



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL**  
**TESE DE DOUTORADO**

**IRAYANA FERNANDA DA SILVA CARVALHO**

**Aspectos ecomorfológicos e ultrassonográficos da reprodução em *Sciades herzbergii* (Teleostei: Ariidae)**

**SÃO LUIS**

**2024**

IRAYANA FERNANDA DA SILVA CARVALHO

**ASPECTOS ECOMORFOLÓGICOS E ULTRASSONOGRÁFICOS DA  
REPRODUÇÃO EM *Sciades herzbergii* (Teleostei: Ariidae)**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal (PPGCA/UEMA), do Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Estadual do Maranhão, como requisito para obtenção do título de Doutora.

**Orientadora:** Profa. Dra. Alcina Vieira de Carvalho Neta.

**Coorientador:** Prof. Dr. José Ribamar de Souza Torres Júnior.

**SÃO LUÍS**

**2024**

Carvalho, Irayana Fernanda da Silva.

Aspectos ecomorfológicos e ultrassonográficos da reprodução em *Sciades herzbergii* (Teleostei: Ariidae) / Irayana Fernanda da Silva Carvalho . – São Luís(MA), 2024.

85p.

Tese ( Doutorado em Ciência Animal) Universidade Estadual do Maranhão - UEMA, 2024.

Orientadora: Dra. Alcina Vieira de Carvalho Neta.

1. Bagre. 2. Maturação. 3 . Reprodução. 4. Ultrassom. I.Título.

CDU: 639.217

**Elaborado por Luciana de Araújo - CRB 13/445**

IRAYANA FERNANDA DA SILVA CARVALHO

**Aspectos ecomorfológicos e ultrassonográficos da reprodução em *Sciades herzbergii* (Teleostei: Ariidae)**

**BANCA EXAMINADORA**



Documento assinado digitalmente  
**ALCINA VIEIRA DE CARVALHO NETA**  
Data: 21/08/2024 17:29:07-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>



Documento assinado digitalmente  
**DIEGO CARVALHO VIANA**  
Data: 20/08/2024 09:15:51-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

**Profa. Dra. Alcina Vieira de Carvalho Neta**  
Universidade Estadual do Maranhão (UEMA)  
(Orientadora)

---

**Prof. Dr. Diego Carvalho Viana**  
1º Membro Titular (Interno ao programa)



Documento assinado digitalmente  
**LARISSA SARMENTO DOS SANTOS RIBEIRO**  
Data: 21/08/2024 16:34:07-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>



Documento assinado digitalmente  
**MARINA BEZERRA FIGUEIREDO**  
Data: 21/08/2024 15:35:18-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

**Profª. Dra. Larissa Sarmento dos Santos  
Ribeiro**  
2º Membro Titular (Interno ao programa)

---

**Profª. Dra. Marina Bezerra Figueiredo**  
3º Membro Titular (Externo ao programa)



Documento assinado digitalmente  
**DEBORA BATISTA PINHEIRO SOUSA**  
Data: 19/08/2024 22:29:48-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

**Profª. Dra. Débora Batista Pinheiro Sousa**  
4º Membro Titular (Externo ao programa)

“Talvez não tenha conseguido  
fazer o melhor, mas lutei para que o melhor  
fosse feito. Não sou o que deveria ser, mas  
Graças a Deus, não sou o que era antes”

**(Martin Luther King)**

Dedico este trabalho a Deus e minha família, especialmente ao meu pai (*in memoriam*).  
Dedico também à minha eterna mãe científica e amiga, Zafira Almeida (*in memoriam*).

## AGRADECIMENTOS

- A Deus pelo dom da vida e por sempre iluminar meu caminho e guiar os meus passos.
- Aos meus pais, Silvana e Iraldo (*In Memoriam*), por sempre me incentivarem em todas as etapas da minha vida, pelo amor, carinho, dedicação, credibilidade e confiança.
- As minhas filhas Maria Fernanda e Maria Alice, por serem o motivo da minha persistência em crescer profissionalmente e pessoalmente. E, por entenderem do jeitinho delas cada ausência minha.
- Ao meu marido Diego, por suprir a minha ausência como mãe em alguns momentos na vida das nossas filhas e por seu incentivo em não me deixar desistir. Obrigada por ter cuidado das meninas durante minhas horas de aperto em frente ao computador, e por compreender os meus momentos de estresse.
- À minha mãe científica, Zafira da Silva de Almeida (*In Memoriam*), pelo apoio, confiança, incentivo e dedicação durante toda minha caminhada acadêmica. A sua garra e fascínio pela pesca me fizeram ainda mais persistente em seguir nessa caminhada e querer seguir os seus passos.
- Aos meus orientadores Dr. Torres Jr e Dra. Alcina Vieira, pela oportunidade de realizar esta pesquisa e pela confiança depositada em mim ao longo do Doutorado.
- Aos meus amigos que permaneceram ao longo desta caminhada, torcendo e me incentivando a continuar em frente.
- As amigas e parceiras de laboratório Denise Mendes e Katherine Noletto por não soltarem minha mão em nenhum instante. Vocês foram fundamentais para minha continuidade no doutorado e para que eu não desistisse diante das dificuldades que nós passamos. Obrigada minhas amigas.
- Obrigada as professoras Elaine e Débora Martins por terem aberto as portas dos seus respectivos laboratórios para realizar etapas desta pesquisa.
- Obrigada a Natalia Jovita, Alline Coelho e Diego Aurélio, por ajudarem em algumas etapas da metodologia e disponibilidade durante os processamentos de amostras.
- A Professora Andréa, por toda compreensão e dedicação enquanto coordenadora do programa.

- À Universidade Estadual do Maranhão pela formação acadêmica e contribuições em minha vida profissional.
- À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa concedida.

## RESUMO

As áreas estuarinas, habitat da espécie *Sciades herzbergii*, vêm sofrendo cada vez mais com as ações antrópicas, o que a longo prazo poderá causar danos irreversíveis a manutenção desta espécie e de outras que utilizam desta área para sobrevivência e manutenção de seus estoques naturais. Deste modo, busca-se conhecer sobre o desenvolvimento maturacional reprodutivo de *S. herzbergii* por meio do estudo das variações ecomorfológicas, metabólicas e ultrassonográficas. Espécimes de *S. herzbergii* foram coletados em estuários da Ilha do Maranhão. Após a captura, os espécimes foram anestesiados em água contendo 3% de Benzocaína. Foi realizada ultrassonografia na região da cavidade celomática, objetivando observação das gônadas. Foram obtidos o comprimento total, comprimento padrão e a massa total, seguidos de dissecação e remoção das gônadas, que também serão pesadas e examinadas macroscopicamente. Foram coletadas as gônadas para mensuração, análise macroscópica, histológica. Os estádios de desenvolvimento das gônadas de ambos os sexos foram verificados macroscopicamente, com base no grau de turgidez, coloração, vascularização, visualização de gametas e peso/comprimento das gônadas. A análise dos dados foi realizada com auxílio do software Statistical Analysis System for Windows SAS<sup>®</sup>. Os peixes deste estudo apresentaram alometria negativa, investindo mais em incremento de comprimento do que em peso como estratégia de crescimento. A proporção sexual foi de 4 fêmeas para cada macho (4:1). Foram encontrados 5 estágios de maturação para *S. herzbergii*: imaturo, em maturação, maduro, regressão e regeneração. Microscopicamente, dentro desses estágios foram encontradas 7 fases de desenvolvimento ovocitário: I, II, III, vtg1, vtg2, vtg3 e atresia. Desta forma *S. herzbergii* apresentou desenvolvimento assíncrono, liberando os ovócitos a medida em que ficam maduros. A espécie apresentou predileção para desova durante o período chuvoso. Essa pesquisa trouxe dados inéditos e permitiu o entendimento das diferentes etapas do processo reprodutivo de *S. herzbergii*, contribuindo para o conhecimento da dinâmica reprodutiva da espécie.

**PALAVRAS-CHAVE:** Bagre; Maturação; Reprodução; Ultrassom

## ABSTRACT

Estuarine areas, habitat of the *Sciades herzbergii*, have been increasingly suffering from anthropogenic actions, which in the long term could cause irreversible damage to the maintenance of this species and others that use this area to survive and maintain their natural stocks. In this way, we aim to learn about the reproductive maturational development of *S. herzbergii* through the ecomorphological, metabolic and ultrasound patterns. Specimens of *S. herzbergii* were collected in estuaries on Maranhão Island. After capture, the specimens were anesthetized in water containing 3% Benzocaine. Ultrasonography was performed in the region of the coelomic cavity, aiming to observe the gonads. The total length, standard length and total mass were obtained, followed by dissection and removal of the gonads, which will also be weighed and examined macroscopically. The gonads were collected for measurement, macroscopic and histological analysis. The developmental stages of the gonads of both sexes were verified macroscopically, based on the degree of turgidity, color, vascularization, visualization of gametes and weight/length of the gonads. Data analysis was carried out using the Statistical Analysis System for Windows SAS® software. The fish in this study showed negative allometry, investing more in increasing length than in weight as a growth strategy. The sex ratio was 4 females for each male (4:1). 5 maturation stages were found for *S. herzbergii*: immature, maturing, mature, regression and regeneration. Microscopically, within these stages, 7 phases of oocyte development were found: I, II, III, vtg1, vtg2, vtg3 and atresia. In this way, *S. herzbergii* presented asynchronous development, releasing oocytes as they mature. The species showed a predilection for spawning during the rainy season. This research brought unprecedented data and allowed the understanding of the different stages of the reproductive process of *S. herzbergii*, contributing to the knowledge of the reproductive dynamics of this species.

**KEYWORDS:** Catfish; Maturation; Reproduction; Ultrasound

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>11</b>
<b>2. OBJETIVOS .....</b>	<b>12</b>
2.1. Objetivos Geral.....	12
2.2. Objetivos Especificos.....	12
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>13</b>
<b>CAPÍTULO I .....</b>	<b>15</b>
<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>16</b>
<b>MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>18</b>
Área de estudo .....	18
Captura de espécimes.....	19
Análise dos dados .....	20
<b>RESULTADOS .....</b>	<b>21</b>
Relação peso x comprimento .....	21
Proporção sexual.....	21
Aspecto dos ovários .....	22
Primeira maturação sexual.....	25
<b>DISCUSSÃO .....</b>	<b>26</b>
<b>AGRADECIMENTOS .....</b>	<b>30</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>31</b>
<b>CAPÍTULO II.....</b>	<b>36</b>
<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>37</b>
<b>MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>38</b>
Área de estudo .....	38
Captura de espécimes.....	38
Imagens ultrassonográficas .....	39
<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>40</b>
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>43</b>
<b>AGRADECIMENTOS .....</b>	<b>43</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>43</b>
<b>CAPÍTULO III .....</b>	<b>45</b>
<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>47</b>
<b>MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>48</b>
Área de estudo e captura de espécimes .....	48
Caracterização reprodutiva.....	50
Concentração de lipídios.....	50
<b>RESULTADOS .....</b>	<b>51</b>
<b>DISCUSSÃO .....</b>	<b>54</b>
<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>56</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>58</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>61</b>

## 1. INTRODUÇÃO

O estado do Maranhão apresenta o segundo maior litoral do Brasil (PIORSKI et al., 2009), sendo um dos principais produtores de pesca do Norte e Nordeste do Brasil. Embora apresente a pesca como uma atividade sumariamente artesanal, o Estado é responsável por cerca de 30% da produção regional, sendo a produção pesqueira comercializada de forma intensiva no próprio litoral maranhense (STRIDE, 1992; ALMEIDA et al., 2006; PEREIRA et al., 2020;).

Importantes recursos pesqueiros são capturados e comercializados no estado do Maranhão. A espécie de bagre estuarino, *Sciades herzbergii*, é um dos recursos pesqueiros bastante abundante e de relevância comercial para a pesca artesanal do estado, além de possuir um elevado valor nutricional, rico em proteína essencial (BARLETA, 2009), também apresenta grande relevância ecológica, uma vez que já foi bastante utilizado em estudos que avaliaram possíveis impactos ambientais em área de portos pesqueiros (NOLETO et al., 2022) e industriais (CARVALHO-NETA et al., 2012; CARVALHO-NETA et al., 2016; CASTRO et al., 2019) no Maranhão, sendo caracterizador como um bom bioindicador

Apesar de sua importância econômica e ecológica, estudos sobre os aspectos reprodutivos de *S. herzbergii* ainda são escassos. Desta forma, conhecer características reprodutivas é crucial para a definição do manejo pesqueiro de uma espécie (JAKOBSEN et al., 2016). No que diz respeito aos países em desenvolvimento como o Brasil, cuja gestão pesqueira tem foco no extrativismo, é essencial aferir os dados biométricos da espécie de interesse, a fim de entender o funcionamento de sua dinâmica reprodutiva (DIAS NETO, 2010).

Conhecer os principais aspectos reprodutivos dos peixes é importante não só para sua conservação, mas também para a criação em cativeiro e para o desenvolvimento de biotecnologias reprodutivas que possibilitem sua reprodução assistida. No entanto os estudos reprodutivos requerem o uso de métodos invasivos afim de definir o sexo e o *status* maturacional dos indivíduos desta espécie (NASCIMENTO et al., 2012). Neste sentido, a ultrassonografia surge como um possível método alternativo para determinação sexual e maturacional em *S. herzbergii*, por ser um método não invasivo, simples e rápido já utilizado com sucesso em algumas outras espécies de peixes (MATTSON, 1991; NOVELO; THIERSCH, 2012).

Durante a reprodução dos peixes, alguns índices são utilizados para caracterizar tal processo, como o índice hepatossomático (IHS), que mostra a condição morfológica do fígado, e o índice gonadossomático (IGS), que mostra a condição morfológica das gônadas e, o fator de condição, que mostra as condições de bem-estar do animal (VAZZOLER, 1996). Quando esses índices são interpretados de forma associada, consegue-se compreender o início e fim da atividade reprodutiva, visto que os maiores picos de IHS em fêmeas de peixes são observados nos períodos que antecedem a desova e os maiores níveis de IGS estão relacionados aos períodos em que os peixes estão aptos a desova, além de compreender o acúmulo de reservas energéticas durante a reprodução (CASTRO; PIORSKY, 1998; QUEROL et al., 2002; WUNDERLICH et al., 2015).

Apesar de sua importância socioeconômica, informações sobre padrões ecomorfológicos, associados aos parâmetros de desenvolvimento maturacional reprodutivo de *S. herzbergii* ainda são escassos. Deste modo, este trabalho, composto de dois artigos e um capítulo de livro, buscou fornecer com o conhecimento a respeito das particularidades acerca do desenvolvimento reprodutivo através de ferramentas ultrassonográficas e ecomorfológicas da espécie em seu habitat natural, contribuindo para a manutenção da espécie no ecossistema.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo Geral**

- Avaliar os padrões ecomorfológicos e ultrassonográficos de *Sciades herzbergii*.

### **2.2. Objetivos Específicos**

- Obter dados dos estágios reprodutivos e ecologia;
- Analisar histologicamente, as características morfológicas das células da linhagem gametogênica e dos estágios de maturação gonadal;
- Determinar concentração de lipídios na musculatura esquelética, fígado e ventrecha;
- Estabelecer relação entre achados ultrassonográficos e estágios maturacionais reprodutivos.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, Z. S.; FERREIRA, D. S.; NAHUM, V. J. I. Classificação e evolução das embarcações maranhenses. **Boletim do Laboratório de Hidrobiologia**, v. 19, n.1, p. 31-40, 2006.
- BARLETA, M.; COSTA, M.F. Living and non-living resources exploitation in a tropical semi-arid estuary. **Journal of Coastal Research**, v. 56, n.1, p. 317-375, 2009.
- CARVALHO-NETA, R.N.F.; TORRES, A.R.JR.; ABREU-SILVA, A.L. Biomarkers in Catfish *Sciades herzbergii* (Teleostei: Ariidae) from polluted and non polluted areas (São Marcos' Bay, Northeastern Brazil). **Appl. Biochem. Biotechnol.**, v.166, p.1-12, 2012.
- CARVALHO NETA, R.N.F.; BARBOSA, G.L.; TORRES, H.S. et al. Changes in glutathione S-Transferase activity and parental care patterns in a catfish (Pisces, Ariidae) as a biomarker of anthropogenic impact in a Brazilian Harbor. **Arch. Environ. Contam. Toxicol.**, v.72, p.132-141, 2016.
- CASTRO A. C. L; PIORSKI N. M. Curva de maturação, fator de condição e índice hepatossomático de *Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1840) no reservatório de barra bonita – sp (osteichthyes, sciaenidae). **Boletim do Laboratório de Hidrobiologia**, v. 11, n. 1, p. 1-14 ,1998.
- CASTRO, J.S.; FRANÇA, C.L.; CARDOSO, R.L. Histological changes in the kidney of *Sciades herzbergii* (Siluriformes, Ariidae) for environmental monitoring of a neotropical estuarine Area (São Marcos Bay, Northeastern Brazil). **Bull. Environ. Contam. Toxicol.**, v.103, p.246-254, 2019.
- DIAS NETO, J. 2010. Gestão do uso dos Recursos Pesqueiros Marinhos no Brasil. Brasília: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. 242 p.
- JAKOBSEN, T.; FOGARTY, M. J.; MEGREY, B. A.; MOKSNESS, E. 2016. Fish Reproductive Biology: Implications for Assessment and Management. Wiley-Blackwell. 488 p.
- MATTSON, N. S. A new method to determine sex and gonad size in live fishes by using ultrasonography. **Journal of Fish Biology**, v. 39, n. 5, p. 673-677, 1991.
- NASCIMENTO, M. M.; NASCIMENTO, W. S.; CHELLAPA, N. T.; CHELLAPA, S. Biologia reprodutiva do curimatã comum, *Prochilodus brevis* (Characiformes: Prochilodontidae) no açude Marechal Dutra, Rio Grande do Norte, Brasil. **Biota Amazônia**, Macapá, v. 2, n. 2, p. 31-43, 2012.
- NOLETO, K. S.; MENDES, D. C. S.; CARVALHO, I. F. S.; RIBEIRO, D. L. S.; SANTOS, D. M. S.; FERREIRA, A. P. M.; MARQUES, A. L. B.; CARVALHO-NETA, R. N. F.; TCHAICKA, L.; TORRES JÚNIOR, J. R. S. Aquatic pollutants are associated with reproductive alterations and genotoxicity in estuarine fish (*Sciades herzbergii* - Bloch, 1794) from the Amazon Equatorial Coast. **Brazilian Journal of Biology (Online)**, v. 82, p. 1-10, 2022.
- NOVELO, N. D.; TIERSCH, T. R. A Review of the Use of Ultrasonography in in Fish

reproduction. **North American Journal of Aquaculture**, v. 74, n. 2, p. 169- 181, 2012.

PEREIRA, N. J.; DINIZ, A. L. C.; SOUSA, A. K. R.; FRANÇA, A.P.; SILVA, P. B.; OLIVEIRA, V. M.; CANTANHEDE, S. P. D. Percepções sobre sanidade de recursos pesqueiros comercializados na praia do Calhau, Maranhão, litoral nordeste brasileiro. In. *Ciência e Tecnologia do Pescado: Uma Análise Pluralista*. Org. CORDEIRO, C. A. M. Científica Digital, Guarujá, São Paulo, Ed. 1, v. 2, p. 373, 2020.

PIORSKI, N. M.; SERPA, S. S.; NUNES, J. L.S. Análise comparativa da pesca de curral na Ilha de São Luís, Estado do Maranhão, Brasil. **Arquivos de Ciências do Mar**, v. 42, n. 1, p. 65-71, 2009.

QUEROL, M. V. M.; QUEROL, E.; GOMES, N. N. A. Fator de condição gonadal, índice hepatossomático e recrutamento como indicadores do período de reprodução de *Loricariichthys platymetopon* (osteichthyes, loricariidae), bacia do rio Uruguai médio, sul do Brasil. **Iheringia, Série Zoologia**, v. 92, n. 03, p. 79-84, 2002.

WUNDERLICH, A. C.; SILVA, R. J.; ZICA, E. O. P.; REBELO, M. F.; PARENTE, T. E. M.; VIDAL-MARTINEZ, V. M. The influence of seasonality, fish size and reproductive status on EROD activity in *Plagioscion squamosissimus*: implications for biomonitoring of tropical/subtropical reservoirs. **Ecological Indicators**, v. 58, p. 267-276, 2015.

VAZZOLER, A. E. A. M. 1996. *Biologia da reprodução de peixes teleósteos: Teoria e Prática*. Maringá: EDUEM, 169p.

## CAPÍTULO I

### DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA DOS OVÁRIOS DE *Sciades herzbergii* (TELEOSTEI: ARIIDAE) NA COSTA AMAZONICA BRASILEIRA<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup>Artigo científico submetido à Revista Brazilian Journal of Biology, Qualis A3.

## DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA DOS OVÁRIOS DE *Sciades herzbergii* (TELEOSTEI: ARIIDAE) NA COSTA AMAZONICA BRASILEIRA

IFS Carvalho<sup>a</sup>; KS Noletto<sup>b</sup>; DCS Mendes<sup>b</sup>; JMS Andrade; DLS Ribeiro<sup>b</sup>; ZS Almeida<sup>a</sup>; AV Carvalho-Neta<sup>a</sup>; JRS Torres-Júnior<sup>b\*</sup>.

<sup>a</sup> Universidade Estadual do Maranhão, Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal – PPGCA, São Luís, MA, Brasil.

<sup>b</sup>of Oceanography and Limnology, Federal University of Maranhão, São Luís/MA, Brazil, São Luís, Maranhão, Brazil. Address: Avenida dos Portugueses 1966, Vila Bacanga, São Luís, Maranhão, Brazil, phone number: +55 98 3272-8563, e-mail: [jose.torres@ufma.br](mailto:jose.torres@ufma.br) - \*Corresponding author: [jose.torres@ufma.br](mailto:jose.torres@ufma.br)

### ABSTRACT

The estuaries have been increasingly suffering from antropogenic actions, which in the long term could cause irreversible damage to the maintenance of natural stocks of *Sciades herzbergii* and other species that survive in this ecosystem. In this way, this study aims to understand the reproductive maturational development of *S. herzbergii* from Brazilian Amazon Coast, through the ovarian microscopic examinations. Specimens of *S. herzbergii* were collected in estuaries on Maranhão Island, Amazonia, Brazil. The species showed a negative allometric growth pattern, increasing more in length than in weight. Five stages of gonadal maturation were characterized: immature, maturing, mature, regression and regeneration. Seven phases of oocyte development were found: I, II, III, vtg1, vtg2, vtg3 and atresia.

Keywords: Catfish; Estuary; Histology; Reproduction.

