

ALINE CRISTINA FERREIRA NUNES

**ASPECTOS REPRODUTIVOS DE *HOPLIAS MALABARICUS* BLOCH, 1794
(CHARACIFORMES: ERYTHRINIDAE) NO SEMIÁRIDO PERNAMBUCANO,
BRASIL**

SERRA TALHADA,

2024

ALINE CRISTINA FERREIRA NUNES

**ASPECTOS REPRODUTIVOS DE *HOPLIAS MALABARICUS* BLOCH, 1794
(CHARACIFORMES: ERYTHRINIDAE) NO SEMIÁRIDO PERNAMBUCANO,
BRASIL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Conservação da Universidade Federal Rural de Pernambuco como exigência para obtenção do título de Mestre.

Linha de pesquisa: Ecologia, Conservação e uso da Biodiversidade de Ambientes Aquáticos.

Prof^a. Dr^a. Renata Akemi Shinozaki Mendes
Orientadora

SERRA TALHADA,

2024

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Sistema Integrado de Bibliotecas
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- N972a Nunes, Aline Cristina Ferreira
Aspectos Reprodutivos de *Hoplias malabaricus* Bloch, 1794 (Characiformes: Erythrinidae) no Semiárido
Pernambucano, Brasil / Aline Cristina Ferreira Nunes. - 2024.
51 f. : il.
- Orientadora: Renata Akemi Shinozaki Mendes.
Inclui referências.
- Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e
Conservação, Serra Talhada, 2024.
1. desenvolvimento gonadal. 2. primeira maturação. 3. fecundidade. 4. época de desova. 5. oócito. I. Mendes, Renata
Akemi Shinozaki, orient. II. Título

CDD 338.95

ALINE CRISTINA FERREIRA NUNES

**ASPECTOS REPRODUTIVOS DE *HOPLIAS MALABARICUS* BLOCH, 1794
(CHARACIFORMES: ERYTHRINIDAE) NO SEMIÁRIDO PERNAMBUCANO,
BRASIL**

Dissertação julgada adequada para
obtenção do título de mestre em
Biodiversidade e Conservação. Defendida
e aprovada em 21/02/2024 pela seguinte
Banca Examinadora.

Prof.^a. Dr.^a. Renata Akemi Shinozaki Mendes - Orientador
Unidade Acadêmica de Serra Talhada/ Universidade Federal Rural de Pernambuco

Prof. Dr. Diogo Martins Nunes – Membro Interno
Unidade Acadêmica de Serra Talhada/ Universidade Federal Rural de Pernambuco

Dr. Paulo Rogério de Souza Almeida – Membro Externo
Pesquisador autônomo

Prof. Dr. Francisco Marcante Santana da Silva
Unidade Acadêmica de Serra Talhada/ Universidade Federal Rural de Pernambuco

Prof. Dr. Elton José de França
Unidade Acadêmica de Serra Talhada/ Universidade Federal Rural de Pernambuco

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus filhos Arthur, Heitor e Esther, ao meu esposo Vinícius, aos meus pais, Adamilton e Cleonice e em especial a minha querida orientadora Renata Akemi.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) e Unidade Acadêmica de Serra Talhada (UAST) pelo apoio institucional.

Ao Programa de Pós- Graduação em Biodiversidade e Conservação (PPGBC) e a todos os professores do programa que contribuíram para minha formação profissional.

À professora Dr^a. Renata Akemi Shinozaki Mendes, pela orientação, confiança, incentivo, paciência, carinho, disponibilidade, por me acalmar nos momentos de stresse (quase sempre) e pelos ensinamentos compartilhados para a realização deste trabalho. Agradeço a Deus por tê-la colocado em minha vida, você é uma profissional e acima de tudo uma pessoa maravilhosa, obrigada por tudo.

Aos membros da banca examinadora, professor Dr. Diogo Martins Nunes e Dr. Paulo Rogério de Souza Almeida, bem como aos suplentes, os professores Dr. Elton José de França e Dr. Francisco Marcante Santana da Silva, pela disponibilidade e pelas sugestões para o aperfeiçoamento deste trabalho.

À meu pai Adamilton, ao meu marido Vinícius, aos meus filhos Arthur e Heitor, a minha tia Fátima e ao senhor Zezinho do Peixe que me auxiliaram nas coletas dos espécimens que foram utilizados neste trabalho.

À Nádja, técnica do laboratório LAPEq, pela amizade, por realizar a parte da histologia, pelos ensinamentos e por sempre estar disposta a ajudar no que fosse preciso.

Às colegas de pesquisa e amigas Kervlyn Mayza e Cleonice Cristina, pelo carinho, pelas conversas descontraídas, pelas trocas de experiências e por todo o apoio que vocês me deram nas análises, sem as quais muitos resultados deste trabalho não seriam possíveis. Espero que possamos continuar nossa parceria em outros trabalhos.

À minha amiga Cilene Rejane (da graduação para a vida) e ao seu esposo Renan pela hospitalidade e carinho que sempre tiveram comigo.

À minha amiga Francileide Melo pela amizade, companheirismo e carinho durante esses dois anos. Foram muitos desafios nesse percurso e ela sempre esteve ali me escutando e me ajudando, uma amiga que quero levar para além do mestrado, para o resto da vida.

À Deus, acima de tudo, por me permitir chegar até aqui e conseguir cumprir essa etapa que há tanto tempo almejava, mas que por motivos diversos não podia realizar. Obrigada por não me deixar desistir, por me dar força e fé sempre.

RESUMO

O presente estudo foi desenvolvido com o objetivo de compreender os aspectos reprodutivos de *Hoplias malabaricus* através da identificação e descrição da razão sexual, alometria, tamanho de primeira maturação (L_{50}), fecundidade, época de desova correlacionando com a pluviosidade, oogênese, maturação ovariana e tipo de desova. Coletas mensais foram realizadas na região semiárida de Pernambuco no período de abril/2022 a março/2023. Foram coletados 222 exemplares da espécie, destes 111 eram fêmeas e 111 machos, resultando em uma proporção sexual média anual que não diferiu do esperado, que é de 1:1. As comparações entre as relações: comprimento total e comprimento padrão (CTxCP), peso total e peso eviscerado (PTxPE), comprimento padrão e peso eviscerado (CPxPE) não mostraram diferenças significativas entre machos e fêmeas ($p > 0,05$). Apresentaram crescimento alométrico negativo ($\beta_1 < 3$) e o L_{50} foi estimado em 14,6 cm para CT e 11,5 cm para CP em ambos os sexos. As fêmeas apresentaram fecundidade média total de $10136,28 \pm 4341,25$ oócitos, fecundidade média relativa de $32,08 \pm 11,43$ oócitos/g e diâmetro médio do oócito maduro de $1323,08 \pm 146,98$ μm . Fêmeas aptas à desova tiveram maior incidência nos meses de janeiro a março e o aumento da pluviosidade tem influência na desova. Foram identificados os seguintes estágios de desenvolvimento oocitário: pré-vitelogênico, vitelogênese primária, vitelogênese secundária, vitelogênese terciária e oócito maduro, além de oócitos atresícos, células foliculares e folículos pós ovulatórios. Com base na organização e no desenvolvimento das células germinativas e acessórias, foram caracterizados os estágios de desenvolvimento gonadal: imaturo, desenvolvimento inicial, apto à desova, regressão, regeneração e desovado em desenvolvimento inicial. *Hoplias malabaricus* apresentou células germinativas cujo citoplasma aumenta numa maior proporção do que o seu núcleo ao longo do desenvolvimento oocitário. As menores células germinativas, as pré-vitelogênicas, apresentaram 38 ± 15 μm alcançando 318 ± 139 μm no ápice do desenvolvimento, quando se tornam maduras. As desovas são parceladas com desenvolvimento oocitário sincrônico em mais de dois grupos (lotes) de oócitos. A fecundidade foi considerada baixa, o ciclo reprodutivo longo e contínuo, a época de desova não se limita ao aumento da pluviosidade.

Palavras – chave: Reprodução, oócito, primeira maturação, desova, histologia.

