaturo	Ovários são filiformes, translúcidos, pequenos, geralmente claros e pouco vascularizados. Contêm apenas oogônias e ovócitos primários presentes (PG). Não possui atresia ou feixes musculares.
Em desenvolvimento	Ovários maiores, com oviduto mais curto, vasos sanguíneos mais distintos. Apresenta oócitos em crescimento primário (PG), alveolar cortical (CA), vitelogênico primário (Vtg1) e vitelogênico secundário (Vtg2).
Capaz de desovar	Ovários grandes ocupando quase toda cavidade celomática, vasos sanguíneos proeminentes. A olho nu, observa-se ovócitos individuais visíveis. Apresenta ovócito vitelogênico terciário (Vtg3) e folículos pós ovulatórios (POFs), atresicos e estágios iniciais de maturação oócito (OM) também podem estar presentes.
Regressão	Ovários flácidos, vasos sanguíneos proeminentes, ocupam menos espaço na cavidade celomática. Apresenta atresia de folículos pós ovulatórios (POFs). Ovócitos CA e/ou vitelogênicos (Vtg1, Vtg2) estão presentes.
Regenerando	Ovários pequenos, vasos sanguíneos reduzidos, porém presentes. Possui apenas oogônias e oócitos PG presentes. A parede ovariana é espessa, apresenta feixes musculares, atresia e POFs.

Quadro 02: Descrições macroscópicas e microscópicas das fases do ciclo reprodutivo de peixes machos. (Sc1 = espermatócito primário; Sc2 = espermatócito secundário; Sg1 = espermatogônia primária; Sg2 = espermatogônia secundária; St = espermátide; Sz = espermatozoides). Adaptado de Vazzoler (1996) e Brown-Peterson *et al.* (2011).

Estádio	Descrição macroscópica e microscópica- Macho
Imaturo	Testículos filiformes, frequentemente claros e filamentosos. Espermatogônia primária (Sg1) presente.
Em desenvolvimento	Testículos pequenos, mas mais desenvolvidos. Os espermatocistos são evidentes ao longo dos lóbulos. Sg2, Sc1, Sc2, St e Sz podem estar presentes em espermatocistos. Porém, Sz não está presente no lúmen dos lóbulos ou nos ductos espermáticos.
Capaz de espermiar	Testículos grandes, túrgidos, esbranquiçados, ocupando grande parte da cavidade celomática. O Sz está presente no lúmen dos lóbulos e/ou ductos espermáticos. Podem apresentar todos os estágios da espermatogênese (Sg2, Sc, St, Sz). Os espermatocistos estão presentes por todo o testículo e a espermatogênese ativa.
Regressão	Testículos flácidos, com aspecto hemorrágico. Pode conter Sz residual no lúmen dos lóbulos e nos ductos espermáticos. Espermatocistos dispersos perto da periferia contendo Sc2, St, Sz. Pouca ou nenhuma espermatogênese ativa.
Regenerando	Testículos pequenos, geralmente filiformes. Não apresenta espermatocistos. Há uma proliferação de espermatogônias por todo o testículo. Pode conter a presença de uma pequena quantidade de Sz residual presente no lúmen dos lóbulos e no ducto espermático.

1.3 ÍNDICE GONADOSSOMÁTICO E FATOR DE CONDIÇÃO

O desenvolvimento das gônadas é um processo caracterizado por um conjunto de transformações morfológicas e fisiológicas que permitem aos indivíduos juvenis adquirirem a capacidade de produzir gametas (MANTELATTO & FANSOZO, 1997). O índice gonadossomático

(IGS) é um indicativo do grau de desenvolvimento das gônadas (MCADAM *et al.*, 1999), pois estabelece a relação entre o peso corporal total e o peso das gônadas. A variação mensal no tamanho das gônadas reflete o estado reprodutivo da espécie (FLORES *et al.*, 2019). Em condições favoráveis, a maioria dos peixes atinge a maturação no mesmo ano de nascimento (DATTA *et al.*, 2023). Alguns autores relatam que os valores do IGS podem aprimorar significativamente a precisão na determinação do estágio de maturação da espécie (MCQUINN, 1989; HINTON *et al.*, 1997; VITALE *et al.*, 2006; GANIAS *et al.*, 2007).

O fator de condição (k) é um índice utilizado para avaliar o grau de bem-estar dos peixes em seu ambiente natural, sendo frequentemente aplicados em comparações morfométricas entre diferentes populações (ARAÚJO *et al.*, 2011). O índice K, é um importante indicador do estado de saúde de um indivíduo, refletindo suas condições nutricionais recentes e/ou o uso de reservas energéticas em atividades cíclicas. Isso permite a análise das relações entre o estado fisiológico dos peixes, as condições ambientais e os comportamentos específicos das espécies (VAZZOLER, 1996).

O fator de condição expressa a relação entre variáveis bidimensionais e tridimensionais de organismos, como altura e peso ou diâmetro e volume. Esse índice pode ser aplicado a uma variedade de organismos, incluindo peixes, crustáceos, moluscos, anfíbios e mamíferos (DE PAIVA *et al.*, 2024). Além disso, pode revelar mudanças sazonais nas condições ambientais (LE CREN, 1951; GOMIERO & BRAGA, 2003; REGO *et al.*, 2008). Esse índice indica a expectativa de que um peixe em melhor condição apresenta taxas de crescimento mais elevadas, além de maior potencial reprodutivo e chances de sobrevivência em comparação com outro em pior condição, quando submetidos a ambientes semelhantes (POPE & KRUSE, 2001).

1.4 ANÁLISE HISTOPATOLÓGICA

A histopatologia de células e tecidos em organismos permite identificar, de forma quantitativa ou qualitativa, anomalias histológicas, sendo realizada para avaliar a saúde geral das populações nos ecossistemas aquáticos (GETNET *et al.*, 2024). É considerada um biomarcador, uma vez que as alterações morfológicas dos órgãos podem fornecer uma avaliação mais precisa do impacto da poluição aquática, além ser uma ferramenta confiável na toxicologia aquática, servindo como um indicador direto da saúde geral de um ecossistema (ERIEGHA *et al.*, 2024).

De acordo com Benincá (2006), os peixes são potenciais bioindicadores em avaliações de impactos ambientais devido à sua sensibilidade aos contaminantes. Por serem componentes comuns nos ecossistemas aquáticos, os peixes refletem os distúrbios em diferentes escalas, influenciados por

sua mobilidade, estilo de vida e posição elevada na cadeia alimentar (FREITAS *et al.*, 2009)

Para Segner (2011), a complexidade da fisiologia reprodutiva dos peixes, dependente de processos reprodutivos e endócrinos coordenados, o que os torna particularmente vulneráveis a contaminantes ambientais. Essa vulnerabilidade é acentuada pelo fato de muitos peixes apresentarem fertilização externa, permitindo que agentes tóxicos na água impactem diretamente parâmetros como fecundidade, maturação gonadal e desova. Ainda segundo o autor, avaliações específicas, incluindo estudos histopatológicos de gônadas, são fundamentais para verificar a capacidade reprodutiva dos peixes. Bernet *et al.* (1999) desenvolveram um método padronizado para avaliação semiquantitativa de danos em órgãos de peixes. Esse protocolo analisa a extensão, significância e importância patológica das alterações, estabelecendo-as como indicadores de poluição.

1.5 *Centropomus parallelus*

A família Centropomidae, pertencente à ordem Perciformes, é composta atualmente por um único gênero, *Centropomus*, que inclui 13 espécies (RIVAS, 1986; CARVALHO-FILHO *et al.*, 2019). Dentre essas espécies, destaca-se o *Centropomus parallelus*, popularmente conhecido como robalo-peva (Figura 1). Este peixe é encontrado exclusivamente nas águas costeiras do Oceano Atlântico Ocidental, desde a Flórida (EUA) até o Rio Grande do Sul (Brasil), ocorrendo apenas nas Américas (RIVAS, 1986, e possui uma distribuição ampla e uma relevante importância econômica (FIGUEIREDO e MENEZES, 1980, 1985).



Figura 1: Exemplar de *Centropomus parallelus* (comprimento padrão: 263 mm) coletado estuário do rio São Mateus, em Conceição da Barra, costa norte do Espírito Santo, Sudeste do Brasil. Fonte: Lorena Alves da Silva (2024).

A espécie apresenta padrões de distribuição e migração distintos, associados ao seu ciclo

reprodutivo. Esses padrões incluem migrações tanto para montante em rios e estuários (ROJAS, 1972; AOKI *et al.*, 2002; ITAGAKI, 2005), onde é encontrada em diferentes fases do ciclo de vida, quanto em direção à desembocadura (CHAVEZ, 1963; PATRONA, 1984; MUHLIA-MELLO *et al.*, 1996). Também são capturados em mangues, rios e suas partes altas, baías e enseadas (ALVAREZ-LAJONCHÉRE *et al.*, 1982; TUCKER JR, 1985; TEIXEIRA, 1997; TAYLOR *et al.*, 2000; BARROSO *et al.*, 2002; TOSTINI *et al.*, 2007). A capacidade de habitar diversos ambientes com variações de salinidade e de migrar entre áreas marinhas, salobras e de água doce no complexo estuarino demonstra a alta plasticidade e adaptação ambiental da espécie, destacando suas características diádromas, eurialinas e estenotérmicas (DANTAS e BARLETTA, 2016; DAROS *et al.*, 2016). Além disso, Assis *et al.* (2019) destacam o período pluviométrico como um fator importante, pois altos índices de precipitação podem diminuir a atividade reprodutiva, visto que afeta a flutuabilidade dos ovos. Outro aspecto importante é que estudos histológicos demonstraram que os robalos são hermafroditas protândricos, ou seja, iniciam o seu ciclo como machos e, à medida que se desenvolvem, passam por uma inversão sexual, se desenvolvendo em fêmeas (TAYLOR *et al.*, 2000; MULLER, 2000; ALVAREZ-LAJONCHÉRE & TSUZUKI, 2008; ASSIS *et al.*, 2019).

Os robalos são carnívoros e sua dieta é predominantemente composta por outros peixes e crustáceos. No entanto, são conhecidos por serem oportunistas, adaptando sua alimentação à disponibilidade de alimentos do ambiente e à fase de crescimento, e além de peixes e crustáceos, também podem consumir lulas, insetos, larvas de peixes, poliquetas e outros tipos de alimentos conforme necessário (ROJAS, 1975; RAMOS-PORTO & VASCONCELLOS FILHO, 1978; VASCONCELLOS FILHO *et al.*, 1980; BALDISSEROTTO, 2020).

Em relação à morfologia dos robalos, conforme descrito por Figueiredo e Menezes (1980) e Carvalho Filho (1999), essa espécie apresenta um corpo alongado e comprido, com um perfil dorsal curvo e acentuado. A coloração varia de verde prateado a cinza, e o pré-opérculo possui uma margem serreada. O robalo-peva pode alcançar 60 cm de comprimento e chegar a pesar três quilos. As nadadeiras dorsais do robalo-peva são distintas: a anterior possui 8 espinhos e a posterior apresenta 1 espinho, seguido de 8 a 11 raios. A nadadeira anal é curta, composta por três espinhos e de 5 a 8 raios. As nadadeiras pélvicas estão localizadas abaixo das nadadeiras peitorais. Sua linha lateral contém entre 65 a 70 escamas ou 79 a 89, se contadas abaixo da linha lateral, estendendo-se até os raios médios da nadadeira caudal. O ramo inferior do primeiro arco branquial possui de 10 a 12 rastros, excluindo os rudimentos (FRASER, 1978; FIGUEIREDO e MENEZES, 1980; CASTAGNOLLI, 1992; CARVALHO FILHO, 1999; BALDISSEROTTO, 2020).

1.6 ROBALO-PEVA E A SUA RELAÇÃO COM A PESCA

Os recursos pesqueiros, que incluem peixes, moluscos e crustáceos, são explorados economicamente pela pesca. A pesca marítima e nas águas continentais brasileiras é caracterizada pela grande diversidade de espécies exploradas (VIANA, 2013). A produção de pescados pode ser dividida entre pesca extrativa e aquicultura. Devido à exploração excessiva, a pesca tem se estagnado, tornando a aquicultura uma alternativa sustentável para continuar a crescer a produção de pescado (SCHULTER e VIEIRA-FILHO, 2017). As espécies do gênero *Centropomus* são consideradas potenciais para a aquicultura devido às suas altas taxas de crescimento e à qualidade da carne, que é excelente para a culinária, apresentando uma aparência branca e com pouca gordura, além de reunir características organolépticas que elevam o seu valor de mercado e a procura pelos consumidores (FERRAZ e CERQUEIRA, 2010; SOUZA *et al.*, 2011; RHODY *et al.*, 2014). Além da aquicultura, os robalos são as espécies mais representativas das tradicionais pescarias artesanais em comunidades costeiras (RODRIGUES, 2005; TEIXEIRA *et al.*, 2019), e também são os principais alvos da pesca esportiva praticada nas regiões costeiras do Brasil, tornando-se como um importante recurso pesqueiro (BARRELLA *et al.*, 2016; MOTTA *et al.*, 2016; MOLITZAS *et al.*, 2019).

Para Marrul-Filho (2003), a gestão dos recursos naturais é amplamente debatida em suas bases conceituais, a fim de harmonizar os objetivos sociais, econômicos e ambientais. Entre os recursos naturais explorados, destaca-se o recurso pesqueiro, cuja administração é definida como um conjunto de atividades gerenciais destinadas à utilização adequada do recurso. Essa administração tende a respeitar a capacidade de reprodução e de carga dos peixes, bem como os habitats, visando permitir uma exploração sustentável. No entanto, a falta de informações suficientes, somada ao comportamento dinâmico da pesca, levanta preocupações significativas sobre os impactos potenciais da exploração pesqueira nos ecossistemas aquáticos e no meio ambiente (HILBORN, 2008). Para reduzir a intensa exploração desse recurso e implementar medidas de controle, o IBAMA, estabeleceu em 27 de abril de 2009, um período de defeso para a pesca do robalo. Esse período, de 01 de maio a 30 de junho, abrange tanto o litoral quanto as águas interiores do Espírito Santo (IBAMA, 2009).

Embora tenham ocorrido avanços no conhecimento dos peixes estuarinos na América do Sul, as informações ainda são inconsistentes e há escassez de dados específicos registrados no Brasil (BLABER, 2013; BLABER e BARLETTA, 2016). A escassez de dados abrange aspectos essenciais como o uso do habitat, alimentação, reprodução e outras complexidades dos robalos, que são de extrema importância para desenvolver planos de manejo eficazes (DANTAS e BARLETTA, 2016). Além disso, diferentes guildas ecológicas de espécies de peixes exibem variações em suas respostas às

mudanças ambientais, indicando dinâmicas espaciais e temporais (CHOI *et al.*, 2024). Dessa forma, devido ao seu alto valor econômico, à relação direta com a atividade pesqueira e ao hermafroditismo, que pode ser afetado pela seleção sexual resultante da pesca, surgem preocupações quanto ao impacto nos estoques, tornando essencial o monitoramento populacional dessa espécie (ASSIS *et al.*, 2019).