### RESUMO

Os estuários que são o habitat do *Sciades herzbergii*, vem sofrendo cada vez mais com as ações antrópicas, o que a longo prazo poderá causar danos irreversíveis a manutenção dos estoques naturais desta e de outras espécies sobrevivem neste ecossistema. Deste modo, busca-se conhecer o desenvolvimento maturacional reprodutivo de *S. herzbergii* que habitam a costa amazônica brasileira, por meio de estudos microscópicos dos ovários. Espécimes de *S. herzbergii* foram coletados em estuários da Ilha do Maranhão, Amazonia, Brasil. A espécie apresentou padrão de crescimento alométrico negativa, investindo mais em incremento de comprimento do que em peso. Caracterizou-se 5 estágios de maturação gonadal para *S. herzbergii*: imaturo, em maturação, maduro, regressão e regeneração. Microscopicamente, dentro desses estágios foram encontradas 7 fases de desenvolvimento ovocitário: I, II, III, vtg1, vtg2, vtg3 e atresia.

**Palavras-chave:** Bagre; Estuário; Histologia; Reprodução.

### INTRODUÇÃO

*Sciades herzbergii* é uma espécie estuarino-residente abundante no litoral maranhense, tendo relativa importância comercial na pesca artesanal do Estado (Castro et al., 2018; Pinheiro- Sousa et al., 2021). As áreas estuarinas desempenham papel

fundamental na qualidade e variedade biológica de *S. Herbergii*, funcionando como um local adequado para manutenção e reprodução durante determinado tempo ou integralidade do ciclo de vida, assim como outras espécies que dependem deste ecossistema (Rodrigues et al., 2016; Carvalho-Neta et al., 2019 ) porém, esse ambiente sofre constantemente com efeitos da ação antrópica o que pode refletir na dinâmica natural das espécies desses ecossistemas, sobretudo nas estratégias reprodutivas que desencadeiam o desenvolvimento maturacional (Ribeiro; Moreira, 2012).

Estudar a reprodução de peixes é essencial para elaboração de medidas de gerenciamento e conservação (Brown-Peterson et al., 2011; Trindade-Santos; Freire, 2015). Nesse sentido, estudar a morfologia gonadal de uma espécie funciona como medida prospectiva para entender o seu desenvolvimento reprodutivo e as estratégias de manutenção que levam a conservação de seus estoques, sobretudo em espécies exploradas comercialmente, como *S. herzbergii*. A biologia reprodutiva de *S. Herzbergii* foi estudada no Maranhão por Carvalho-Neta e Abreu-Silva (2007), sendo constatado que a espécie apresenta pico de maturidade gonadal entre os meses de fevereiro e maio, sincronizado com o período de precipitação pluviométrica da região. Até o presente trabalho, os registros acerca de informações reprodutivas sobre a espécie no Estado do Maranhão são escassos, a despeito de sua importância econômica e ecológica.

Já se conhece sobre como o *S. herzbergii* é um importante biomarcador em estudos ecotoxicológicos, principalmente no Estado do Maranhão, Brasil (Pinheiro-Sousa et al., 2012; Carvalho-Neta; Abreu-Silva, 2013; Carvalho-Neta, et al., 2014; Castro et al., 2018; Carvalho-Neta et al., 2019; Pinheiro-Sousa et al., 2021; Noletto et al., 2022; Torres et al., 2023). Noletto et al. (2022) descreveram os efeitos de alguns poluentes normalmente encontrados em águas estuarinas do Golfão Maranhense, tais como derivados do petróleo

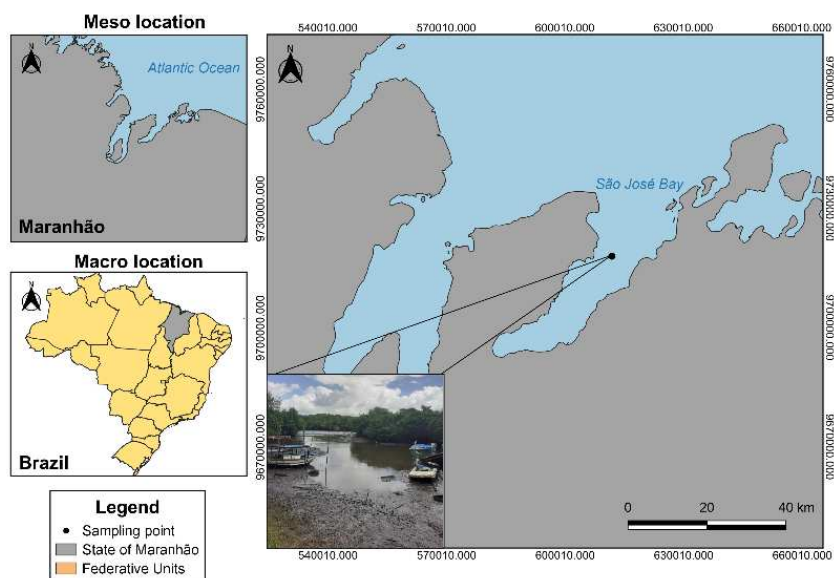
(hidrocarbonetos policíclicos aromáticos - HPAs) e de metais traços, relacionando-os com a ocorrência de alterações gonadais em *S. herzbergii*.

Porém, muitos outros aspectos da biologia reprodutiva desta espécie ainda são desconhecidos e precisam ser melhor detalhadas. Neste contexto, esta pesquisa buscou analisar de forma prospectiva a morfologia dos ovários de *S. Herzbergii* através de ferramentas histológicas, a fim de compreender o desenvolvimento reprodutivo da espécie e sugerir uma escala de desenvolvimento maturacional espécie-específica com o intuito de nortear pesquisas futuras para a conservação deste bagre.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Área de estudo

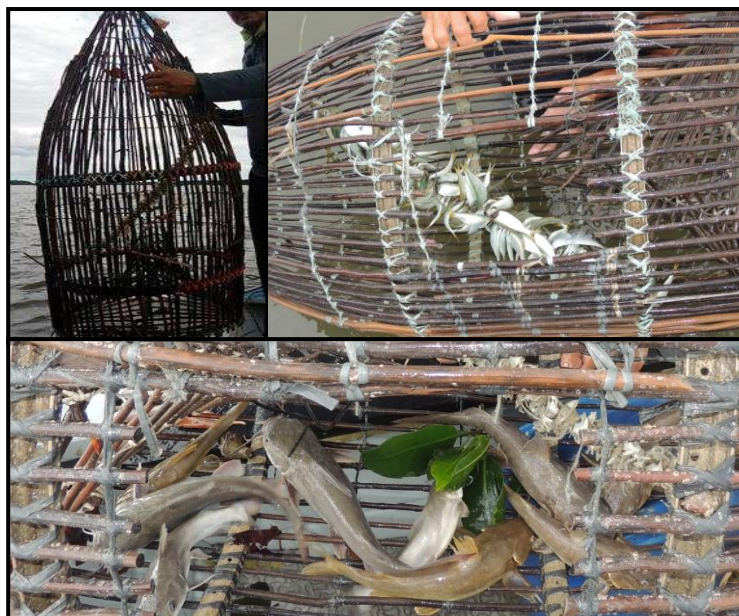
Este estudo foi realizado na região do Golfão Maranhense, localizado na costa amazônica brasileira, onde encontra-se um dos maiores complexos portuários brasileiro ( $2^{\circ}31'51,30''$  S  $44^{\circ} 5' ;24,40''$ W), compreendendo a baía de São José, local onde a espécie é endêmica (Figura 1).



**Figura 1.** Localização da área de estudo envolvendo a Baía de São José, costa equatorial amazônica, Maranhão.

### Captura de espécimes

Este trabalho foi aprovado pelo Comitê de Ética e Experimentação Animal da Universidade Estadual do Maranhão (protocolo nº 51/2021). Também foi licenciado pelo SISBIO (Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade) sob a numeração de registro 75623-1. As coletas foram realizadas semestralmente, no período de um ano, em pontos espacialmente independentes e pré-definidos como área estuarina, na Baía de São José. Foram coletados pelo menos 68 espécimes de *S. herzbergii*, obedecendo a classes de *status* de maturidade sexual. Foi utilizada uma armadilha com estrutura de talos de madeira recoberta por uma malha de polietileno, denominada popularmente como Manzuá ou Covo, na qual se utiliza isca natural para atrair e aprisionar os peixes, que permanecem vivos em seu interior (Figura 2). Tal arte de pesca foi escolhida para este estudo devido a sua capacidade seletiva para o *S. herzbergii*, devido ao seu hábito bentônico.



**Figura 2.** Manzuá, armadilha utilizada para a coleta dos espécimes de *S. herzbergii*, na Baía de São José, Maranhão, costa amazônica brasileira. Fotografia: Torres-Júnior, JRS.

Em campo, após a captura, os espécimes foram anestesiados em água contendo 3% de Benzocaína e em seguida foram sacrificados por imersão em água contendo gelo

antes de submetidos a biometria e coleta de amostras para análises histológicas.

Para cada espécime coletado, foram aferidas as seguintes medidas: comprimento total (TL) em centímetros, medido entre as extremidades da boca e a nadadeira caudal, e peso total (TW) em gramas.

As análises macro e microscópica das gônadas buscaram identificar o sexo e os estágios de maturação gonadal, utilizando, como referência, a metodologia adaptada proposta por Brown-Peterson et al. (2011) e Lowerre-Barbieri et al. (2011), as quais detalharam as seguintes fases de desenvolvimento: 'Imaturo (I)' para peixes que nunca desovaram, 'Em maturação (EM)' para peixes com ovários começando a se desenvolver, mas não prontos para desovar, 'Maduro (M)' para peixes que se encontram desenvolvidos e fisiologicamente capazes de desovar, 'Regressão (R)' para aqueles concluíram uma fase de desova e 'Regeneração (RG)' para peixes sexualmente maduros, mas reprodutivamente inativos. Para análise histológica, as gônadas foram fixadas em líquido de Bouin, embebidas em parafina, coradas com hematoxilina-eosina e examinados ao microscópio de luz (Vazzoler, 1996).

### **Análise dos dados**

A relação peso-comprimento foi estabelecida usando métodos não-lineares de regressão. O ajuste da curva representada pela expressão matemática  $TW = a \times TL^b$ , foi obtido pelo método dos mínimos quadrados sugerido por Zar (2010), onde TW é o peso total do peixe,  $a$  é o coeficiente de regressão linear, TL é o comprimento total do peixe e  $b$  é a inclinação da regressão.

A proporção sexual foi calculada para o período total, sendo testada pelo  $\chi^2$  (teste Qui-quadrado) com nível de significância de 5% para verificar se houve diferença significativa com a hipótese de 1:1.

## RESULTADOS

### Relação peso x comprimento

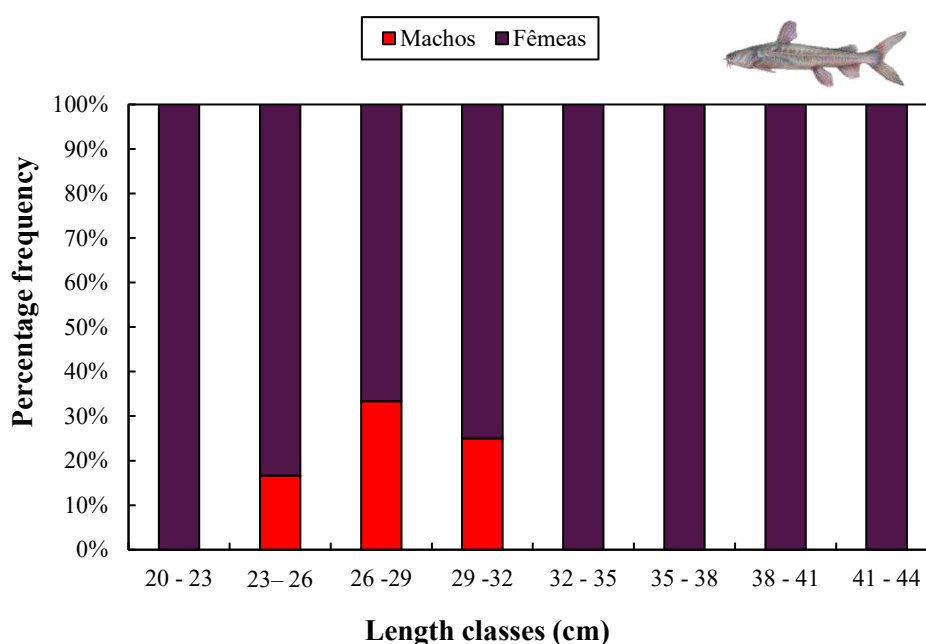
O *S. Herzbergii* apresentou alometria negativa, sendo caracterizado por apresentar crescimento mais significativo em comprimento, quando comparado proporcionalmente ao aumento do peso. Tal característica foi observada tanto nos machos quanto nas fêmeas (Tabela 1).

**Tabela 1.** Parâmetros da relação peso-comprimento para machos e fêmeas de *S. herzbergii* capturados na Baía de São José, Maranhão, costa amazônica brasileira. A= coeficiente de proporcionalidade; B= coeficiente alométrico;  $r^2$ = coeficiente de determinação.

	A	B	$r^2$	Alometria
<b>Fêmeas</b>	1,5858	1,5197	0,20	Negativa
<b>Machos</b>	0,0379	2,5516	0,60	Negativa

### Proporção sexual

A distribuição da frequência percentual para os sexos demonstrou que as fêmeas apresentaram maior percentual de captura em Manzuá, quando comparadas aos machos, durante as coletas realizadas, tendo sido mais predominantes em todas as classes de comprimento (Figura 3).



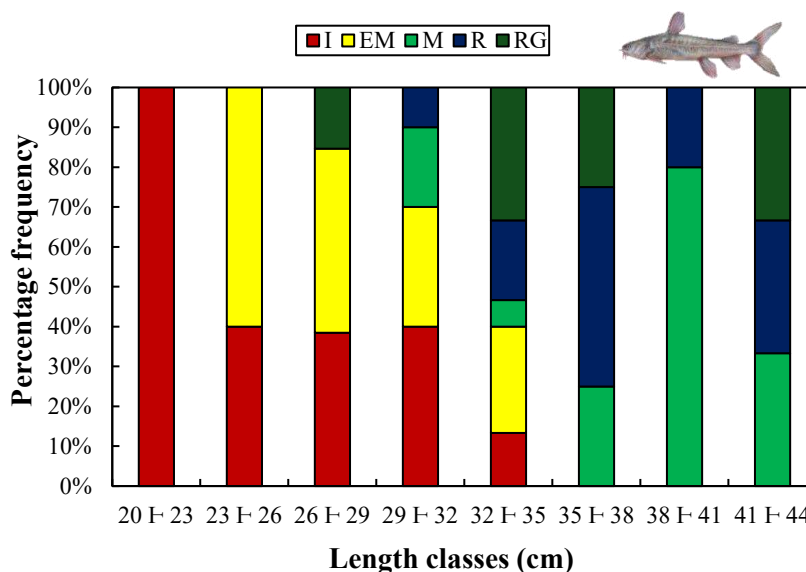
**Figura 3.** Distribuição da frequência percentual por classe de comprimento total para os sexos de *S. herzbergii* capturados na Baía de São José, Maranhão, costa amazônica brasileira.

A frequência de captura apontou predominância das fêmeas (80,3%) quando comparadas aos machos (19,7%), na proporção de 4 fêmeas para cada 1 macho (Tabela 2). O valor de  $\chi^2$  indica que para a proporção sexual durante o período total houve diferença significativa entre os sexos, sendo confirmado pelo valor de P.

**Tabela 2.** Distribuição da frequência de ocorrência (n), percentual (%) e esperada (fe), valores do qui-quadrado e p-value de machos e fêmeas de *S. herzbergii* capturados na Baía de São José, Maranhão, costa amazônica brasileira.

Espécie	Número			%		Fe	$\chi^2$	p-value
	Machos	Fêmeas	Total	Machos	Fêmeas			
<i>S. herzbergii</i>	13	53	66	19,3	80,3	33,5	25,08	0,0001

Em relação a frequência percentual para os estágios maturacionais (Figura 5), observa-se, conforme o esperado, a diminuição dos indivíduos imaturos à medida que as classes de comprimento se tornam maiores.



**Figura 4.** Distribuição da frequência percentual por classe de comprimento dos estágios maturacionais para os sexos agrupados de *S. herzbergii* capturados na Baía de São José, Maranhão, costa amazônica brasileira. I: imaturo; EM: em maturação; M: maduro; R: regressão; RG: regeneração.

#### Aspecto dos ovários

Por meio da avaliação macroscópica e microscópica foi possível identificar 6 estágios de maturação: imaturo (I), em maturação (EM), maduro (M), regressão (R) e regeneração (RG) (Tabela 3).

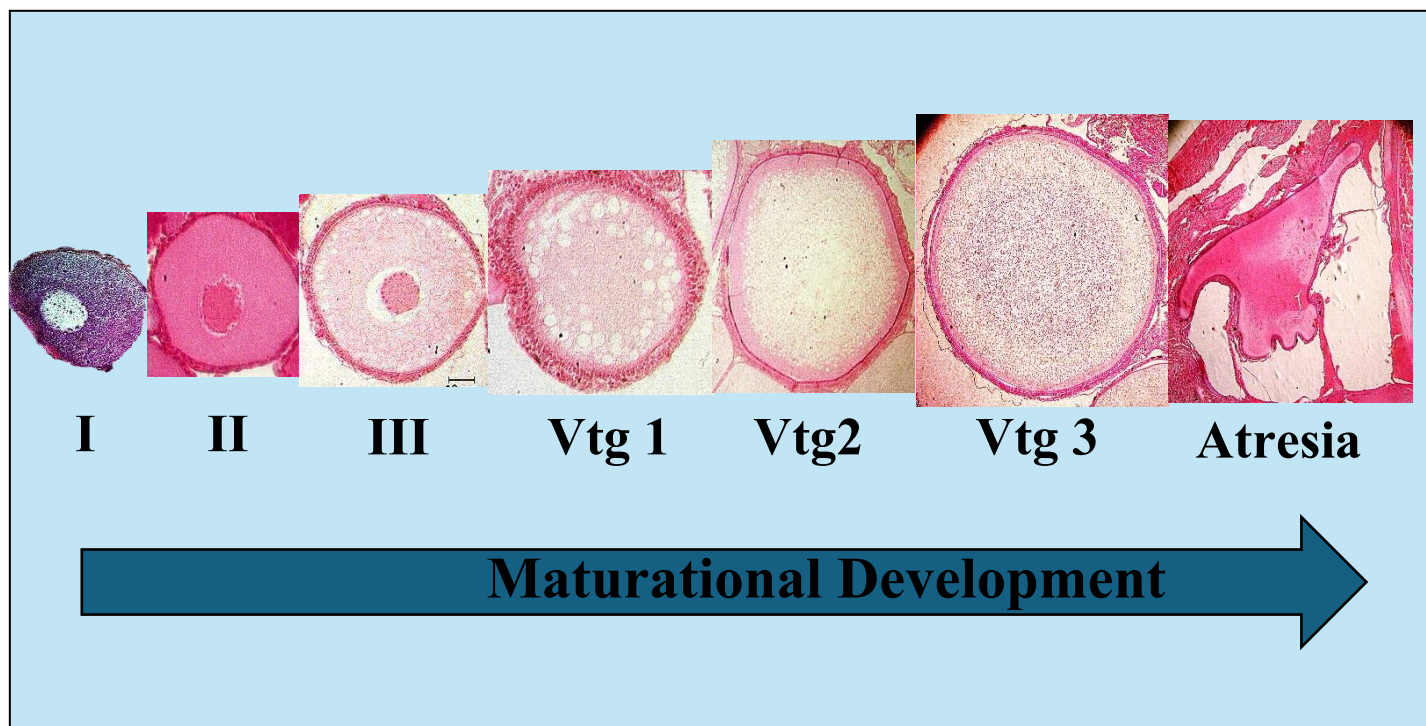
**Tabela 3.** Caracterização macroscópica dos ovários em fêmeas de *S. herzbergii* capturados na Baía de São José, Maranhão, costa amazônica brasileira.

Características	Classificação proposta				
	Imaturo	Em maturação	Maturo	Regressão	Regeneração
Tamanho em relação à cavidade abdominal	< ¼	1/3 - 2/3	3/4 - 4/4	1/3 - 2/3	1/3 - 2/3
Percepção dos ovócitos	Imperceptíveis	Sim	Sim	Poucos	Poucos
Aspectos dos ovócitos	Invisíveis	opacos pequenos e médios	Túrgidos grandes	Flácidos	Opacos médios
Vascularização	Não	Mediana	Intensa	Hemorrágico	Fraca
Coloração das gônadas	Translúcida	amarelo-clara	amarelo-rósea	Vermelhas	Esbranquiçados

Foram encontradas pelo menos duas fases de maturação oocitária simultaneamente em um mesmo ovário (Figura 5), o que caracteriza desenvolvimento oocitário sincrônico em dois lotes. Neste tipo de desenvolvimento, os ovócitos são liberados periodicamente durante o ciclo de vida, liberando apenas um lote de ovócitos por período.



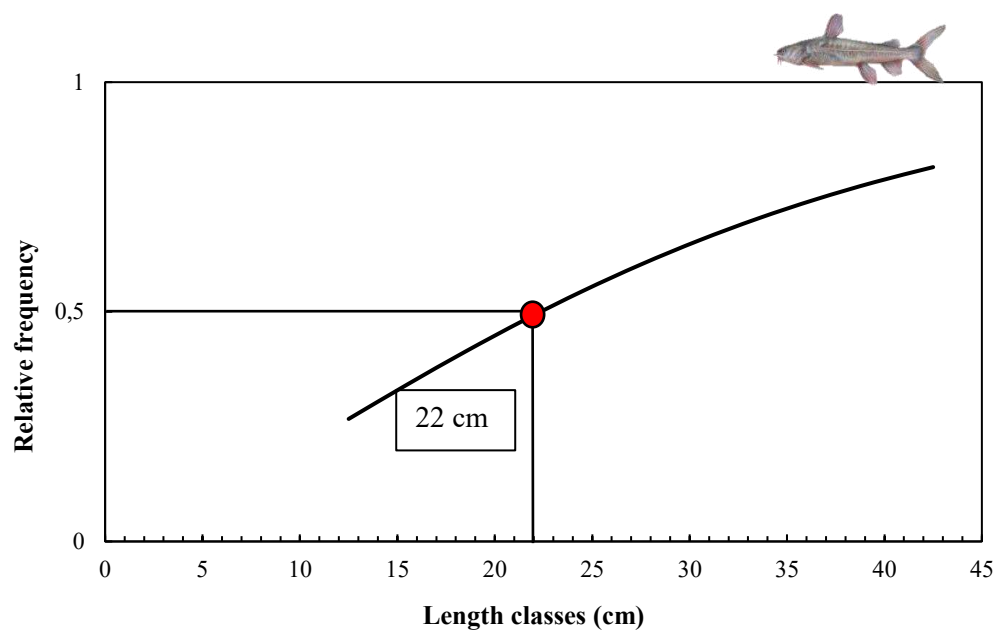
No estudo detalhado da maturação ovocitária em *S. herzbergii*, foi possível detectar e classificar uma escala contendo 7 fases de desenvolvimento dos ovócitos (Figura 6).