ABSTRACT

The present study was developed with the objective of understanding the reproductive aspects of *Hoplias malabaricus* through the identification and description of sex ratio, allometry, size at first maturation (L_{50}), fecundity, spawning season correlating with rainfall, oogenesis, ovarian maturation and type of spawning. Monthly collections were carried out in the semi-arid region of Pernambuco from april/2022 to march/2023. 222 specimens of the species were collected, of which 111 were females and 111 were males, resulting in an average annual sex ratio that did not differ from what was expected, which is 1:1. Comparisons between the relationships: total length and standard length (CTxCP), total weight and eviscerated weight (PTxPE), standard length and eviscerated weight (CPxPE) showed no significant differences between males and females ($p>0.05$). They showed negative allometric growth ($\beta_1<3$) and the L_{50} was estimated at 14.6 cm for CT and 11.5 cm for CP in both sexes. The females had a mean total fecundity of 10136.28 ± 4341.25 oocytes, a mean relative fecundity of 32.08 ± 11.43 oocytes/g and a mean mature oocyte diameter of 1323.08 ± 146.98 μm . Females capable of spawning had a higher incidence in the months of January to March and the increase in rainfall has an influence on spawning. The following stages of oocyte development were identified: pre-vitellogenic, primary vitellogenesis, secondary vitellogenesis, tertiary vitellogenesis and mature oocyte, in addition to atretic oocytes, follicular cells and post-ovulatory follicles. Based on the organization and development of germline and accessory cells, the stages of gonadal development were characterized: immature, initial development, capable of spawning, regression, regeneration and spawning in initial development. *Hoplias malabaricus* presented germ cells whose cytoplasm increases to a greater extent than its nucleus throughout oocyte development. The smallest germ cells, the pre-vitellogenic ones, were 38 ± 15 μm , reaching 318 ± 139 μm at the peak of development, when they become mature. Spawnings are split with synchronous oocyte development in more than two groups (batches) of oocytes. Fertility was considered low, the reproductive cycle was long and continuous, and the spawning season was not limited to increased rainfall.

Keywords: Reproduction, oocyte, first maturation, spawning, histology.

LISTA DE FIGURAS

Página

Introdução

Figura 1- Exemplar de <i>Hoplias malabaricus</i> (Bloch, 1794) coletado no semiárido Pernambucano, no período de abril de 2022 a março de 2023.....	14
---	----

Artigo Científico I

Figura 1- Mapa de localização, destacando os pontos de coleta de <i>Hoplias malabaricus</i> no Semiárido Pernambucano.....	22
Figura 2- Relação CTxCP (a), relação PTxPE (b) e relação CPxPE (c) de fêmeas e machos de <i>Hoplias malabaricus</i> coletados no semiárido Pernambucano, no período de abril de 2022 a março de 2023.....	25
Figura 3- Modelo dose-resposta da frequência de indivíduos adultos de <i>Hoplias malabaricus</i> , coletados no semiárido Pernambucano, no período de abril de 2022 a março de 2023.....	25
Figura 4- Relação entre a variável ambiental pluviometria e a distribuição mensal das fases de desenvolvimento ovariano (em %) de <i>Hoplias malabaricus</i> coletadas no semiárido Pernambucano, no período de abril de 2022 a março de 2023. Des. Ini. = desenvolvimento inicial; Des. Fin. = desenvolvimento final; Apt. Des. = apto à desova; Regr. = regressão; Rege. = regeneração; Des. Des. Ini. = desovado em desenvolvimento inicial.....	26

Artigo Científico II

Figura 1- Mapa de localização, destacando os pontos de coleta de <i>Hoplias malabaricus</i> no Semiárido Pernambucano.....	39
Figura 2- Estágios de maturação observados através da análise macroscópica do desenvolvimento ovariano de <i>Hoplias malabaricus</i> coletado no semiárido Pernambucano, no período de abril de 2022 a março de 2023. Imaturo (a); Em Maturação Inicial (b); Em Maturação Final (c); Maduro (d); Desovado (e-f).....	40

Figura 3- Comprimento e largura das gônadas nos diferentes estágios macroscópicos de desenvolvimento oocitário de *Hoplias malabaricus*, coletado no semiárido Pernambucano, no período de abril de 2022 a março de 2023. Letras iguais indicam igualdade estatística utilizado o teste de Kruskal-Wallis seguido do teste post hoc SNK ($p>0,05$).....41

Figura 4- Medidas dos diâmetros das células germinativas e de seus núcleos para cada estágio de maturação de *Hoplias malabaricus*. Letras maiúsculas representam o citoplasma das células germinativas e letras minúsculas os núcleos. PG = oócito pré-vitelogênico; VTG1 = oócito em vitelogênese primária; VTG2 = oócito em vitelogênese secundária; VTG3 = oócito em vitelogênese terciária; n = núcleo dos respectivos oócitos; OM = oócito maduro.....42

Figura 5- Fotomicrografias dos estágios do desenvolvimento ovariano de *Hoplias malabaricus*. A: imaturo: apresentando oócito pré-vitelogênico (PG) em lamelas ovígeras (seta preta) organizadas. B: desenvolvimento inicial: Além da presença de PG, há também raros oócitos em vitelogênese primária (Vtg1). C: desenvolvimento final: presença de PG, Vtg1 e o surgimento de oócito em vitelogênese secundária (Vtg2) e terciária (Vtg3), podendo estar presentes uma pequena quantidade de oócitos maduros (OM). D: apto à desova: predominância de OM, havendo ainda PG. E e F: desovado em desenvolvimento: Há indícios de desova devido a presença de folículos pós ovulatórios (POF), de oócitos atrésicos (A) e de oócitos com atresia avançada e material disforme no espaço entre as células (setas duplas), porém apresenta lotes de oócito em vitelogênese, além de PG sempre presente em todos os estágios. G: regressão: já não há a presença de oócitos em vitelogênese, apenas PG e os indícios da atividade reprodutiva que já cessou, como oócitos atrésicos e material disforme no espaço entre as células (setas duplas). H: regeneração há apenas PG e raros resquícios de atividade reprodutiva (setas duplas). Coloração: Hematoxilina-Eosina. Barra de escala = 200µm.....44

Figura 6- Distribuição da frequência relativa de diâmetros dos oócitos nos diferentes estágios de maturação gonadal das fêmeas de *Hoplias malabaricus*, coletadas no semiárido Pernambucano, no período de abril de 2022 a março de 2023.....46

LISTA DE TABELAS

Página

Artigo Científico I

Tabela 1- Distribuição mensal de fêmeas e machos de *Hoplias malabaricus*, coletados no semiárido Pernambucano, no período de abril de 2022 a março de 2023, e os respectivos valores de p-valor do teste de proporção. * indica diferença significativa com $p < 0,05$23

Tabela 2- Descrição dos valores mínimos (min.), máximos (max.), média, desvio padrão (DP) e mediana (med.) do peso, fecundidade e diâmetro de oócitos, mensurados no estereomicroscópio, de 16 fêmeas de *Hoplias malabaricus* coletadas no semiárido Pernambucano, no período de abril de 2022 a março de 2023.....25

Tabela 3- Comprimento da primeira maturação (L_{50}), comprimento máximo de maturação (L_{99}) e comprimento total máximo (max), todos para o comprimento total (CT) da espécie *H. malabaricus* estimados por autores em diferentes localidades.....28

SUMÁRIO

1- Introdução.....	13
2- Referências bibliográficas.....	16
3- Artigos científicos.....	18
3.1-Biologia reprodutiva de <i>Hoplias malabaricus</i> Bloch, 1794 (Characiformes: Erythrinidae) no Semiárido Pernambucano, Brasil.....	18
3.2-Maturação gonadal de <i>Hoplias malabaricus</i> Bloch, 1794 (Characiformes: Erythrinidae) no Semiárido Pernambucano, Brasil.....	35
4- Conclusões.....	51

1. INTRODUÇÃO

A região Neotropical possui a ictiofauna conhecida mais rica do mundo, com cerca de 4475 espécies, número este que pode ultrapassar 6000 espécies (REIS et al., 2003). Dentro dessa região, a América do Sul concentra a maior parte das espécies (3300) e é nela que está a maior diversidade de peixes de água doce do mundo (SMITH et al., 2003).

Nas bacias hidrográficas da Caatinga ocorrem cerca de 240 espécies de peixes, distribuídas em 111 gêneros e divididas em 8 ordens e a estimativa é que 136 destas espécies sejam endêmicas (ANTUNES et al., 2021). De acordo com os autores, a ordem Characiformes é uma das mais representativas, com 89 espécies, estando atrás apenas da ordem Siluriformes que apresenta a maior diversidade, com 101 espécies. Nas regiões áridas e semiáridas do nordeste brasileiro, as grandes variações dos recursos hídricos, os baixos índices pluviométricos, bem como a elevada taxa de evaporação exercem importante papel na organização e funcionalidade dos ecossistemas aquáticos (CHAVES et al., 2009).