Assim, dinâmicas diferentes podem afetar a eficácia do período de defeso, pois mudanças no ambiente podem influenciar o comportamento reprodutivo e os padrões de migração das espécies, necessitando de uma reavaliação constante para assegurar o uso sustentável deste recurso natural. Dessa forma, é importante avaliar os aspectos reprodutivos do robalo-peva, *Centropomus parallelus*, no estuário do rio São Mateus, em Conceição da Barra-ES, sendo crucial para ajustar, se necessário, as políticas de manejo e conservação da espécie, além de contribuir para o avanço técnico-científico sobre a espécie.

2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVAREZ-LAJONCHERE, L.; BÁEZ HIDALGO, M.; GOTERA, G. Estudio de la biología pesquera del robalo de ley, *Centropomus undecimalis* (Bloch) (Pisces, Centropomidae) en Tunas de Zaza, Cuba. **Revista Investigaciones Marinas**, v.3, n.1, p.159-200, 1982

ALVAREZ-LAJONCHÈRE, Luis; TSUZUKI, Mônica Y. A review of methods for *Centropomus* spp.(snooks) aquaculture and recommendations for the establishment of their culture in Latin America. **Aquaculture Research**, v. 39, n. 7, p. 684-700, 2008.

AOKI, PIERÂNGELI CRISTINA MARIM *et al.* Aspectos gerais da família Centropomidae e uma proposta de cultivo do robalo-peba (*Centropomus parallelus* Poey, 1860) no estado do Espírito Santo. **REVISTA DO CENTRO UNIVERSITÁRIO VILA VELHA VILA VELHA (ES)**, v. 3, n. 1, **JANEIRO/JULHO DE 2002**, v. 3, n. 1, p. 70, 2002.

ARAÚJO, C. C.; FLYNN, M. N.; PEREIRA, W. R. L. Fator de condição e relação pesocomprimento de *Mugil curema* Valenciennes, 1836 (Pisces, Mugilidae) como indicadores de estresse Ambiental. **RevInter**, São Paulo, v.4, n.3, p.51-64, 2011.

ASSIS, Daniel Alvares Silveira de *et al.* Reproductive biology of the protandric hermaphrodite fat snook *Centropomus parallelus* Poey 1860 in a tropical estuary, northeastern Brazil. **Studies on Neotropical Fauna and Environment**, v. 54, n. 3, p. 225-235, 2019.

BALDISSEROTTO, Bernardo. **Espécies nativas para piscicultura no Brasil: 3a edição revista, atualizada e ampliada**. Fundação de Apoio a Tecnologia e Ciencia-Editora UFSM, 2020.

BANSE, Karl; MOSHER, Steven. Adult body mass and annual production/biomass relationships of field populations. **Ecological monographs**, v. 50, n. 3, p. 355-379, 1980.

BARRELLA, Walter *et al.* Aspectos biológicos e socioeconômicos da pesca esportiva no "Deck do Pescador" de Santos (SP, Brasil). **Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology**, v. 20, n. 1, p. 61-68, 2016.

BARROS, Nirlei Hirachy Costa *et al.* Estudos sobre as táticas e as estratégias reprodutivas de sete espécies de peixes de água doce do Rio Grande de Norte, Brasil. **Holos**, v. 3, p. 84-103, 2016.

BENINCÁ, C. **Biomonitoramento das lagoas estuarinas do Camacho–Jaguaruna (SC) e Santa Marta-Laguna (SC), utilizando *Geophagus brasiliensis* (Cichlidae)**. 2006. Tese de Doutorado. Dissertação Mestrado em Genética. Universidade Federal do Paraná.

BLABER, S. J. M. Peixes e pescarias em estuários tropicais: últimos 10 anos. **Ciências Estuarinas, Costeiras e de Plataforma**, v. 135, p. 57-65, 2013.

BLABER, S. J. M.; BARLETTA, M. A review of estuarine fish research in South America: what has been achieved and what is the future for sustainability and conservation?. **Journal of Fish Biology**, v. 89, n. 1, p. 537-568, 2016.

BROWN-PETERSON, Nancy J. *et al.* A standardized terminology for describing reproductive development in fishes. **Marine and Coastal Fisheries**, v. 3, n. 1, p. 52-70, 2011.

CAMPOSANO, Gleison Fernandes; POMPIANI, Priscila Gusmão. Biologia reprodutiva das principais espécies de peixes da ordem Characiformes, capturadas na lagoa do deda, no Rio Taquari, Coxim, MS. **ANAIS DO ENIC**, n. 1, 2009.

CARVALHO-FILHO, Alfredo *et al.* A new species of snook, *Centropomus* (Teleostei: Centropomidae), from northern South America, with notes on the geographic distribution of other species of the genus. **Zootaxa**, v. 4671, n. 1, p. 81-92, 2019.

CARVALHO FILHO, A. **Peixes: costa brasileira**. Editora Merlo Ltda, 1999. 320p

CASTAGNOLLI, N. (1992). Criação de peixes de água doce. Jaboticabal: FUNEP. 189p.

CHÁVEZ, H. Contribución al conocimiento de la biología de los robalos, chucumite y constantino (*Centropomus* Spp.) del estado de Veracruz. (pisc. Centrop.) **Ciência**, v.22, n.5, p.141-161, 1963.

CHOI, Hee-Chan *et al.* Spatio-Temporal Dynamics of Larval Fish Assemblage in the Nakdong River Estuary, South Korea. **Diversity**, v. 16, n. 6, p. 315, 2024.

DANTAS, D. V.; BARLETTA, M. Habitat use by *centropomus undecimalis* in a rocky area of estuarine beach in north-east Brazil. **Journal of fish biology**, v. 89, n. 1, p. 793-803, 2016.

DAROS, F. A.; SPACH, H. L.; CORREIA, A. T. Habitat residency and movement patterns of *Centropomus parallelus* juveniles in a subtropical estuarine complex. **Journal of fish biology**, v. 88,

n. 5, p. 1796-1810, 2016.

DATTA, Sree Raton Kumar *et al.* Estimation of Fecundity and Gonadosomatic Index (GSI) of *Somileptes gongota* (Hamilton, 1822) from the River Padma in Rajshahi District, Bangladesh. **Asian Journal of Fisheries and Aquatic Research**, v. 24, n. 5, p. 40-50, 2023.

DE PAIVA, Luciano Henrique *et al.* FATOR DE CONDIÇÃO DE *Melanoides tuberculata* (Otto Friedrich Müller, 1774), EM UM TRECHO DO BAIXO RIO GRANDE. **Acta Biologica Brasiliensia**, v. 5, n. 2, p. 116-129, 2022.

ERIEGHA, Ochuko Joshua *et al.* Histopathology of Selected Economically Important Fish Species from the Escravos Estuary, Nigeria: A Baseline Study for Environmental Monitoring.

FERRAZ, E. M.; CERQUEIRA, V. R. Influência da temperatura na maturação gonadal de machos do robalo-flecha, *Centropomus undecimalis*. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 36, n. 2, p. 73-83, 2010.

FIGUEIREDO, J. L.; e MENEZES, N. A. **Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil. III. Teleostei (2)**. Museu de Zoologia. Universidade de São Paulo, São Paulo. p. 23-26, 1980.

FLORES, Andrés *et al.* Acurácia do índice gonadossomático na classificação da maturação e estimativa da maturação ogiva. **Pesquisa Pesqueira**, v. 210, p. 50-62, 2019.

FRASER, T.H. Centropomidae. In: **FAO species identification sheets for fishery purposes. Fishing area 31, Western Central Atlantic**. Food and Agriculture Organization of United Nation (FAO). Rome: v.1-2 1978.

FREITAS, Carlos Edwar C.; SIQUEIRA-SOUZA, Flávia K. O uso de peixes como bioindicador ambiental em áreas de várzea da bacia amazônica. **Revista Agrogeoambiental**, 2009.

FONTELES-FILHO, Antonio Aauto. Oceanografia, biologia e dinâmica populacional de recursos pesqueiros. **Fortaleza: Expressão Gráfica e Editora**, 2011.

Ganias, K., Somarakis, S., Koutsikopoulos, C., Machias, A., 2007. Factors affecting the spawning period of sardine in two highly oligotrophic Seas. *Mar. Biol.* 151, 1559–1569. <https://doi.org/10.1007/s00227-006-0601-0>

GOMIERO, L.M; BRAGA, F.M.S. Relação peso-comprimento e fator de condição de *Brycon opalinus* (Pisces, Characiformes) no Parque Estadual da Serra do Mar - Núcleo Santa Virgínia, Mata Atlântica, Estado de São Paulo, Brasil. *Acta Scientiarum Biological Sciences*. v.28, n. 2, p. 135-141, 2006.

Guimaraes-Moreira, R. 2012. Fatores ambientais e reprodução dos peixes. **Revista da Biologia**, 8: 58-61

HILBORN, Ray. Knowledge on how to achieve sustainable fisheries. In: **Fisheries for global welfare and environment. World Fisheries Congress**. 2008.

HILDREW, Alan G.; RAFFAELLI, David G.; EDMONDS-BROWN, Ronni (Ed.). **Body size: the structure and function of aquatic ecosystems**. Cambridge University Press, 2007.

HINTON, David E. *et al.* Histopathologic biomarkers. In: **Biomarkers**. CRC Press, 2018. p. 155-210.

MG, HINTON. Use of gonad indices to estimate the status of reproductive activity of female swordfish, *Xiphias gladius*: a validated classification method. **Fish Bull**, v. 95, p. 80-84, 1997.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS (IBAMA). Instrução Normativa n.º 10, de 27 de abril de 2009. Disponível em: <https://www.ibama.gov.br/component/legislacao/?view=legislacao&legislacao=114903>. Acesso em: 20 jan. 2025.

ITAGAKI, Michael Kengo; KATSURAGAWA, Mário. Potencial de recrutamento das larvas e juvenis de Robalo-peva, *Centropomus parallelus* (Teleostei: Centropomidae) no sistema Cananéia-Iguape, São Paulo, Brasil. 2005.

JENSEN, A. L. Beverton and Holt life history invariants result from optimal trade-off of reproduction and survival. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, v. 53, n. 4, p. 820-822, 1996.

JOBLING, Malcolm. Environmental factors and rates of development and growth. **Handbook of fish biology and fisheries**, v. 1, p. 97-122, 2002.

LE CREN, Eric D. The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition

in the perch (*Perca fluviatilis*). **The Journal of Animal Ecology**, p. 201-219, 1951.

MAHESH, V. *et al.* Does the fishing pressure induce fish to mature early? An evaluation of the reproductive biology of *Nemipterus japonicus* (Bloch, 1791) from the Malabar Coast of India. 2024.

MANTELATTO, F. L. M. & FRANSOZO, A. 1997. Fecundity of the crab *Callinectes ornatus* Ordway, 1863 (Decapoda, Brachyura, Portunidae) from the Ubatuba Region, São Paulo, Brazil. **Crustaceana** 70(2):214-225.

MARRUL FILHO, Simão. **Crise e sustentabilidade no uso dos recursos pesqueiros**. Edições IBAMA, 2003.

MCADAM, D. Steven O.; ROBIN LILEY, N.; TAN, Eddy SP. Comparison of reproductive indicators and analysis of the reproductive seasonality of the tinfoil barb, *Puntius schwanefeldii*, in the Perak River, Malaysia. **Environmental Biology of Fishes**, v. 55, p. 369-380, 1999.

MCQUINN, Ian H. Identification of spring-and autumn-spawning herring (*Clupea harengus* harengus) using maturity stages assigned from a gonadosomatic index model. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, v. 46, n. 6, p. 969-980, 1989.

MOLITZAS, Renata *et al.* Avaliação temporal dos sistemas pesqueiros na reserva de desenvolvimento sustentável de Barra do Una (Peruíbe/SP). **Revista GeoInterações**, v. 3, n. 1, p. 3-25, 2019.

MOTTA, F. S.; MENDONÇA, J. T.; MORO, P. S. Collaborative assessment of recreational fishing in a subtropical estuarine system: a case study with fishing guides from south-eastern Brazil. **Fisheries Management and Ecology**, v. 23, n. 3-4, p. 291-302, 2016.

MUHLIA-MELO, A. *et al.* Sinopsis de información biológica, pesquera y acuacultural acerca de los robalos del género *Centropomus* en México. **Programa de Evaluación de Recursos Naturales del Centro de Investigaciones Biológicas del Noreste, SC Volumen Especial. Centro de Investigaciones Biológicas del Noreste, SC La Paz**, 1995.

MULLER, R. G. **The 2000 stock assessment update of common snook, *Centropomus undecimalis***. Fish and Wildlife Conservation Commission. Florida Marine Research Institute. St. Petersburg, Florida, 22 p. 2000.

OLIVEIRA, M. R. *et al.* Estratégias reprodutivas de sete espécies de peixes das águas costeiras do Rio Grande do Norte, Brasil. **Holos**, v. 6, p. 107-122, 2015.

TOSTINI, Sergio *et al.* Criação do robalo-peva (*Centropomus parallelus*) submetido a diferentes densidades de estocagem. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 8, n. 3, p. 250-257, 2007.

PATRONA, L. 1984. **Contribution à la biologie du “robalo” *Centropomus parallelus* (Pisces Centropomidae) du Sud-Est du Brésil: possibilités aquacoles**. Toulouse, 175p. (Thèse Doctorat de 3^eeme Cycle. Sciences et Techniques en Production Animale. Institut. Nacional Polytechnique de Toulouse, France)

RAMOS-PORTO, N.; VASCONCELOS FILHO, A.L. Estudo da disponibilidade de alimentos para os peixes centropomídeos da Região de Itamaracá (Pernambuco - Brasil). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 1., 1978, Recife. **Anais...** Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, 1978. p.185-192

RÊGO, Ana Carolina Lacerda *et al.* Relação peso-comprimento para *Prochilodus lineatus* (Valenciennes, 1836) e *Leporinus friderici* (Bloch, 1794)(Characiformes) no reservatório de Nova Ponte–EPDA de Galheiro, rio Araguari, MG. **Revista Brasileira de Zootecias**, v. 10, n. 1, 2008.

RHODY, Nicole R. *et al.* Parental contribution and spawning performance in captive common snook *Centropomus undecimalis* broodstock. **Aquaculture**, v. 432, p. 144-153, 2014.

RIVAS, L. R. **Sistematic Review of the Perciform fishes of the genus *Centropomus***. American Society of Ichthyologist and Herpetologist. *Copeia*, v.3, p. 579-611, 1986.

RODRIGUES, P. P. Aspectos reprodutivos do robalo peba, *Centropomus parallelus*, na foz do Rio Doce, Linhares/ES. 2005. 51 f. **Monografia (Graduação em Oceanografia)–Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória**, 2005.