**Figura 6.** Ciclo de desenvolvimento ovocitário de *S. herzbergii* capturados na Baía de São José, Maranhão, costa amazônica brasileira. Fonte: primeiro autor. I: ovócito em crescimento primário; II: ovócito em fase perinucleolar; III: ovócito em crescimento secundário; Vtg1: ovócitos com vitelogênese lipídica; Vtg2: ovócitos com vitelogênese lipídica e proteica; Vtg3: ovócitos com vitelogênese completa; Atresia: foliculo atresico.

### Primeira maturação sexual

O tamanho de primeira maturação sexual (L50) de *S. herzbergii* para o período estudado é de 22 cm (Figura 7), ou seja, é o tamanho mínimo no qual pelo menos 50% da população encontra-se apta ao início de sua atividade reprodutiva ou já realizou pelo menos um ciclo maturacional completo.



**Figura 7.** Comprimento de primeira maturação para os sexos agrupados de *S. herzbergii* capturados na Baía de São José, Maranhão, costa amazônica brasileira.

## DISCUSSÃO

As fêmeas de *S. herzbergii* foram mais predominantes nas capturas e apresentaram maiores comprimentos que os machos. Nos menores comprimentos em que a espécie foi capturada existiam apenas indivíduos imaturos, permitindo sugerir que a espécie não se reproduz de forma precoce. A maior incidência de fêmeas neste estudo, pode estar relacionada ao hábito de cuidado parental exercido pelos machos da espécie, sendo caracterizados como guardadores (Carvalho-Neta et al., 2016). Como os machos incubam os ovócitos na boca, acabam ficando insusceptíveis às iscas utilizadas nas armadilhas durante a captura, deixando as fêmeas mais expostas. Essa proporcionalidade de sexos, segundo Nikolsky (1969) apud Cantanhêde et al. (2007) ocorre devido ao sexo de uma população de peixes ser adaptável de acordo com o suprimento alimentar, havendo o predomínio de fêmeas quando existe uma disponibilidade abundante de alimento no local de captura. Feitosa et al. (2019) e Cunha et al. (2014) corroboram que o método de captura é capaz de realizar a seletividade do tamanho e sexo dos peixes capturados, dependendo da malha, local e iscas utilizadas na armadilha.

A alometria negativa encontrada para *S. herzbergii* sugere que a espécie apresente maior incremento em crescimento linear, investindo maior ganho proporcional em comprimento do que em peso. Outras características também são observadas para a espécie, tais como ovócitos em baixa quantidade e em grande tamanho (implicando em baixa taxa reprodutiva), primeira maturação tardia, fato comprovado pelo comprimento de primeira maturação encontrado (22cm), e cuidado parental exibido pelos machos (Carvalho-Neta et al, 2016). A incubação dos ovos na boca funciona como mecanismo de proteção da prole, a fim de evitar o contato com algum fator ambiental extrínseco, atuando ainda como defesa contra agentes estressores físicos e/ou químicos (Reis, 1986). Apesar de terem sido encontradas fêmeas em todos os estágios maturacionais na área estudada, não houve a presença de machos realizando tal incubação durante as coletas, o que segundo Carvalho-Neta et al., (2016), poderia ser um indicativo de impacto antrópico na área de estudo, no entanto acredita-se que a ausência de machos neste estudo se deu mediante a arte de pesca utilizada, o manzuá.

Para *S. herzbergii*, embora possa ser detectados macroscopicamente apenas 5 estágios de maturidade ovariana (imaturo, em maturação, maduro, regressão e regeneração), as análises histológicas complementares demonstraram padrão de desenvolvimento ovocitário sincrônico em dois lotes, com 7 fases maturacionais: cromatina-nucléolo (I), perinucleolar (II), alvéolo-cortical (III), vitelogênese lipídica (Vtg1), vitelogênese lipídica e proteica (Vtg2), vitelogênese completa e atresia.

Para *S. herzbergii*, na fase imatura, os ovários encontram-se em tamanho pequenos, sendo também denominados como virgens e, não é possível a observação de ovócitos a olho nu. Microscopicamente nesta fase podemos observar a presença de células germinativas jovens e folículos primordiais (ovócitos em fase I, II, III). O núcleo é grande e centralizado, onde também se observa a presença da cromatina nucleolar. Os ovócitos

da fase I (as cromatinas-nucléolo) e de fase II (perinucleolares) são classificados como de crescimento primário. Porém, ambos se distinguem pela diferença de tamanho que apresentam (Nagahama, 1983). Os ovócitos na fase II geralmente são angulares e apresentam núcleos grandes com nucléolos periféricos e citoplasma basófilo, (Lima et al.,1991; Romagosa et al.,1993). Em *S. herzbergii*, os ovócitos perinucleolares ocorreram durante todo o ciclo reprodutivo. Os ovócitos na fase III, são classificados como crescimento secundário. Esta fase é caracterizada por pequenas vesículas de gema no citoplasma, que aparecem como vacúolos vazios não corados. Essas vesículas de gema aparecem pela primeira vez na periferia do ovócito e gradualmente se espalham para o núcleo central (Solomon et al., 2007)

Na fase em maturação, os ovários de *S. herzbergii* se apresentaram em maior tamanho, já sendo possível a observação de ovócitos a olho nu com a coloração mais amarelada. Com a observação microscópica dos ovários da espécie são visíveis células de estoque de reserva, porém, já se encontram algumas mais desenvolvidas. Nesta fase o núcleo se apresenta de forma basófila com vários nucléolos ao seu redor. Segundo Ganeco et al. (2001), nesta fase o citoplasma torna-se acidófilo e o núcleo começa a se deslocar para a periferia gradativamente, sendo tais características observadas para a espécie em questão, durante esta fase. Também foi possível observar a presença de ovócitos em vitelogênese lipídica e gotículas de lipídeo aderidas a região periférica da célula. Durante esta fase, observou-se o início da produção de ovócitos vitelogênicos, desta forma, a fase em maturação pode ser considerada uma preparação para a desova (Tomkiewicz et al., 2003; Lowerre-Barbieri, 2009).

A fase madura em *S. herzbergii* foi caracterizada macroscopicamente pela visualização da intensa irrigação sanguínea e pelo tamanho dos ovócitos repletos de vitelo, que se apresentam grandes e em pouca quantidade, exibindo uma coloração

alaranjada, podendo ser contabilizados a olho nu, sendo de 25 a 40 ovócitos por ovário maduro, medindo até 1 cm. Através da microscopia observou-se em seus ovários a presença de células em vitelogênese lipídica e proteica e células em vitelogênese completa. A presença de estrias observadas na membrana celular permitiu caracterizar a zona pelúcida. Ainda foi possível visualizar grânulos de vitelo em toda a parte central da célula e gotículas de lipídios na região periférica. A evidência de células em vtg2 e vtg3 permitiu a separação em dois lotes, o que classifica o tipo de desenvolvimento ovocitário como sincrônico em dois grupos. De acordo com Brown-Peterson et al. (2011), em espécies com desenvolvimento ovocitário sincrônico em dois grupos, os ovócitos vão maturar sincronicamente sendo liberados à medida em que atingem a maturação completa.

Em *S. herzbergii*, na fase de regressão os ovários se encontraram flácidos e com aspecto hemorrágico, porém com resquícios de ovócitos da fase anterior. Visualizando microscopicamente esta fase, observa-se a presença de um espaçamento maior entre as células, sendo encontrados frequentemente folículos vazios e alguns atrésicos, como corpos foliculares residuais. O processo de atresia ovocitária pode ocorrer durante todo o ciclo reprodutivo e ocorre normalmente nos ovócitos em maturação e maduros (Radael et al., 2016). Nesta fase também foi possível observar algumas células pré-existentes de fases anteriores que ainda não completaram o ciclo de maturação. Estas células, devido ao fato de ficarem reservadas para maturação na temporada seguinte, são denominadas “estoque de reserva” (Vazzoler, 1996).

A visualização dos ovários na fase de regeneração em *S. herzbergii* se confundiu com a fase em desenvolvimento tanto macroscopicamente quanto microscopicamente. Nesta fase observou-se células em todas as fases de desenvolvimento ovocitário, porém a presença de tecido em reorganização e o complexo folicular pós-ovulatório

caracterizaram esta fase e a diferenciaram da fase em desenvolvimento. Assim como a presença de uma parede ovariana mais espessa e a presença de feixes musculares (vasos sanguíneos cercados por tecido muscular) (Shapiro et al., 1993; Brown-Peterson et al., 2011). A dinâmica dos ambientes estuarinos, no qual *S. herzbergii* realiza todo o seu ciclo de vida, tem sofrido grandes mudanças por efeito da antropização (Bal; Paital, 2023). Animais que vivem em habitats instáveis e que sofrem com mudanças sazonais e antropogênicas, necessitam de alguns mecanismos de adaptação para se reproduzirem e conseguirem manter os seus estoques, como é o caso da parede ovariana mais espessa, aumentando a resistência a choques mecânicos durante o processo de reprodução (Melo et al., 2011; Felício et al., 2023). Durante a fase de regeneração ocorre a redução da atividade ovariana, sendo influenciada pelas mudanças no ambiente, essa fase pode durar vários meses até que se reinicie o processo de maturação novamente, e se por acaso as condições do ambiente não forem favoráveis a continuidade do ciclo reprodutivo até a liberação de novos ovócitos, ocorre a atresia folicular (Zaniboni Filho; Weingartner, 2007; Murgas et al., 2009).

Em suma o estabelecimento de uma escala de desenvolvimento maturacional para as fêmeas de *S. Herzbergii*, através da descrição histológica, associada a caracterização macroscópica, servem para nortear futuras pesquisas, sendo os dados aqui obtidos uma prospecção à manutenção desde recurso pesqueiro tão importante para a pesca artesanal amazônica.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradecemos aos Laboratórios de Tecnologia Aplicada à Reprodução e Produção de Organismos Nectônicos (TARPON/UFMA), Pesca e Ecologia Aquática (LABPEA/UEMA), Biologia Molecular (LABIMOL/UEMA), e Biologia Aquática BIOAQUA/UEMA, por todo suporte estrutural durante a execução deste trabalho.

Agradecemos também às agências brasileiras CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, Código Financeiro 001) e ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal – UEMA por todo suporte e formação.

## REFERÊNCIAS

BAL, A.; PAITAL, B. Anthropization, salinity and oxidative stress in animals in the coastal zone. *Environmental Sciences Proceedings*, v. 25, n. 1, p. 7, 2023.

BONNAR, S. A.; THOMAS, G.L.; PAULEY, G. B.; MARTIN, R. W. Use of ultrasonic images for rapid no lethal determination of sex and maturity of Pacific Herring. *North American Journal of Fisheries Management*, v. 32, p. 113-120, 1989.

BROWN-PETERSON, N., WYANSKI, D. M., SABORIDO-REY, F., MACEWICZ, B. J.; & LOWERRE-BARBIERI, S. K. A standardized terminology for describing reproductive development in fishes. *Marine and Coastal Fisheries*, v. 3, p. 52-70, 2011.

CANTANHÊDE, G.; ANTONIO C. L. C.; ÉDER, A. G. Biologia reprodutiva de *Hexanematichthys proops* (Siluriformes, Ariidae) no litoral ocidental maranhense. *Iheringia, Série Zoologia*, v. 97, n.4, p. 498-504, 2007.

CASTRO, J. S.; FRANCA, C.; FERNANDES, J.; SILVA, J. S.; TEIXEIRA, E. G.; CARVALHO-NETA, R. N. F. Biomarcadores histológicos em brânquias de *Sciades herzbergii* (Siluriformes, Ariidae) capturados no Complexo Estuarino de São Marcos, Maranhão. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia (Online)*, v. 70, p. 410-418, 2018.

CARVALHO-NETA, R. N. F.; ABREU-SILVA, A. L. Glutathione S-Transferase as biomarker in *Sciades herzbergii* (Ariidae, Siluriformes) for environmental monitoring: the case study of São Marcos? Bay, Maranhão, Brazil. *Latin American Journal of Aquatic Research*, v. 41 n. 2, p. 217-225, 2013.

CARVALHO-NETA, R. N. F.; ABREU-SILVA, A. L. Estrutura populacional e época de reprodução de *Sciades herzbergii* (siluriformes, ariidae) na Ilha dos Caranguejos, maranhão. *Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil*. 2007.

CARVALHO-NETA, R. N. F.; BARBOSA, G. L.; TORRES, H. S.; PINHEIRO-SOUSA, D. B.; CASTRO, J. S.; SANTOS, D. M. S.; TCHAICKA, L.; ALMEIDA, Z. S. TEIXEIRA, E. G; TORRES JUNIOR, A. R. Changes in Glutathione S-Transferase Activity and Parental Care Patterns in a Catfish (Pisces, Ariidae) as a Biomarker of Anthropogenic Impact in a Brazilian Harbor. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, v. 72, p. 132-141, 2016.

CARVALHO-NETA, R. N. F.; MOTA ANDRADE, T. S. O.; OLIVEIRA, S. R. S.; TORRES JUNIOR, A. R.; CARDOSO, W. S.; SANTOS, D. M. S.; SANTOS, W. B.; SERRA, I. M. R. S; BRITO, N. M. Biochemical and morphological responses in *Ucides cordatus* (Crustacea, Decapoda) as indicators of contamination status in mangroves and

port areas from northern Brazil. *Environmental Science and Pollution Research*, v. 26, p. 15884-15893, 2019.

CREPALDI, D. V.; ROTTA, M. A. Uso do ultrassom em programas de reprodução de peixes nativos. Corumbá, MS: Embrapa Pantanal, 2007. 6p.

CUNHA, V.L.; SILVA, A.C.; FONTENELES-FILHO, A.A. Característica e dinâmicas das pescarias de lagosta do Brasil. *Arquivos de ciências do mar*, v. 47, p. 5-15, 2014.

FEITOSA, L. L. A; BARROS, M. C; ALMEIDA, Z. S. MANEJO TRADICIONAL DA PESCA NA ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL DO DELTA DAS AMÉRICAS. *Revista Brasileira de Educação Ambiental*, v. 14, p. 305-322, 2019.

FELICIO, G.R.; CORDEIRO, J.G.; DUTRA-COSTA, B.P.; MAXIMINO, C.; BRANCO, G.S.; QUIRINO, P. P.; SIQUEIRA-SILVA, D.H. Gonadal characterization of the Amazonian fish *Serrapinnus kriegi* (Characidae: Cheirodontinae). *Brazilian Journal of Biology*, v. 83, n.1, p. 1- 8, 2023.

GANECO, L. N.; NAKAGHI, L. S. O.; URBINATI, E. C.; DUMONT NETO R.; VASQUES, L. H. Análise morfológica do desenvolvimento ovocitário de piracanjuba, *Brycon orbignyanus*, durante o ciclo reprodutivo. *Boletim do Instituto de Pesca*, v. 27, n. 2, p.131-138, 2001.

KJESBU, O. S. 2009. Applied fish reproductive biology: contribution of individual reproductive potential to recruitment and fisheries management. pp. 293–334. In: T. JAKOBSEN; M. J. FOGARTY; B. A. MEGREY; E. MOKSNESS (eds). *Fish reproductive biology: Implications for Assessment and Management*. Wiley-Blackwell Scientific Publications, Chichester, UK. 460p.

LIMA, R. L. V. A.; BERNARDINO, G.; VAL-SELLA, M. V.; FAVA DE MORAES, F.; SCHEMY, R. A.; BORELLA, M. I. Tecido germinativo ovariano e ciclo reprodutivo de pacus (*Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887) mantidos em cativeiro. *Boletim Tecnico CEPTA*, v. 4, n. 1, p. 1-46. 1991.

LOWERRE-BARBIERI, S. K. 2009. Reproduction in relation to conservation and exploitation of marine fishes. pp. 371–394. In: B. G. M. JAMESON (ed). *Reproductive biology and phylogeny of fishes (agnathans and bony fishes)*, vol. 8B. Science Publishers, Enfield, New Hampshire. 552 p.

LOWERRE-BARBIERI, S. K.; GANIAS, K.; SABORIDO-REY, F.; MURUA, H.; HUNTER, J. R. Reproductive timing in marine fishes: variability, temporal scales, and methods. *Marine and Coastal Fisheries.*, v. 3, p. 71–97, 2011.

MCMILLAN, D. B. 2007. Ovarian follicles. pp. 67–208. In: D. B. MCMILLAN (ed). *Fish histology: female reproductive systems*. Springer-Verlag, New York. 598p.

MELO, R.M.C.; ARANTES, F.P.; SATO, Y.; SANTOS, J.E.; RIZZO, E.; BAZZOLI, N. Comparative morphology of the gonadal structure related to reproductive strategies in six species of neotropical catfishes (Teleostei: siluriformes). *Journal of Morphology*, v. 272, n. 5, p. 525-535, 2011.

- MATTSON, N. S. A new method to determine sex and gonad size in live fishes by using ultrasonography. *Journal of Fish Biology*, v. 39, n. 5, p. 673-677, 1991.
- MURGAS, L. D. S.; DRUMOND, M. M.; PEREIRA, G. J. M.; FELIZARDO, V. O. Manipulação do ciclo e da eficiência reprodutiva em espécies nativas de peixes de água doce. *Revista Brasileira de Reprodução Animal*, v. 6, n. 1, p. 70-76, 2009.
- MURUA, H.; KRAUS, G.; SABORIDO-REY, F.; THORSEN, A.; WITTHAMES, P.; JUNQUERA, S. Procedures to estimate fecundity of wild collected marine fish in relation to fish reproductive strategy. *Journal of Northwest Atlantic Fishery Science*, v. 33, p. 33-54, 2003.
- NAGAHAMA, Y. 1983. The functional morphology of teleost gonads. p. 223-275. In: HOAR, W.; RANDALL, D. J.; DONALDSON, E. M. **Fish physiology: Reproduction**. London: Academic Press, 9 Part A. 483p.
- NASCIMENTO, W. S.; YAMAMOTO, M. E.; CHELLAPPA, S. Proporção Sexual e Relação Peso-Comprimento do Peixe Anual *Hypsolebias antenori* (Cyprinodontiformes: Rivulidae) de Poças Temporárias da Região Semiárida do Brasil. *Biota Amazônia*. v. 2, n. 1, p. 37-44. 2012.
- NOLETO, K. S.; MENDES, D. C. S.; CARVALHO, I. F. S.; RIBEIRO, D. L. S.; SANTOS, D. M. S.; FERREIRA, A. P. M.; MARQUES, A. L. B.; CARVALHO-NETA, R. N. F.; TCHAICKA, L.; TORRES JÚNIOR, J. R. S. Aquatic pollutants are associated with reproductive alterations and genotoxicity in estuarine fish (*Sciades herzbergii* - Bloch, 1794) from the Amazon Equatorial Coast. *Brazilian Journal of Biology (Online)*, v. 82, p. 1-10, 2022.
- NOVELO, N. D.; TIERSCH, T. R. A Review of the Use of Ultrasonography in Fish reproduction. *North American Journal of Aquaculture*, v. 74, n. 2, p. 169- 181, 2012.
- PINHEIRO-SOUSA, D. B.; 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.
- PINHEIRO-SOUSA, D. B.; COSTA, S. H. S.; TORRES, H. S.; DE JESUS, W. B.; OLIVEIRA, S. R. S.; BASTOS, W. R.; OLIVEIRA, C. A. R.; CARVALHO-NETA, R. N. F. Sediment contaminant levels and multibiomarker approach to assess the health of catfish *Sciades herzbergii* in a harbor from the northern Brazilian Amazon. *Ecotoxicology And Environmental Safety*, v. 208, p. 111540, 2021.
- RADAEL, M. C.; FOSSE, P. J.; SILVA, R. M.; FOSSE FILHO, J. C.; ANDRADE, D. R.; VIDAL JUNIOR, M. V. Descrição morfológica dos ovários do peixe *Melanotaenia boesemani* em atividade reprodutiva. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, v. 36, n. 09, p. 893-900, 2016.
- REIS, E. G. Reproduction and feeding habits of the marine catfish *Netuma barba* (Siluriformes, Ariidae) in the estuary of Lagoa dos Patos, Brazil. *Atlântica* v. 8, p. 35-55. 1986.

- RODRIGUES, C. A. L., RIBEIRO, R. P., SANTOS, N. B., & ALMEIDA, Z. S. Patterns of mollusc distribution in mangroves from the São Marcos Bay, coast of Maranhão State, Brazil. *Acta Amazônica*, v. 46, n. 4, p. 391–400, 2016. <https://doi.org/10.1590/1809-4392201600493>.
- ROMAGOSA, E.; NARAHARA, M. Y.; GODINHO, H. M.; PAIVA, P.; BRAGA, F. M. S. Mudanças morfológicas dos ovários de pacu, *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887), em condições de confinamento. *Boletim do Instituto de Pesca*, v. 20, p. 67-80, 1993.
- SALES, R. O.; BRAGA, P. S.; BRAGA FILHO, C. T. A importância da ultrassonografia na Medicina Veterinária: Ensino. *Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal*, v.13, n.2, p. 156 – 178, 2019.
- SALMITO-VANDERLEY, C. S. B.; TORRES, M. T. Aspectos reprodutivos e biotecnologias da reprodução de peixes. Anais da V Reunião Anual da ABRAA p.71, 2021.
- SHAPIRO, D. Y.; SADOVY, Y.; MCGEHEE, M. A. Periodicity of sex change and reproduction in the red hind, *Epinephelus guttatus*, a protogynous grouper. *Bulletin of Marine Science*, v. 53, p. 1151–1162, 1993.
- SOLOMON, F. N.; RAMMARINE, I. W. Reproductive biology of white mullet, *Mugil curema* (Valenciennes) in the Southern Caribbean. *Fisheries Research*, v. 88, p. 133–138, 2007.
- TOMKIEWICZ, J.; TYBJERG, L.; JESPERSON, Å. Micro and macroscopic characteristics to stage gonadal maturation of female Baltic cod. *Journal of Fish Biology*, v. 62, p. 253–275, 2003.
- TORRES, H. S.; BARROS, M. F. S.; JESUS, W. B.; KOSTEK, L. S.; PINHEIRO-SOUSA, D. B.; CARVALHO-NETA, R. N. F. Impacted estuaries on the Brazilian Amazon coast near port regions influence histological and enzymatic changes in *Sciades herzbergii* (Ariidae, Bloch, 1794). *Brazilian Journal of Biology (Online)*, v. 83, p. 1-15, 2023.
- TRINDADE-SANTOS, I., FREIRE, K. M. F. Analysis of reproductive patterns of fishes from three Large Marine Ecosystems. *Frontiers in Marine Science*, v.2, n.38, p. 1-10, 2015.
- VAZZOLER, A. E. A. M. 1996. Biologia da reprodução de peixes teleósteos: Teoria e Prática. Maringá: EDUEM, 169p.
- WILDHABER, M. L.; PAPOULIAS, D. M.; DELONAY, A. J.; TILLITT, D. E.; BRYAN, J. L.; ANNIS, M. L.; ALLERT, J. A. Gender identification of shovelnose sturgeon using ultrasonic and endoscopic imagery and the application of the method to the pallid sturgeon. *Journal of Fish Biology*, v. 67, n. 1, p. 114-132, 2005.