A espécie *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794) pertence a classe Actinopterygii, ordem dos Characiformes, família Erythrinidae e gênero *Hoplias* (MARQUES et al., 2013). É um peixe neotropical amplamente distribuído, ocorrendo na maioria das drenagens da América do Sul (OYAKAWA et al., 2018) e recebe popularmente o nome de traíra devido ao hábito de manter-se em fundos lamosos ou próxima a substratos rochosos, à espreita de uma presa (COSTA et al., 2013; FRANÇA, 2022). Caracteriza-se morfologicamente por apresentar um corpo alongado e cilíndrico, cabeça alargada com boca ampla e ramo mandibular saliente (AZEVEDO e GOMES, 1943) (Fig. 1). A espécie geralmente possui médio porte, com cerca de 30 cm de comprimento, sendo que alguns exemplares podem ter mais de 50 cm (LEVIS et al., 2013) (Fig. 1).

É um peixe predador, do topo da cadeia alimentar (NOVAES e CARVALHO, 2011), que se alimenta de insetos na fase juvenil e de peixes na fase adulta (LEVIS et al., 2013). Apresenta capacidade de sobreviver em diversos ambientes e apesar de possuir preferência por ambientes lênticos, também pode ser encontrada em ambientes lóticos (OYAKAWA et al., 2018). Consegue suportar locais com pouco oxigênio e pode ficar longos períodos em jejum (NOVAES e CARVALHO, 2011). De acordo com Lins et al. (2010), essa capacidade de sobreviver em diferentes habitats e sob condições ambientais adversas, fazem com que a espécie seja considerada um bom indicador do ambiente onde vivem. A espécie demonstra ter cuidado parental realizado pelos machos

(CARAMASCHI et al., 1982; MACHADO-ALLISON, 1990; ARAÚJO-LIMA e BITTENCOURT, 2001), embora o cuidado biparental também possa ocorrer (PRADO et al., 2006).

Figura 1. Exemplar de *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794), coletado no semiárido Pernambucano, no período de abril de 2022 a março de 2023.



Fonte: Nunes, 2024.

A abundância de *H. malabaricus* em áreas dulciaquícolas do semiárido nordestino faz com que seja bastante utilizada na alimentação das comunidades pesqueiras (LIMA et al., 2017) e também como fonte de renda para essas comunidades. Apesar da espécie se encontrar na categoria Menos Preocupante (LC) da lista nacional de espécies ameaçadas de extinção (ICMBIO, 2018), não há uma normativa na qual esteja inserida para que se possa estabelecer o comprimento mínimo de sua captura.

Informações sobre o desenvolvimento cíclico das gônadas, época e local de desova e comprimento em que os indivíduos entram no processo reprodutivo fazem parte do conhecimento acerca da biologia reprodutiva de uma espécie (SOUZA et al., 2007). Assim, é importante acompanhar o ciclo reprodutivo, conhecer e avaliar o início e a continuidade do crescimento gonadal bem como o desenvolvimento pleno das gônadas até a maturação final (desova e fertilização) e regressão gonadal (VAZZOLER, 1996).

Quagio-Grassiotto et al. (2013) caracterizaram as células germinativas masculinas e femininas de *H. malabaricus* e, reunindo os aspectos macro e microscópicos das gônadas ao longo do ciclo reprodutivo, reconheceram em ambos os sexos 4 fases reprodutivas sequenciais dos indivíduos aptos à reprodução: Desenvolvimento; Apto à Desova/Liberação de Esperma; Regressão e Regeneração. Os autores não incluem aqui os Imaturos que conforme esses critérios, seriam aqueles indivíduos que ainda não estão aptos para a reprodução, isto é, ainda estão fora do ciclo reprodutivo porque são jovens.

Marques et al. (2000), descreveram histologicamente as gônadas masculinas e femininas de *H. malabaricus* no estado da Paraíba, Brasil, e através desse método

identificaram sete estágios gonadais em fêmeas e cinco em machos. Nesse mesmo estado, mais precisamente na região do Cariri, Chaves et al. (2009) verificaram a dinâmica reprodutiva e a estrutura populacional da referida espécie. Os autores observaram ainda, a interferência da pluviosidade no comportamento reprodutivo e no crescimento de *H. malabaricus* através da análise macroscópica das gônadas.

Lima et al. (2017) verificaram os aspectos reprodutivos de *H. malabaricus* no estado do Rio Grande do Norte, Brasil. Foram coletados 141 exemplares que apresentaram uma proporção sexual de 1M:1,4F com uma predominância das fêmeas na maioria dos meses. Os espécimens apresentaram um crescimento isométrico e o valor do comprimento da primeira maturação (L_{50}) foi de 32,6 cm para machos e 31,5 cm para as fêmeas. Os ovários mudaram a coloração de translúcida para avermelhada à medida que foram amadurecendo e os estádios de maturação observados foram descritos como: imaturo, em maturação, maturo e esvaziado.

Fernandes et al. (2021) analisaram a biologia reprodutiva de *H. malabaricus*, na Amazônia Maranhense. Foram coletados 542 espécimes, sendo 223 fêmeas, 92 machos e 227 sem identificação quanto ao sexo, oriundos da pesca artesanal. Segundo os autores houve predomínio de fêmeas em praticamente todas os meses de amostragem, o crescimento dos machos foi isométrico, enquanto o das fêmeas foi alométrico negativo e o tamanho de maturação (L_{50}) foi de 19,6 cm considerando os sexos agrupados.

Apesar de já existirem estudos referentes a biologia reprodutiva de *H. malabaricus* em algumas regiões do Brasil, nota-se uma escassez para o estado de Pernambuco, logo, o presente trabalho foi desenvolvido com o intuito de sanar essa lacuna, desenvolvendo dois artigos científicos que descrevem a razão sexual, a alometria, o tamanho de primeira maturação (L_{50}), a fecundidade, a época de desova, a oogênese, a maturação ovariana e o tipo de desova da espécie nessa região.

Os artigos científicos visam contribuir com o enriquecimento da literatura sobre os aspectos relacionados a biologia reprodutiva de *H. malabaricus* e para elaboração de futuros planos de manejo e conservação da espécie. Espera-se ainda, que os resultados obtidos possam servir de referência para realização de estudos com essa e com outras espécies de peixes de água doce, tanto no semiárido de Pernambuco como nas demais regiões.

2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANTUNES, D. F.; ALCÂNTARA, B. M.; SANTOS, E. S. Diversidade e Conservação de Peixes Neotropicais da Caatinga, Nordeste, Brasil-Revisão Integrativa. **Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente**, v. 2(4), p. 1-1, 2021.

ARAÚJO-LIMA, C. A. R. M.; BITTENCOURT, M. M. 2001. A reprodução e o início da vida de *Hoplias malabaricus* (Erythrinidae: Characiformes) na Amazônia Central. **Acta Amazônica**, v. 31(4): 693-697, 2001.

AZEVEDO, P.; GOMES, A. L. Contribuição ao estudo da biologia da Traíra *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794). **Boletim de Indústria Animal**, v. 5(4), p. 15-64, 1943.

CARAMASCHI, E. P.; GODINHO, H. M.; FORESTI, F. Reprodução de *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794) (Teleostei, Erythrinidae) na represa do rio Pardo (Botucatu-SP). Histologia e escala de maturação do ovário. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 42(3), p. 635-640, 1982.

CHAVES, M. F.; TORELLI, J.; TARGINO, C. H.; CRISPIM, M. C. Dinâmica reprodutiva e estrutura populacional de *Hoplias aff. malabaricus* (Bloch, 1794) (Characiformes, Erythrinidae), em açude da Bacia do Rio Taperoá, Paraíba. **Revista Biotemas**, v. 22(2), p. 85-89, 2009.

COSTA, M. R.; MATTOS, T. M.; BORGES, J. L.; ARAÚJO, F. G. Habitat preferences of common native fishes in a tropical river in Southeastern Brazil. **Neotropical Ichthyology**, v. 11(4), p. 871-880, 2013.

FERNANDES, J. M. F.; AZEVEDO, J. W. J.; CASTRO, A. C. L.; OTTONI, F. P.; GUIMARÃES, E. C.; BRITO, P. S.; LIMA, S. E. R.; LOPES, D. F. C.; SANTOS, J. P. Biologia Reprodutiva de *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794) (Characiforme: Erythrinidae) oriunda da pesca artesanal na bacia do Rio Pericumã, Amazônia Maranhense–Brasil. **Biota Amazônia**, v. 11(3), p. 18-23, 2021

FRANÇA, M. J. P. Comportamento predatório da traíra (*Hoplias aff. malabaricus*) (Bloch, 1794) em um riacho de altitude, avaliado pelo uso de BRUVs. 2022. 48p. **Dissertação (Mestrado)** - Universidade Federal de São João del-Rei, Minas Gerais.