ROJAS, J. C. 1972. Contribución al conocimiento de la biología de las lagunas y rios de Campona y Buena Vista (Venezuela), especialmente del robalo *Centropomus parallelus*, Poey. **Bol. Inst. Oceanog.** Cumaná, 3: 3-36)

ROJAS, J.C. Contribucion al conecimiento de la biologia de los robalos *Centropomus undecimalis* e

C. poeyi en la Laguna de Terminos, Campeche, Mexico. **Boletim do Instituto Oceanográfico Universidad de Oriente**, v.14, n.1, p.51-70, 1975.

ROTTMANN, R. W.; SHIREMAN, J. V.; CHAPMAN, F. A. **Hormonal control of reproduction in fish for induced spawning**. Stoneville, Mississippi: Southern Regional Aquaculture Center, 1991.

SCHULTER, Eduardo Pickler; VIEIRA FILHO, José Eustáquio Ribeiro. **Evolução da piscicultura no Brasil: diagnóstico e desenvolvimento da cadeia produtiva de tilápia**. Texto para Discussão, 2017.

SEGNER, Helmut. Reproductive and developmental toxicity in fishes. In: **Reproductive and developmental toxicology**. Academic Press, 2011. p. 1145-1166.

DA SILVA RIBEIRO, Cristiéle; MOREIRA, Renata Guimarães. Fatores ambientais e reprodução dos peixes. **Revista da Biologia**, v. 8, p. 58-61, 2012.

SOUZA, José Humberto de *et al.* Desempenho zootécnico e econômico de juvenis de robalo-peva alimentados com dietas contendo diferentes concentrações proteicas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, p. 190-195, 2011.

TAYLOR, Ronald G. *et al.* Age, growth, maturation, and protandric sex reversal in common snook, *Centropomus undecimalis*, from the east and west coasts of south Florida. **Fishery Bulletin**, v. 98, n. 3, p. 612-612, 2000.

TEIXEIRA, Leandro Dioni *et al.* Aspectos da reprodução dos robalos e o conhecimento ecológico local dos pescadores esportivos da Reserva de Desenvolvimento Sustentável da Barra do Una (Peruíbe/SP). **Anais do Encontro Nacional de Pós-graduação**, v. 3, n. 1, p. 241-246, 2019.

TEIXEIRA, Rogério Luiz. Distribution and feeding habits of the young common snook, *Centropomus undecimalis* (Pisces: Centropomidae), in the shallow waters of a tropical Brazilian estuary. 1997.

TUCKER JR, John W.; LANDAU, Matthew P.; FAULKNER, Blake E. Culinary value and composition of wild and captive common snook, *Centropomus undecimalis*. **Florida Scientist**, p. 196-200, 1985.

VASCONCELOS FILHO, A.L.; AZEVEDO, S.B.; ALVES, M.L.C. Regime alimentar dos Camorins

(*Centropomus undecimalis* (Block, 1792) e *Centropomus parallelus* Poey, 1860 do Canal de Santa Cruz (Pernambuco - Brasil). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 1., 1978, Recife. **Anais...** Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, 1980. p.175-184.

VAZZOLER DE M, Amato AE. *Biologia da reprodução de peixes teleósteos: Teoria e Prática*. São Paulo, Maringá, 1996.

VIANA, João Paulo. *Recursos pesqueiros do Brasil: situação dos estoques, da gestão e sugestões para o futuro*. 2013.

Vitale, F., Svedäng, H., Cardinale, M., 2006. Histological analysis invalidates macroscopically determined maturity ogives of the Kattegat cod (*Gadus morhua*) and suggests new proxies for estimating maturity status of individual fish. *ICES J. Mar. Sci.* 63, 485–492. <https://doi.org/10.1016/j.icesjms.2005.09.001>.

WIFF, Rodrigo; ROA-URETA, Rubén. Predicting the slope of the allometric scaling of consumption rates in fish using the physiology of growth. **Marine and freshwater research**, v. 59, n. 10, p. 912-921, 2008.

Woodward, G., Ebenman, B., Emmerson, M., Montoya, J.M., Olesen, J., Valido, A., Warren, P.H., 2005. Body size determinants of structure and dynamics of ecological networks: scalling from the individual to the ecosystem. *Trends Ecol. Evol.* 20, 402–409. doi:10.1016/B978-0-12-088458-2.50018-7.

3. OBJETIVOS

3.1 GERAL

Avaliar os parâmetros reprodutivos do robalo-peva, *Centropomus parallelus*, na região estuarina do rio São Mateus, em Conceição da Barra (ES), a fim de obter informações que subsidiem políticas de manejo e conservação da espécie.

3.2 ESPECÍFICOS:

- Identificar os estádios de desenvolvimento gonadal de fêmeas e machos através de análises macroscópicas e microscópicas;
- Determinar o período reprodutivo e a época de desova através do índice gonadossomático (IGS);
- Determinar o fator de condição total e somático para ambos os sexos;
- Analisar danos histopatológicos gonadais;
- Avaliar se o período de defeso estabelecido para a espécie está compatível com os dados de período reprodutivo encontrados.

4. RESULTADOS

Os resultados serão apresentados no manuscrito intitulado como “**Biologia reprodutiva do robalo-peva *Centropomus parallelus* Poey, 1860 (OSTEICHTHYES: CENTROPOMIDAE) na região estuarina do rio São Mateus, Conceição da Barra-ES**”

Biologia reprodutiva do robalo-peva *Centropomus parallelus* Poey, 1860 (OSTEICHTHYES: CENTROPOMIDAE) na região estuarina do rio São Mateus, Conceição da Barra-ES

Lorena Alves da Silva¹, Lorena Ziviani Bevitório², Juliana Castro Monteiro Pirovani¹

¹ Departamento de Ciências Agrárias e Biológicas, Universidade Federal do Espírito Santo-CEUNES/UFES. Rod. Governador Mário Covas, Km 60, Litorâneo, São Mateus, ES, 29932-540.

² Fundação Espírito-santense de Tecnologia, Vitória FEST. Av. Fernando Ferrari, 845, Goiabeiras, Vitória-ES, 29075-090.

RESUMO

O processo reprodutivo dos peixes é influenciado por mecanismos fisiológicos internos e fatores abióticos. Os peixes adotam táticas como, tamanho de primeira maturação sexual, estádios de desenvolvimento gonadal, fecundidade, tipo e época de desova para garantir o sucesso reprodutivo. Outros parâmetros como o índice gonadossomático (IGS), o fator de condição e histopatologia auxiliam na avaliação do estado de saúde dos indivíduos e do ecossistema. O robalo-peva (*Centropomus parallelus*), pertencente à família Centropomidae, é encontrado em áreas tropicais e subtropicais ao longo da costa atlântica das Américas. O robalo-peva é um peixe carnívoro, hermafrodita protândrico, diádromo, estenotérmico, encontrado em áreas costeiras, baías, estuários, lagoas salobras, ambientes de água doce e, ocasionalmente, em lagoas hipersalinas. É uma espécie que constitui um importante recurso pesqueiro na costa ocidental do Oceano Atlântico sendo mais explorado na zona costeira do Brasil, pela pesca comercial, recreativa e artesanal. Posto isto, este estudo analisou a biologia reprodutiva de *Centropomus parallelus* (robalo-peva) no estuário do rio São Mateus. Em média 30 indivíduos mensais foram coletados entre outubro de 2022 a setembro de 2024 para as análises. Após a identificação, os peixes foram dissecados para coleta das gônadas e, posteriormente, processados para microscopia de luz. As fêmeas apresentaram estádios reprodutivos predominantes de "em desenvolvimento" e "capaz de desovar", enquanto os machos apresentaram maior frequência nos estágios "capaz de espermiar" e "regressão". O IGS indicou reprodução ativa ao longo do estudo, com variação nos picos reprodutivos entre os anos de estudo avaliados. O fator de condição permaneceu estável para ambos os sexos. Em relação ao tamanho de maturação sexual, não foi possível identificar esse resultado no presente estudo devido ao tipo de coleta utilizada. As análises histopatológicas indicaram maiores índices de lesões nos machos quando comparado as fêmeas, apontando lesões como hipertrofia, hiperplasia e vacuolizações citoplasmáticas, enquanto as fêmeas apresentaram deslocamento da membrana basal, congestão vascular e atresia. O estudo indicou um período reprodutivo extenso e desova parcelada, além de alterações histopatológicas que sugerem a influência de estressores ambientais. Assim, o estudo demonstrou que o processo reprodutivo é influenciado por múltiplos fatores, incluindo variações ambientais e pressões antrópicas, ressaltando a necessidade de um monitoramento contínuo para embasar estratégias de manejo eficazes e garantir a conservação da espécie.

Palavras-Chave: peixe, táticas, estádios, histopatologia.

INTRODUÇÃO

O robalo-peva (*Centropomus parallelus*), pertencente à família Centropomidae, é encontrado em áreas tropicais e subtropicais ao longo da costa atlântica das Américas, distribuindo-se desde a Flórida (EUA) até Santa Catarina (Brasil), está presente em águas marinhas e continentais, sendo mais abundante em ambientes estuarinos (FIGUEIREDO & MENEZES, 2000). O robalo é um importante recurso pesqueiro na costa ocidental do Oceano Atlântico (MOTTA *et al.*, 2016) e, entre os representantes da família Centropomidae, o robalo-peva é o mais explorado na zona costeira do Brasil (SOUZA *et al.*, 2012). Devido ao seu alto valor econômico, destaca-se na pesca comercial, recreativa e na aquicultura (STERZELECKI *et al.*, 2013), além de ter grande importância para comunidades de pesca artesanal, que atuam predominantemente nos estuários (LIRA *et al.*, 2010).

Essa espécie é encontrada em áreas costeiras, estuarinas e continentais (ASSIS *et al.*, 2019). A espécie utiliza a água salgada para reprodução, com os juvenis migrando, posteriormente, para águas salobras ou doces (LARA *et al.*, 2020). O robalo-peva é hermafrodita protândrico (TAYLOR *et al.*, 2000; ALVAREZ-LAJONCHÉRE & TSUZUKI, 2008; ASSIS *et al.*, 2019. COSTA e SILVA, 2021), apresenta comportamento diádromo, eurihalino e estenotérmico, demonstrando grande plasticidade e adaptação ambiental (DANTAS e BARLETTA, 2016; DAROS *et al.*, 2016). Possuem hábito alimentar carnívoro (BALDISSEROTTO, 2020), e peixes e crustáceos são os principais elementos da sua dieta (LARA *et al.*, 2020). De acordo com Assis *et al.* (2019), o alto valor econômico, a intensa exploração pesqueira geram preocupações quanto ao impacto sobre seus estoques, tornando o monitoramento populacional essencial para o manejo da espécie.

Nesta perspectiva, King (1995) destaca que as informações sobre as táticas reprodutivas são fundamentais para a regulamentação da pesca dentro de um programa de manejo, viabilizando a implementação de medidas para a preservação dos estoques pesqueiros. Essas táticas possibilitam a adaptação dos peixes a diversas variáveis ambientais, incluindo fatores abióticos, como temperatura, regime de chuvas, fotoperíodo e disponibilidade de oxigênio, e fatores bióticos, como condições ecológicas, oferta de alimento e pressão de predação (ARAÚJO, 2012).

As principais táticas que compõem a estratégia reprodutiva dos peixes incluem o tamanho da primeira maturação sexual, desenvolvimento gonadal, fecundidade e o tipo e época de desova (VAZOLLER, 1996). Essas táticas fazem parte de suas estratégias de vida, permitindo que maximizem a reprodução e aumentem as chances de sobrevivência de seus descendentes até a idade adulta (OLIVEIRA *et al.*, 2015; BARROS *et al.*, 2016). Além das táticas, existem os parâmetros que são utilizados em estudo de biologia reprodutivos como o Índice gonadossômico (IGS) que indica

o grau de desenvolvimento gonadal (FLORES *et al.*, 2019). Outro aspecto importante da reprodução é o fator de condição, um indicador do estado fisiológico do peixe que pode ser relacionado às condições ambientais (GOMIERO & BRAGA, 2006). Esse parâmetro é útil para identificar o período reprodutivo e avaliar a saúde da espécie (VAZZOLER, 1996).

Os estuários enfrentam diversas pressões antrópicas, como desmatamento, pesca predatória, dragagem, urbanização e desenvolvimento industrial (SANTANA *et al.*, 2015). Essas atividades lançam no ambiente contaminantes, como metais, pesticidas, microrganismos patogênicos, nutrientes em excesso, surfactantes, resíduos farmacêuticos e óleos, que podem ser prejudiciais aos seres vivos (GIL *et al.*, 2012). Para Santana *et al.* (2015) os efeitos ecotoxicológicos podem se manifestar em diversos níveis dos ecossistemas, desde o molecular, com alterações bioquímicas e genéticas, até o individual, impactando funções fisiológicas, morfológicas e reprodutivas.

Os peixes são potenciais bioindicadores, pois possuem alta sensibilidade aos contaminantes (BENINCÁ, 2006). De acordo com Getnet *et al.* (2024), a histopatologia é usada para avaliar o efeito de poluentes na saúde das populações de peixes. Para Adams (1990) a exposição a substâncias tóxicas pode provocar alterações histopatológicas nas gônadas dos peixes, uma vez que estes compostos afetam indiretamente o equilíbrio hormonal, impactando a diferenciação, maturação, morfologia e fisiologia gonadal.

Segundo Barletta e Blaber (2016), os estudos sobre peixes estuarinos na América do Sul ainda são escassos. No caso do robalo, o período de defeso, estabelecido entre 01 de maio e 30 de junho, abrange tanto o litoral quanto as águas interiores do Espírito Santo (IBAMA, 2009). No entanto, essa regulamentação pode estar desatualizada. Especificamente para o robalo-peva, apesar de sua ampla distribuição e importância comercial, as informações sobre sua biologia ainda são escassas (COSTA e SILVA *et al.*, 2021). Diante dessa lacuna, avaliamos a biologia reprodutiva da espécie no estuário do rio São Mateus, em Conceição da Barra-ES, a fim de subsidiar informações para garantir a proteção e manejo sustentável dessa espécie nessa região.

MATERIAIS E MÉTODOS

Área de Estudo

Os exemplares analisados neste estudo são provenientes do estuário do rio São Mateus (Latitude: 18° 35,79163'; Longitude: 39° 45,34515') (Figura 2). O estuário do rio São Mateus faz parte de uma bacia hidrográfica situada no norte do estado do Espírito Santo, com uma área

aproximada de 13.500 km². O rio São Mateus é formado pela confluência dos rios Cotaxé e Cricaré, cujas nascentes estão localizadas no estado de Minas Gerais, e deságua no Oceano Atlântico, no município de Conceição da Barra, no Espírito Santo (VALE e FERREIRA, 1998).