ZANIBONI FILHO, E.; WEINGARTNER, M. Técnicas de indução da reprodução de peixes migradores. *Revista Brasileira de Reprodução Animal*, v. 31, n. 3, p. 367-373, 2007.

ZAR, J. H. Biostatistical analysis. 5th ed. Upper Saddle River: Prentice Hall; 2010.

**CAPÍTULO II**

**ULTRASSONOGRRAFIA COMO MÉTODO NÃO-INVASIVO PARA  
BIOMONITORAMENTO REPRODUTIVO EM PEIXES ESTUARINOS**

Capítulo publicado no e-Book:  
Monitoramento Ambiental: metodologias e estudos de casos<sup>2</sup>

---

<sup>2</sup>Carvalho, I. F. S.; Noletto, K. S.; Mendes, D. C. S; Ribeiro, D. L.S.; Andrade, J. M. S.; Santos, E. C. B.; Santos, D. M. S.; Almeida, Z. S.; Carvalho Neta, A. V.; Torres-Júnior, J. R. S. Ultrassonografia como método não-invasivo para biomonitoramento reprodutivo em peixes estuarinos. In: Sousa, D. B. P.; Castro, J. S.; Jesus, W. B. (Orgs). Monitoramento Ambiental: Metodologias e Estudos de Casos. 1 Ed. São Luís: i-EDUCAM, 2022. p. 81-97. DOI: <https://doi.org/10.29327/576562>

## ULTRASSONOGRAFIA COMO MÉTODO NÃO-INVASIVO PARA BIOMONITORAMENTO REPRODUTIVO EM PEIXES ESTUARINOS

Irayana Fernanda da Silva Carvalho<sup>1</sup>, Katherine Saldanha Noieto<sup>2</sup>, Denise Carla da Silva Mendes<sup>2</sup>, Diego Luiz dos Santos Ribeiro<sup>2</sup>, Jessica Milena Santos Andrade<sup>5</sup>, Elaine Cristina Batista dos Santos<sup>3</sup>, Débora Martins Silva Santos<sup>4</sup>, Zafira da Silva Almeida<sup>4</sup>, Alcina Vieira de Carvalho Neta<sup>1,2</sup> & José Ribamar de Souza Torres-Júnior<sup>5\*</sup>

<sup>1</sup> Programa de Pós-graduação em Ciência Animal - UEMA, <sup>2</sup> Programa de Pós-graduação em Biodiversidade e Biotecnologia da Rede BIONORTE, <sup>3</sup> Universidade Estadual do Maranhão, <sup>4</sup> Programa de Pós-graduação em Ecologia e Conservação da Biodiversidade – UEMA, <sup>5</sup>Departamento de Oceanografia e Limnologia – UFMA

---

doi: 10.29327/576562.1-13

View online: <https://doi.org/10.29327/576562>

\*e-mail do autor correspondente: [jose.torres@ufma.br](mailto:jose.torres@ufma.br)

---

### INTRODUÇÃO

O desenvolvimento da maturação sexual nos peixes pode ser analisado a partir de várias técnicas, as quais também permitem classificar o sexo do animal, principalmente naquelas espécies sem dimorfismo sexual aparente (FERNANDES *et al.*, 2005; CREPALDI *et al.*, 2006; MARGARIDO *et al.*, 2007). A canulação urogenital, a histologia de gônadas e testículos, as concentrações hormonais e vitelogênicas e as técnicas moleculares e citogenéticas, são bastante utilizadas para tal finalidade (CREPALDI *et al.*, 2006). Em contrapartida, quando tais técnicas são inseridas no cultivo de peixes, podem gerar danos prejudiciais ao plantel como inibição da ovulação, introdução de patógenos, prejudicando principalmente aqueles animais que ainda não entraram em período reprodutivo (BLYTHE *et al.*, 1994).

Nesse sentido a ultrassonografia vem sendo utilizada como técnica não-invasiva, uma vez que permite identificar estruturas em diversas profundidades do organismo apenas baseando-se na captação dos sons refletidos (ecos) ao passarem por tecidos de impedâncias diferentes. Estes ecos são transformados em imagens que podem ser facilmente interpretadas (GODDARD, 1995). Todavia, é importante ressaltar que essa ferramenta já vem sendo utilizada na piscicultura de forma rotineira em centros de pesquisas e demonstração de tecnologias, sobretudo em diagnóstico de doenças, avaliação de carcaças e, ainda, na reprodução (CREPALDI; ROTTA, 2007).

Nos estudos reprodutivos a ultrassonografia pode se tornar um importante aliado na identificação do sexo quando testada e comprovada para uma determinada espécie,

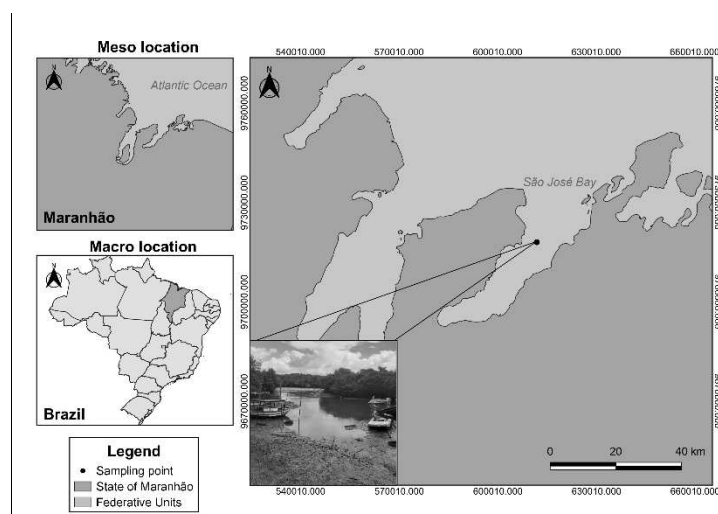
viabilizando uma avaliação eficiente dos estágios de maturação gonadal (NOVELO; TIERSCH, 2012). A ultrassonografia mostrou-se eficaz na determinação do sexo e na avaliação do desenvolvimento gonadal em salmão adulto (*Oncorhynchus kisutch*) (MARTIN *et al.*, 1983) e também demonstrou grande acurácia na sexagem e determinação do desenvolvimento gonadal de arenques (*Clupea harengus pallasii*) adultos, mostrando que a utilização desta ferramenta se torna eficiente mediante a um desenvolvimento mínimo das gônadas (BONNAR *et al.*, 1989).

Diante da acurácia na utilização da ultrassonografia em outras espécies, objetiva-se aqui, prospectar sua eficiência no intuito de compreender o potencial reprodutivo de *Sciades herzbergii*, um importante recurso pesqueiro do litoral maranhense.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Área de estudo

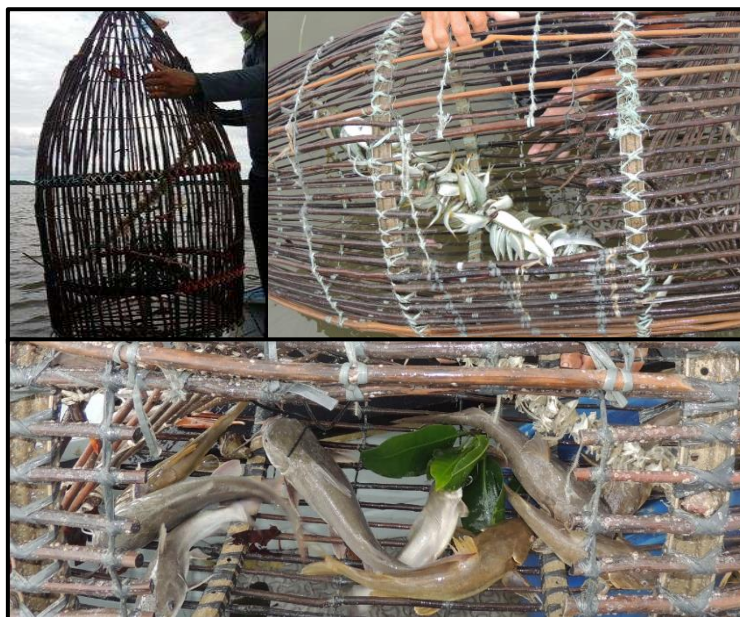
Para a realização deste estudo a área amostrada compreendeu a Baía de São José, pertence à Região Metropolitana da grande São Luís, Estado do Maranhão, que é banhada pelo Oceano Atlântico, pertencendo a costa equatorial amazônica (Figura 1).



**Figura 1.** Localização da Baía de São José, costa equatorial amazônica, Maranhão.

### Captura de espécimes

Foram coletados pelo menos 30 espécimes, obedecendo a classes de *status* de maturidade sexual. Foi utilizada uma armadilha com estrutura de talos de madeira recoberta por uma malha de polietileno, denominada popularmente como Manzuá ou Covo, na qual se utilizou isca natural para atrair e aprisionar os peixes, que permaneceram vivos em seu interior (Figura 2).



**Figura 2.** Manzuá, armadilha utilizada para a coleta dos espécimes de *S. herbergii* na Baía de São José, costa equatorial amazônica, Maranhão.

Após a captura, os espécimes foram imediatamente anestesiados por submersão em água contendo 3% de benzocaína por um período de dez minutos, segundo a metodologia utilizada por Santos et al. (2010). Foi realizada a biometria dos peixes com a utilização de um ictiômetro com escala de aferição de 1,0 mm, sendo obtidos os seguintes parâmetros biométricos: comprimento total (Ct), que corresponde à ponta da extremidade cranial até o término da nadadeira caudal e comprimento padrão (Cp), da ponta da extremidade cranial até a última vértebra. Posteriormente foi registrada a massa total (Pt) através de balança de precisão de 0,01 gramas.

### **Imagens ultrassonográficas**

Em campo, os animais foram submetidos a avaliações ultrassonográficas, realizadas com o auxílio de um aparelho de ultrassom (Mindray®, Modelo Z5Vet, Digital Ultrasonic Diagnostic Imaging System, Brasil) equipado com transdutor multifrequencial linear. O transdutor foi posicionado ventral e lateralmente sobre o corpo do espécime, submerso em água, objetivando realizar o scanner de toda a cavidade celomática, a partir do poro urogenital, no sentido caudo-cranial, em busca da imagem mais nítida das gônadas, detecção do sexo e do estágio de maturação gonadal.

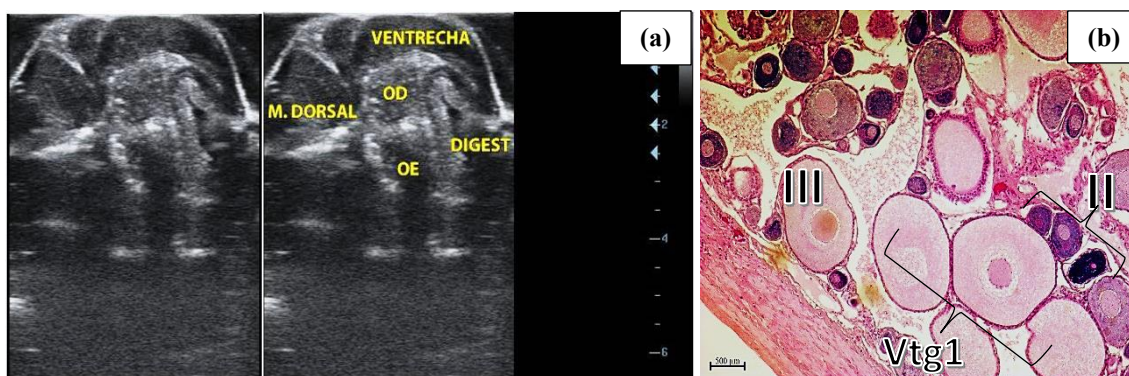
Após a ultrassonografia, cada espécime teve sua cavidade celomática aberta e os órgãos internos exposto *in situ* para validar a configuração morfológica e a posição das

gônadas dentro da cavidade, para confirmação e identificação dos estádios maturacionais (BONNAR et al., 1989).

Os estádios de desenvolvimento das gônadas de ambos os sexos foram verificados macroscopicamente, considerando: o grau de turgidez, coloração, vascularização, peso e comprimento das gônadas em relação ao espaço ocupado na cavidade celomática (Vazzoler, 1996). A caracterização microscópica dos estágios de maturação das gônadas femininas foi realizada de acordo com a nomenclatura estabelecida por Lowerre-Barbieri (2011). Assim foram considerados as fases reprodutivas: imatura, em maturação, maduro, em regressão e em regeneração

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A ultrassonografia mostrou-se um método eficiente em *S. herzbergii* na identificação de indivíduos com desenvolvimento ovocitário em fase vitelogênica (em maturação) ou ovócitos já maduros. Na vitelogênese inicial (lipídica) já é possível distinguir, pela ultrassonografia, ovócitos como pequenos pontos negros ou anecóicos circunscritos dentro dos ovários (Figura 3a). Paralelamente a visualização ultrassonográfica, identificou-se através da microscopia a fase reprodutiva “em maturação inicial” (Figura 3b)

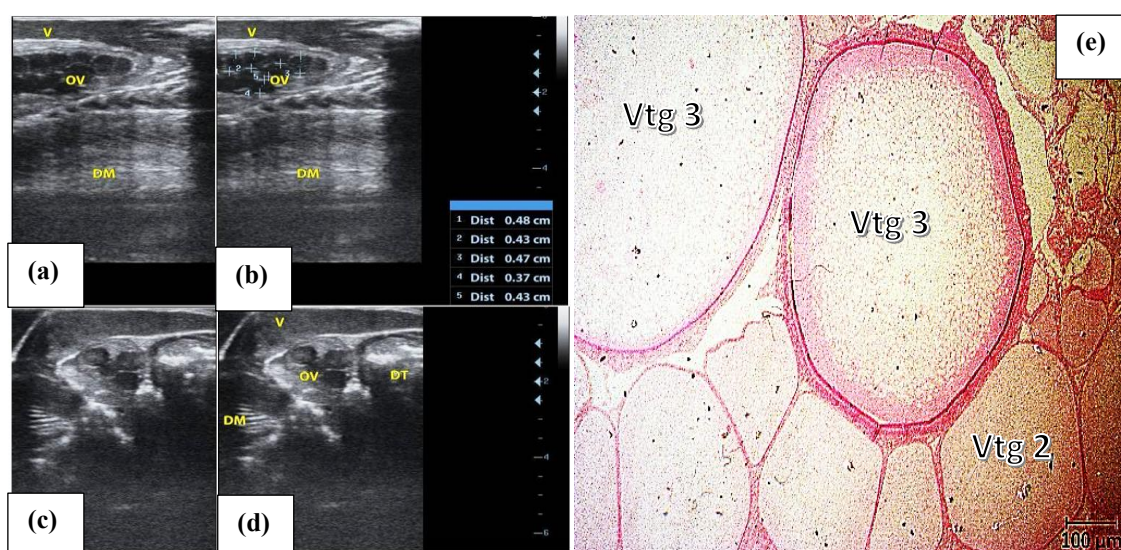


**Figura 3.** (a) Imagem ultrassonográfica do ovário de *S. herzbergii* em fase inicial de vitelogênese (vitelogênese lipídica). (b) Fotomicrografia dos ovários de *S. herzbergii* na fase em maturação. OE = ovário esquerdo; OD = ovário direito; DIGEST = trato digestório; M. DORSAL = músculo dorsal. Espécime em posição de decúbito lateral; II: perinucleolar; III: ovócitos em crescimento secundário Vtg1: ovócitos com vitelogênese lipídica

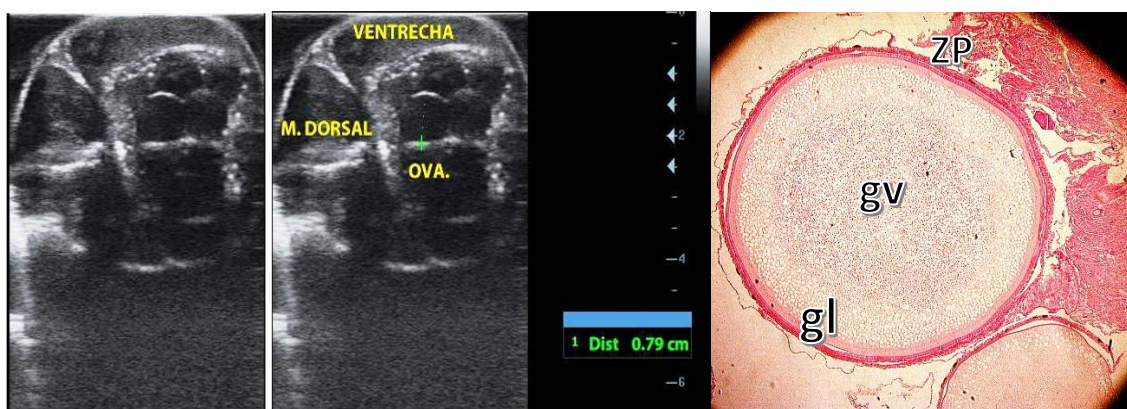
Nesta fase o núcleo se apresenta de forma basófila com vários nucléolos ao seu redor. Segundo Ganeco *et al.* (2001), nesta fase o citoplasma torna-se acidófilo e o núcleo começa a se deslocar para a periferia gradativamente, sendo tais características observadas para a espécie em questão, durante essa fase. Também foi possível observar a presença de ovócitos em vitelogênese lipídica e gotículas de lipídeo aderidas a região periférica da célula. Durante esta fase, observou-se o início da produção de ovócitos

vitelogênicos, desta forma, a fase em maturação pode ser considerada uma preparação para a desova (TOMKIEWICZ *et al.*, 2003; LOWERRE-BARBIERI, 2009).

Na fase seguinte, chamada de vitelogênese intermediária ou lipídico-protéica, é possível evidenciar ultrassonograficamente estruturas circulares a partir de 3,0 mm de diâmetro (Figura 4 a, b, c, d) microscopicamente classificada em fase “em maturação avançada” (Figura 4e), as quais podem alcançar diâmetros bem maiores quando a vitelogênese está completa, na fase de pré-desova ou “madura”, podendo ultrapassar os 7,9 mm (Figura 5a), sendo caracterizada por ovócitos em vitelogênese completa, prontos para desovar (Figura 5b).



**Figura 4.** (a, b) Imagem ultrassonográfica do ovário de *S. herzbergii* em fase intermediária de vitelogênese (vitelogênese lipídico-protéica) representada em corte longitudinal (c, d) e transversal. (e) Fotomicrografia dos ovários de *S. herzbergii* em fase madura. OV = ovário; DT = trato digestório; DM = músculo dorsal; V = ventrecha. Imagens A e B, Espécime em posição de decúbito dorsal; Imagens C e D, Espécime em posição de decúbito lateral; Vtg2: ovócitos com vitelogênese lipídica e proteica; Vtg3: ovócitos com vitelogênese completa;

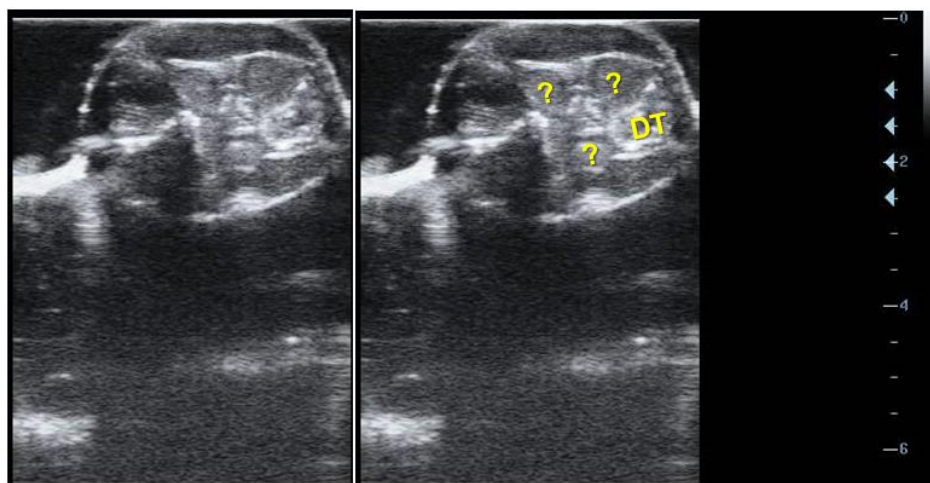


**Figura 5.** (a) Imagem ultrassonográfica do ovário de *S. Herzbergii* em fase final de vitelogênese. Espécime em posição de decúbito lateral. (b) Fotomicrografia dos ovários de *S. herzbergii* em fase de maturação completa.

OVA. = ovário; M. DORSAL = músculo dorsal; gl: Gotículas de lipídeo; ZP: Zona pelúcida; gv: Grânulos de vitelo.

Ao se considerar a baixa espessura e a pouca ecogenicidade os ovários imaturos e desovados, se tornou difícil delimitar com acurácia visual seu contorno e posição em relação a outros órgãos presentes dentro da cavidade celomática, além de tornar indetectáveis as diferenças entre estas duas referidas fases maturacionais (Figura 6). Portanto, recomenda-se a ultrassonografia na espécie *S. herzbergii* somente quando o objetivo do exame seja exclusivamente detecção e triagem de animais em evidente fase de amadurecimento gonadal (vitelogênese) ou sexualmente maduros.

A dificuldade encontrada para a avaliação das gônadas em estádios iniciais de maturação já foi descrita por outros autores e em outras espécies, podendo ser atribuída ao pequeno tamanho desses órgãos ou mesmo à sua constituição nesse período (CREPALDI; ROTTA, 2007).



**Figura 6.** Imagem ultrassonográfica do ovário de *S. herzbergii* em fase imatura. DT = trato digestório. Espécime em posição de decúbito lateral.

No contexto da manutenção dos estoques pesqueiros de *S. herzbergii*, uma importante alternativa seria a produção da espécie em cativeiro, para tanto são necessários estudos prospectivos a respeito da espécie e das alternativas viáveis para tal fim. Nesse sentido o estudo da reprodução funciona como um pontapé inicial para entender o comportamento da espécie.