ICMBIO. Instituto Chico Mendes De Conservação Da Biodiversidade. **Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção**. Brasília, DF: ICMBio/MMA, v.1, 1 ed., 2018. 492 p.

LEVIS, C.; RAMOS, T. P. A; LIMA, S. M. Q. **A disputa desigual entre peixes nativos e exóticos do semiárido**. Natal: EDUFERN, 2013. 76p.

LIMA, M. C. B. C.; LIRA, R. D.; BARROS, N. H. C.; NASCIMENTO, W. S.; CHELLAPPA, S. Biologia reprodutiva do peixe traíra, *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794) (Characiformes: Erythrinidae) no açude Marechal Dutra, Rio Grande do Norte, Brasil. **Biota Amazônia**, v. 7(2), p. 21-25, 2017.

LINS, J. A. P. N.; KIRSCHNIK, P. G.; QUEIROZ, V. S.; CIRIO, S. M. Uso de peixes como biomarcadores para monitoramento ambiental aquático. **Revista Acadêmica Ciência Animal**, v. 8(4), p. 469-484, 2010.

MACHADO-ALLISON, A. Ecología de los peces de las areas floodables de los llanos de Venezuela. **Interciência**, v. 15, p. 411-423, 1990.

MARQUES, D. F.; SANTOS, F. A.; SILVA, S. S.; SAMPAIO, I.; RODRIGUES, L.R. R. Cytogenetic and DNA barcoding reveals high divergence within the trahira, *Hoplias malabaricus* (Characiformes: Erythrinidae) from the lower Amazon River. **Neotropical Ichthyology**, v. 11, p. 459-466, 2013.

MARQUES, D. K. S.; ROSA, I. L.; GURGEL, H. C. B. Descrição histológica de gônadas de traíra *Hoplias malabaricus* (Bloch) (Osteichthyes, Erythrinidae) da barragem do rio Gramame, Alhandra, Paraíba, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 17(3), p. 573-582, 2000.

NOVAES, J. L. C.; CARVALHO, E. D. Population structure and stock assessment of *Hoplias malabaricus* (Characiformes: Erythrinidae) caught by artisanal fishermen in river- reservoir transition area in Brazil. **Revista de Biologia Tropical**, v. 59(1), p. 71-83, 2011.

OYAKAWA, O. T.; MATTOX, G. M. T.; VANDER SLEEN, P.; ALBERT, J. S. Family Erythrinidae—wolf-fishes and yarrows. In: **Field guide to the fishes of the Amazon, Orinoco, and Guianas**. Princeton: Princeton University Press, 2018, p. 156-158.

PRADO, C. P. A.; GOMIERO, L. M.; FROEHLICH, O. Desova e cuidado parental em *Hoplias malabaricus* (Teleostei, Characiformes, Erythrinidae) no Pantanal Sul, Brasil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 66(2b): 697-702, 2006.

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

REIS, R. E.; KULLANDER, S. O.; FERRARIS JR, C. J. **Check List of the Freshwater Fishes of South and Central América**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2003. 742 p.

SMITH, W. S.; PETRERE, JR. M.; BARRELLA, W. The fish fauna in tropical rivers: The case of the Sorocaba river basin, SP, Brazil. **Revista de Biologia Tropical**, v. 51(3), p. 769-782, 2003.

SOUZA, L. DE L. G.; CHELLAPPA, S.; GURGEL, H. C. B. Biologia reprodutiva do peixe-donzela, *Stegastes fuscus* Cuvier, em arrecifes rochosos no nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 24(2), p. 419-425, 2007.

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

3. ARTIGOS CIENTÍFICOS

3. 1 - Biologia reprodutiva de *Hoplias malabaricus* Bloch, 1794 (Characiformes: Erythrinidae) no Semiárido Pernambucano, Brasil

Artigo científico a ser encaminhado a Revista **Acta Zoologica**

Todas as normas de redação e citação, doravante, atendem as estabelecidas pela referida revista, exceto o idioma e disposição das imagens, tabelas e gráficos, os quais foram inseridos ao longo do texto para facilitar a leitura do trabalho.

<https://onlinelibrary.wiley.com/journal/14636395>

**Biologia Reprodutiva de *Hoplias malabaricus* Bloch, 1794 (Characiformes:
Erythrinidae) no Semiárido Pernambucano, Brasil**

Aline Cristina Ferreira Nunes^{1*} | Renata Akemi Shinozaki–Mendes¹

¹Laboratório de Biologia Pesqueira e Programa de Pós Graduação em Biodiversidade e Conservação, Unidade Acadêmica de Serra Talhada, Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE, Fazenda Saco, s/n, CP 063, CEP 56900-000, Serra Talhada, PE, Brazil. * alinenunesje@gmail.com

Resumo

O presente estudo objetivou identificar e descrever os aspectos reprodutivos da espécie nativa *Hoplias malabaricus*. Coletas mensais foram realizadas na região semiárida de Pernambuco de abril/2022 a março/2023. Foram coletados 222 exemplares, com proporção sexual média anual de 1:1. As comparações de Comprimento Total e Comprimento Padrão (CTxCP); Peso Total e Peso Eviscerado (PTxPE); Comprimento Padrão e Peso Eviscerado (CPxPE) não mostraram diferenças significativas entre os sexos ($p>0,05$), indicando que não há dimorfismo sexual. Todos os modelos indicaram crescimento alométrico negativo ($\beta_1<3$). O tamanho de maturação (L_{50}) foi estimado em 14,6 cm (CT) e 11,5 cm (CP) para ambos os sexos, indicando maturidade precoce, considerando que o maior exemplar possuía 48,9 cm (CT). A fecundidade foi considerada baixa, com fêmeas apresentando fecundidade média total de 10.136 ± 4.341 oócitos. O diâmetro médio do oócito maduro foi $1,32 \pm 0,15$ mm. O ciclo reprodutivo de *Hoplias malabaricus* é longo e contínuo, embora tenha uma incidência maior de fêmeas aptas à desova no verão, nos meses de janeiro a março. A estratégia e tática reprodutiva observadas são aspectos que garantem a manutenção dessa espécie nativa em ambientes impactados pela introdução de espécies exóticas, assoreamento, poluição, perda de habitat ou outras alterações ambientais.

PALAVRAS – CHAVE

reprodução, primeira maturação, fecundidade, época de desova

1 | INTRODUÇÃO

A reprodução é um aspecto fundamental na manutenção dos seres vivos, pois é um processo que resulta da aptidão que cada indivíduo tem de traduzir a eficiência para produzir descendentes (Caramaschi & Brito, 2021). Os peixes apresentam diferentes táticas e estratégias reprodutivas para maximizar sua produção na tentativa de garantir a sobrevivência dos seus descendentes até a idade adulta (Oliveira et al., 2015).

A espécie *Hoplias malabaricus* Bloch, 1794 (Characiformes: Erythrinidae), popularmente conhecida como traíra, é um peixe neotropical que possui uma ampla distribuição geográfica, ocorrendo em habitats lênticos e lóticos na maioria das drenagens da América Central e do Sul, da Costa Rica ao norte da Argentina (Oyakawa et al., 2018). É uma espécie de topo de cadeia, que possui uma alta capacidade tanto de resistência (Novaes & Carvalho, 2011) quanto de plasticidade reprodutiva, características importantes que refletem em adaptações às condições impostas pelo ambiente (Marques et al., 2001).

Avaliar aspectos reprodutivos como razão sexual, alometria, periodicidade reprodutiva e época de desova de um grupo de espécies é essencial para estabelecer medidas de manejo, como o período de defeso e tamanhos mínimos de captura adequados para cada região (Carvalho et al., 2021). De acordo com Caramaschi & Brito (2021) as variações dos parâmetros ambientais como pluviosidade, fluxo do rio, temperatura e fotoperíodo, ao longo do ciclo anual, podem funcionar como gatilhos para o início da reprodução, logo, o registro desses parâmetros é necessário para que se possa associá-los a com o desenvolvimento gonadal.