A região interna do estuário é caracterizada pelo domínio de manguezais, sendo considerados importantes produtores e exportadores de biomassa para o estuário e ambientes costeiros (FERNANDES, 2007). As árvores dos manguezais são fundamentais para sustentar a teia alimentar que inclui microorganismos, fungos, crustáceos, moluscos, peixes, insetos, aves, répteis, pequenos mamíferos e seres humanos (SILVA *et al.*, 2005). Em relação a sua ictiofauna, Hostim-Silva *et al.* (2013) lista 57 spp. para o estuário, dentre elas *Centropomus undecimalis* e *Centropomus parallelus*, que possuem grande importância comercial local e regional (BOLZAN *et al.*, 2019).

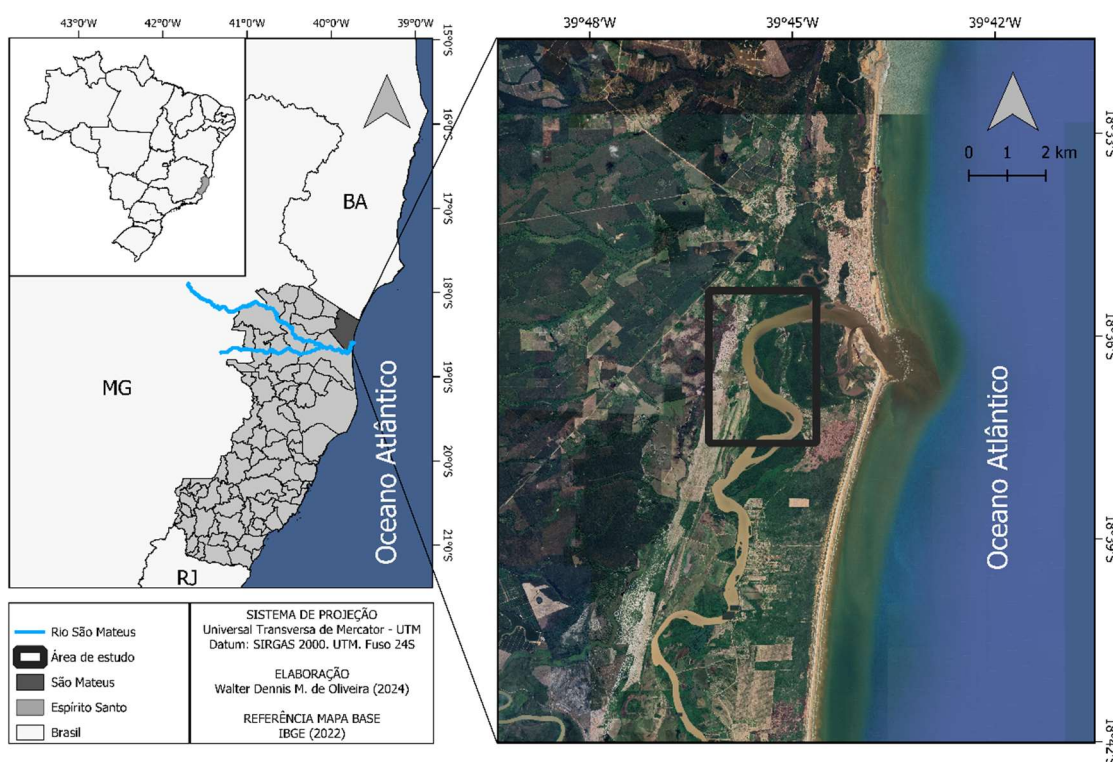


Figura 2: Mapa do estuário do rio São Mateus, em Conceição da Barra, costa norte do Espírito Santo, Sudeste do Brasil. Fonte: Walter Dennis M. de Oliveira (2024).

AMOSTRAGEM E PROCESSAMENTO DAS AMOSTRAS

Coleta de Amostras:

As amostras utilizadas neste estudo foram coletadas sob a licença SISBIO - Licença provisória para coleta de ictiofauna - nº 74802 - Prof. Dr. Maurício Hostim-Silva por pescador local utilizando

linha de anzol, com objetivo de capturar 30 indivíduos/mês durante o período de outubro de 2022 a setembro de 2024.

A coleta de amostras para as análises histopatológicas foi realizada em um único mês/ano (agosto e setembro de 2023 e 2024). Esse período foi determinado, pois as alterações morfológicas em gônadas são consideradas crônicas, dessa forma, coleta mensais tornam-se dispensáveis. Para a coleta, a equipe do Laboratório de Biologia Estrutural, adotou um método que preservasse os indivíduos vivos, visto ser um fator determinante para as análises histopatológicas. Os exemplares foram capturados e transportados ao laboratório em caixas plásticas com aerador de oxigênio, os mesmos foram anestesiados com benzocaína a 1% e posteriormente realizada a dissecação e retirada das gônadas. Após a coleta, as amostras foram processadas para microscopia de luz no Laboratório de Biologia Estrutural do Centro Universitário Norte do Espírito Santo (CEUNES/UFES).

Posteriormente, os exemplares foram identificados pela equipe do Laboratório de Ecologia de peixes marinhos (LEPMAR), com auxílio de bibliografia especializada (FIGUEIREDO & MENEZES, 1978) e consulta a especialistas. Após a identificação os indivíduos foram pesados em balança (Marte- AD3300) de precisão de 0,01g e medidos (mm): comprimento padrão (CP) e total (CT), com auxílio de um ictiômetro. Em seguida, os exemplares foram seccionados ventralmente a partir da região poro urogenital para a extração das gônadas, as quais também foram pesadas utilizando a balança de precisão 0,01g.

As gônadas extraídas foram armazenadas em frascos etiquetados contendo solução fixadora de formalina 4% por um período mínimo de 24 horas. Posteriormente, as amostras foram transferidas para álcool 70%.

Para os cortes histológicos, porções medianas das gônadas foram retiradas e preparadas para inclusão em parafina. Posteriormente, as amostras foram desidratadas em concentrações crescentes de álcool etílico, diafanização em xilol e incluídas em paraplast (Leica). O material foi seccionado em cortes semi-seriados, com espessura de 5 µm, utilizando micrótomo rotativo (Leica- HistoCore Autocut). As lâminas obtidas foram coradas com Hematoxilina-Eosina.

Para a determinação do sexo, maturação e estádios gonadais foram realizadas por meio da observação macroscópica, levando em conta aspectos como cor, volume, tamanho em relação à cavidade celomática, grau de turgidez, irrigação periférica e a presença ou ausência de sêmen ou ovócitos (Vazzoler, 1996; Brown-Peterson *et al.*, 2011). A análise microscópica foi conduzida com base nas características histológicas das gônadas, incluindo a organização e estrutura do tecido gonadal, a presença de folículos ovarianos em diferentes fases de maturação, o desenvolvimento dos

ovócitos vitelogênicos, o tamanho e desenvolvimento dos túbulos seminíferos nos machos, bem como possíveis sinais de atresia ovocitária ou degeneração testicular, conforme a escala adaptada de Vazzoler (1996) e Brown-Peterson *et al.* (2011).

A fim de identificar o ciclo reprodutivo do robalo-peva, foi calculado o Índice gonadossomático (IGS), o qual foi calculado a partir da relação entre o peso das gônadas (ovários ou testículos) (PG) e o peso total do indivíduo (PT), utilizando a fórmula: $IGS = PG/PT - PG*100$. O cálculo foi realizado individualmente para cada peixe, e posteriormente, foram determinadas as médias mensais do IGS para fêmeas e machos, seguindo a metodologia descrita por Vazzoler (1996). Juntamente, foi determinado o Fator de Condição (K) de cada indivíduo por meio dos cálculos do fator de condição total (K) e do fator de condição somático (K'), utilizando as seguintes equações descritas por Vazzoler (1996): $K = PT / CT^b$ e $K' = PC / CT^b$, onde PT representa o peso total, PC é o peso corporal, e b é o coeficiente angular da relação peso/comprimento. Para melhor visualização e interpretação desse parâmetro, os valores foram multiplicados por 1000 (mil).

Por fim, as alterações histopatológicas observadas nas gônadas foram classificadas a partir de um conjunto de lesões, estabelecidas por Bernet *et al.* (1999). Essas alterações foram organizadas em ordem de gravidade, considerando o fator de importância e o grau de extensão da lesão (Tabela 01). As alterações histopatológicas podem ser agrupadas em cinco padrões de reação: distúrbios circulatórios, alterações regressivas, alterações progressivas, inflamação e neoplasias. Além disso, as lesões foram avaliadas segundo dois parâmetros: o fator de importância (w) e o grau de extensão da lesão (a). As lesões foram classificadas em três categorias de importância: (1) Importância patológica mínima, com lesões facilmente reversíveis após a remoção do estressor; (2) Importância patológica moderada, com lesões reversíveis na maioria dos casos se o agente causador for neutralizado; (3) Importância patológica acentuada, com lesões irreversíveis, levando à perda parcial ou total da função do órgão. Cada lesão foi atribuída um valor de 0 a 6, dependendo do grau de extensão da alteração: (0) ausência de alteração; (1-2) lesão leve; (3-4) lesão moderada; (5-6) lesão grave.

Tabela 1: Alterações histopatológicas em gônadas de peixes. Adaptado do protocolo estabelecido por Bernet *et al.* (1999).

Alterações histopatológicas testiculares (túbulos seminíferos e interstício)	Grau de Importância
1. Distúrbios Circulatórios	
Hemorragias	1
Edemas Intercelulares	1
Congestão dos vasos sanguíneos	1
2. Mudanças Regressivas	
Alterações estruturais nos cistos	1
Vacuolizações citoplasmáticas	1
Depósitos intracelulares	1
Alterações nucleares	2
Atrofia	2
Necrose	3
3. Mudanças Progressivas	
Hipertrofia do tecido intersticial	1
Hiperplasia	2
4. Inflamação	
Exsudato	1
Infiltração de leucócitos	2
5. Tumor	
Benigno	2
Maligno	3

O grau do dano foi indicado pelo Índice do Órgão (I_{org}). O índice foi calculado pela fórmula:

$$I_{org} = \sum rp \sum alt (a \times w)$$

onde: rp: padrão de reação, alt: alteração, a: extensão da lesão, w: fator de importância.

Análises Estatísticas

Os dados histopatológicos foram avaliados através do teste de Shapiro-Wilk para testar a normalidade. Para dados normais foi realizada a análise de variância ANOVA seguido do teste Tukey, utilizando o software (Past 4.03). O nível de significância considerado foi de $p < 0,05$.

RESULTADOS

Foram coletados, durante o período de estudo, um total de 683 indivíduos, sendo 483 machos e 200 fêmeas. O comprimento mínimo registrado para machos foi de 175 mm e máximo de 464 mm. Para as fêmeas o comprimento mínimo foi de 192 mm e máximo de 494 mm. Em relação ao peso, o peso mínimo para as fêmeas foi de 67,32g e máximo de 1250,21g e para os machos o mínimo foi de 56,6g e máximo de 1104,46g (Tabela 2).

Tabela 2: Dados biométricos de *Centropomus parallelus* coletados em outubro de 2022 a setembro de 2024, no estuário do rio São Mateus, Conceição da Barra-ES.

Parâmetros	Fêmeas	Machos
Comprimento Mínimo (mm)	192	175
Comprimento máximo (mm)	494	464
Média comprimento total (mm)	346,4 (47,5)	282,5 (39,8)
Peso mínimo (g)	67,32	56,6
Peso máximo (g)	1250,21	1104,47
Média peso total (g)	313,6 (183,7)	320,16 (188,11)

*Valores entre parênteses indicam desvio padrão.

Período reprodutivo:

Foram identificados todos os cinco estádios de maturação sexual para as fêmeas analisadas, enquanto nos indivíduos machos, não foi possível determinar os estádios “imaturo” e “regenerando” (Figura 3 e 4). Para as fêmeas o estágio "imaturo" foi registrado com maior frequência no primeiro semestre do ano II (outubro de 2023- setembro de 2024), especialmente em janeiro, março e junho. O estágio "em desenvolvimento" esteve presente na maioria dos meses, sendo mais frequente no ano I (outubro de 2022- setembro de 2023), nos meses de outubro e dezembro e ao longo do ano II (janeiro, maio, junho e setembro).

O estágio "capaz de desovar" foi o mais recorrente, com destaque para o mês de dezembro (ano I) e janeiro, março e maio (ano II), indicando uma maior atividade reprodutiva nesse período. O estágio "regressão" foi observado em novembro (ano I) e a sua maior ocorrência ocorreu principalmente em agosto, setembro (ano I) e outubro (ano II), enquanto o estágio "regeneração" teve registros pontuais, em dezembro e junho (ano I) e outubro e dezembro (ano II).

Para os machos, os estádios mais frequentes foram “capaz de espermiar” e “regressão”, enquanto os estádios "imaturo" e "regenerando" não foram registrados. O estágio "em desenvolvimento" foi observado com maior ocorrência em outubro e novembro do ano I, além de

abril e agosto do ano II. O estágio "capaz de espermiar" foi o mais recorrente neste estudo, com maior frequência para os meses de junho e setembro do ano I, assim como os meses de janeiro e setembro do ano II, quando todos os indivíduos analisados estavam nessa fase. Já o estágio "regressão" foi mais frequente no final do ano I e em alguns meses do ano II, especialmente em março, maio e junho.