Por ser uma espécie com baixa produção de ovócitos e com predileção por desovar no período chuvoso, seriam necessárias à adoção de alternativas para aumentar a eficácia do processo reprodutivo e potencializar sua exploração econômica e preservação. Um outro entrave para esta espécie, é o dimorfismo sexual não aparente, sendo necessária a utilização de métodos de sexagem.

Portanto a ultrassonografia pode surgir como um método alternativo para distinção sexual por ser um método não invasivo, simples, rápido e já utilizado em outras espécies de peixes com alta acurácia (MATTSON, 1991; NOVELO; THIERSCH, 2012).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A ultrassonografia se mostrou um método eficaz para a determinação sexual e acompanhamento maturacional reprodutivo em *S. Herzbergii*, a partir do início da vitelogênese, uma vez que em animais imaturos os órgãos reprodutivos foram indistinguíveis ultrassonograficamente dentro da cavidade celomática. Neste contexto, sugere-se que tal método seja aplicável somente a indivíduos maiores que 22 cm, tamanho mínimo em que *S. herzbergii* foi encontrado em estágio maduro neste estudo. A partir desse comprimento subentende-se que no mínimo 50% dos indivíduos dessa espécie encontram-se aptos a reprodução.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio financeiro da CAPES e à Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão (FAPEMA) pelo apoio financeiro na concessão de auxílios e bolsas.

## REFERÊNCIAS

BLYTHE, B.; HELFRICH, L. A.; BEAL, W. E.; BOSWORTH, B.; LIBEY, G. S. Determination of sex and maturational status of striped bass (*Morone saxatilis*) using ultrasonic imaging. **Aquaculture**, v. 125, n. 1-2, p. 175-184, 1994.

BONNAR, S. A.; THOMAS, G.L.; PAULEY, G. B.; MARTIN, R. W. Use of ultrasonic images for rapid no lethal determination of sex and maturity of Pacific Herring. **North American Journal of Fisheries Management**, v. 32, p. 113-120, 1989.

CREPALDI, D. V.; TEIXEIRA, E. A.; FARIA, P. M. C.; RIBEIRO, L. P.; SATURNINO, H. M.; MELO, D. C.; SOUSA, A. B. D.; CARVALHO, D. C. A ultrassonografia na piscicultura. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v. 39, n. 3/4, p. 174-181, 2006.

CREPALDI, D. V.; ROTTA, M. A. Uso do ultrassom em programas de reprodução de peixes nativos. Corumbá, MS: Embrapa Pantanal, 2007. 6p. (Bem rapa Pantanal. Comunicado Técnico, 62). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/785712/1/COT62.pdf>. Acesso em: 25 jul. 2022.

FERNANDES, F. M. C.; ALBERT, J. S.; DANIELSILVA, M. D. F. Z.; LOPES, C. E.; CRAMPTON, W. G. R.; ALMEIDA-TOLEDO, L. F. A new *Gymnotus* (Teleostei:

Gymnotiformes: Gymnotidae) from the Pantanal Matogrossense of Brazil and adjacent drainages: Continued documentation of a cryptic fauna. **Zootaxa**, n. 933, p. 1-14, 2005.

GANECO, L. N.; NAKAGHI, L. S. O.; URBINATI, E. C.; DUMONT NETO R.; VASQUES, L. H. Análise morfológica do desenvolvimento ovocitário de piracanjuba, *Brycon orbignyanus*, durante o ciclo reprodutivo. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 27, n. 2, p.131-138, 2001.

GODDARD P. J. 1995. General principles. pp.1-19. In: GODDARD P. J. (ed). Veterinary ultrasonography. Weybridge: CAB International.

LOWERRE-BARBIERI, S. K. 2009. Reproduction in relation to conservation and exploitation of marine fishes. pp. 371–394. In: B. G. M. JAMESON (ed). **Reproductive biology and phylogeny of fishes (agnathans and bony fishes)**, vol. 8B. Science Publishers, Enfield, New Hampshire. 552 p.

LOWERRE-BARBIERI, S. K.; GANIAS, K.; SABORIDO-REY, F.; MURUA, H.; HUNTER, J. R. Reproductive timing in marine fishes: variability, temporal scales, and methods. **Marine and Coastal Fisheries**, v. 3, p. 71–97, 2011.

MARGARIDO, V. P.; BELLAFRONTE, E.; MOREIRA-FILHO, O. Cytogenetic analysis of three sympatric Gymnotus (Gymnotiformes, Gymnotidae) species verifies invasive species in the Upper Paraná River basin, Brazil. **Journal of Fish Biology**, v. 70, p. 155-164, 2007.

MARTIN, R. W.; MEYERS, J.; SOWER, S, A.; PHILLIPS, D. J.; MCAULEY, C. Ultrasonic imaging, a potential tool for sex determination of live fish. **North American Journal of Fisheries Management**, v.3, n. 3, p. 258-264, 1983.

MATTSON, N. S. A new method to determine sex and gonad size in live fishes by using ultrasonography. **Journal of Fish Biology**, v. 39, n. 5, p. 673-677, 1991.

NOVELO, N. D.; TIERSCH, T. R. A Review of the Use of Ultrasonography in Fish reproduction. **North American Journal of Aquaculture**, v. 74, n. 2, p. 169- 181, 2012.

SANTOS, D. M. S. Qualidade da água e histopatologia de órgãos de peixes provenientes de criatórios do município de Itapecuru Mirim, Maranhão. 2010. iv, 83 f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2010.

TOMKIEWICZ, J.; TYBJERG, L.; JESPERSON, Å. Micro and macroscopic characteristics to stage gonadal maturation of female Baltic cod. **Journal of Fish Biology**, v. 62, p. 253–275, 2003.

VAZZOLER, A. E. A. M. 1996. Biologia da reprodução de peixes teleósteos: Teoria e Prática. Maringá: EDUEM, 169p.

**CAPÍTULO III**  
**INDICADORES REPRODUTIVOS DURANTE A ALOCAÇÃO DE ENERGIA**  
**EM *Sciades herzbergii* (TELEOSTEI: ARIIDAE) NA COSTA AMAZONICA**  
**BRASILEIRA<sup>3</sup>**

---

<sup>3</sup>Artigo científico a ser submetido à Revista Boletim do Instituto de Pesca, Qualis A4 e já se encontra nas normas do periódico.

**INDICADORES REPRODUTIVOS DURANTE A ALOCAÇÃO DE ENERGIA  
EM *Sciades herzbergii* (TELEOSTEI: ARIIDAE) NA COSTA AMAZONICA  
BRASILEIRA**

Irayana Fernanda da Silva CARVALHO<sup>1</sup>, Katherine Saldanha NOLETO<sup>2</sup>, Denise  
Carla da Silva MENDES<sup>2</sup>, Elaine Cristina Batista dos SANTOS<sup>3</sup>, Zafira da Silva  
Almeida<sup>4</sup>, Alcina Vieira de Carvalho Neta<sup>1,2</sup> & José Ribamar de Souza Torres-Júnior<sup>5\*</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-graduação em Ciência Animal – UEMA, São Luís – MA;

<sup>2</sup>Programa de Pós-graduação em Biodiversidade e Biotecnologia da Rede BIONORTE,  
São Luís – MA;

<sup>3</sup>Departamento de Engenharia de Pesca, UEMA, São Luís – MA;

<sup>4</sup>Programa de Pós-graduação em Ecologia e Conservação da Biodiversidade – UEMA,  
São Luís -MA;

<sup>5</sup>Departamento de Oceanografia e Limnologia – UFMA, São Luís – MA;

## **RESUMO**

*Sciades herzbergii* é uma espécie estuarino-residente de grande importância comercial para a pesca no estado do Maranhão. Este trabalho objetivou conhecer e compreender como os índices reprodutivos são influenciados pelo armazenamento de energia e como ela é acumulada durante as fases reprodutivas da espécie. Espécimes de *S. herzbergii* foram coletados em estuários da Ilha do Maranhão. Foram obtidos o comprimento total, comprimento padrão e a massa total, seguidos de dissecação e remoção das gônadas. Os estádios de desenvolvimento das gônadas foram verificados macroscopicamente, com base no grau de turgidez, coloração, vascularização, visualização de gametas e peso/comprimento das gônadas. Após a retirada da gônada, foram coletadas amostras de músculo dorsal, fígado e ventrecha dos peixes para determinação dos lipídios totais. Também foram calculados o IGS, Fator de Condição, IHS e L50. *S. herzbergii* apresentou maior intensidade reprodutiva durante o período chuvoso como confirmado pelo índice gonadossomático. O teste t para variâncias separadas demonstrou que houve diferenças significativas para o IGS e fator de condição entre períodos. O (L50) de *S. herzbergii* para o período estudado é de 22 cm. A análise do percentual de lipídios em *S. herzbergii* demonstrou que em geral houve maior concentração no fígado, tanto no período chuvoso quando no período de estiagem. Conclui-se que o fígado e a ventrecha são utilizados para maior alocação de energia durante o processo reprodutivo de *S. herzbergii*, sendo a ventrecha responsável pela maior concentração lipídica pós-desova.

**Palavras-chave:** Bagre; Fator de Condição; Lipídios; Reprodução.

## **ABSTRACT**

*Sciades herzbergii* is an estuarine-resident species of great commercial importance for fishing in the state of Maranhão. This work aimed to understand and understand how reproductive rates are influenced by energy storage and how it is accumulated during the reproductive phases of the species. Specimens of *S. herzbergii* were collected in estuaries on Maranhão Island. Total length, standard length and total mass were obtained, followed by dissection and removal of the gonads. The developmental stages of the gonads were verified macroscopically, based on the degree of turgidity, color, vascularization, visualization of gametes and weight/length of the gonads. After removing the gonad, samples of the dorsal muscle, liver and belly of the fish were collected to determine total lipids. The IGS, Condition Factor, IHS and L50 were also calculated. *S. herzbergii* showed greater reproductive intensity during the rainy season as confirmed by the gonadosomatic index. The t test for separate variances demonstrated that there were significant differences for the IGS and condition factor between periods. The (L50) of *S. herzbergii* for the period studied is 22 cm. The analysis of the percentage of lipids in *S. herzbergii* demonstrated that in general there was a higher concentration in the liver, both in the rainy and dry periods. It is concluded that the liver and belly are used for greater energy allocation during the reproductive process of *S. herzbergii*, with the belly being responsible for the highest post-spawning lipid concentration.

**Keywords:** Catfish; Condition Factor; Lipids; Reproduction.

## INTRODUÇÃO

A deposição de lipídios em peixes ocorre de modo diversificado, ao contrário dos mamíferos cujo estoque ocorre em tecido adiposo. Em geral a estocagem de lipídios acontece em vários sítios, como gordura mesentérica, fígado e músculos (SHERIDAN, 1988; SHERIDAN, 1994). O acúmulo de lipídios é de suma importância para o processo reprodutivo dos peixes, favorecendo o fluxo energético durante as fases de crescimento e reprodução, funcionando ainda como reserva durante condições adversas (KOOIJMAN, 2010; MARTIN, et al., 2017). As relações entre crescimento e acúmulo de reservas em peixes são específicas e características de cada período do ciclo de vida, sendo que a energia alocada é utilizada de modo diferente durante o desenvolvimento do organismo: na fase juvenil, a energia é alocada para o desenvolvimento das estruturas somáticas e na fase adulta, para o armazenamento de reservas e desenvolvimento das estruturas reprodutivas (VAZZOLER, 1996). Os lipídios têm relação importante com múltiplas funções durante o desenvolvimento embrionário e larval, como servir de fonte

metabólica, além de ser primordial na formação de órgãos e tecidos (IZQUIERDO et al., 2000; TOCHER, et al., 2003). Durante o período de maturação dos ovócitos, as fêmeas acabam executando um gasto metabólico, desta forma esse processo envolve um processo de mobilização de reservas para as gônadas, reservas estas que são previamente armazenadas em diferentes tecidos como fígado, músculos, tecido adiposo ou ainda intestinos (LOVE, 1980; AMARAL, 2009).

As reservas de energia acumuladas durante o período de maior disponibilidade de alimento são fundamentais para o processo de maturação gonadal dos peixes. Esse processo pode ser detectado por meio de importantes indicadores do estado fisiológico do indivíduo, tais como: reserva de lipídios e energia, fator de condição e índices gonadossomático e hepatossomático (BAZZOLI; RIZZO, 1990; BAZZOLI; GODINHO, 1997; CHELLAPPA, et al. 2013; SAYER et al. 1996; SANTOS et al. 2006).

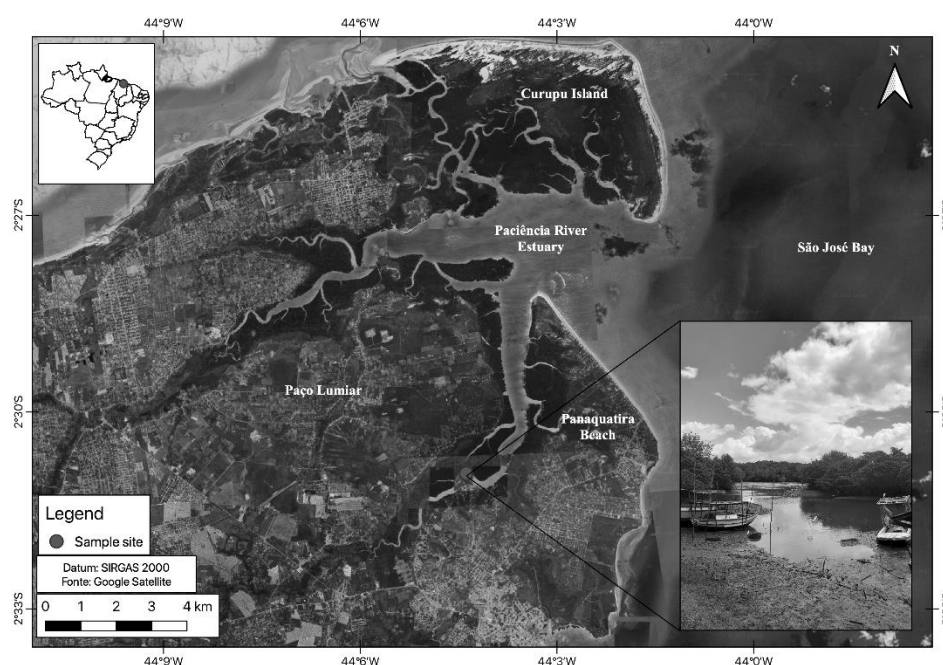
*Sciades herzbergii* é uma espécie estuarino-residente de grande importância comercial para a pesca no estado do Maranhão, localizado na costa amazônica brasileira (PINHEIRO-SOUSA, et al., 2013; PINHEIRO-SOUSA, et al., 2021). Algumas características reprodutivas dessa espécie já foram descritas para o litoral maranhense, como por exemplo, a preferência por realizar a desova durante o período chuvoso, e o comportamento de cuidado parental realizado pelos machos da espécie, por meio da incubação dos ovos na boca (CARVALHO-NETA; ABREU-SILVA, 2007). Com base nas características já descritas para *S. herzbergii*, é importante conhecer e compreender como os índices reprodutivos são influenciados pelo armazenamento de energia e como ela é acumulada durante as fases reprodutivas da espécie.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Área de estudo e captura de espécimes**

Este trabalho foi aprovado pelo Comitê de Ética e Experimentação Animal da Universidade Estadual do Maranhão (protocolo nº 51/2021). Também foi licenciado pelo

SISBIO (Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade) sob a numeração de registro 75623-1. A área estudada envolveu parte da baía de São José, localizada no Estado do Maranhão, costa amazônica brasileira ( $2^{\circ}31'51.30''\text{S}$   $44^{\circ}5'24.40''$ ; Figura 1), onde ocorre expressiva atividade pesqueira. Nesta região foram capturados espécimes de *Sciades herzbergii*, com o auxílio de armadilha artesanal, denominada manzuá. Tal armadilha apresenta estrutura de talos de madeira, recoberta por uma malha de polietileno, na qual se utiliza isca natural para atrair e aprisionar os peixes, que permanecem vivos em seu interior.



**Figura 1.** Localização da área de estudo envolvendo a Baía de São José, Maranhão, costa amazônica brasileira.

Foi realizada a biometria dos peixes com a utilização de um ictiômetro com escala de aferição de 1,0 mm, sendo obtidos os seguintes parâmetros biométricos: comprimento total (Ct), que corresponde à ponta da extremidade cranial até o término da nadadeira caudal e comprimento padrão (Cp), da ponta da extremidade cranial até a última vértebra.

Posteriormente foi registrada a massa total (Pt) através de balança de precisão de 0,01 gramas.

### **Caracterização reprodutiva**

Para identificar os sexos, os peixes foram dissecados e as gônadas removidas, pesadas e examinadas. Em seguida, foi registrado o peso eviscerado dos peixes. Os estádios de desenvolvimento das gônadas de ambos os sexos foram verificados macroscopicamente. Para as fêmeas foram considerados: o grau de turgidez, coloração, vascularização, peso e comprimento das gônadas em relação ao espaço ocupado na cavidade celomática, de acordo com a nomenclatura estabelecida por Lowerre-Barbieri (2011).

As variáveis biométricas, peso das gônadas (Wg) e peso total do peixe (Wt) foram utilizados para o cálculo do índice Gonadosomático (IGS) através da fórmula:  $IGS = (Wg / Wt) \times 100$ . O fator de condição (K) foi determinado utilizando a equação:  $K = Wt / Lt^b$ , onde Wt= peso do animal (mg), Lt=comprimento total (cm), b= coeficiente de alometria da relação peso-comprimento (VAZZOLER, 1996). E o índice Hepatosomático (IHS) foi determinado utilizando a equação:  $IHS = Wf / Wt \times 100$ , onde Wf= peso do fígado (mg) e Wt= peso total (mg) x100 (WOOTTON et al., 1984).

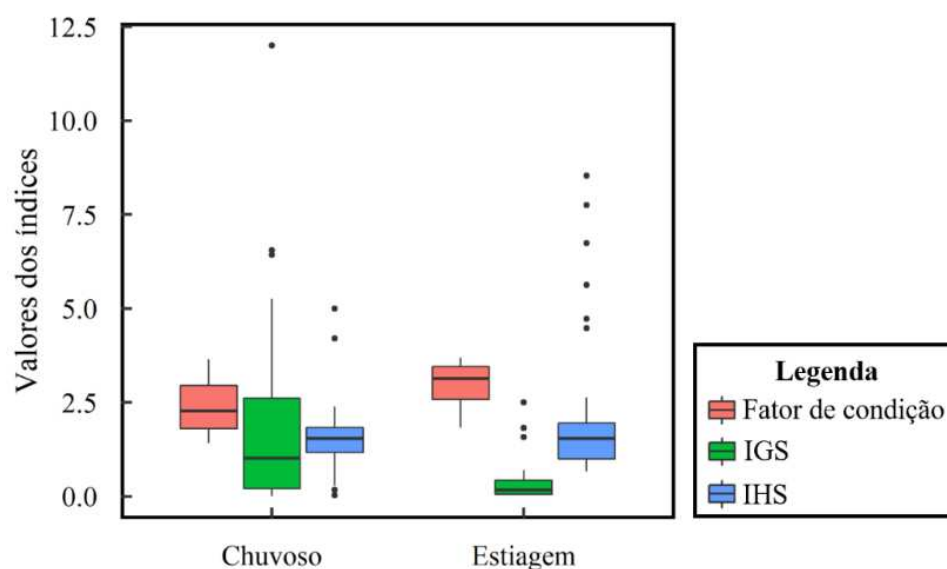
### **Concentração de lipídios**

Após a retirada da gônada, foram coletadas amostras de músculo dorsal, fígado e ventrecha (músculo abdominal ventral) dos peixes para determinação dos lipídios totais. Adaptamos uma metodologia alternativa ao método convencional de Bligh e Dyer (1959) normalmente utilizado para extração de lipídios totais de material biológico. Foi pesado 1g da amostra seca, em becker de 100 mL e em seguida homogeneizado em 20 mL de solução de clorofórmio – metanol na proporção 2:1, deixado em repouso por 30 minutos. Posteriormente foi feita a filtração da mistura em papel filtro sobre um funil, diretamente

em Erlenmeyer de 125 mL, sendo adicionado 6 mL de KCl a 7,4% na amostra e deixado em repouso por 10 minutos até a separação das fases. Logo em seguida, o Erlenmeyer foi encaminhado para a chapa aquecedora a 105 – 110 °C, até completar total evaporação da água resultante da reação. Após esta etapa, foram colocados em estufa a 90°C por 2 horas, para secagem, seguido da pesagem para obtenção do valor de percentual de lipídios totais.

## RESULTADOS

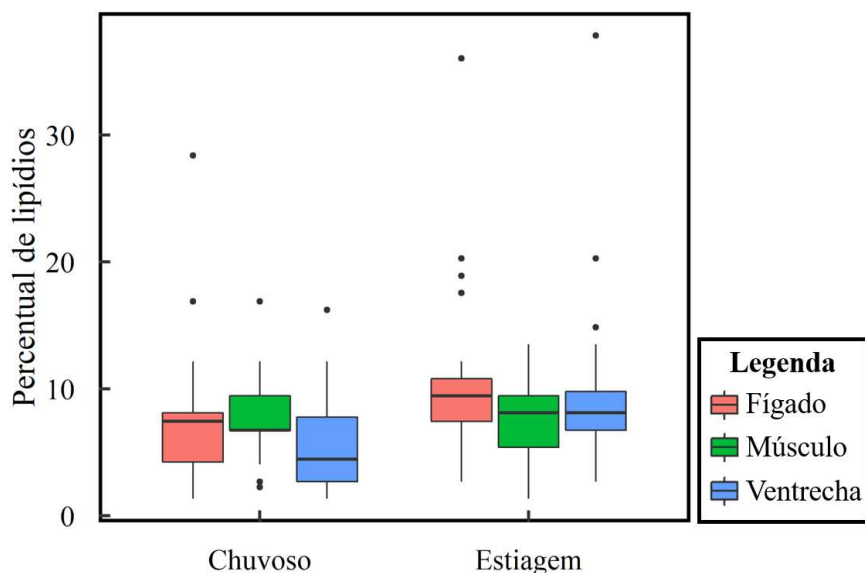
Foi possível observar que *S. herzbergii* apresentou maior intensidade reprodutiva durante o período chuvoso como confirmado pelo aumento do índice gonadossomático (IGS) e fator de condição A queda no IGS no período de estiagem e elevação do fator de condição e IHS sugerem que durante esse período a espécie inicie a reposição da energia gasta durante o período reprodutivo (Figura 2). O teste t para variâncias separadas demonstrou que houve diferenças significativas para o IGS e fator de condição entre períodos (ambos com  $p < 0,05$ ).