O conhecimento do tamanho de primeira maturação (L_{50}) de uma é um atributo valioso porque representa a entrada do indivíduo na idade adulta (Caramaschi & Brito, 2021), além disso, é uma ferramenta importante no desenvolvimento de programas de manejo, monitoramento e conservação dos estoques pesqueiros, pois evita a captura de indivíduos jovens e a redução do estoque reprodutivo da espécie, permitindo que os indivíduos se reproduzam pelo menos uma vez (Fontoura et al., 2009). De acordo com o ICMBIO (2018), *H. malabaricus* encontra-se na categoria Menos Preocupante (LC) da lista nacional de espécies ameaçadas de extinção, embora seja constante os relatos de pescadores e pesquisadores que a espécie vem diminuindo suas populações em detrimento da notória presença de espécies exóticas, bem como dos impactos ambientais.

Em várias regiões do Brasil vem sendo desenvolvidos estudos relacionados a biologia reprodutiva de *H. malabaricus* (por exemplo Caramaschi, 1979; Barbieri, 1989;

Marques et al., 2001; Martins, 2009; Chaves et al., 2009; Fernandes et al., 2021). Percebe-se, no entanto, a inexistência de estudos realizados no semiárido pernambucano para a referida espécie, bem como algumas lacunas do conhecimento que limitam as possibilidades de gestão da pesca e conservação. Logo, é imprescindível a compreensão da biologia reprodutiva da espécie na região para que se possa compreender as adaptações da espécie frente às adversidades ambientais e assim poder subsidiar estudos de manejo para que não haja perda da biodiversidade local.

Assim sendo, o objetivo do presente estudo é compreender aspectos da biologia reprodutiva, como razão sexual, alometria, comprimento da primeira maturação (L_{50}), fecundidade, tamanho dos oócitos maduros e época de desova da espécie *H. malabaricus* no semiárido Pernambucano.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

Os espécimens de *Hoplias malabaricus* foram coletados mensalmente, utilizando anzóis com isca, redes de espera e tarrafas, de abril de 2022 a março de 2023 em açudes localizados no município de São José do Egito-PE (latitude e longitude média: 07° 28' 44" S 037° 16' 28" W), região semiárida do estado de Pernambuco (Figura 1).

Os valores de pluviometria foram obtidos por meio dos dados disponibilizados pelo Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA 2023). A pesquisa foi autorizada pelo Comitê de Ética para Uso de Animais em Experimentos da Universidade Federal Rural de Pernambuco (Licença 8521260922) e pelo Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade (SISBIO - 84792).

Os espécimens capturados foram crioanestesiados em recipientes térmicos refrigerados, mantidos a temperatura de -5° C até o óbito e levados ao Laboratório de Biologia Pesqueira (LAPEq) da Unidade Acadêmica de Serra Talhada (UAST)/ Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). Foram obtidas as medidas do comprimento total (CT), tomado da ponta do focinho até à extremidade da nadadeira caudal e comprimento padrão (CP), tomado da ponta do focinho até o final do pedúnculo caudal, ambos com precisão de 0,1cm, além do peso total (PT) com precisão de 0,1g. Em seguida, foram dissecados para coleta do trato reprodutivo e, após a retirada de todas as vísceras, foi registrado o peso eviscerado (PE).

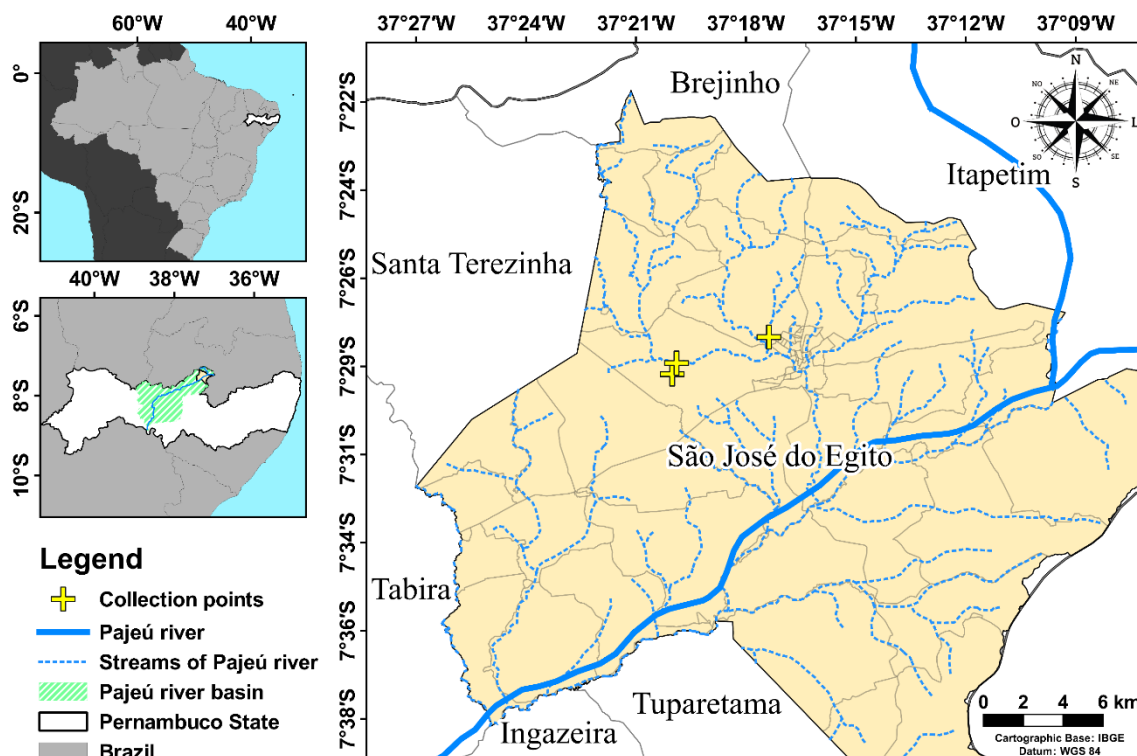


Figura 1. Mapa de localização, destacando os pontos de coleta de *Hoplias malabaricus* no Semiárido Pernambucano. Fonte: Nunes, 2024.

Fragmentos da porção mediana das gônadas foram fixados em formol 10% por 24h, e submetidos à rotina histológicas padrão (desidratação em série alcoólica crescente, diafanização em xilol, inclusão em parafina, cortes em micrótomo rotativo a 5µm e coloração em Hematoxilina-Eosina). Utilizando um microscópio com câmera acoplada (Leica DM500) foram observados os diferentes componentes da linhagem germinativa e diferenciadas as fases do desenvolvimento ovariano, sendo classificados como: imaturo; em desenvolvimento inicial e final; apto à desova; desovado em desenvolvimento inicial; regressão e regeneração (informações completas em Nunes, in press). Para análise do período reprodutivo, as imaturas não foram consideradas, uma vez que não compõem o estoque reprodutor.

A proporção sexual foi calculada para o período total e comparada pelo teste de proporção que se baseia na distribuição binomial (PPMendes, 2024). Foram ajustados modelos lineares ($y = \beta_0 + \beta_1 x$) para as relações CTxCP e PTxPE e potencial ($y = \beta_0 x^{\beta_1}$) para CPxPE de machos e fêmeas de *H. malabaricus*. Para a comparação dos modelos, utilizou-se o teste W de comparação dos parâmetros dos modelos, que se baseia na máxima verossimilhança e utiliza a distribuição de qui-quadrado para determinar a existência de diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,05$) (Mendes, 1999). Ainda,

o valor de β_1 foi analisado para identificar alometria negativa, isometria, ou alometria positiva, sendo o valor de referência de $\beta_1 = 1$ ou $\beta_1 = 3$ para a relação linear e potencial, respectivamente.

Os valores de comprimento padrão da primeira maturação (L_{50}) e comprimento máximo de maturação (L_{99}) foram calculados através do seguinte modelo logístico: $Mf = \frac{1}{1+e^{\beta_0+\beta_1CP}}$. Em que: Mf é a frequência de indivíduos adultos; β_0 e β_1 são os parâmetros do modelo e CP é o comprimento padrão dos espécimens.

Para calcular a fecundidade total, a relativa e o tamanho de oócitos maduros de *H. malabaricus*, as gônadas de 16 fêmeas aptas a desova foram submetidas ao método gravimétrico proposto por Murua et al. (2003), em que uma amostra de oócitos (aproximadamente 1 g) de peso conhecido é contada e extrapolada para o peso total do par de gônadas. A fecundidade total e a relativa foram estimadas de acordo com Vazzoler (1996) através das seguintes equações: *Fecundidade total* = número de oócitos x peso da gônada/ peso da alíquota e *Fecundidade relativa* = número total de oócitos/ peso da fêmea.