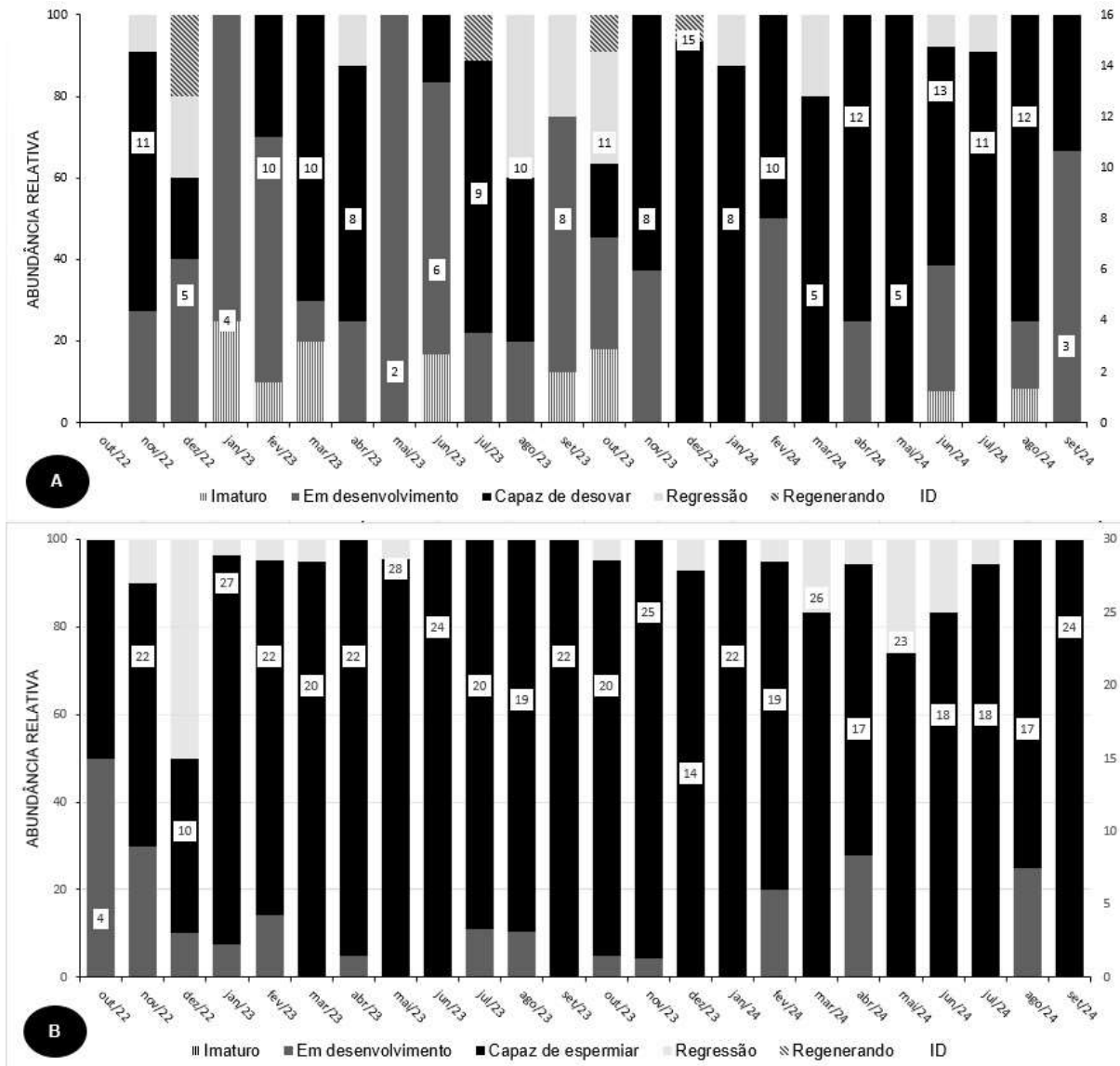


Figura 3: Abundância relativa (%) dos estádios de maturação para fêmeas (A) e machos (B) de *C. parallelus*, amostrados entre outubro de 2022 a setembro de 2024, no estuário do rio São Mateus, em Conceição da Barra.

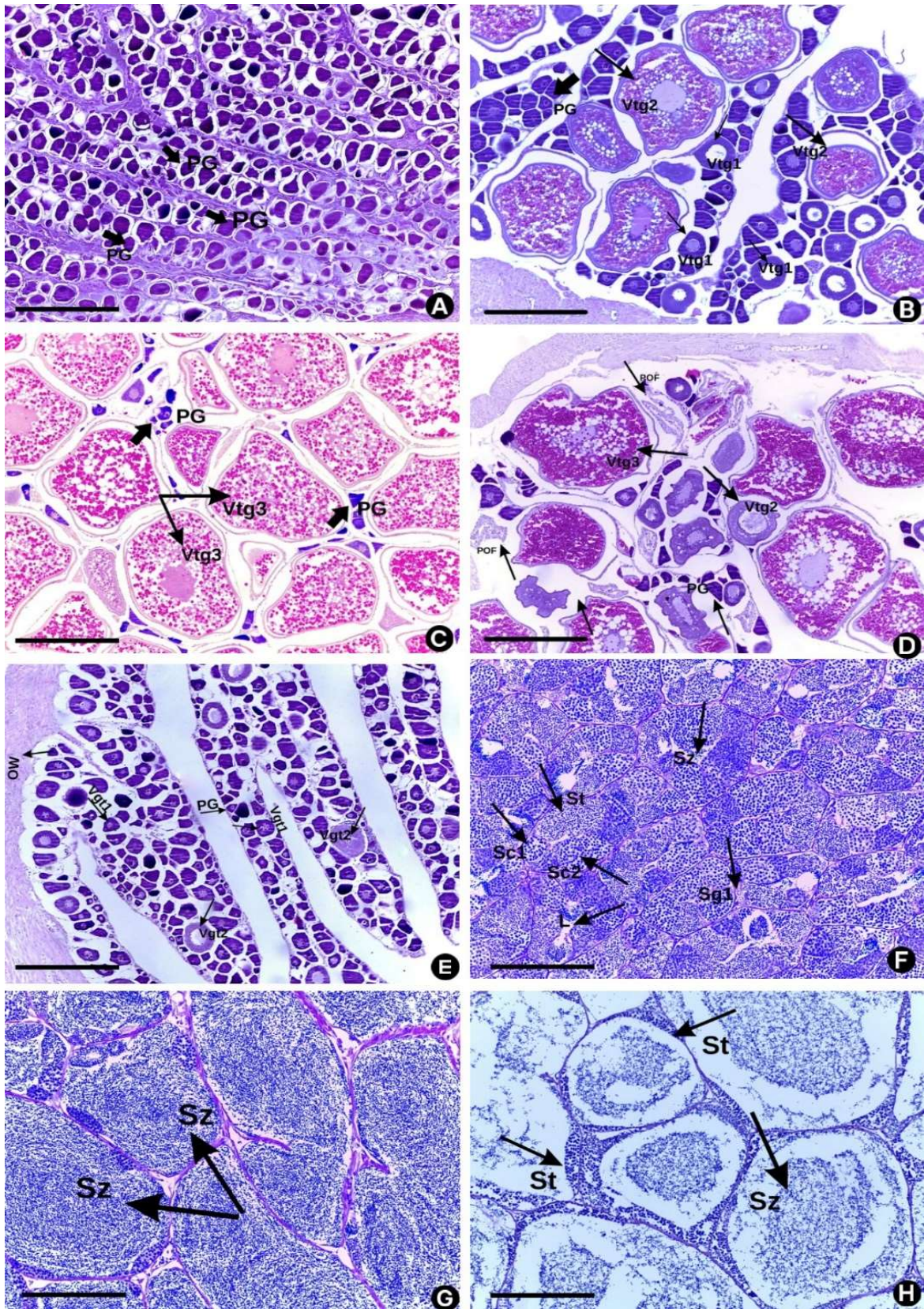


Figura 4: Fotomicrografia dos estádios de maturação sexual das gônadas de *Centropomus parallelus* da região estuarina do rio São Mateus. A-E: Fêmea. F-H: Macho. A- Ovário imaturo (PG= ovócito de crescimento primário); B- Ovário em desenvolvimento (PG= ovócito de crescimento primário; Vtg1=

ovócitos vitelogênicos primários; Vtg2= óvocitos vitelogênicos secundários); C: Ovário capaz de desovar (PG= óvocito de crescimento primário; Vtg3= óvocito vitelogênico terciário); D: Ovário regredindo (Vtg3= óvocito vitelogênico terciário; Vtg2= óvocito vitelogênicos secundários; POF= folículo pós-ovulatório); E: Ovário regressão (PG= ovócito de crescimento primário; Vtg2= óvocitos vitelogênicos secundários; OW= parede ovariana); F: Testículo em desenvolvimento (Sc1= espermátocitos primários; Sc2= espermátocitos secundários; Sg1 espermátogônias primária; Sz= espermatozoides; St= Espermátide; L= lúmen) G: Testículo capaz de espermiar (Sz= espermatozoides; St= espermátide); H: Testículo regredindo (Sz= espermatozoides; Sc1= espermátocitos primários). Coloração: Hematoxilina & Eosina. Barra: A, B, D e E: 200 µm e C, F, G e H = 100 µm.

O IGS médio das fêmeas apresentou três picos reprodutivos, sendo em: novembro, janeiro e agosto (ano I). No ano II, foram observados picos reprodutivos em meses distintos quando comparados ao ano I, sendo em: novembro, janeiro, março e julho (Figura 5). Para os machos, foi observado um pico do IGS médio em março e agosto (ano I), e no ano II, foram identificados os picos reprodutivos em maio/junho e agosto.

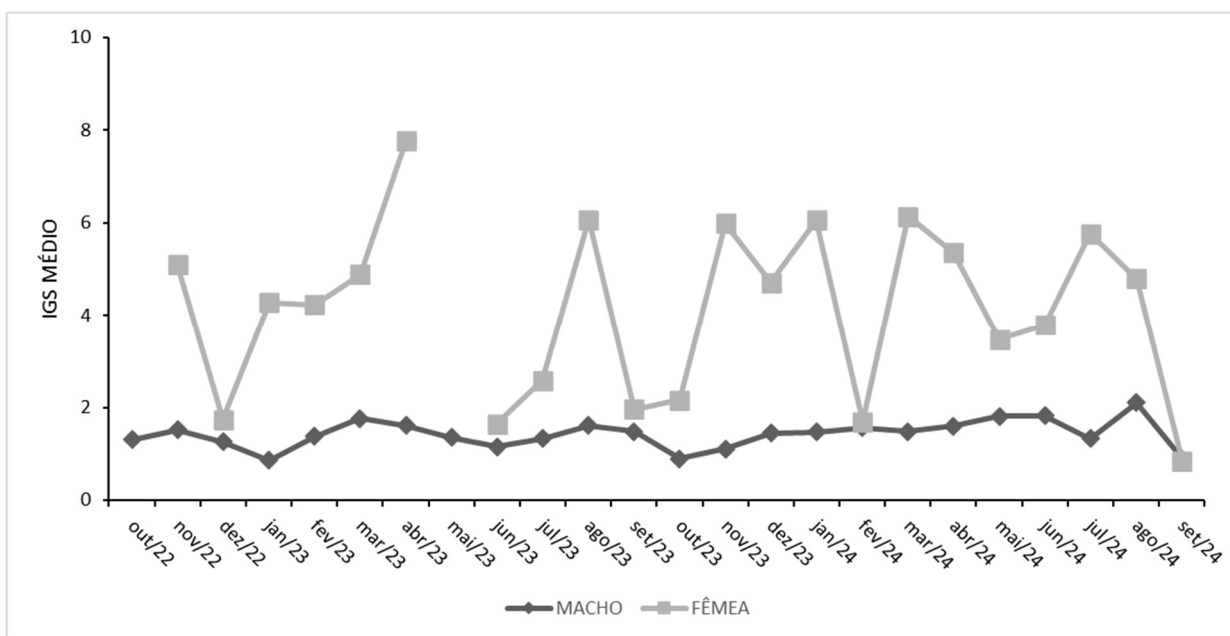


Figura 5: Distribuição mensal dos valores médios de IGS para machos e fêmeas de *C. parallelus* da região estuarina do rio São Mateus, Conceição da Barra, amostrados de outubro de 2022 a setembro de 2024.

Fator de condição:

Por fim, os valores médios mensais do fator de condição total (FCT) e somático (FCS), para ambos os sexos (Figura 6), não apresentaram variações ou picos evidentes ao longo do período analisado.

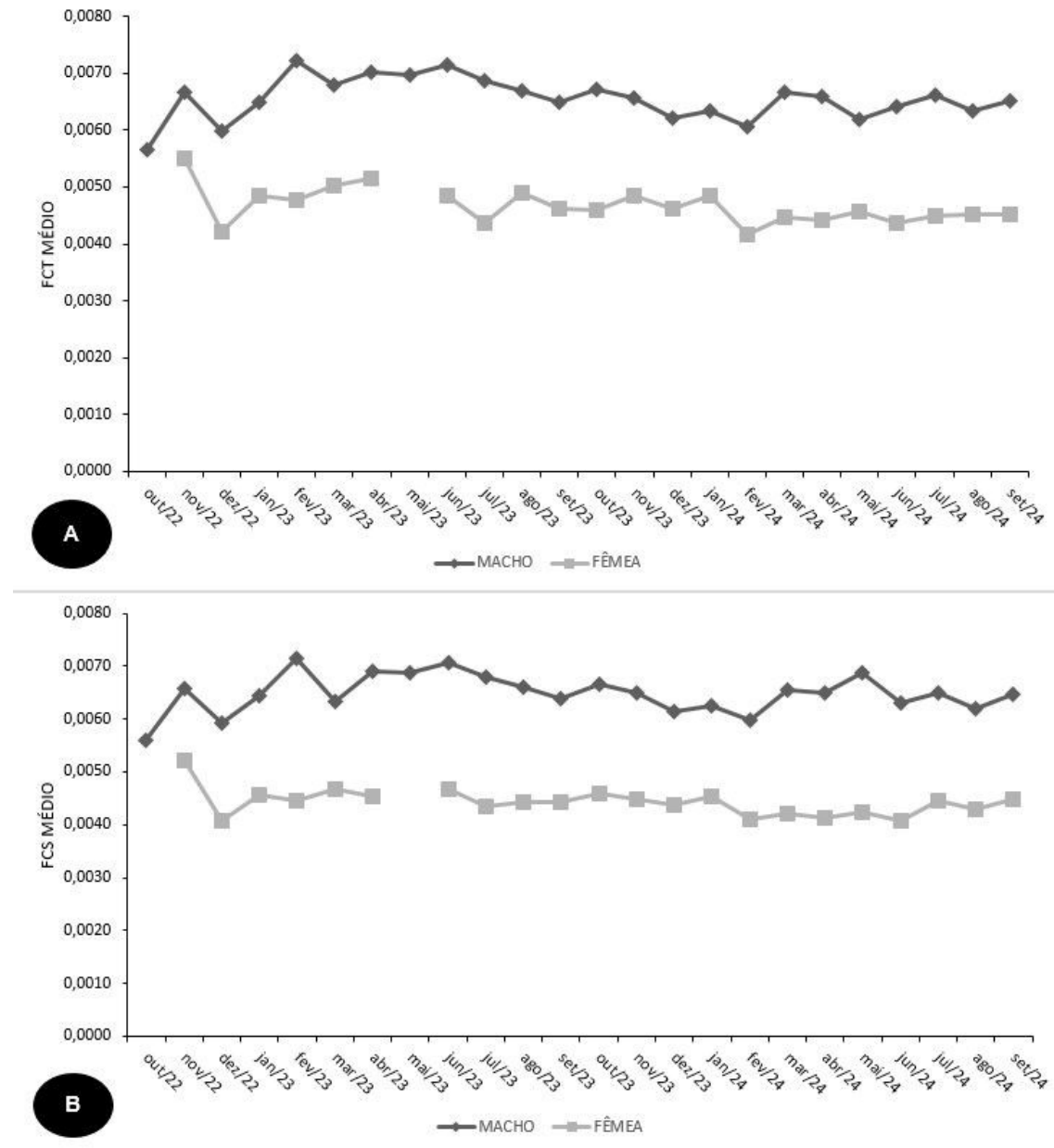


Figura 6: Distribuição mensal dos valores individuais de fator de condição total (A) e somático (B) para machos e fêmeas de *C. parallehus* da região estuarina do rio São Mateus, Conceição da Barra-ES- outubro de 2022 a setembro de 2024.

Análise histopatológica:

Os índices de lesão gonadal dos machos e das fêmeas não apresentaram diferenças estatísticas significativas ($p > 0,05$) entre os anos de estudos. O índice de lesão de machos e fêmeas apresentaram diferenças significativas ($p < 0,05$) nos exemplares coletados em 2023, sendo observados maiores índices para machos. Não foram observadas diferenças significativas ($p > 0,05$) para os exemplares coletados em 2024.