**Figura 2.** Valores dos índices hepatossomático, gonadossomático e fator de condição durante o período chuvoso e estiagem para *S. herzbergii* capturados na Baía de São José, costa equatorial amazônica, Maranhão.

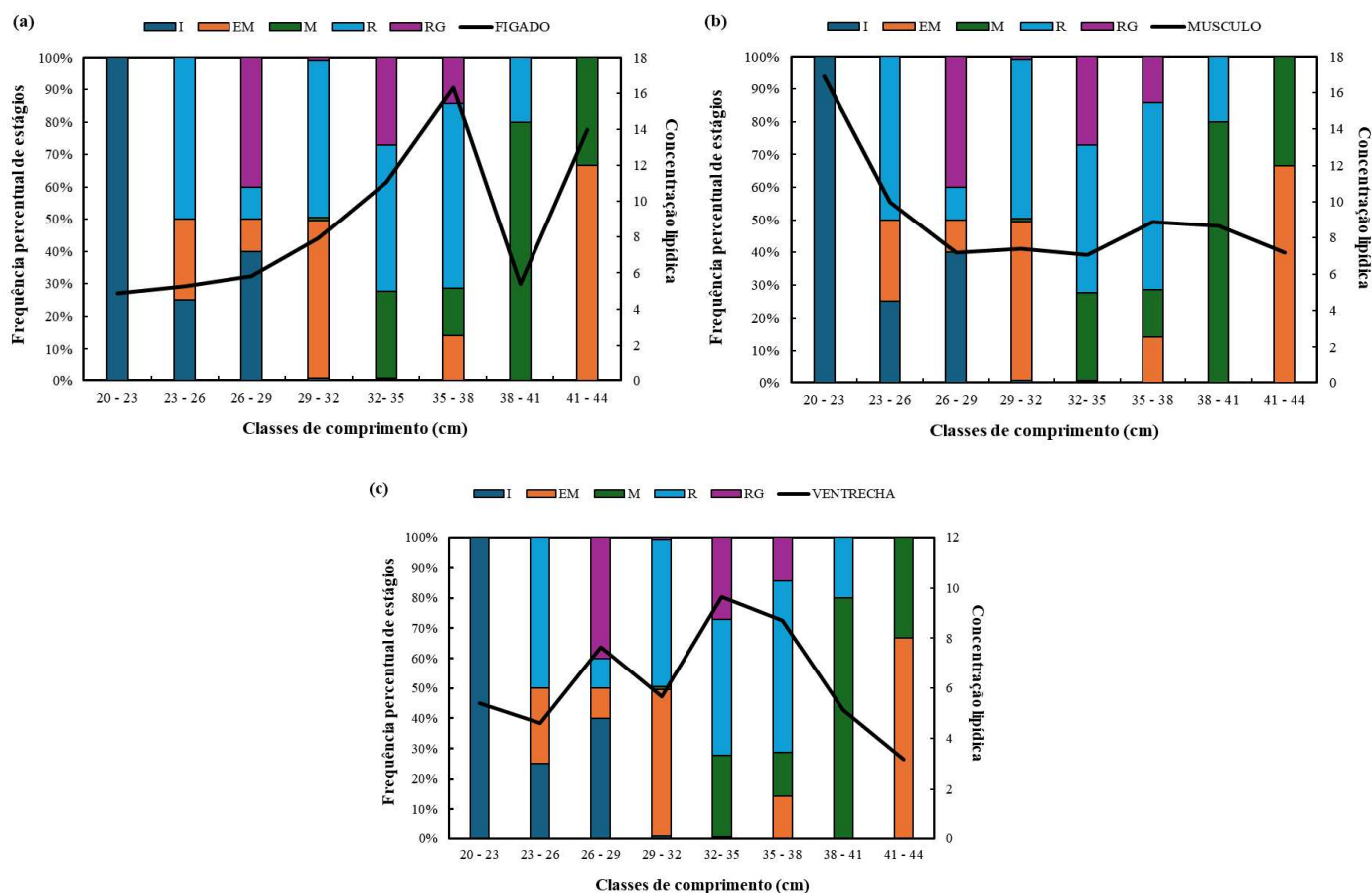
A análise da concentração de lipídios totais em *S. herzbergii* demonstrou que em geral houve maior concentração no fígado, tanto no período chuvoso quanto no período

de estiagem (Figura 3). No musculo dorsal, houve uma maior concentração de lipídios totais no periodo de estiagem. Através do test t constatou-se que houve diferença significativa para o fígado ( $p=0,001$ ) e ventrecha( $p=0,04$ ), ambos entre os periodos estudados.



**Figura 3.** Percentual de lipídeos totais nos órgãos: fígado, musculo dorsal e ventrecha em *S. herzbergii* capturados na Baía de São José, costa equatorial amazônica, Maranhão.

A concentração de lipídios no fígado, musculo dorsal e ventrecha também foi analisada em comparação com os estágios maturacionais por classes de comprimento. Foi observado o maior pico de concentração de lipídios no fígado na classe de comprimento de 35 – 38, havendo uma queda na classe seguinte (38-41), onde se encontra o maior percentual de indivíduos maduros. Para o músculo dorsal, o maior pico de concentração de lipídios ocorreu nas menores classes de comprimento (20-23), na qual está inserido o maior percentual de indivíduos imaturos (juvenis). Em relação a ventrecha, podem ser observados dois picos crescentes, um na classe de 26 – 29 e outro na classe de 32 – 35, ambas com os maiores percentuais de indivíduos na fase de regressão e regeneração (Figura 4).



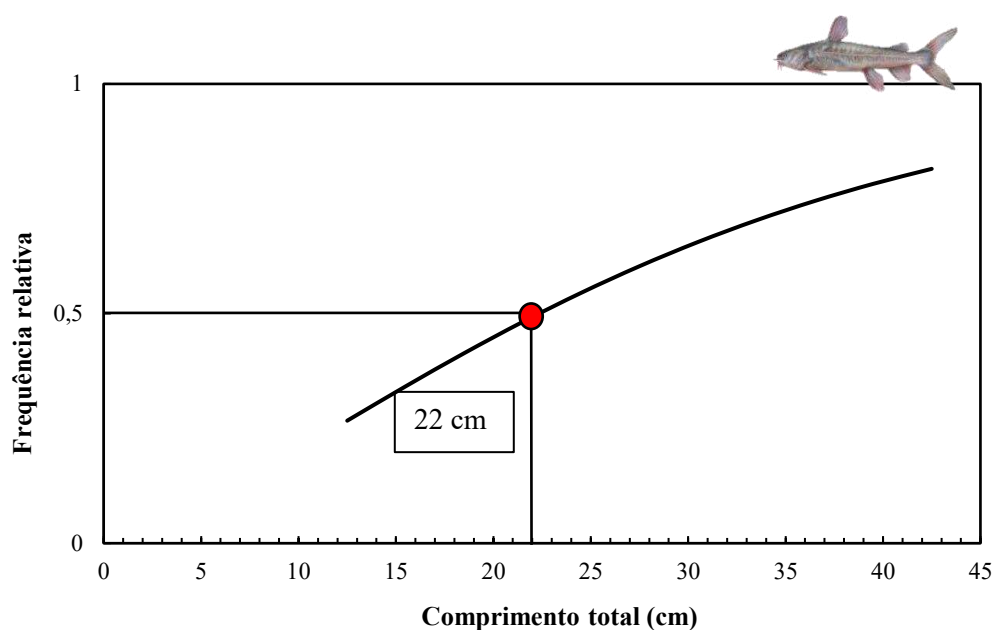
**Figura 4.** Concentração de lipídios totais por classes de comprimento e estágios maturacionais em *S. herzbergii* capturados na Baía de São José, costa equatorial amazônica, Maranhão. (a) fígado, (b) músculo e (c) ventrecha. I -imaturo; EM – em maturação; M – maduro; R – regressão; RG- regeneração.

A concentração de lipídios por fases de maturação, mostrou que há uma tendência de acúmulo de lipídios diferente em cada fase reprodutiva de *S. Herzbergii* (Tabela 1). Durante a fase imatura a espécie tende a acumular maior concentração lipídica no músculo dorsal. Na fase em maturação e na fase madura, houve maior concentração de lipídios no fígado. Já durante as fases de regressão e regeneração, a maior concentração foi encontrada na ventrecha. O teste de Kruskal-Wallis demonstrou que não houve diferenças significativas ( $H=0,2265$ ;  $p= 0,89295$ ;  $p < 0,05$ )

Fase de maturação	% Ventrecha	% Músculo dorsal	% Fígado
<b>Imaturo</b>	64,86	79,22	68,41
<b>Em maturação</b>	46,49	73,65	74,19
<b>Maduro</b>	48,65	76,49	91,92
<b>Regressão</b>	91,35	76,95	68,11
<b>Regeneração</b>	81,65	67,17	71,33

**Tabela 1.** Concentração de lipídios nos diferentes tecidos por fase de maturação em *S. herzbergii* capturados na Baía de São José, costa equatorial, Maranhão.

O tamanho de primeira maturação sexual (L50) de *S. herzbergii* para o período estudado é de 22 cm (Figura 5), ou seja, é o tamanho mínimo onde pelo menos 50% da população encontra-se apta ao início de sua atividade reprodutiva ou já realizaram ao menos um ciclo reprodutivo completo. Assim, subentende-se que a partir deste comprimento *S. herzbergii* inicia a alocação de energia para o desenvolvimento de suas atividades reprodutivas.



**Figura 5.** Comprimento de primeira maturação para os sexos agrupados de *S. herzbergii* capturados na Baía de São José, costa equatorial amazônica, Maranhão.

## DISCUSSÃO

O índice gonadossomático (IGS), demonstrou neste estudo, que *S. herzbergii*, entra em atividade reprodutiva durante o período chuvoso, época com maior disponibilidade de recursos para os indivíduos nas fases larval e juvenil conseguirem sobreviver (CARVALHO et al., 2021), como mostra o fator de condição, que também foi maior durante esse período. Durante o período de estiagem a queda no IGS indica que houve a finalização do período reprodutivo de *S. herzbergii*, no entanto houve o aumento do índice hepatossomático (IHS), demonstrando que a espécie iniciou o processo de alocação de energia para o próximo ciclo reprodutivo (LIMA-JUNIOR; GOITEN, 2006).

Querol et al. (2002), ressalta que o IHS para algumas espécies pode não sinalizar os períodos de atividade reprodutiva, no entanto, podem estar ligados diretamente ao acúmulo de reservas energéticas, corroborando com o encontrado neste estudo.

*S. herzbergii* é uma espécie estuarino-residente, que permanece durante todo o seu ciclo de vida no mesmo local sem realizar migrações (PINHEIRO-SOUSA, et al., 2021), desta forma o fator de condição é um índice importante para entender como a espécie se comporta no ambiente. Neste estudo, o fator de condição possibilitou definir que tanto no período chuvoso, quanto no período de estiagem, a espécie encontrava-se em um ambiente favorável ao seu desenvolvimento reprodutivo e sobrevivência, uma vez que este índice reflete a interação da espécie com as condições do ambiente e seu grau de bem-estar (TAVARES-DIAS, 2008; SATAKE et al., 2009). Em estudos de alimentação, realizados para a espécie no estado, o período chuvoso foi indicado como a época em que a espécie mais se alimenta, o que favorece melhores condições para a atividade reprodutiva (RIBEIRO et al., 2012). Ainda de acordo com estudos realizados na região, por Carvalho-Neta e Castro (2008), muitos indivíduos dessa espécie (80%) de bagre estão aptos a desovar na época chuvosa, que vai de dezembro a junho, no Estado do Maranhão.

Neste estudo, o maior pico de concentração de lipídios encontrado para os indivíduos juvenis, se deu no músculo dorsal de *S. herzbergii*, sendo encontrado maior percentual em indivíduos imaturos (juvenis) menores que 22 cm (tamanho de primeira maturação sexual). Fazendo um paralelo com os índices reprodutivos encontrados neste estudo, através da diminuição do IGS durante o período de estiagem, entende-se que nesta época ocorre o maior número de indivíduos juvenis, corroborando com a maior concentração de lipídios totais no músculo dorsal encontrada também durante o período de estiagem. Durante o período de estiagem é natural a diminuição de recursos disponíveis, o que pode desencadear a mobilização de reservas corporais para

sobrevivência, nestes casos ocorre o consumo de lipídios da musculatura (FAVERO et al., 2018; ASSIS, et al., 2020). Os indivíduos juvenis tendem a buscar o incremento de seu tamanho corporal, assim necessitam mobilizar suas reservas para tal finalidade (HOCHACHKA; SOMERO, 2002). Após a finalização do período de estiagem, a mobilização energética se direciona para outras atividades, o que antes era utilizado apenas para crescimento e sobrevivência, necessita ser realocado para reprodução (WOOTON, 1990).

A partir de 22 cm, *S. herzbergii*, encontra-se apto ao início da maturação sexual, como demonstrado através do L50 encontrado neste estudo. Ao atingir a maturidade sexual, a alocação de energia dos peixes passa a ser direcionada para o seu desenvolvimento reprodutivo, no que se refere ao amadurecimento das gônadas, além de incluir os custos comportamentais associados a reprodução, como o cuidado parental (MARTIN, 2017). Desta forma, nos indivíduos em que o L50 foi atingido ou ultrapassado, os picos de concentração lipídica foram maiores no fígado e na ventrecha, sendo o fígado em maior concentração durante as fases em maturação e madura, e a ventrecha em maior concentração durante as fases de regressão e regeneração.

Durante o ciclo reprodutivo, os ovócitos ficam repletos de vitelogenina, na qual é uma lipoproteína de altíssima densidade, sintetizada pelo fígado (IZQUIERDO et al., 2001; JOHNSON, 2009; RIZZO; BAZZOLI, 2020) e rapidamente transportada para as gônadas, que é incorporada pelos oócitos por micropinocitose (VILECCO *et al.* 1999 SHERIDAN, 1994; VILA NOVA et al. 2005). Durante o metabolismo lipídico ocorre a formação do ácido graxos.

Durante as fases reprodutivas em regressão e regeneração a espécie já desovou e se prepara para o início de um novo ciclo reprodutivo, respectivamente. Assim, ela necessita reabastecer suas cargas energéticas, direcionando o metabolismo energético

para locais com maior concentração de lipídios. Através do percentual de lipídios, a ventrecha (musculo abdominal ventral) demonstrou maior concentração, podendo possivelmente ser utilizada durante essas fases para dar início a reestruturação de um novo ciclo reprodutivo, uma vez que, anatomicamente, e por ser considerada musculatura vermelha, essa região apresenta uma grande quantidade de gordura (SOARES; GONÇALVES, 2012). Ao final de um ciclo reprodutivo os ovários encontram-se flácidos e hemorrágicos, com a presença de poucos ovócitos, restando em sua maioria, os ovócitos de estoque de reserva, assim há a necessidade de um direcionamento energético para que estes possam atingir as próximas fases de desenvolvimento reprodutivo até uma nova desova. (BROWN-PETERSON et al., 2011; QUAGIO-GRASSIOTTO et al., 2013).

## CONCLUSÕES

De acordo com este estudo, conclui-se que o fígado e a ventrecha são utilizados para maior alocação de energia durante o processo reprodutivo de *S. herzbergii*, sendo o fígado responsável pela maior concentração lipídica na pré-desova, e a ventrecha na pós-desova.

O índice hepatossomático demonstrou-se proporcional ao fator de condição, indicando que durante o período chuvoso a espécie apresentou melhores condições de bem-estar e, quando associados ao índice gonadossomático, a espécie encontra-se em atividade reprodutiva.

A alocação de energia em *S. herzbergii* durante as fases reprodutivas ocorre prioritariamente da seguinte forma: indivíduos juvenis em fase imatura utilizam energia para o crescimento através da musculatura dorsal, indivíduos adultos na fase em maturação e madura utilizam energia através do fígado, e indivíduos adultos na fase de regressão e regeneração utilizam energia através da musculatura abdominal (ventrecha).

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos à agência brasileiras CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, Código Financeiro 001) e ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal – UEMA por todo suporte e formação.

## REFERÊNCIAS

AMARAL, J. S.; MELO, R. G.; HONJI, R. M.; MOREIRA, R. G. Effects of migration impediment of *Salminus hilarii* (Teleost: Characidae) on the pituitary-gonad axis. Lipids freshwater ecosystems. Springer (Publ.), New York, EUA, p. 132-153.

BAZZOLI, N.; RIZZO, E. A comparative cytological and cytochemical study of the oogenesis in ten Brazilian teleost fish specie. European Archives of Biology, v. 101, n. 4, p.399-410, 1990.

BAZZOLI, N.; GODINHO, H.P. 1997. Ovócitos vitelogênicos do surubim *Pseudoplatystoma coruscans* e do pacamã *Lophisilurus alexandri*. In: Miranda, M.O.T. Surubim. Brasília: IBAMA, p. 81-90 (Coleção Meio Ambiente: série Estudos Pesca).

BLIGH, E. G.; DYER, W. J. A rapid method of total lipid extraction and purification *Journal of Biochemistry and Physiology*, v.37, n.8, p. 911-917, 1959.

BROWN-PETERSON, N. J.; WYANSKI, D. M.; SABORIDO-REY, F.; MACEWICZ, B. J.; LOWERRE-BARBIERI, S. K. A standardized terminology for describing reproductive development in fishes. **Marine and Coastal Fisheries: Dynamics, Management, and Ecosystem Science**, v. 3, p. 52–70, 2011.

CARVALHO, I. F. S.; CANTANHÊDE, L. G.; DINIZ, A. L. C.; CARVALHO-NETA, R. N. F.; ALMEIDA, Z. S. Reproductive biology of seven fish species of commercial interest at the Ramsar site in the Baixada Maranhense, Legal Amazon, Brazil. *Neotropical Ichthyology*, v. 19, n. 2, p. 1-18, 2021.

CARVALHO-NETA, R.N.F.; CASTRO, A.C.L. Diversidade das assembleias de peixes estuarinos da Ilha dos Caranguejos, Maranhão. **Arq. Cienc. Mar.**, v.41, p.48-57, 2008.

CHELLAPPA, S., NASCIMENTO, W.S., BARROS, N.H.C., ARAÚJO, A.S., CHELLAPPA, N.T. Reproductive characteristics and strategies of freshwater fish species from the semiarid region of Brazil. **Animal Biology Journal**, v. 4, p. 85-114, 2013.

HOCHACHKA, P.W., SOMERO, G.M., 2002. Biochemical adaptation mechanism and process in physiological evolution. New York.: Oxford University Press, 466p.

IZQUIERDO, M. S.; FERNANDEZ-PALACIOS, H.; TACON, A. G. J. Effect of broodstock nutrition on reproductive performance of fish. **Aquaculture**, v. 197, n. 1, p. 25–42, 2001.

JOHNSON, R. B. Lipid Deposition in Oocytes of Teleost Fish During Secondary Oocyte Growth. **Reviews in Fisheries Science**, v. 17, n. 1, p. 78-89, 2009.

KOOIJMAN, S.A.L.M. Dynamic Energy Budget Theory for Metabolic Organization. Cambridge University Press, 2010.

LIMA-JUNIOR, S. E.; GOITEN, R. Fator de condição gonadal de fêmeas de *Pimelodus maculatus* (Osteichthyes, Pimelodidae) no Rio Piracicaba (SP, Brasil). **B. Inst. Pesca**. v. 31, n. 1, p. 89-101, 2006.

LOVE, R. M. The Chemical biology of fishes. London: Acad. Press., 934 p., 1980.

MARTIN, B. T.; HEINTZ, R.; DANNER, E. M.; NISBET, R. M. Integrating lipid storage into general representations of fish energetics. **Journal of Animal Ecology**, v. 86, n. 4, p. 812-825, 2017.

PINHEIRO-SOUSA, D. B.; 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.

PINHEIRO-SOUSA, D. B.; COSTA, S. H. S.; TORRES, H. S.; DE JESUS, W. B.; OLIVEIRA, S. R. S.; BASTOS, W. R.; OLIVEIRA, C. A. R.; CARVALHO-NETA, R. N. F. Sediment contaminant levels and multibiomarker approach to assess the health of catfish *Sciades herzbergii* in a harbor from the northern Brazilian Amazon. **Ecotoxicology And Environmental Safety**, v. 208, p. 111540, 2021.

QUAGIO-GRASSIOTTO, I.; WILDNER, D.D.; ISHIBA, R. Gametogênese de peixes: aspectos relevantes para o manejo reprodutivo. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v. 37, n. 2, p. 181- 191, 2013.

QUEROL, M. V. M.; QUEROL, E.; GOMES, N. N. A. Fator De Condição Gonadal, Índice Hepatossômático e Recrutamento como Indicadores do Período de Reprodução de *Loricariichthys platymetopon* (Osteichthyes, Loricariidae), Bacia Do Rio Uruguai Médio, Sul do Brasil. **Iheringia, Sér. Zool.**, v. 92, n. 3, p. 79-84, 2002.

RIBEIRO, E.B.; ALMEIDA, Z. S.; CARVALHO- NETA, R. N. F. Hábito alimentar do bagre *Sciades herzbergii* (Siluriformes, Ariidae) da Ilha dos Caranguejos, Maranhão, Brasil. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.64, n.6, p.1761- 1765, 2012.

RIZZO, E.; BAZZOLI, N. Reproduction and embryogenesis. In: BALDISSEROTTO, B.; URBINATI, E.C.; CYRINO, J.E.P. Biology and physiology of freshwater neotropical fish. 1a ed., Academic Press, p.287-313, 2020.

SANTOS, M. H., BENEDITO, E., DOMINGUES, W. M. Efeito da maturação gonadal sobre a energia dos músculos de duas espécies de piranhas do reservatório do rio Manso, Estado de Mato Grosso. 2006.

SAYER, M. D. J.; GIBSON, R. N.; ATKINSON, R. J. A. Growth, diet and condition of corkwing wrasse and rock cook on the west coast of Scotland. **Journal of Fish Biology**, 49: 76-94, 1996.

SHERIDAN, M. A. Lipid dynamics in fish: aspects of absorption, transportation, deposition and mobilization. **Comp. Biochem. Physiol.** v. 90B, n. 4, p. 679-69, 1988.

SHERIDAN, M. A. Regulation of lipid metabolism in poikilothermic vertebrates. **Comp. Biochem. Physiol.** v. 197B, n.1, p. 495-508, 1994.

SOARES, K. M. P.; GONÇALVES, A. A. Qualidade e segurança do pescado. Revista do Instituto Adolfo Lutz (Impresso), v. 71, n.1, p. 1-10, 2012.

VAZZOLER, A. E. A. M. 1996. Biologia da reprodução de peixes teleósteos: Teoria e Prática. Maringá: EDUEM, 169p.