O tamanho dos oócitos maduros foram aferidos através da medição do diâmetro de 5 a 10 células de cada exemplar apto à desova, por meio de fotomicrografias em estereomicroscópio no software ImageJ®, com precisão de 0,001 mm. A época de desova foi identificada a partir da distribuição mensal dos estágios reprodutivos e da relação com a pluviometria.

3 | RESULTADOS

Foram coletados 222 exemplares de *Hoplias malabaricus*, destes 111 eram fêmeas e 111 machos, resultando em uma proporção sexual média anual 1:1. Foi constatada a predominância significativa de fêmeas nos meses de julho e março, enquanto os machos predominaram significativamente no mês de novembro (Tabela 1), não havendo uma tendência clara na variação.

Tabela 1. Distribuição mensal de fêmeas e machos de *Hoplias malabaricus*, coletados no semiárido Pernambucano, no período de abril de 2022 a março de 2023, e os respectivos valores de p-valor do teste de proporção. * indica diferença significativa com $p < 0,05$.

Mês	Fêmeas (n)	Machos (n)	Total	p-valor
abr/22	6	11	17	0,0863
mai/22	11	8	19	0,3304
jun/22	14	16	30	0,6055

jul/22	12	4	16	0,0047*
ago/22	9	6	15	0,2733
set/22	17	17	34	0,9999
out/22	6	11	17	0,0863
nov/22	3	10	13	0,0060*
dez/22	7	12	19	0,1047
jan/23	8	7	15	0,7150
fev/23	9	9	18	0,9999
mar/23	9	0	9	-
Total	111	111	222	0,9999

Fonte: Nunes, 2024.

A amostragem abrangeu toda a população, desde indivíduos imaturos até o estoque reprodutor, cujo maior exemplar apresentou o comprimento total (CT) de 48,9 cm, pesando 1061,0 g (Figura 2). As comparações entre as relações CTxCP, PTxPE, CPxPE não mostraram diferenças significativas entre machos e fêmeas ($p > 0,05$), logo, os sexos foram analisados agrupados (Figura 2). As relações CTxCP e PTxPE apresentaram tendência linear com equações de melhor ajuste igual a $CP = 0,853CT - 0,8936$ ($R^2 = 0,9937$) e $PE = 0,9257PT + 1,0933$ ($R^2 = 0,994$), respectivamente (Figura 2a,b). A relação CPxPE apresentou tendência potencial com equação de melhor ajuste igual a $PE = 0,1253CP^{2,3602}$ ($R^2 = 0,7482$) (Figura 2c), indicando uma alometria negativa em todas as relações e para ambos os sexos.

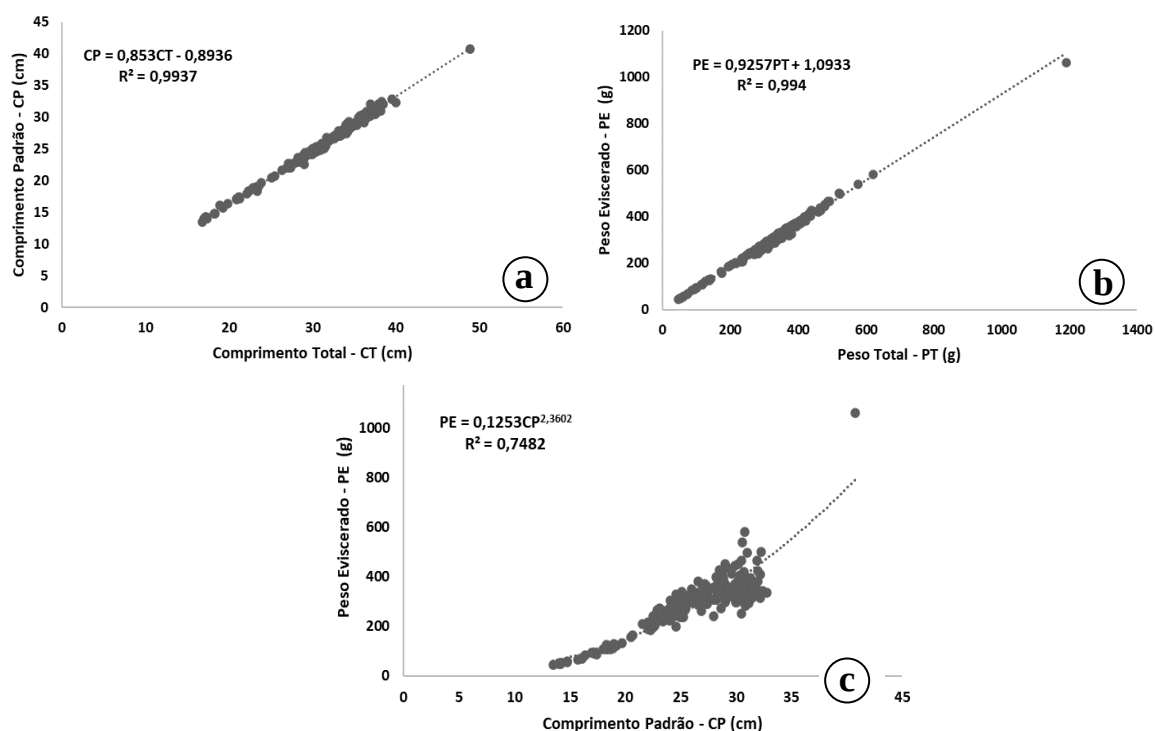


Figura 2. Relação CTxCP (a), relação PTxPE (b) e relação CPxPE (c) de fêmeas e machos de *Hoplias malabaricus* coletados no semiárido Pernambucano, no período de abril de 2022 a março de 2023. Fonte: Nunes, 2024.

O modelo logístico (dose-resposta) de maturidade da espécie *H. malabaricus* no presente estudo, obteve os valores dos parâmetros $\beta_0=11,8493$, $\beta_1=1,0307$, $R^2=58,47\%$ e quadrado médio do resíduo=14,3839 (Figura 3). O tamanho de primeira maturação (L_{50}) e o tamanho máximo de maturação (L_{99}) foi de 14,6 cm e 19,8 cm, respectivamente, para o comprimento total (CT) e de 11,5 cm e em 16,0 cm, respectivamente, para o comprimento padrão (CP) (Figura 3).

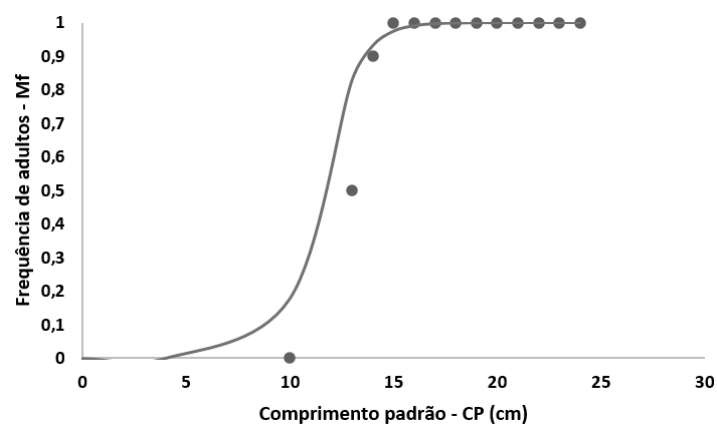


Figura 3. Modelo dose-resposta da frequência de indivíduos adultos de *Hoplias malabaricus*, coletados no semiárido Pernambucano, no período de abril de 2022 a março de 2023. Fonte: Nunes, 2024.

A fecundidade total, variou de 4.039 a 22.199 oócitos com média de 10.136 oócitos por fêmea. A fecundidade relativa variou de 15 a 64 oócitos/g com média de 32 oócitos/g. O diâmetro dos oócitos maduros variou de 1,10 a 1,66 mm com média de 1,32 mm (Tabela 2).

Tabela 2. Descrição dos valores mínimos (min.), máximos (max.), média, desvio padrão (DP) e mediana (med.) do peso, fecundidade e diâmetro de oócitos, mensurados no estereomicroscópio, de 16 fêmeas aptas à desova de *Hoplias malabaricus* coletadas no semiárido Pernambucano, no período de abril de 2022 a março de 2023.

Valores	Peso da gônada apta à desova (g)	Fecundidade Total (oócitos)	Fecundidade Relativa (oócitos/g)	Diâmetro (mm)
Mín.	236	4039,22	15,43	1,10
Máx.	381	22198,92	64,34	1,66
Média (±DP)	311,75 ± 38,08	10136,28 ± 4341,25	32,08 ± 11,43	1,32 ± 0,15
Med.	312,5	10034,05	31,96	1,32

Fonte: Nunes, 2024.