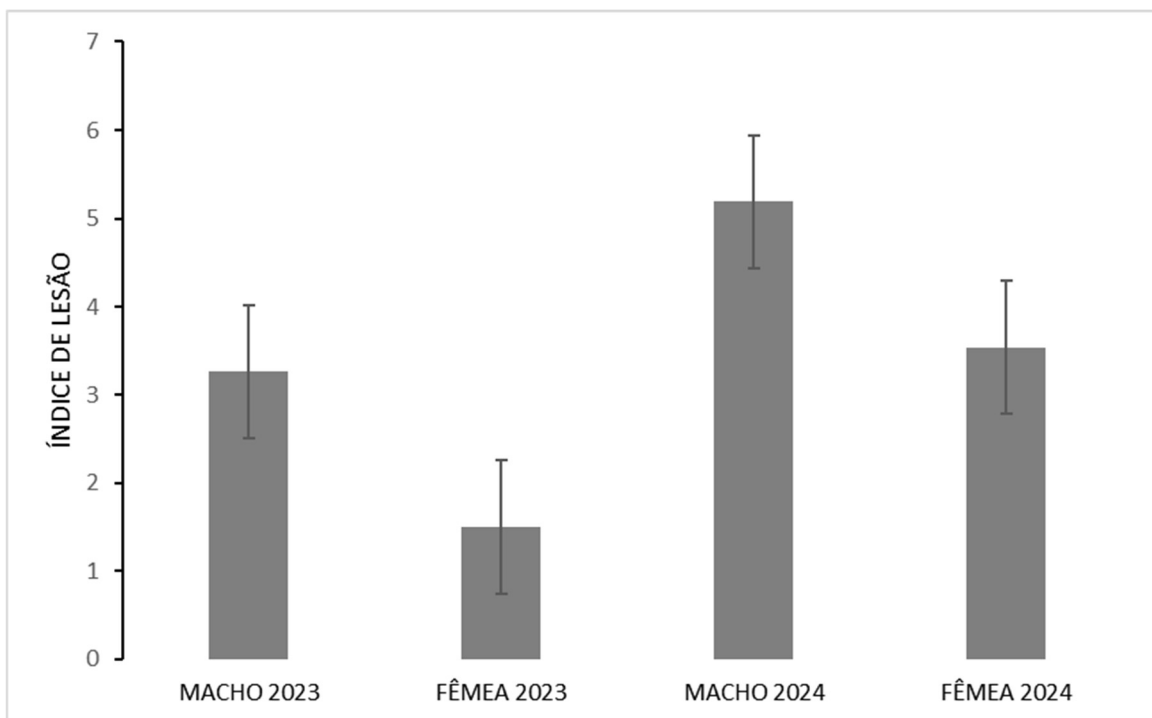


Figura 7: Índices de lesão gonadal de peixes coletados em 2023 e 2024. Os valores das barras indicam a média.

Os danos histopatológicos (Figura 8), observados neste estudo, foram semelhantes entre os períodos avaliados em ambos os sexos. Nas fêmeas, as lesões observadas foram: deslocamento de membrana, congestão de vasos sanguíneos e atresia (Tabela 3).

Tabela 3: Frequência (%) das alterações morfológicas nas gônadas de fêmeas, na região estuarina do rio São Mateus, em 2023 e 2024.

Lesões gonadais fêmeas (%)	2023	2024
Deslocamento da membrana basal	33,0	36,0
Congestão dos vasos sanguíneos	33,0	33,0
Atresia	17,0	27,0

Nos machos, as lesões mais frequentes em ambos os períodos (Tabela 4 e Figura 8) foram hipertrofia, alterações estruturais nos cistos e congestão.

Tabela 4: Frequência (%) das alterações morfológicas nas gônadas de machos, na região estuarina do rio São Mateus, em 2023 e 2024.

Lesões machos (%)	2023	2024
Hipertrofia	58,0	69,0
Alterações estruturais nos cistos	37,0	50,0
Congestão	0,0	38,0
Vacuolizações citoplasmáticas	6,0	10,5
Hiperplasia	0,0	13,0
Atrofia	10,0	19,0
Infiltrado de leucócitos	10,0	0,0

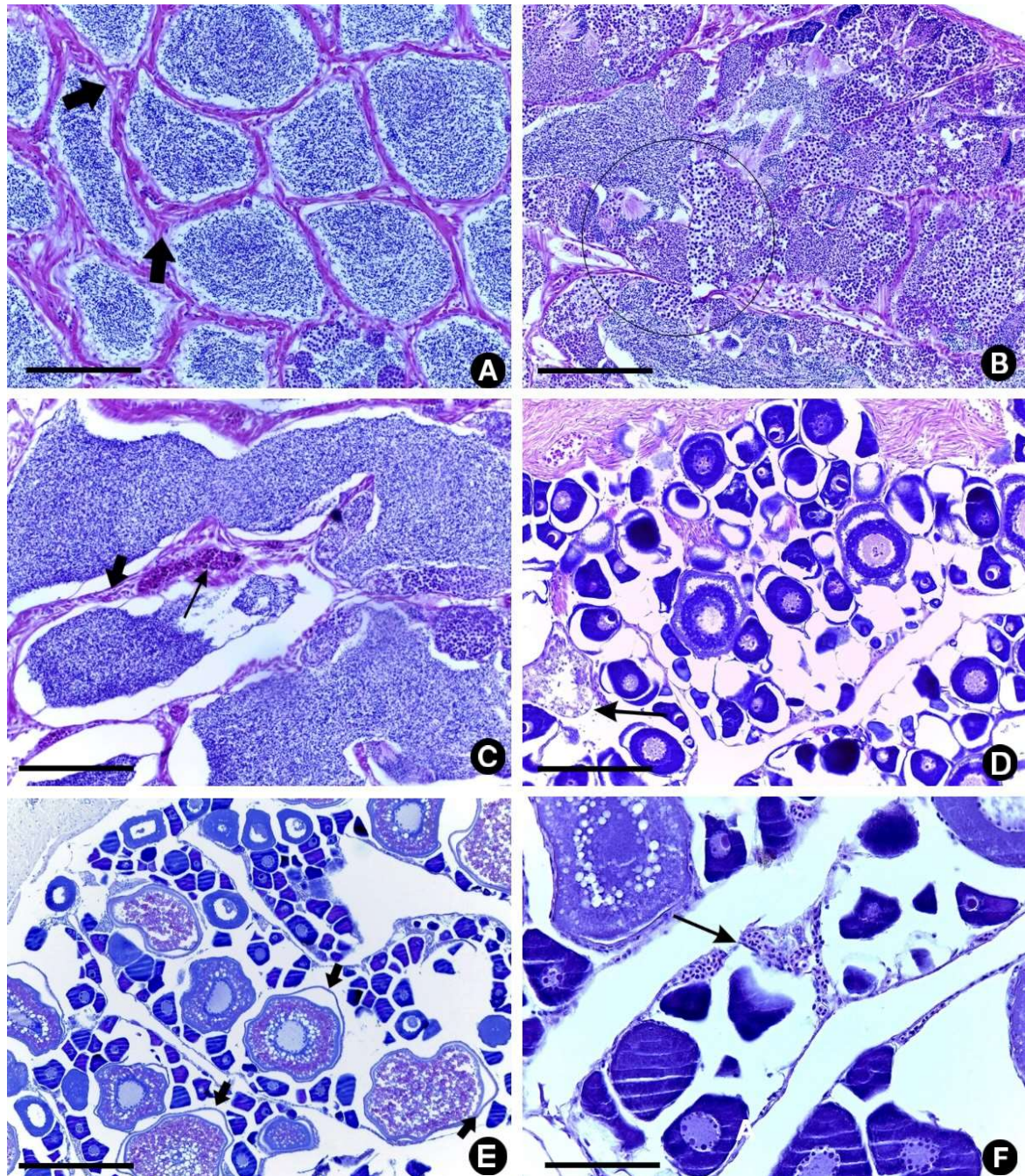


Figura 8: Histopatologia de gônadas de peixes da região estuarina do rio São Mateus. A-C Machos. D-F: fêmeas. A: hipertrofia do tecido intersticial (setas grossas); B: alterações estruturais nos cistos (círculo); C: hipertrofia do tecido intersticial (seta grossa) e congestão de vasos sanguínea (seta fina); D: atresia- (seta fina); E: deslocamento da membrana basal (setas grossas); F: congestão de vasos sanguíneos. Coloração: Hematoxilina & Eosina. Barra: A, B, D e E: 200 μ m e C= 100 μ m e H= 50 μ m.

DISCUSSÃO

Segundo Jakobsen *et al.* (2009), estudos reprodutivos fornecem subsídios importantes para a implementação de medidas eficazes de gestão e manejo do recurso pesqueiro.

A análise dos estádios de maturação gonadal em peixes reflete diferentes aspectos do ciclo reprodutivo e suas adaptações às condições ambientais, especialmente em ambientes estuarinos. Os resultados, observados neste estudo, indicam que *Centropomus parallelus* apresenta maior frequência nos estádios reprodutivos, destacando-se os estádios de “em desenvolvimento”, “capaz de desovar/espermiar” e “regressão”. Achados semelhantes foram relatados por Costa e Silva *et al.* (2021) ao avaliar a espécie *C. parallelus* no ecossistema costeiro do Complexo Estuarino de Paranaguá e no litoral norte de Santa Catarina.

Os picos reprodutivos, evidenciados pelo Índice Gonadosomático (IGS) ocorreram em janeiro, março/abril, junho/agosto e novembro para ambos os sexos. Em outros estudos para *C. parallelus*, como o de Rodrigues (2005), realizado na foz do Rio Doce, em Linhares, Espírito Santo, foi identificado o pico reprodutivo nos meses de maio e junho. Chávez e Nogueira (2019) observaram picos de IGS em outubro e março para machos e em novembro, dezembro e janeiro para fêmeas, enquanto Assis *et al.* (2019) registraram picos de IGS entre junho e agosto.

A partir dos parâmetros reprodutivos analisados neste estudo, como os estádios de maturação gonadal e o Índice Gonadosomático (IGS), foi possível identificar que a espécie *C. parallelus* apresenta atividade reprodutiva ativa, com espécimes em estádios reprodutivos ("em desenvolvimento" e "capaz de desovar") ao longo de quase todo o período de estudo. Esse resultado é semelhante ao encontrado por Assis *et al.* (2019), que também identificou espécimes reprodutivos em todos os bimestres analisados em seu estudo. Ainda segundo os autores, a presença de indivíduos reprodutivos ao longo de todo o ano pode estar associada ao fato de o ambiente estuarino oferecer recursos em abundância, o que reduz a necessidade de um período reprodutivo específico. Para a espécie *Centropomus undecimalis*, pertencente ao gênero Centropomidae, também foi constatada essa característica (TAYLOR *et al.*, 1998; CABALLERO-CHÁVEZ, 2011). No estudo, a partir da análise histológica foi possível observar a cocorrência de ovócitos em diferentes fases de desenvolvimento ovocitário, o que confirma o desenvolvimento síncrono do gênero (MALDONADO-GARCÍA *et al.*, 2005; ASSIS *et al.*, 2019; CHAVES & NOGUEIRA, 2019; COSTA e SILVA *et al.*, 2021). Todos esses aspectos são indicativos de estratégia reprodutiva do tipo “desova parcelada”, que foi adotada pela espécie em estudo, sendo caracterizada pela realização de múltiplas desovas ao

longo do ano (VAZZOLER, 1996).

Em relação às variáveis ambientais, Wootton (1990) indicou a temperatura como um fator importante, pois modula a dinâmica do ciclo gonadal e influencia a secreção de hormônios gonadotrópicos. De acordo com os resultados obtidos no estudo de Bendhack et al. (2013) para o robalo-peva, temperaturas mais elevadas estão associadas a processo reprodutivo. No experimento realizado pelo autor, os robalos foram cultivados em tanques-rede submetidos a diferentes faixas de temperatura, sendo observado o melhor desempenho reprodutivo, em termos de crescimento e desenvolvimento, nas temperaturas de 26°C e 29°C.

Nesse contexto, dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) apontam aumento significativo na temperatura média anual no Brasil. Em 2023, a média foi de 24,92°C, representando um acréscimo de 0,69°C em relação à média histórica de 1991-2020, que é de 24,23°C. Em 2024, essa média aumentou ainda mais, alcançando 25,02°C, 0,79°C acima da mesma média histórica. Entretanto, esse aumento nas médias anuais e, conseqüentemente, nas temperaturas, já era esperado, visto que os anos de 2023 e 2024 estiveram sob a influência do fenômeno El Niño, conhecido por elevar as temperaturas globais e regionais. Assim, considerando os estudos anteriormente citados, que destacaram a importância e a influência da temperatura no processo reprodutivo, o aumento exponencial das temperaturas registrado em 2023 e 2024 pode ter influenciado diretamente o ciclo reprodutivo da espécie. Durante esses dois anos, marcados por médias térmicas acima do histórico, foi registrada uma intensa atividade reprodutiva da espécie nesse estudo, o que pode indicar uma possível correlação entre as condições térmicas elevadas e a frequência de estádios reprodutivos, especialmente o estágio “capaz de desovar/espermiar”, a partir de 2023 no período estudado.

Segundo Nascimento *et al.* (2022), é comum que, durante o período reprodutivo, os valores do fator de condição diminuam, pois a energia é direcionada para a reprodução. Essa relação foi observada em estudos sobre *C. parallelus* (PINTO *et al.*, 2018; CHAVES & NOGUEIRA, 2019). No entanto, no presente estudo, os índices do fator de condição permaneceram relativamente estáveis, sem variações expressivas. Dessa forma, não foi possível estabelecer uma correlação entre esse indicador e o período reprodutivo.

Estudos realizados por Masese *et al.* (2013) e Nascimento *et al.* (2020) ressaltam a importância do biomonitoramento das águas naturais para prevenir a degradação dos ecossistemas aquáticos e assegurar a conservação da ictiofauna. Segundo Araújo & Freire (2007), o estuário é um ambiente de alta fragilidade e vulnerabilidade devido às pressões

antrópicas, o que pode ocasionar desequilíbrios em sua dinâmica natural. Nesse contexto, considerando que os peixes são indicadores biológicos amplamente utilizados na avaliação das condições ambientais, respondendo à exposição a contaminantes aquáticos por meio de biomarcadores (VAN DER OOST *et al.*, 2003), este estudo avaliou os danos histopatológicos encontrados nas gônadas de peixes, com o objetivo de monitorar a saúde reprodutiva dos indivíduos e, conseqüentemente, a saúde do ecossistema estuarino onde as amostras foram coletadas.