VILA NOVA, C. M. V. M.; GODOY, H. T; ALDRIGUE, M. L. Composição química, teor de colesterol e caracterização dos lipídios totais de tilápia e pargo (*Oreochromis niloticus*) (*Lutjanus purpureus*) **Ciências e Tecnologia de Alimentos Campinas**, v. 25, n. 3, p. 430-436, 2005.

VILECCO, E. I.; AYBAR, M. J.; RIERA, A. N. S.; SÁNCHEZ, S. S. Comparative study of vitellogenesis in the anuran amphibians *Ceratophrys cranwelli* (Leptodactilidae) and *Bufo arenarum* (Bufonidae). **Zygote**, v.7, n. 11-19, 1999.

WOOTTON, R. J. 1984. Introduction: strategies and tactics in fish reproduction. In: POTTS, G. W; WOOTTON, R. J. (Eds). Fish Reproduction strategies: and tactics. Academic Press., London. p. 1-11.

WOOTTON, R. J. 1990. Ecology of teleost fishes. London: Chapman and Hall, 404 p.

# **ANEXOS**



## INSTRUCTIONS TO AUTHORS

### **Purpose and General Standards**

The Brazilian Journal of Biology® is a scientific journal devoted to publishing original articles in all fields of the Biological Sciences, i.e., General Biology,, Cell Biology, Evolution, Biological Oceanography, Taxonomy, Geographic Distribution, Limnology, Aquatic Biology, Botany, Zoology, Genetics, and Ecology. Priority is given to papers presenting results of research in the Neotropical region. Material published includes research papers, review papers (upon approval of the Editorial Board), notes, book reviews, and comments.

### **Editorial Policy**

The Journal, which issues four numbers a year (February, May, August, and November), publishes papers only in English with an included abstract in Portuguese. Original manuscripts should be sent to the Editor-in-Chief or any of the Editorial Board members. Those submitted and authored by more than one author should present the agreement of the co-authors.

Papers should comply with the instructions listed below.

(Otherwise they will be sent back to the authors for reformulation.) After being checked for presentation and style, they will then be evaluated by the advisors, i.e., specialists analyzing for originality, scientific quality, and relevance. Approved papers are sent to outside referees. The Editorial Board decides for acceptance or rejection on the basis of critiques submitted by the referees. The Brazilian Journal of Biology® strives to publish

the papers within 6-8 months after acceptance, so that prompt return of proofs by the authors and revised papers by the referees is urged.

Rejected originals will not be returned to the authors.

Articles accepted for publication become property of the journal.

Intellectual property

All content of the journal, except where identified, is licensed under a Creative Commons attribution-type CC-BY.

### **Preparation of Manuscripts**

They should be typewritten, neat, and free of errors or with clear handwritten corrections.

They should be double-spaced, source: Time New Roman, size 12 with a margin of 3 cm and 2 cm left to right, justified alignment and typed on one side of A4 paper (white and of good quality).

The contents of the manuscript should be organized in the following sequence on the front page: Title, Name(s) of author(s), Institution with address, Number of figures, and Running title. The second page must contain: Abstract with Keywords (maximum, 5) and the Resumo in Portuguese with Palavras-chave (5). The items on subsequent pages are: Introduction, Material and Methods, Results, Discussion, and Acknowledgments. References should be listed, starting on a separate page, after the conclusion of the manuscript. The paper should be as free as possible of footnotes.

**ATTENTION: ALL AUTHORS SHOULD REPORT THE ORCID, INCLUDE THEM IN THE ARCHIVE FILE.**

The following information should accompany all species cited in the article:

for zoology, the author's name and the publication date of the original description should be given the first time the species is cited in the work;

for botany and ecology, only the name of the author who made the description should be given the first time the species is cited in the work.

Manuscripts can be submitted on-line to the following address: [www.scielo.br/bjb](http://www.scielo.br/bjb)

### **Tables and Figures**

Tables should be numbered by Arabic numerals; descriptive legend should appear at the top. Figures should be numbered in the preceding way. Figure captions should be grouped on a separate sheet of paper. Do not type captions on the figures themselves.

Tables and Figures must be presented individually on separate sheets of white paper.

Original figures should be submitted on good quality paper with drawings in black ink and clear lettering, designed as to remain readable after reduction, on scales and graphs.

References in the text to figures and tables should be indicated as in these two examples: (see Figure 1) or (as shown in Table 2). Photo- and electron micrographs should have scales.

Color photographs will not be accepted, unless the author agrees to pay for additional cost.

### **Units, Symbols, and Abbreviations**

Only standard international units are acceptable. Authors are urged to comply with the rules for biological nomenclature.

### **References:**

In-text citation: Use the name and year of publication, e.g., Reis (1980); (Reis, 1980); (Zaluar and Rocha, 2000); Zaluar and Rocha (2000). Use “et al.” for more than two authors.

Citations in the reference list shall be in compliance with the ISO 690/2010 norm.

In the text, the author-date system shall be used for citations (only what is strictly necessary), using “and” for the case of two authors. References, which should be typed on a separate sheet, must appear in alphabetical order. References to journal articles shall include the name(s) and initial(s) of the author(s), year, title in full, journal name (in full and in italics), volume, number, and first and last pages. References to books and monographs shall include the publisher and, depending on the citation, refer to the book chapter. The name(s) of the organizer(s) of the collection shall also be mentioned; for example:

Book:

LOMINADZE, D.G., 1981. Cyclotron waves in plasma. 2nd ed. Oxford: Pergamon Press. 206 p. International series in natural philosophy, no. 3.

Book chapter:

WRIGLEY, E.A., 1968. Parish registers and the historian. In: D. J. STEEL, ed. National index of parish registers. London: Society of Genealogists, pp. 15-167.

Journal article:

CYRINO, J.E. and MULVANEY, D.R., 1999. Mitogenic activity of fetal bovine serum, fish fry extract, insulin-like growth factor-I, and fibroblast growth factor on brown bullhead catfish cells–BB line. *Revista Brasileira de Biologia = Brazilian Journal of Biology*, vol. 59, no. 3, pp. 517-525. <http://dx.doi.org/10.1590/S0034-71081999000300017>. PMID: 10765463.

Dissertation or thesis:

LIMA, P.R.S., 2004. Dinâmica populacional da Serra *Scomberomorus brasiliensis* (Osteichthyes; Scombridae), no litoral ocidental do Maranhã-Brasil. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 45 p. Dissertação de Mestrado em Recursos Pesqueiros e Aquicultura.

Work presented at an event:

RANDALL, D.J., HUNG, C.Y. and POON, W.L., 2004. Response of aquatic vertebrates to hypoxia. In: *Proceedings of the Eighth International Symposium on Fish Physiology, Toxicology and Water Quality*, October 12-14, Chongqing, China. Athens, Georgia, USA: EPA, 2006, pp. 1-10.

Available online reference:

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA, 2013 [viewed 4 February 2013]. Hidro Web: Sistema de Informações hidrológicas [online]. Available from: <http://hidroweb.ana.gov.br/>

#### Final Recommendations

Papers should not exceed 25 typewritten pages including figures, tables, and references. Figures and Tables should be kept to the minimum necessary, and have a maximum of 30 cm in height by 25 cm in width. Each table or figure should appear on a separate sheet. Before sending a manuscript to the Brazilian Journal of Biology®, proofread the final version very thoroughly and correct any remaining errors.

Notes and Comments should not exceed 4 typewritten pages including figures, tables, and references.

**Capítulo 13****ULTRASSONOGRAFIA COMO MÉTODO NÃO-INVASIVO PARA BIOMONITORAMENTO REPRODUTIVO EM PEIXES ESTUARINOS**

Irayana Fernanda da Silva Carvalho<sup>1</sup>, Katherine Saldanha Noieto<sup>2</sup>, Denise Carla da Silva Mendes<sup>3</sup>, Diego Luiz dos Santos Ribeiro<sup>2</sup>, Jessica Milena Santos Andrade<sup>3</sup>, Elaine Cristina Batista dos Santos<sup>3</sup>, Débora Martins Silva Santos<sup>4</sup>, Zafira da Silva Almeida<sup>4</sup>, Alcina Vieira de Carvalho Neta<sup>1,2</sup> & José Ribamar de Souza Torres-Júnior<sup>5\*</sup>

<sup>1</sup> Programa de Pós-graduação em Ciência Animal - UEMA, <sup>2</sup> Programa de Pós-graduação em Biodiversidade e Biotecnologia da Rede BIONORTE, <sup>3</sup> Universidade Estadual do Maranhão, <sup>4</sup> Programa de Pós-graduação em Ecologia e Conservação da Biodiversidade – UEMA, <sup>5</sup> Departamento de Oceanografia e Limnologia - UFMA

doi: 10.29327/576562.1-13

View online: <https://doi.org/10.29327/576562>

\*e-mail do autor correspondente: [jose.torres@ufma.br](mailto:jose.torres@ufma.br)

**INTRODUÇÃO**

O desenvolvimento da maturação sexual nos peixes pode ser analisado a partir de várias técnicas, as quais também permitem classificar o sexo do animal, principalmente naquelas espécies sem dimorfismo sexual aparente (FERNANDES *et al.*, 2005; CREPALDI *et al.*, 2006; MARGARIDO *et al.*, 2007). A canulação urogenital, a histologia de gônadas e testículos, as concentrações hormonais e vitelogênicas e as técnicas moleculares e citogenéticas, são bastante utilizadas para tal finalidade (CREPALDI *et al.*, 2006). Em contrapartida, quando tais técnicas são inseridas no cultivo de peixes, podem gerar danos prejudiciais ao plantel como inibição da ovulação, introdução de patógenos, prejudicando principalmente aqueles animais que ainda não entraram em período reprodutivo (BLYTHE *et al.*, 1994).

Nesse sentido, a ultrassonografia vem sendo utilizada como técnica não-invasiva, uma vez que permite identificar estruturas em diversas profundidades do organismo apenas baseando-se na captação dos sons refletidos (ecos) ao passarem por tecidos de impedâncias diferentes. Estes ecos são transformados em imagens que podem ser facilmente interpretadas (GODDARD, 1995). Todavia, é importante ressaltar que essa ferramenta já vem sendo utilizada na piscicultura de forma rotineira em centros de pesquisas e demonstração de tecnologias, sobretudo em diagnóstico de doenças, avaliação de carcaças e, ainda, na reprodução (CREPALDI; ROTTA, 2007).

Nos estudos reprodutivos a ultrassonografia pode se tornar um importante aliado na identificação do sexo quando testada e comprovada para uma determinada espécie, viabilizando uma avaliação eficiente dos estágios de maturação gonadal (NOVELO; TIERSCH,

2012). A ultrassonografia mostrou-se eficaz na determinação do sexo e na avaliação do desenvolvimento gonadal em salmão adulto (*Oncorhynchus kisutch*) (MARTIN *et al.*, 1983) e também demonstrou grande acurácia na sexagem e determinação do desenvolvimento gonadal de arenques (*Clupea harengus pallasii*) adultos, mostrando que a utilização desta ferramenta se torna eficiente mediante a um desenvolvimento mínimo das gônadas (BONNAR *et al.*, 1989).

Diante da acurácia na utilização da ultrassonografia em outras espécies, objetiva-se aqui prospectar sua eficiência no intuito de compreender o potencial reprodutivo de *Sciades herzbergii*, um importante recurso pesqueiro do litoral maranhense.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Área de Estudo

Para a realização deste estudo a área amostrada compreendeu a Baía de São José, pertence à Região Metropolitana da grande São Luís, Estado do Maranhão, que é banhada pelo Oceano Atlântico, pertencendo a costa equatorial amazônica (Figura 1).

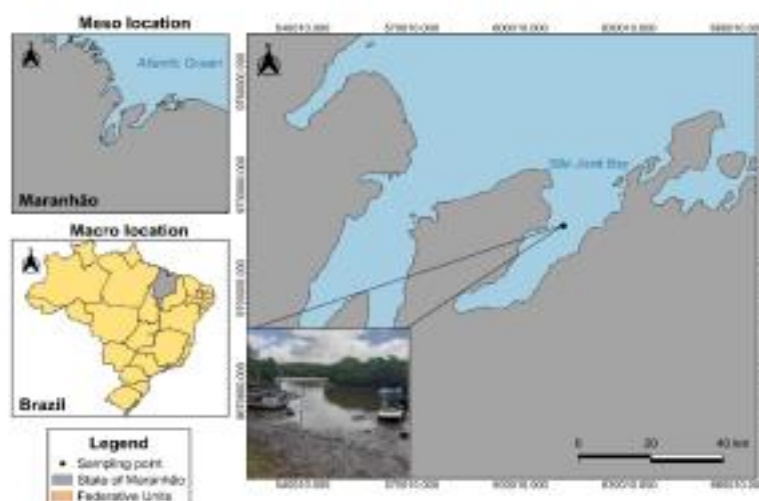


Figura 1. Localização da Baía de São José, costa equatorial amazônica, Maranhão.

### Captura de espécimes

Foram coletados pelo menos 30 espécimes, obedecendo a classes de *status* de maturidade sexual. Foi utilizada uma armadilha com estrutura de talos de madeira recoberta por uma malha de polietileno, denominada popularmente como Manzuá ou Covo, na qual se

utilizou isca natural para atrair e aprisionar os peixes, que permaneceram vivos em seu interior (Figura 2).



**Figura 2.** Manzuá, armadilha utilizada para a coleta dos espécimes de *S. herbergii* na Baía de São José, costa equatorial amazônica, Maranhão.

Após a captura, os espécimes foram imediatamente anestesiados por submersão em água contendo 3% de benzocaina por um período de dez minutos, segundo a metodologia utilizada por Santos *et al.* (2010). Foi realizada a biometria dos peixes com a utilização de um ictiômetro com escala de aferição de 1,0 mm, sendo obtidos os seguintes parâmetros biométricos: comprimento total (Ct), que corresponde à ponta da extremidade cranial até o término da nadadeira caudal e comprimento padrão (Cp), da ponta da extremidade cranial até a última vértebra. Posteriormente foi registrada a massa total (Pt) através de balança de precisão de 0,01 gramas.

#### **Imagens ultrassonográficas**

Em campo, os animais foram submetidos a avaliações ultrassonográficas, realizadas com o auxílio de um aparelho de ultrassom (Mindray®, Modelo Z5Vet, Digital Ultrasonic Diagnostic Imaging System, Brasil) equipado com transdutor multifrequencial linear. O transdutor foi posicionado ventral e lateralmente sobre o corpo do espécime, submerso em água, objetivando realizar o scanner de toda a cavidade celomática, a partir do poro

urogenital, no sentido caudo-cranial, em busca da imagem mais nítida das gônadas, detecção do sexo e do estágio de maturação gonadal.

Após a ultrassonografia, cada espécime teve sua cavidade celomática aberta e os órgãos internos exposto *in situ* para validar a configuração morfológica e a posição das gônadas dentro da cavidade, para confirmação e identificação dos estádios maturacionais (BONNAR *et al.*, 1989).

#### Análises macroscópica e histológicas

Os estádios de desenvolvimento das gônadas de ambos os sexos foram verificados macroscopicamente, considerando: o grau de turgidez, coloração, vascularização, peso e comprimento das gônadas em relação ao espaço ocupado na cavidade celomática (Vazzoler, 1996). A caracterização microscópica dos estágios de maturação das gônadas femininas foi realizada de acordo com a nomenclatura estabelecida por Lowerre-Barbieri (2011). Assim foram considerados as fases reprodutivas: imatura, em maturação, maduro, em regressão e em regeneração

#### RESULTADOS E DISCUSSÃO

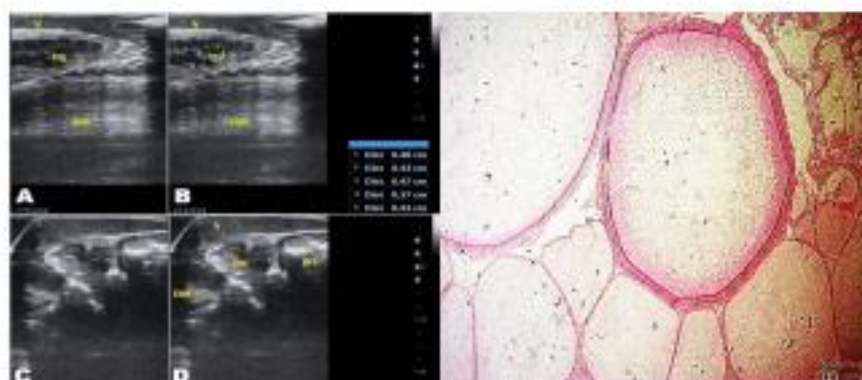
A ultrassonografia mostrou-se um método eficiente em *S. herzbergii* na identificação de indivíduos com desenvolvimento ovocitário em fase vitelogênica (em maturação) ou ovócitos já maduros. Na vitelogênese inicial (lipídica) já é possível distinguir, pela ultrassonografia, ovócitos como pequenos pontos negros ou anecóicos circunscritos dentro dos ovários (Figura 3a). Paralelamente a visualização ultrassonográfica, identificou-se através da microscopia a fase reprodutiva "em maturação inicial" (Figura 3b).



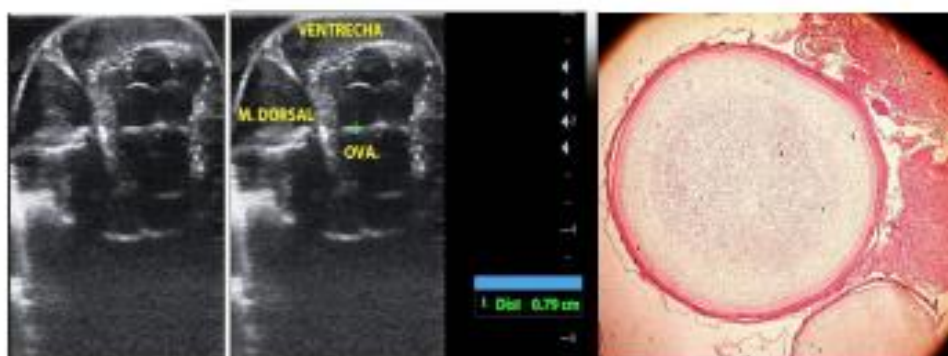
**Figura 3.** (a) Imagem ultrassonográfica do ovário de *S. herzbergii* em fase inicial de vitelogênese (vitelogênese lipídica). (b) Fotomicrografia dos ovários de *S. herzbergii* na fase em maturação. OE = ovário esquerdo; OD = ovário direito; DIGEST = trato digestório; M. DORSAL = músculo dorsal. Espécime em posição de decúbito lateral; II: perinucleolar; III: ovócitos em crescimento secundário Vtg1: ovócitos com vitelogênese lipídica.

Nesta fase o núcleo se apresenta de forma basófila com vários nucléolos ao seu redor. Segundo Ganeco *et al.* (2001), nesta fase o citoplasma torna-se acidófilo e o núcleo começa a se deslocar para a periferia gradativamente, sendo tais características observadas para a espécie em questão, durante essa fase. Também foi possível observar a presença de ovócitos em vitelogênese lipídica e gotículas de lipídio aderidas à região periférica da célula. Durante esta fase, observou-se o início da produção de ovócitos vitelogênicos, desta forma, a fase em maturação pode ser considerada uma preparação para a desova (TOMKIEWICZ *et al.*, 2003; LOWERRE-BARBIERI, 2009).

Na fase seguinte, chamada de vitelogênese intermediária ou lipídico-protéica, é possível evidenciar ultrassonograficamente estruturas circulares a partir de 3,0 mm de diâmetro (Figura 4 a, b, c, d) microscopicamente classificada em fase "em maturação avançada" (Figura 4e), as quais podem alcançar diâmetros bem maiores quando a vitelogênese está completa, na fase de pré-desova ou "madura", podendo ultrapassar os 7,9 mm (Figura 5a), sendo caracterizada por ovócitos em vitelogênese completa, prontos para desovar (Figura 5b).



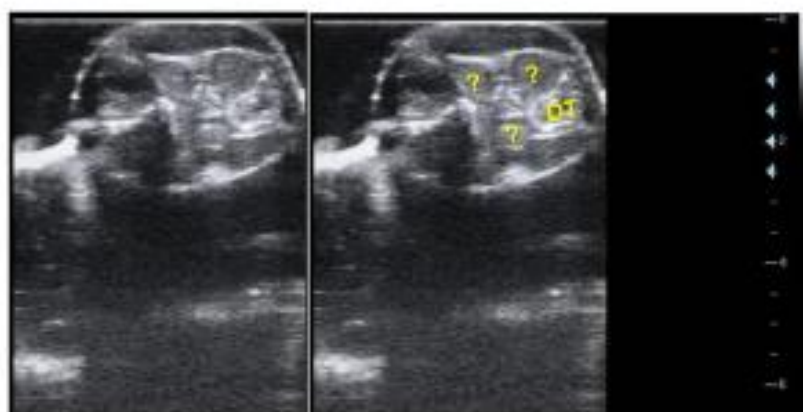
**Figura 4.** (a, b) Imagem ultrassonográfica do ovário de *S. herzegii* em fase intermediária de vitelogênese (vitelogênese lipídico-protéica) representada em corte longitudinal (c, d) e transversal. (e) Fotomicrografia dos ovários de *S. herzegii* em fase madura. OV = ovário; DT = trato digestório; DM = músculo dorsal; V = ventre. Imagens A e B, Espécime em posição de decúbito dorsal; Imagens C e D, Espécime em posição de decúbito lateral; Vtg2: ovócitos com vitelogênese lipídica e proteica; Vtg3: ovócitos com vitelogênese completa.



**Figura 5.** (a) Imagem ultrassonográfica do ovário de *S. Herzbergii* em fase final de vitelogênese. Espécime em posição de decúbito lateral. (b) Fotomicrografia dos ovários de *S. Herzbergii* em fase de maturação completa. OVA. = ovário; M. DORSAL = músculo dorsal; gl: Gotículas de lipídeo; ZP: Zona pelúcida; gv: Grânulos de vitelo.

Ao se considerar a baixa espessura e a pouca ecogenicidade os ovários imaturos e desovados, se tornou difícil delimitar com acurácia visual seu contorno e posição em relação a outros órgãos presentes dentro da cavidade celomática, além de tornar indetectáveis as diferenças entre estas duas referidas fases maturacionais (Figura 6). Portanto, recomenda-se a ultrassonografia na espécie *S. Herzbergii* somente quando o objetivo do exame seja exclusivamente detecção e triagem de animais em evidente fase de amadurecimento gonadal (vitelogênese) ou sexualmente maduros.

A dificuldade encontrada para a avaliação das gônadas em estádios iniciais de maturação já foi descrita por outros autores e em outras espécies, podendo ser atribuída ao pequeno tamanho desses órgãos ou mesmo à sua constituição nesse período (CREPALDI; ROTTA, 2007).