A análise da distribuição dos estágios de maturação gonadal durante um ciclo reprodutivo, indicou que as fêmeas de *H. malabaricus* apresentaram um ciclo reprodutivo longo no semiárido Pernambucano. Observaram-se fêmeas em desenvolvimento nos meses de abril a dezembro e fêmeas aptas à desova (consideradas maduras) em praticamente todos os meses do ano, exceto nos meses de abril, junho e novembro, com percentual bastante representativo em dezembro e predominância nos meses de janeiro a março, coincidindo com a estação chuvosa na área de estudo (Figura 4). As fêmeas em regressão e em regeneração foram frequentes nos meses subsequentes, de abril a agosto, período em que estavam se recuperando para iniciar um novo ciclo (Figura 4).

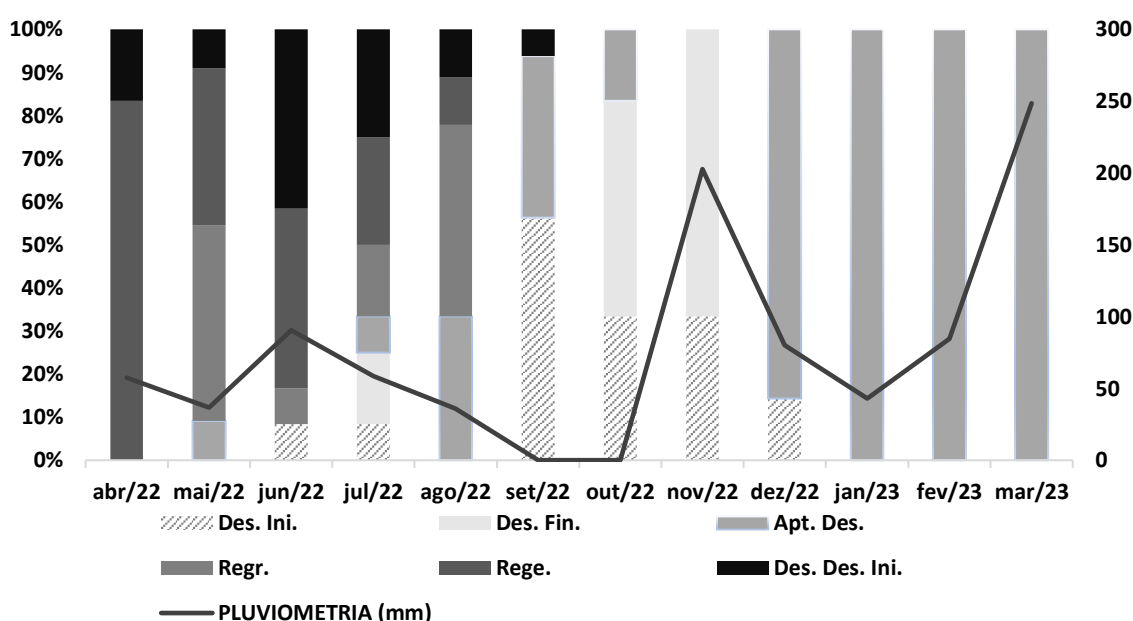


Figura 4. Relação entre a variável ambiental pluviosidade e a distribuição mensal das fases de desenvolvimento ovariano (em %) de *Hoplias malabaricus* coletadas no semiárido Pernambucano, no período de abril de 2022 a março de 2023. Des. Ini. = desenvolvimento inicial; Des. Fin. = desenvolvimento final; Apt. Des. = apto à desova; Rege. = regressão; Rege. = regeneração; Des. Des. Ini. = desovado em desenvolvimento inicial. Fonte: Nunes, 2024.

4 | DISCUSSÃO

A proporção sexual média anual no presente estudo, não diferiu do esperado de 1:1, que de acordo com Oliveira et al. (2015) é geralmente à proporção que ocorre no momento do nascimento. Contudo, esses valores podem variar ao longo do ciclo de vida dos peixes, em função de diversos fatores que atuam de forma diferente sobre os indivíduos de cada sexo. No estudo realizado por Fernandes et al. (2021), a proporção

sexual entre machos e fêmeas de *H. malabaricus* diferiu do esperado 1:1 ao longo do ano, com fêmeas predominando em praticamente todos os meses de coleta, exceto no mês de agosto. Segundo Fagundes et al. (2020), a taxa de crescimento diferenciada em um dos sexos é um fator que pode levar ao desequilíbrio causando essa desproporcionalidade, assim como a mortalidade diferenciada em um dos sexos, decorrente do maior investimento energético (reprodução vs. crescimento).

A variação na razão sexual em alguns meses pode, além das possibilidades biológicas, ser meramente em função da probabilidade (Weisstein, 2024) ou estarem relacionadas a aspectos da pesca. Nesse contexto, uma vez que o presente estudo foi desenvolvido em ambientes lênticos, com pouca ou nenhuma conexão com os rios da Bacia Hidrográfica do Pajeú, o predomínio significativo das fêmeas em detrimento aos machos no mês de março pode estar associado ao aumento acentuado do tamanho das gônadas durante este período, já que todas estavam aptas à desova (Figura 4) o que as tornariam menos ágeis devido ao peso e conseqüentemente mais susceptíveis a captura.

No mês de julho, as fêmeas capturadas apresentavam todos os estágios de desenvolvimento gonadal encontrados para espécie nesse estudo, sugerindo que estavam bastante ativas em busca de alimento para armazenar ou recuperar energia, antes ou depois da reprodução, respectivamente, aumentando assim a taxa de captura. Já no mês de novembro foram capturados mais machos do que fêmeas. A diferença quantitativa observadas nesses meses podem ainda estar relacionadas ao pequeno valor amostral realizados e indica que não há uma tendência sazonal. Caramaschi & Brito (2021) enfatizam a importância de coletas ao longo de todo o ciclo anual, reduzindo a variação resultante de variações pontuais, assim como a atenção redobrada no período reprodutivo objetivando identificar aspectos intrínsecos da espécie.

Na análise da relação comprimento-peso de *H. malabaricus*, tanto os machos como as fêmeas apresentaram crescimento alométrico negativo, ou seja, há um maior incremento no tamanho do que no peso ao longo do crescimento para ambos os sexos. Esse resultado sugere que tanto os machos como as fêmeas investem igualmente toda energia para o desenvolvimento da espécie, promovendo mudanças tanto nos padrões de crescimento como nos reprodutivos. Medeiros-Leal et al. (2017) observaram um crescimento alométrico negativo nos machos do seu estudo, enquanto Carvalho et al. (2021) e Fernandes et al. (2021) observaram um crescimento alométrico negativo para fêmeas de *H. malabaricus* em seus respectivos estudos.

As características próprias de cada ambiente podem interferir no padrão de crescimento da espécie, e a diferença no tipo de crescimento pode se dar pela associação a maturação gonadal e demais aspectos comportamentais e ambientais (Araújo & Gurgel, 2002). Segundo Caramaschi & Brito (2021), a relação peso/comprimento deve ser calculada para todos os indivíduos da amostra e para machos e fêmeas separadamente, no entanto, caso os valores de machos e fêmeas apresentarem sobreposição no intervalo de confiança da amostra total, pode-se utilizar a equação geral, pois eles são iguais em seu crescimento.

O tamanho de maturação de 14,6 cm e tamanho máximo de maturação de 19,8 cm (CT) indicam que *H. malabaricus* se reproduz precocemente nessa região. O resultado mais aproximado de L_{50} do presente estudo, foi o observado por Caramaschi (1979) na Represa do Rio Pardo, Botucatu, SP, onde a espécie atingiu a primeira maturação próximo a 13,5 cm de CT, diferente dos resultados encontrados por diversos outros autores, listados na Tabela 3, que encontraram valores mais elevados.

Tabela 3. Comprimento da primeira maturação (L_{50}), comprimento máximo de maturação (L_{99}) e comprimento total máximo (max), todos para o comprimento total (CT) da espécie *H. malabaricus* estimados por autores em diferentes localidades.

Autor	Local de Coleta	Região	L_{50} (cm)	L_{99} (cm)	Max (cm)
Barbieri (1989)	Monjolinho	São Carlos (SP)	16.7	23.0	~ 40.0
Martins (2009)	Capim Branco I	Minas Gerais (MG)	21.0	37.0	~ 40.0
Souza et al. (2019)	Santa Cruz	Mossoró (RN)	19.4	---	45.2
Souza et al. (2019)	Pau dos Ferros	Mossoró (RN)	17.0	---	41.5
Fernandes et al. (2021)	Rio Pericumã	Maranhão (MA)	19.6	27.8	28.8
Carvalho et al. (2021)	Sítio Ramsar	Maranhão (MA)	19.0	---	37.5
Presente estudo (2024)	Açudes	São José do Egito (PE)	14.6	19.8	48.9

Fonte: Nunes, 2024.