Nesta perspectiva, os resultados obtidos no presente estudo referente à análise histopatológica corroboram com os dados descritos por Blazer (2002), em um estudo sobre a histopatologia do tecido gonadal de peixes selvagens, onde foi identificado lesões como hipertrofia, atresia e hiperplasia nas gônadas. De forma semelhante, Torres-Martínez *et al.* (2017), ao investigar os efeitos da poluição ambiental peixes na lagoa urbana da Pólvora, localizada na Bacia de Grijalva, no México, observaram alterações testiculares, incluindo hipertrofia, atresia e deslocamento da membrana. Em um estudo de histopatologia realizado por Getnet *et al.* (2024) com tilápias do Nilo no Golfo Sul do Lago Tana, na Etiópia, foram analisados os efeitos de poluentes aquáticos nesses peixes, onde identificou diversas lesões, incluindo hemorragias, necrose, redução na quantidade de espermatozoides e hiperplasia. Prudencio *et al.* (2023) identificaram lesões em peixes expostos a múltiplos poluentes, incluindo vacuolização, hipertrofia, desorganização do cisto, hiperplasia e deslocamento de membrana.

O distúrbio circulatório é caracterizado pela congestão de vasos sanguíneos, lesão identificada neste estudo, para ambos os sexos, que consiste no acúmulo anormal de sangue em uma determinada área. Os distúrbios circulatórios podem ser desencadeados por diversos fatores, incluindo alterações ambientais, uma vez que o equilíbrio do meio ambiente é fundamental para a manutenção da homeostase (MORAES & MARTINS, 2004).

Outra lesão regressiva que se destaca, são as alterações estruturais nos cistos, pois estes participam diretamente da espermatogênese. Durante esse processo, as espermatogônias passam por um processo de maturação e se transformam em espermatozoides por meio da espermatogênese. A produção dos espermatozoides (células gaméticas masculinas) ocorre no interior dos cistos. O processo pode ser resumido da seguinte forma: as espermatogônias proliferam-se por mitose e, em seguida, entram em meiose, dando origem aos espermatócitos primários (espermatócitos I). Estes passam pela primeira divisão meiótica, formando os

espermatócitos secundários (espermatócitos II). Após a segunda divisão meiótica, são geradas as espermatídes, que sofrem um processo de diferenciação celular no interior dos cistos. No final da espermiogênese (fase final da espermatogênese), os cistos se abrem e os espermatozoides maduros são liberados no lúmen dos túbulos seminíferos (ROSS *et al.*, 1993; GRIER *et al.*, 2009; NÓBREGA *et al.*, 2009; SCHULTZ *et al.*, 2010). Nesse sentido, as alterações nos cistos, podem levar a uma infertilidade, uma vez que estão diretamente relacionados à produção de espermatozoides nos indivíduos machos de peixes.

Alterações estruturais regressivas, como o deslocamento ou descolamento da membrana basal em ovócitos, foram observadas nesse estudo. A membrana basal é uma camada que compõem o compartimento tubular/germinativo, formando uma túnica que reveste estruturas como os túbulos germinativos (SOUTO *et al.*, 2017). Assim, como as alterações nos cistos podem levar a alterações na espermatogênese, alterações na membrana pode levar a alterações na ovogênese, processo reprodutivo das fêmeas, em que células germinativas primordiais, dão origem aos gametas e posteriormente se origina o ovócito (SOUTO *et al.*, 2017) que irá passar por fases pré-vitelogênica e vitelogênica, até finalizar a maturação, resultando na ovulação (SELMAN-WALLACE, 1989; TYLER & SUMPTER, 1996; PATIÑO & SULLIVAN, 2002).

A atresia, lesão observada nas gônadas das fêmeas (lesão regressiva), é um processo degenerativo e reabsortivo, caracterizado como um evento fisiológico normal que ocorre com maior frequência em óvulos vitelogênicos (Blazer, 2002). Entretanto, o aumento na taxa de atresia pode ser um indicativo de que os indivíduos estão sendo afetados por fatores externos, como a exposição a contaminantes ambientais (MLAMBO *et al.*, 2009).

Alterações histopatológicas como a hiperplasia (aumento do número de células) e a hipertrofia (aumento do tamanho de células) podem impactar negativamente a reprodução, pois estão associadas à exposição a contaminantes ambientais (GETNET *et al.*, 2024). A hipertrofia do tecido intersticial observada em machos envolve, principalmente, às células intersticiais de Leydig. Nos teleósteos essas células são responsáveis pela secreção de hormônios esteroides (KOTAS *et al.*, 2010) como a 11-cetotestosterona (11-KT), que regula diferentes fases da espermatogênese (SCHULZ *et al.*, 2010;2012). Assim, alterações nessas células, como observadas neste estudo, podem impactar diretamente o equilíbrio hormonal e a espermatogênese.

Silva *et al.* (2005) e Vale & Ross (2011) ao estudarem o estuário do rio São Mateus, identificaram diversos impactos antrópicos, como a fragmentação da vegetação de mangue,

despejo de efluentes, pesca predatória e ocupação irregular, mesmo em áreas de proteção ambiental (APA). Além disso, o rompimento da barragem de Fundão, em novembro de 2015, liberou rejeitos que percorreram 550 km do Rio Doce, atingindo Minas Gerais e Espírito Santo (ANDRADE *et al.*, 2018), especialmente na zona costeira capixaba (ESPINDOLA *et al.*, 2019), causando severas alterações hidrológicas e contaminação ambiental (NEVES *et al.*, 2018; MAGRIS *et al.*, 2019). Em 2024, a justiça reconheceu os impactos do Rio Doce no litoral capixaba, entre Conceição da Barra e a Serra (MPES, 2024). Diante disso, é possível que esses fatores estejam relacionados às lesões observadas neste estudo, uma vez que estão associados a contaminantes e estressores ambientais que impactam a saúde do ecossistema.

FAO (1997) destaca o manejo pesqueiro como um processo dinâmico, que envolve desde a coleta e análise de informações até a implementação de normas para garantir a sustentabilidade dos recursos pesqueiros. Nesse contexto, o período de defeso representa uma medida de manejo que restringe a pesca em épocas de reprodução, para garantir a sustentabilidade do recurso pesqueiro (VASQUES e COUTO, 2011). Um dos objetivos deste estudo foi relacionar os resultados dos parâmetros reprodutivos com o período de defeso estabelecido de 01 de maio a 31 de junho, no Espírito Santo (IBAMA, 2009). Como destacado nesse estudo e em outros estudos citados para *C. parallelus*, essa espécie possui um longo período reprodutivo e picos reprodutivos variáveis (Tabela 4). Os picos reprodutivos identificados pelo IGS (Fig. 5 e 6) observados neste estudo, possuem variações anuais. Embora seja possível observar picos reprodutivos no período de defeso estabelecido, como indicado no ano II nos meses de maio e junho, é possível observar outros picos reprodutivos em época distinta da estabelecida para o período de defeso, como evidenciado para fêmeas, onde houve picos em abril e agosto (ano I), e novembro (ano II) e para machos em março e agosto (ano I). Dessa forma, com os resultados obtidos neste estudo foi possível identificar que o período de defeso vigente para *C. parallelus* não está adequado para a região do estuarina do rio São Mateus.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAMS, S. Marshall *et al.* Biological indicators of stress in fish. 1990.

ALVAREZ-LAJONCHÈRE, Luis; TSUZUKI, Mônica Y. A review of methods for *Centropomus* spp.(snooks) aquaculture and recommendations for the establishment of their culture in Latin America. **Aquaculture Research**, v. 39, n. 7, p. 684-700, 2008.

ANDRADE, G.F.; PANIZ, F.P.; MARTINS, A.C.; ROCHA, B.A.; LOBATO, A.K. DA S.; RODRIGUES, J.L.; CARDOSO-GUSTAVSON, P.; MASUDA, H.P.; & BATISTA, B.L. Agricultural use of Samarco's spilled mud assessed by rice cultivation: a promising residue use? **Chemosphere**, v. 193, p. 892–902, 2018.

ARAÚJO, Andréa Soares *et al.* Características morfométricas-merísticas e aspectos reprodutivos da sardinha de água doce, *Triportheus angulatus* (Osteichthyes: Characiformes) do rio Acauã do bioma Caatinga. **Biota Amazônia**, v. 2, n. 1, p. 59-73, 2012.

ASSIS, Daniel Alvares Silveira de *et al.* Reproductive biology of the protandric hermaphrodite fat snook *Centropomus parallelus* Poey 1860 in a tropical estuary, northeastern Brazil. **Studies on Neotropical Fauna and Environment**, v. 54, n. 3, p. 225-235, 2019.

BALDISSEROTTO, Bernardo. **Espécies nativas para piscicultura no Brasil**. Santa Maria: UFSM, 2005.

BARLETTA, M.; BLABER, S. J. M.; CRAIG, J. F. Fish and aquatic habitat conservation in South America. **Journal of Fish Biology**, v. 89, n. 1, p. 1-3, 2016.

BARROS, Nirlei Hirachy Costa *et al.* Estudos sobre as táticas e as estratégias reprodutivas de sete espécies de peixes de água doce do Rio Grande de Norte, Brasil. **Holos**, v. 3, p. 84-103, 2016.

BENDHACK, Fabiano *et al.* Fat snook performance at different rearing temperatures. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, p. 1128-1131, 2013.

BENINCÁ, C. **Biomonitoramento das lagoas estuarinas do Camacho–Jaguaruna (SC) e Santa Marta-Laguna (SC), utilizando *Geophagus brasiliensis* (Cichlidae)**. 2006. Tese de

Doutorado. Dissertação) Mestrado em Genética. Universidade Federal do Paraná.

BERNET, D.; SCHMIDT, H.; MEIER, W.; BURKHARDT-HOLM, P.; WAHLI, T. Histopathology in fish: proposal for a protocol to assess aquatic pollution. **Journal of Fish Diseases**, v. 22, n. 1, p. 25-34, 1999.

BLAZER, Vicki S. Histopathological assessment of gonadal tissue in wild fishes. **Fish Physiology and Biochemistry**, v. 26, p. 85-101, 2002.

BROWN-PETERSON, Nancy J. *et al.* A standardized terminology for describing reproductive development in fishes. **Marine and Coastal Fisheries**, v. 3, n. 1, p. 52-70, 2011.

CABALLERO CHÁVEZ, Vequi. Reproducción y fecundidad del robalo blanco (*Centropomus undecimalis*) en el suroeste de Campeche. **Ciencia Pesquera**, v. 19, p. 35-46, 2011.

CAVALCANTE, Lúcia de Fátima de Moura; DE OLIVEIRA, Mônica Rocha; CHELLAPPA, Sathyabama. Aspectos reprodutivos do ariacó, *Lutjanus synagris* nas águas costeiras do Rio Grande do Norte. **Biota Amazônia**, v. 2, n. 1, p. 45-50, 2012.

CHÁVEZ, H. Contribución al conocimiento de la biología de los robalos chucumite y constantino (*Centropomus* spp.) del estado de Veracruz (Pisces: Centropomidae). **Cienc Mex**, v. 22, n. 5, p. 141-161, 1963.

CHELLAPPA, Sathyabama *et al.* Reproductive characteristics and strategies of freshwater fish species from the semiarid region of Brazil. **Animal Biology Journal**, v. 4, n. 2, p. 85, 2013.

COSTA E SILVA, Gisleine Hoffmann; FREITAS, Matheus Oliveira; ABILHOA, Vinícius. Reproductive biology of the fat snook *Centropomus parallelus* Poey, 1860 (Teleostei, Centropomidae) and implications for its management in the southern Atlantic Ocean. **Journal of Fish Biology**, v. 99, n. 2, p. 669-672, 2021.

DA CUNHA CHAVES, Paulo de Tarso; NOGUEIRA, Amanda Bortolan. Biología reprodutiva do robalo-peva, *Centropomus parallelus* (Teleostei), na Baía de Guaratuba (Brasil). **Acta Biológica Paranaense**, v. 47, 2018.

DANTAS, D. V.; BARLETTA, M. Habitat use by *centropomus undecimalis* in a rocky area of

estuarine beach in north-east brazil. **Journal of fish biology**, v. 89, n. 1, p. 793-803, 2016.

DAROS, F. A.; SPACH, H. L.; CORREIA, A. T. Habitat residency and movement patterns of *Centropomus parallelus* juveniles in a subtropical estuarine complex. **Journal of fish biology**, v. 88, n. 5, p. 1796-1810, 2016.

DE MORAES VAZZOLER, Anna Emilia Amato. **Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática**. Eduem, 1997.

DO NASCIMENTO, Geana Batalha *et al.* Parâmetros hematológicos do matrinxã *Brycon amazonicus* (Characidae: Bryconinae) criados em cativeiro na região Amazônica. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 1, p. 3303-3315, 2020.

ESPINDOLA, Haruf Salmen; NODARI, Eunice Sueli; SANTOS, Mauro Augusto dos. Rio Doce: riscos e incertezas a partir do desastre de Mariana (MG). **Revista Brasileira de História**, v. 39, n. 81, p. 141-162, 2019.

FAO. 1997 El estado mundial de la pesca y la acuicultura. Rome: FAO. 126p.

FAO (1997) destaca o manejo pesqueiro como um processo dinâmico, que envolve desde a coleta e análise de informações até a implementação de normas para garantir a sustentabilidade dos recursos pesqueiros.

FERNANDES, Margareth Maria Sales. **Comunidades de pescadores artesanais de Meleiras e Barreiras, Conceição da Barra-ES: Inserção dos territórios tradicionais na dinâmica econômica capixaba**. 2007. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

FERNANDES, Margareth Maria Sales. Ocupação e organização do espaço em um trecho do quaternário costeiro no estuário do Rio São Mateus: estudo de caso de Meleira e Barreiras Conceição da Barra-ES. **Monografia (Bacharelado em Geografia)–Departamento de Geografia, UFES, Vitória**, 2002.

FIGUEIREDO, JL de; MENEZES, Naércio A. Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil. 1977.

FIGUEIREDO, JL de; MENEZES, Naércio A. Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil. 1977.

FRANÇA, L. R.; & CHIARINI-GARCIA, H. Célula de Sertoli. In: CARVALHO, H. F.; COLARES-BUZATO, C. B. **Células: Uma abordagem multidisciplinar**. Manole: São Paulo, 450p, 2005.

FRANÇA, L. R.; & CHIARINI-GARCIA, H. Célula de Sertoli. In: CARVALHO, H. F.; COLARES-BUZATO, C. B. **Células: Uma abordagem multidisciplinar**. Manole: São Paulo, 450p, 2005.

GERNHÖFER, Maïke *et al.* Ultrastructural biomarkers as tools to characterize the health status of fish in contaminated streams. **Journal of Aquatic Ecosystem Stress and Recovery**, v. 8, p. 241-260, 2001.

GETNET, Mengesha Ayehu *et al.* Histopathology based study of Nile tilapia fish (*Oreochromis niloticus*) as a biomarker for water pollution evaluation in the southern gulf of Lake Tana, Ethiopia. **BMC Veterinary Research**, v. 20, n. 1, p. 409, 2024.

GIL, Miriam Janet *et al.* Contaminantes emergentes en aguas, efectos y posibles tratamientos. **Producción+ limpia**, v. 7, n. 2, p. 52-73, 2012.