**Figura 6.** Imagem ultrassonográfica do ovário de *S. Herzbergii* em fase imatura. DT = trato digestório. Espécime em posição de decúbito lateral.

No contexto da manutenção dos estoques pesqueiros de *S. herzbergii*, uma importante alternativa seria a produção da espécie em cativeiro, para tanto são necessários estudos prospectivos a respeito da espécie e das alternativas viáveis para tal fim. Nesse sentido, o estudo da reprodução funciona como um pontapé inicial para entender o comportamento da espécie.

Por ser uma espécie com baixa produção de ovócitos e com predileção por desovar no período chuvoso, seriam necessárias a adoção de alternativas para aumentar a eficácia do processo reprodutivo e potencializar sua exploração econômica e preservação. Um outro entrave para esta espécie, é o dimorfismo sexual não aparente, sendo necessária a utilização de métodos de sexagem.

Portanto a ultrassonografia pode surgir como um método alternativo para distinção sexual por ser um método não invasivo, simples, rápido e já utilizado em outras espécies de peixes com alta acurácia (MATTSON, 1991; NOVELO; THIERSCH, 2012).

#### CONSIDERAÇÕES FINAIS

A ultrassonografia se mostrou um método eficaz para a determinação sexual e acompanhamento maturacional reprodutivo em *S. herzbergii*, a partir do início da vitelogênese, uma vez que em animais imaturos os órgãos reprodutivos foram indistinguíveis ultrassonograficamente dentro da cavidade celomática. Neste contexto, sugere-se que tal método seja aplicável somente a indivíduos maiores que 22 cm, tamanho mínimo em que *S. herzbergii* foi encontrado em estágio maduro neste estudo. A partir desse comprimento subentende-se que no mínimo 50% dos indivíduos desta espécie encontram-se aptos à reprodução.

#### AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio financeiro da CAPES e à Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão (FAPEMA) pelo apoio financeiro na concessão de auxílios e bolsas.

#### REFERÊNCIAS

BLYTHE, B.; HELFRICH, L. A.; BEAL, W. E.; BOSWORTH, B.; LIBEY, G. S. Determination of sex and maturational status of striped bass (*Morone saxatilis*) using ultrasonic imaging. **Aquaculture**, v. 125, n. 1-2, p. 175-184, 1994.

BONNAR, S. A.; THOMAS, G.L.; PAULEY, G. B.; MARTIN, R. W. Use of ultrasonic images for rapid non lethal determination of sex and maturity of Pacific Herring. **North American Journal of Fisheries Management**, v. 32, p. 113-120, 1989.

CREPALDI, D. V.; TEIXEIRA, E. A.; FARIA, P. M. C.; RIBEIRO, L. P.; SATURNINO, H. M.; MELO, D. C.; SOUSA, A. B. D.; CARVALHO, D. C. A ultrasonografia na piscicultura. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v. 39, n. 3/4, p. 174-181, 2006.

CREPALDI, D. V.; ROTTA, M. A. Uso do ultrassom em programas de reprodução de peixes nativos. Corumbá, MS: Embrapa Pantanal, 2007. 6p. (Bem rapa Pantanal. Comunicado Técnico, 62). Disponível em:

<<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/785712/1/COT62.pdf>>. Acesso em: 25 jul. 2022.

FERNANDES, F. M. C.; ALBERT, J. S.; DANIELSILVA, M. D. F. Z.; LOPES, C. E.; CRAMPTON, W. G. R.; ALMEIDA-TOLEDO, L. F. A new *Gymnotus* (Teleostei: Gymnotiformes: Gymnotidae) from the Pantanal Matogrossense of Brazil and adjacent drainages: Continued documentation of a cryptic fauna. **Zootaxa**, n. 933, p. 1-14, 2005.

GANEKO, L. N.; NAKAGHI, L. S. O.; URBINATI, E. C.; DUMONT NETO R.; VASQUES, L. H. Análise morfológica do desenvolvimento ovocitário de piracanjuba, *Brycon orbignyanus*, durante o ciclo reprodutivo. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 27, n. 2, p.131-138, 2001.

GODDARD P. J. 1995. General principles. pp.1-19. In: GODDARD P. J. (ed). *Veterinary ultrasonography*. Weybridge: CAB International.

LOWERRE-BARBIERI, S. K. 2009. Reproduction in relation to conservation and exploitation of marine fishes. pp. 371–394. In: B. G. M. JAMESON (ed). *Reproductive biology and phylogeny of fishes (agnathans and bony fishes)*, vol. 88. **Science Publishers**, Enfield, New Hampshire. 552 p.

LOWERRE-BARBIERI, S. K.; GANIAS, K.; SABORIDO-REY, F.; MURUA, H.; HUNTER, J. R. Reproductive timing in marine fishes: variability, temporal scales, and methods. **Marine and Coastal Fisheries**, v. 3, p. 71–97, 2011.

MARGARIDO, V. P.; BELLAFRONTE, E.; MOREIRA-FILHO, O. Cytogenetic analysis of three sympatric *Gymnotus* (Gymnotiformes, Gymnotidae) species verifies invasive species in the Upper Paraná River basin, Brazil. **Journal of Fish Biology**, v. 70, p. 155-164, 2007.

MARTIN, R. W.; MEYERS, J.; SOWER, S. A.; PHILLIPS, D. J.; MCAULEY, C. Ultrasonic imaging, a potential tool for sex determination of live fish. **North American Journal of Fisheries Management**, v.3, n. 3, p. 258-264, 1983.



## PREPARAÇÃO DO ARTIGO

O artigo deve estar redigido em inglês. Para a submissão de manuscritos, é obrigatório um cadastro no sistema para posterior acesso, por meio de *login* e senha, bem como para acompanhar o processo editorial em curso, pelo *link*:

<https://institutodepesca.org/index.php/bip/about/submissions>

O autor correspondente deve preencher todos os campos solicitados, indicar o nome completo, *e-mail* e afiliação de todos os autores e anexar os documentos:

### 1. Carta de submissão. Deve conter:

- Título do artigo;
- Nome completo de TODOS os autores; seus endereços institucionais; ORCID e *e-mails*;
- Indicação do autor correspondente;
- O tipo de publicação (Artigo Científico, Nota Científica ou Artigo de Revisão);
- Possíveis conflitos de interesses;
- A importância do projeto deverá ser ressaltada, assim como a relevância e originalidade dos resultados apresentados e uma justificativa da adequação ao BIP;
- *Highlights*: Os autores devem elaborar três ou quatro *highlights* do artigo para utilização na divulgação em mídias;
- Devem informar, ainda, que o artigo não foi nem será enviado para outro periódico enquanto estiver sendo avaliado pelo BIP.

2. Texto do manuscrito (texto) deve ser digitado no editor de texto Microsoft Word (doc ou docx), utilizando a fonte Times New Roman 12, espaçamento duplo, com numeração das linhas e paginação. Abreviaturas e siglas devem ser precedidas de seu significado por extenso quando de sua primeira ocorrência. Nas legendas das tabelas e figuras, abreviaturas e siglas deverão ser acompanhadas de seu significado. Não devem ser usadas no título.

3. Texto do artigo completo em PDF.

4. Certificado atestando que a pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética e Biossegurança ou pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da instituição onde a pesquisa foi realizada. A ausência do atestado deve ser justificada.
5. Certificado de tradução realizada por empresa especializada ou por profissional que comprove proficiência na língua inglesa (para autores não nativos da língua inglesa).

### **Tipos de manuscrito**

São aceitos para avaliação manuscritos do tipo:

**Artigo Científico:** Trabalho resultante de pesquisa científica com dados originais obtidos de forma planejada, com base em métodos cientificamente aceitos, rigorosamente controlados e com planejamento estatístico adequado, que possam ser replicados e generalizados. A discussão deve ser criteriosa, com base científica sólida; não deve se limitar a comparações dos resultados com a literatura, e sim apresentar inferências, hipóteses e argumentação sobre o que foi estudado.

Sessões obrigatórias: Título, Autor(es), Endereços institucionais (completos) e eletrônicos de todos os autores, número de registro no ORCID, *Abstract*, *Keywords*, Introdução, Material e Métodos, Resultados, Discussão, Conclusões, Agradecimentos (opcional), Referências. Deve conter, no máximo, 25 páginas (incluindo tabelas, figuras e referências) e no máximo seis autores. Excepcionalmente, serão aceitos até oito autores, desde que a participação de todos na pesquisa seja devidamente justificada. Alteração de autoria, inclusão de novos autores ou exclusão de autores após a submissão do manuscrito não serão permitidas.

**Nota Científica:** Artigo curto com resultado inédito de pesquisa científica cuja divulgação imediata se justifica. Incluídas nesta categoria estão observações significativas ou descobertas excepcionais de projetos contínuos que justificam a publicação rápida (descrição de uma técnica, registro da descoberta de uma espécie, registro de parasitas em espécies de determinado local e outras situações únicas). Deve ter o mesmo rigor de um artigo científico e conter dados suficientes para comprovar que a pesquisa alcançou resultados confiáveis e significativos. Comunicações curtas não devem ser usadas para resultados preliminares. A Nota Científica deve conter: Título em inglês, Autor(es), Endereços institucionais (completos) e eletrônicos de todos os autores, bem como o registro no ORCID, *Abstract* e *Keywords*, Resumo, Palavras-chave, Introdução, Material e Métodos, Resultados, Discussão (nesse caso, Resultados e Discussão podem ser apresentados juntos), Conclusões, Agradecimentos (opcional), Referências. Deve conter no máximo 15 páginas (incluindo tabelas, figuras e referências) e no máximo quatro autores.

**Artigo de Revisão:** Apresenta análises aprofundadas de determinado tópico ou tema de estudo. Apenas artigos de revisão crítica serão considerados. Não devem consistir apenas em um resumo dos dados publicados (revisão da literatura). Devem apresentar uma avaliação crítica dos dados, o *status* do conhecimento e as pesquisas necessárias para avançar no conhecimento do assunto. O formato e a extensão dos artigos de revisão são mais flexíveis do que os de um artigo científico. O artigo de revisão deve apresentar: Título, Autor(es), Endereços institucionais (completos) e eletrônicos de todos os autores, bem como o registro no ORCID, *Abstract* e *Keywords*, Resumo, Palavras-chave, Introdução, Discussão, Agradecimentos (opcional) e Referências. A metodologia deve informar de que modo os dados foram obtidos e como foi realizada a análise (foco).

### **Estrutura do manuscrito**

Todos os tipos de manuscrito devem seguir a estrutura:

**TÍTULO:** Deve ser claro e conciso (não deve se estender por mais do que duas linhas ou 20 palavras) e grafado em letras maiúsculas. Recomenda-se que não sejam inseridos o nome científico da espécie nem a referência ao seu descritor, a não ser que seja imprescindível (no caso de espécies pouco conhecidas).

**NOME(S) DO(S) AUTOR(ES):** Deve(m) ser apresentado(s) completo(s) e na ordem direta (prenome e sobrenome). A filiação do(s) autor(es) (com até três instâncias organizacionais), o *e-mail* e o registro no ORCID deverão ser colocados na primeira página, logo após o nome dos autores, sendo identificado(s) por números arábicos, separados por vírgula quando necessário. Os dados da afiliação dos autores e sua localização geográfica devem ser apresentados no idioma de origem da instituição. O autor correspondente deve ser destacado.

**ABSTRACT:** O Resumo deve conter concisamente os objetivos, a metodologia, os resultados obtidos e as conclusões, utilizando no máximo 200 palavras. Deve ser redigido de forma que o leitor se interesse pela leitura do trabalho na íntegra.

**KEYWORDS:** no mínimo três e no máximo seis, redigidas em letras minúsculas e separadas por ponto e vírgula. Não devem repetir palavras que constem do Título e devem identificar o assunto tratado, permitindo que o artigo seja encontrado no sistema eletrônico de busca.

**INTRODUÇÃO:** Deve ocupar, preferencialmente, no máximo duas páginas, apresentando o problema científico a ser solucionado e sua importância (justificativa para a realização do trabalho), bem como a evolução/situação atual do assunto pesquisado. O último parágrafo deve expressar o objetivo, sendo coerente com o que consta do Resumo.

**MATERIAL E MÉTODOS:** Deve descrever sucintamente toda a metodologia utilizada, organizada de preferência na ordem de aplicação e de modo que o experimento possa ser reproduzido. Este item pode variar de acordo com a natureza temática do documento, mas

em geral deve conter a descrição do procedimento amostral local, frequência, período, instrumento e métodos, outras variáveis relevantes ou o delineamento do experimento, a descrição dos tratamentos e das variáveis, o número de repetições e as características da unidade experimental. Deve informar sobre procedimentos estatísticos e transformações de dados. Evitar detalhes supérfluos, extensas descrições de técnicas de uso corrente e a utilização de abreviaturas não usuais.

**RESULTADOS:** Devem ser apresentados separadamente da Discussão. Podem ser apresentados textualmente ou sob a forma de tabelas e/ou figuras. Dados apresentados em tabelas ou figuras não devem ser repetidos sistematicamente no texto.

**FÓRMULAS MATEMÁTICAS, EXPRESSÕES E EQUAÇÕES:** Podem ser inseridas no texto, se não contiverem caracteres especiais; caso contrário, devem ser apresentadas isoladamente na linha. Exemplo: ganho de peso = peso final - peso inicial.

**UNIDADES DE MEDIDA:** Devem ser apresentadas de acordo com o Sistema Internacional de Unidades. Exemplo: 10 m<sup>2</sup>; 100 peixes\*m<sup>-2</sup>; 20 t\* ha<sup>-1</sup>.

**TABELAS:** Devem ser apresentadas ao longo do texto, numeradas com algarismos arábicos e encabeçadas pelo Título (autoexplicativo). Recomenda-se que os dados apresentados em tabelas não sejam repetidos em gráficos, a não ser quando absolutamente necessário. As tabelas devem ter, no máximo, 16 cm de largura. As tabelas devem ser em formato retrato e não ultrapassar uma página. Abreviaturas também devem ser evitadas, a não ser para unidades de medida. Se necessárias, porém, devem ter seu significado indicado em legenda sob a tabela.

**FIGURAS:** Todo elemento visual (gráficos, desenhos, mapas ou fotos) é denominado de figura e deve ser apresentado ao longo do texto, ter no máximo 16 cm de largura e 21 cm de altura, ser numerado com algarismos arábicos, com título autoexplicativo logo abaixo. Palavras em gráficos e mapas devem estar em fonte legível. Não inserir gráficos, mapas ou fotos em tabelas ou quadros.

**DISCUSSÃO:** Evitar a repetição de valores já apresentados nos resultados, bem como a citação de tabelas e figuras. A discussão deve explorar a importância dos resultados do trabalho, e não apresentar apenas uma comparação dos dados obtidos com os disponíveis na literatura. Deve salientar e demonstrar as principais ideias e contribuições produzidas pelo trabalho, bem como comentar se há necessidade de novas pesquisas ou eventuais limitações encontradas. A Discussão deve conter hipóteses e/ou comentários objetivos sobre os resultados, discutidos à luz de observações constantes da literatura especializada.

**CONCLUSÃO:** Deve ser clara, concisa e responder ao(s) objetivo(s) do estudo. Deve ser capaz de propor uma solução (ou caminho de solução) para a demanda/o problema, com base nos resultados obtidos.

**CONFLITO DE INTERESSE:** Os autores devem indicar quaisquer conflitos de interesse.

**CONTRIBUIÇÃO DOS AUTORES:** O BIP endossa a taxonomia do CRediT para os papéis dos contribuintes. Para assumir a responsabilidade pelo conteúdo da pesquisa, todos os autores deverão ter contribuído significativamente em ao menos um dos papéis: Conceituação; Investigação; Metodologia; Análise Formal; Curadoria dos Dados; Administração do Projeto; Obtenção de Financiamento; Recursos; Redação – Primeira versão; Redação – Revisão & Edição; Validação e Supervisão; Aprovação Final.

**DISPONIBILIZAÇÃO DOS DADOS DE PESQUISA:** Deverá ser informada uma das opções:

- “Os dados estão disponíveis em:” (citar o repositório e o DOI dos dados depositados);
- “Os dados serão fornecidos mediante solicitação”;
- “Todos os dados foram gerados ou analisados nesse estudo”;
- “Não se aplica”.

**FINANCIAMENTO:** O apoio financeiro recebido de instituições de fomento para a realização da pesquisa e/ou a elaboração do manuscrito deverão ser informados, se houver. O nome da agência financiadora deve ser escrito por extenso, seguida do número do subsídio (grant). Caso a pesquisa não tenha sido financiada por uma bolsa de projeto específico, as seguintes informações deverão ser incluídas: “Esta pesquisa não recebeu bolsa específica de qualquer agência de financiamento nos setores público, comercial ou sem fins lucrativos”.

**AGRADECIMENTOS:** Deverão incluir a colaboração de pessoas, grupos ou instituições que mereçam reconhecimento, mas não tenham justificadas suas inclusões como autores.

**APÊNDICES E ANEXOS:** Devem ser incluídos somente quando essencial para o entendimento do artigo. Ficará aos Revisores e Editores a decisão final de incluí-los na publicação ou não.

## CITAÇÕES NO TEXTO

Usar o sistema autor/data, ou seja, o sobrenome do autor e o ano em que a obra foi publicada. Exemplos:

\* para um autor: “Mighell (1975) observou...”; “Segundo Azevedo (1965), a piracema...”; “Essas afirmações foram confirmadas em trabalhos posteriores (Wakamatsu, 1973)...”;

\* para dois autores: “Richter e Efanov (1976), pesquisando...”;

\* para três ou mais autores: o sobrenome do primeiro autor deve ser seguido da expressão “et al.” Exemplo: “Soares et al. (1978) constataram...”, ou “Tal fato foi constatado na África (Soares et al., 1978)”;

\* para o mesmo autor, em documentos de anos diferentes, respeitar a ordem cronológica, separando os anos por vírgula. Exemplo: “De acordo com Silva (1980, 1985)...”;

\* para citação de vários autores sequencialmente, respeitar a ordem cronológica do ano de publicação e separá-los por ponto e vírgula. Exemplo: “nos viveiros comerciais (Silva, 1980; Ferreira, 1999; Giamas e Barbieri, 2002)...”.

## LISTA DE REFERÊNCIAS

As referências devem ser ordenadas alfabeticamente pelo sobrenome do primeiro autor. Se houver mais de um trabalho com o mesmo sobrenome, serão consideradas a ordem cronológica e, continuando a coincidência, a ordem alfabética do segundo ou terceiro elemento de referência. Após os nomes dos autores, insira o ano da publicação, o título do artigo, o título da revista (não deve ser abreviado), o volume, a edição, o intervalo de páginas e DOI. Dissertações, teses, trabalhos apresentados a fim de obter o diploma de bacharel (TCC), livros, capítulos de livros só podem ser incluídos quando absolutamente necessário.

*Exemplos:*

a. DOCUMENTOS IMPRESSOS (sem DOI):

Barbieri, E.; Bondioli, A.C.V.; Henriques, M.B. 2014. Nitrite toxicity to *Litopenaeus schmitti* (Burkenroad, 1936, Crustacea) at different salinity levels. *Aquaculture Research*, 47(4): 1260-1268.

b. DOCUMENTOS COM DOI (o DOI deve ser apresentado conforme registrado no artigo consultado):

Barbieri, E.; Coa, F.; Rezende, K.F.O. 2016. The exotic species *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) occurrence in Cananeia, Iguape and Ilha Comprida lagoon estuary complex. *Boletim do Instituto de Pesca*, 42(3): 479-485. <https://doi.org/10.20950/1678-2305.2016v42n1p479>

c. DISSERTAÇÕES, TESES (devem ser incluídas apenas quando absolutamente necessário e se estiverem disponíveis *on-line*). A data de acesso ao arquivo deve ser inserida:

Bernadochi, L.C. 2012. *Captação de sementes em coletores artificiais e cultivo da ostra perliífera Pinctada imbricata (Mollusca: Pteriidae), São Paulo, Brasil*. São Paulo. 75f.

(Masters dissertation. Instituto de Pesca, APTA). Available at: <http://www.pesca.sp.gov.br/dissertacoes.pg.php>. Accessed on: Aug. 22, 2014.

d. LIVROS (devem ser incluídos apenas quando ABSOLUTAMENTE necessário):

Gomes, F.P. 1978. *Curso de estatística experimental*. 8ª ed. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". 430 p.

New, M.B.; Valenti, W.C.; Tidwell, J.H.; D'Abramo, L.R.; Kutty, M.N. Ano. *Freshwater prawns: biology and farming*. Oxford: Wiley-Blackwell. 544 p.

e. CAPÍTULOS DE LIVRO (devem ser incluídos apenas quando ABSOLUTAMENTE necessário):

Moraes-Valenti, P.; Valenti, W.C. 2010. Culture of the Amazon river prawn *Macrobrachium amazonicum*. In: New, M.B.; Valenti, W.C.; Tidwell, J.H.; D'Abramo, L.R.; Kutty, M.N. (eds.). *Freshwater prawns: biology and farming*. Oxford: Wiley-Blackwell. pp. 485-501.

f. LEIS, DECRETOS, INSTRUÇÕES NORMATIVAS E PORTARIAS:

Brasil, 1988. Constituição da República Federativa do Brasil. *Diário Oficial da União*, Brasília, nº 191-A, Seção 1, p. 1.

Brasil, 1990. Decreto nº 98.897, de 30 de janeiro de 1990. Dispõe sobre as reservas extrativistas e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, Brasília, nº 22, Seção 1, p. 2.

Brasil, 2000. Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o Art. 225, § 1º, incisos I, II, III, e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, Brasília, nº 138, Seção 1, p. 45.

Brasil, 2007. Instrução Normativa nº 2, de 18 de setembro de 2007. Disciplina as diretrizes, normas e procedimentos para formação e funcionamento do Conselho Deliberativo de Reserva Extrativista e de Reserva de Desenvolvimento Sustentável. *Diário Oficial da União*, nº 182, Seção 1, p. 102.

Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBIO), 2010. Portaria nº 77, de 27 de agosto de 2010. Cria o Conselho Deliberativo da Reserva Extrativista Marinha de Arraial do Cabo/RJ. *Diário Oficial da União*, Brasília, nº 168, Seção 1, p. 69.

g. REFERÊNCIAS ELETRÔNICAS (periódicos publicados exclusivamente *online*; documentos consultados *online*)

Lam, M.E.; Pauly, D. 2010. Who is right to fish? Evolving a social contract for ethical fisheries. *Ecology and Society*, 15(3): 16. [online]  
URL: <http://www.ecologyandsociety.org/vol15/iss3/art16/> Accessed on: Nov. 26, 2018.

Castro, P.M.G. (sem data, *online*). *A pesca de recursos demersais e suas transformações temporais*. Available at: <http://www.pesca.sp.gov.br/textos.php>. Accessed on: Sept. 3, 2020.