GRIER, Harry J.; ARANZABAL, Mari Carmen Uribe. The testis and spermatogenesis in teleosts. In: **Reproductive biology and phylogeny of fishes (agnathans and bony fishes)**. CRC Press, 2009. p. 119-142.

GUPTA, R. C. Chapter 1: Introduction. In: GUPTA, R. C. (Ed.). **Biomarkers in Toxicology**. Kentucky, USA, Elsevier, 2014.

HILDREW, Alan G.; RAFFAELLI, David G.; EDMONDS-BROWN, Ronni (Ed.). **Body size: the structure and function of aquatic ecosystems**. Cambridge University Press, 2007.

HOSTIM-SILVA, M. ; LIMA, A. C. ; Souza, Junio Damasceno ; Sciarretta, T. S. ; SILVA, J. V. ; BOT NETO, R.L ; CARVALHO, B.M ; SPACH, Henry . AS ASSEMBLEIAS DE PEIXES DOS ESTUÁRIOS DE CONCEIÇÃO DA BARRA E BARRA NOVA, ESPÍRITO SANTO. **Tropical Oceanography (Online)**. v. 41, p. 133-153, 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS (IBAMA). Instrução Normativa n.º 10, de 27 de abril de 2009. Disponível em:

<https://www.ibama.gov.br/component/legislacao/?view=legislacao&legislacao=114903>.

Acesso em: 20 jan. 2025.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA DO BRASIL – INMET. Normais Climatológicas (1961/1990). Brasília - DF, 1992. Disponível em: <<https://portal.inmet.gov.br/noticias/2024-%C3%A9-o-ano-mais-quente-da-s%C3%A9rie-hist%C3%B3rica-no-brasil>>. Acesso em: 07.jan.2025.

Jakobsen T, Fogarty MJ, Megrey BA, Moksness E. 2009. Biologia reprodutiva de peixes: implicações para avaliação e gestão. Chichester (WS): Publicações científicas Wiley-Blackwell.

KELLY, Selman *et al.* Cellular aspects of oocyte growth in teleosts. **Zoological science**, v. 6, n. 2, p. 211-231, 1989.

KING, M. 1995. Fisheries biology: assessment and managment. **Fishing News Books**. 341 p.

KOTAS, J. E.; TAMES, D.; MOREIRA, A. L. M. **Espermatogênese e maturação sexual nos machos do tubarão-azul, *Prionace glauca* Linnaeus (Elasmobranchii: Carcharhinidae), nas regiões Sudeste e Sul do Brasil**. Arquivos de Ciências do Mar. Fortaleza, v. 43, n. 1, p. 38-51, 2010.

LARA, Daniel Cortez; GONZÁLEZ, Rodrigo Cuervo; MEZA, Eduardo Alfredo Zarza. Induced Spawning of the Fat Snook, *Centropomus parallelus* Poey, 1860 (Perciformes: Centropomidae), via the Application of the Gonadotropin-Releasing Hormone (GnRH).

LE CREN, Eric D. The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in the perch (*Perca fluviatilis*). **The Journal of Animal Ecology**, p. 201-219, 1951.

LIRA, Luiz *et al.* Diagnóstico socioeconômico da pesca artesanal do litoral de Pernambuco. **Recife: Instituto Oceanário de Pernambuco e Departamento de Pesca e Aquicultura da UFRPE**, 2010.

MAGRIS, Rafael A. *et al.* A modelling approach to assess the impact of land mining on marine biodiversity: Assessment in coastal catchments experiencing catastrophic events (SW Brazil). **Science of the Total Environment**, v. 659, p. 828-840, 2019. MASESE, Frank O.;

OMUKOTO, Johnstone O.; NYAKEYA, Kobingi. Biomonitoring as a prerequisite for sustainable water resources: a review of current status, opportunities and challenges to scaling up in East Africa. **Ecohydrology & Hydrobiology**, v. 13, n. 3, p. 173-191, 2013.

MINISTÉRIO PÚBLICO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO. 2024. Disponível em: <<https://mpes.mp.br/noticias/2024/04/24/justica-reconhece-impactos-do-desastre-do-rio-doce-no-litoral-capixaba-entre-conceicao-da-barra-e-serra/>>. Acesso em: 19 fev. 2025.

BOLZAN, Michelle Sequine et al. The influence of selected environmental parameters and habitat mosaics on fish assemblages in a South American estuary. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, v. 99, n. 1, p. 249-257, 2019.

MLAMBO, Sibonani S. *et al.* Histopathological changes in the reproductive system (ovaries and testes) of *Oreochromis mossambicus* following exposure to DDT. **Environmental Toxicology and Pharmacology**, v. 28, n. 1, p. 133-139, 2009.

MONTEIRO, Claudia Dias; BICUDO, Sony Dimas; TOMA, Hugo Shisei. **O papel das células de Sertoli na espermatogênese**. 2010.

MORAES, F. R.; MARTINS, M. L. Condições predisponentes e principais enfermidades de teleósteos em piscicultura intensiva. **Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva**. São Paulo: TecArt, p. 343-383, 2004.

MOTTA, F. S.; MENDONÇA, J. T.; MORO, P. S. Collaborative assessment of recreational fishing in a subtropical estuarine system: a case study with fishing guides from south-eastern Brazil. **Fisheries Management and Ecology**, v. 23, n. 3-4, p. 291-302, 2016.

MULLER GOMIERO, Leandro; DE SOUZA BRAGA, Francisco Manoel. Relação peso-comprimento e fator de condição para *Cichla cf. ocellaris* e *Cichla monoculus* (Perciformes, Cichlidae) no reservatório de Volta Grande, rio Grande-MG/SP. **Acta Scientiarum: Biological Sciences**, p. 79-86, 2003.

NASCIMENTO, Isa Rosete Mendes Araujo *et al.* Quantitative indicators of the reproductive biology of adult specimens of *Centropomus undecimalis* (Teleost: Centropomidae) obtained from commercial fishermen in the Parnaíba Delta Environmental Protection Area, north coast of Brazil. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 48, 2022.

NEVES, Maila de Castro Lourenço das *et al.* PRISMMA: Pesquisa sobre a saúde mental das famílias atingidas pelo rompimento da barragem de Fundão em Mariana. Belo Horizonte: Corpus, 2018.

NÓBREGA, R. H.; BATLOUNI, S. R.; FRANÇA, L. R. An overview of functional and stereological evaluation of spermatogenesis and germ cell transplantation in fish. **Fish physiology and biochemistry**, v. 35, p. 197-206, 2009.

OLIVEIRA, M. R. *et al.* Estratégias reprodutivas de sete espécies de peixes das águas costeiras do Rio Grande do Norte, Brasil. **Holos**, v. 6, p. 107-122, 2015.

PATIÑO, Reynaldo; SULLIVAN, Craig V. Ovarian follicle growth, maturation, and ovulation in teleost fish. **Fish Physiology and Biochemistry**, v. 26, p. 57-70, 2002.

PRUDENCIO, Agbohessi *et al.* Assessment of the health status of Lake Nokoué (Benin, West Africa) exposed to multiple pollutants during flood season. **Chemistry and Ecology**, v. 39, n. 7, p. 726-752, 2023.

RODRIGUES, PAULO PINHEIRO. Aspectos reprodutivos do robalo peba, *Centropomus parallelus*, na foz do rio doce, Linhares/ES. **Universidade Federal do Espírito Santo Centro de Ciências Humanas e Naturais Departamento de Ecologia e Recursos Naturais Curso de Graduação em Oceanografia**, 2005.

ROSS, Michael H.; REITH, Edward J.; ROMRELL, Lynn J. Histologia texto e atlas. In: **Histologia texto e atlas**. 1993. p. 779-779.

ROSS, Michael H.; REITH, Edward J.; ROMRELL, Lynn J. Histologia texto e atlas. In: **Histologia texto e atlas**. 1993. p. 779-779.

SANTANA, Lígia Maria Borges Marques; LOTUFO, Letícia Veras Costa; ABESSA, Denis Moledo de Souza. A contaminação antrópica e seus efeitos em três estuários do litoral do Ceará, Nordeste do Brasil-Revisão. 2015.

SCHULZ, Rüdiger W. *et al.* Sertoli cell proliferation in the adult testis is induced by unilateral gonadectomy in African catfish. **General and Comparative Endocrinology**, v. 177, n. 1, p. 160-167, 2012.

SCHULZ, Rüdiger W. *et al.* Spermatogenesis in fish. **General and comparative endocrinology**, v. 165, n. 3, p. 390-411, 2010.

SILVA, Maria Amélia Bonfante da; BERNINI, Elaine; CARMO, Tania Mara Simões do. Características estruturais de bosques de mangue do estuário do rio São Mateus, ES, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 19, p. 465-471, 2005.

SOUSA, D. B. P.; ALMEIDA, Z. S.; CARVALHO-NETA, R. N. F. Biomarcadores histológicos em duas espécies de bagres estuarinos da Costa Maranhense, Brasil. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 65, p. 369-376, 2013.

SOUTO, Crístielle Nunes *et al.* Visão geral sobre reprodução de peixes teleósteos: da anatomia à sinalização molecular. **Pubvet**, v. 11, p. 1074-1187, 2017.

SOUZA, M. J. F. T. *et al.* Estatística pesqueira da costa do Estado de Sergipe e Extremo norte da Bahia 2010. **São Cristóvão: Editora UFS**, 2012.

STERZELECKI, F. C. *et al.* The effect of salinity on osmoregulation and development of the juvenile fat snook, *Centropomus parallelus* (POEY). **Brazilian Journal of Biology**, v. 73, p. 609-615, 2013.

TAVARES-DÍAS, M.; MORAES, F. R.; MARTINS, M. L. Equação da relação peso-comprimento, fator de condição, relação hepato e esplenosomática de 11 teleósteos dulciaquícolas cultivados no Brasil. **CIVA2006 (<http://civa2006.org>)**, p. 713-720, 2006.

TAVARES-DIAS, Marcos *et al.* Índices de condição corporal em juvenis de *Brycon amazonicus* (Spix & Agassiz, 1829) e *Colossomoma macropomum* (Cuvier, 1818) na Amazônia. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 34, n. 2, p. 197-204, 2008.

TAYLOR, R. G.; GRIER, H. J.; WHITTINGTON, J. A. Spawning rhythms of common snook in Florida. **Journal of Fish Biology**, v. 53, n. 3, p. 502-520, 1998.

TAYLOR, Ronald G. *et al.* Age, growth, maturation, and protandric sex reversal in common snook, *Centropomus undecimalis*, from the east and west coasts of south Florida. **Fishery Bulletin**, v. 98, n. 3, p. 612-612, 2000.

TORRES-MARTÍNEZ, Aarón *et al.* Gonadal histopathology of fish from La Polvora urban lagoon in the Grijalva Basin, Mexico. **Revista internacional de contaminación ambiental**, v. 33, n. 4, p. 713-717, 2017.

TYLER, C. R.; SUMPTER, J. P. Oocyte growth and development in teleosts. **Reviews in fish biology and fisheries**, v. 6, p. 287-318, 1996.

Vale, C.C. & Ferreira, R.D. 1998. Os manguezais do litoral do Estado do Espírito Santo. Pp. 88-94. In: **Anais do Simpósio de Ecossistemas da Costa Brasileira**. São Paulo, ACIESP, v. I.

VALE, Cláudia Câmara; ROSS, Jurandyr Luciano Sanches. As transformações morfológicas e fitogeográficas do estuário do Rio São Mateus, litoral norte do estado do Espírito Santo, entre 1970 e 2008. **Revista do Departamento de Geografia**, v. 21, p. 03-23, 2011.

VAN DER OOST, Ron; BEYER, Jonny; VERMEULEN, Nico PE. Fish bioaccumulation and biomarkers in environmental risk assessment: a review. **Environmental toxicology and pharmacology**, v. 13, n. 2, p. 57-149, 2003.

VASQUES, Ricardo O.'Reilly; COUTO, Erminda da Conceição Guerreiro. Percepção dos pescadores quanto ao estabelecimento do período de defeso da pesca de arrasto para a região de Ilhéus (Bahia, Brasil). **Revista de Gestão Costeira Integrada-Journal of Integrated Coastal Zone Management**, v. 11, n. 4, p. 479-485, 2011.

WELTZIEN, Finn-Arne *et al.* The brain–pituitary–gonad axis in male teleosts, with special emphasis on flatfish (Pleuronectiformes). **Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology**, v. 137, n. 3, p. 447-477, 2004.

WOODWARD, Guy *et al.* Body-size determinants of the structure and dynamics of ecological networks: Scaling from the individual to the ecosystem. In: **Dynamic Food Webs: Multispecies assemblages, ecosystem development and environmental change**. 2005.

Wootton, R.J. 1990. **Ecology of teleost fishes**. Chapman and Hall, Londres, Inglaterra.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do exposto, conclui-se que o robalo-peva (*C. parallelus*) apresenta, um período reprodutivo extenso, caracterizado pela desova parcelada, um padrão já observado em outros trabalhos. Além disso, observou-se que a maioria dos indivíduos coletados nos diferentes anos e meses avaliados encontrava-se em estádios de maturação sexual, incluindo os estádios de “em desenvolvimento”, “capaz de desovar/espermiação” e “regressão”. A análise do fator de condição indicou estabilidade desse índice ao longo do período analisado, sugerindo que a espécie estudada mantém seu bem-estar de forma constante ao longo do período em análise.

As alterações histopatológicas mais frequentes encontradas nas gônadas de fêmeas foram deslocamento da membrana basal, congestão de vasos sanguíneos. Para machos, as lesões mais frequentes foram hipertrofia, alterações estruturais nos cistos e congestão. Essas alterações a longo prazo podem impactar o processo reprodutivo e conseqüentemente os estoques pesqueiros dessa região. Além disso, indicam que o estuário do rio São Mateus está sendo impactado por estressores ambientais, uma vez que o ambiente estuarino apresenta alta vulnerabilidade.

Os parâmetros reprodutivos utilizados neste estudo, como os estádios de desenvolvimento gonadal e o Índice Gonadossomático, demonstraram ser ferramentas importantes para correlacionar os picos reprodutivos com os meses de defeso estabelecidos previamente. Os resultados de biologia reprodutiva indicaram variação e incompatibilidade em relação ao período de defeso vigente para o robalo-peva. Entretanto, esses resultados fornecem informações científicas que podem subsidiar uma reavaliação desse período na região.

Dessa forma, é necessário que exista continuidade nos estudos sobre a biologia reprodutiva do *C. parallelus* para mensurar com maior precisão os meses de reprodução da espécie. Além disso, pesquisas sobre a histopatologia dessa espécie em diferentes regiões são necessárias, para avaliar a saúde da espécie e do ecossistema no qual estão inseridos. Sendo assim, esses estudos podem subsidiar informações técnico-científicas para possibilitar a implementação de novas regulamentações e promover um uso e gestão mais sustentável desse recurso.