De acordo Vazzoler (1996), a primeira maturação atingida em uma idade precoce é um mecanismo eficiente para aumentar a representatividade genética da população na geração seguinte. A pressão de captura, a alteração do habitat devido à ação antrópica, a introdução de espécies exóticas e a competição ou efeito de predação, são fatores que isolados ou em conjunto podem estar acelerando o desenvolvimento reprodutivo dessa espécie, resultando em maturação precoce (Carvalho et al., 2021). As condições

ambientais desfavoráveis também podem forçar os indivíduos a ter comprimentos mais curtos na primeira maturidade na tentativa de reduzir o risco de morrer antes de se reproduzirem (Wootton, 1998).

A fecundidade média da população em estudo foi estimada em 10.136 oócitos, enquanto Amadio & Bittencourt (2005) estimaram em 13.211 oócitos no Lago do Rei na Amazônia Central e Barbieri (1989) estimou em 7.875 oócitos na Represa do Monjolinho, São Paulo, ambos para a referida espécie. Comparando esses resultados com os de outros Characiformes do semiárido: *Astyanax bimaculatus*, 31.720 oócitos (Sato et al., 2006) e *Prochilodus brevis*, 75.465 oócitos (Barros et al., 2016), pode-se considerar que *H. malabaricus* possui baixa fecundidade. Fecundidade baixa é uma característica de espécies que apresentam período reprodutivo longo e com cuidado parental (Chellappa et al., 2003; Olele, 2010).

Assim como os baixos valores de fecundidade, oócitos com maior diâmetro também estão associados ao mesmo conjunto de táticas reprodutivas. O cuidado parental em *H. malabaricus* já foi observado em alguns estudos (Caramaschi et al., 1982; Machado-Allison, 1990; Araújo-Lima & Bittencourt, 2001). Prado et al. (2006) registram, ainda, que a espécie possui cuidado biparental, embora com maior frequência de cuidado parental masculino.

O diâmetro médio dos oócitos maduros de *H. malabaricus* foi de 1,3 mm. Prado et al. (2006) encontraram o diâmetro médio de 1,4 mm no rio Miranda, Pantanal Mato Grosso do Sul e Araújo-Lima & Bittencourt (2001) encontraram o valor 1,5 mm de diâmetro médio para a mesma espécie, na várzea do rio Solimões, Amazônia Central. Em um estudo comparativo de três espécies de traíra realizado por Gomes et al. (2007) na bacia do alto rio São Francisco, estado de Minas Gerais, o diâmetro médio dos oócitos maduros de *Hoplias lacerdae*, *H. malabaricus* e *Hoplias unitaeniatus* foram de 1,2 mm, 1,5 mm e 1,1 mm, respectivamente, indicando um padrão de diâmetro entre 1,1 e 1,5 mm para o gênero *Hoplias*.

O diâmetro dos oócitos é de suma importância para a obtenção de boa taxa de fertilização, sua avaliação pode predizer as condições do estágio reprodutivo do peixe (Felizardo et al., 2012). O aumento do diâmetro pode influenciar na sobrevivência das larvas, indicando maior quantidade de reservas energéticas (Bonislawski et al., 2001). Segundo Melo et al. (2011), grandes diâmetros de oócitos maduros em peixes estão

relacionados a espécies que possuem cuidado parental e baixa fecundidade, reforçando assim os aspectos inerentes à tática reprodutiva da espécie.

Foram encontradas fêmeas de *H. malabaricus* aptas a desova tanto na estação seca quanto na chuvosa, no entanto, os picos de desova ocorreram durante a estação chuvosa do verão, nos intervalos de janeiro a março, corroborando com os resultados observados por Carvalho et al (2021). Os resultados revelam que o aumento da pluviosidade tem influência na desova da espécie, entretanto também mostram que ela pode desovar independentemente dessa variável ambiental.

Uma relação direta entre a desova e o período chuvoso também foi observada por Paiva (1974), Barbieri (1989), Araújo-Lima & Bittencourt (2001), Marques et al. (2001) e Oliveira et al. (2015) para a referida espécie. Essa relação é uma estratégia reprodutiva da espécie, pois quando aumenta a pluviosidade, ocorre a ampliação da área disponível para a desova e consequentemente a proteção dos jovens, com vegetação e “locas” que irão favorecer a reprodução e a desova (Oliveira et al., 2015).

A portaria IBAMA (2007) nº 50, de 5 de novembro, estabelece o período de defeso dos peixes da bacia hidrográfica do rio São Francisco bem como dos seus formadores, afluentes, lagos, lagoas marginais, reservatórios, demais coleções de água e lagoa marginal, proibindo a pesca de 1º de novembro a 28 de fevereiro. A partir dos resultados obtidos neste estudo, sugere-se que seja estabelecido para a bacia do rio Pajeú o período de defeso de 10 de dezembro a 31 de março (ver Figura 4) e que o tamanho mínimo de captura de *H. malabaricus* seja 14,6 cm para CT.

A implementação dessa medida protetiva não irá impactar negativamente a atividade pesqueira, uma vez que a maturação precoce da espécie ocorre em tamanhos inferiores aos registrados pela pesca na região (observação pessoal) e o período de restrição de pesca irá favorecer a manutenção da espécie para as próximas gerações.

5 | CONCLUSÕES

A espécie *Hoplias malabaricus* apresenta um crescimento alométrico negativo para ambos os sexos, indicando que há um maior incremento no tamanho do que no peso ao longo do crescimento. O L_{50} foi de 11,5 cm para CP e de 14,6 cm para CT sugerindo que a espécie se reproduz precocemente. A reprodução é contínua com presença de diferentes estágios de maturação gonadal durante todos os meses apresentando picos reprodutivos nos períodos chuvosos. As fêmeas de *H. malabaricus* apresentam

fecundidade baixa e o diâmetro médio dos oócitos maduros são considerados grandes quando comparados a outras espécies de peixes do semiárido. O estudo propõe que o IBAMA realize uma revisão do período de defeso na região e inclua o tamanho mínimo de captura para a espécie.

REFERÊNCIAS

- Amadio, A. S., & Bittencourt, M. M. (2005). Táticas reprodutivas de peixes em ambientes de várzea na Amazônia Central. In: Renno, J. F. et al. *Biología de las Poblaciones de Peces de la Amazonía y Piscicultura*, Iquitos, Perú, pp. 65-72.
- Araújo, S. A., & Gurgel, H. C. B. (2002). Aspectos da biologia de *Prochilodus cearensis* (Steindachner, 1911) (Characiformes, Prochilodontidae) no açude Itans/Caicó, Rio Grande do Norte. *Revista Brasileira de Zoociências*, 4(1), 85-96.
- Araújo-Lima, C. A. R. M., & Bittencourt, M. M. (2001). A reprodução e o início da vida de *Hoplias malabaricus* (Erythrinidae: Characiformes) na Amazônia Central. *Acta Amazônica*, 31(4), 693-697. <https://doi.org/10.1590/1809-43922001314697>.
- Barbieri, G. (1989). Dinâmica da reprodução e crescimento de *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794) (Osteichthyes, Erythrinidae) da represa do Monjolinho, São Paulo/SP. *Revista Brasileira de Zooloogia*, 6(2), 225-233. <https://doi.org/10.1590/S0101-81751989000200006>.
- Barros, N. H. C., Lima, L. T. B., Araújo, A. S., Gurgel, L. L., Chellappa, N. T., & Chellappa, S. (2016). Estudos sobre as táticas e as estratégias reprodutivas de sete espécies de peixes de água doce do Rio Grande do Norte, Brasil. *Holos*, 3, 84-103.
- Bonislawska, M., Formicki, K., Korzelecka-Orkisz, A., & Winnicki, A. (2001). Fish egg size variability: biological significance. *Electronic Journal of Agricultural Universities Fish*, 4(2), 1-15.
- Caramaschi, E. P., & Brito, M. F. G. (2021). Reprodução de peixes de riacho: estado da arte, métodos e perspectivas. *Oecologia Australis*, 25(2), 323–343. <https://doi.org/10.4257/oeco.2021.2502.07>.
- Caramaschi, E. P. (1979). *Reprodução e alimentação de Hoplias malabaricus (Bloch, 1794) na Represa do Rio Pardo (Botucatu, SP) (Osteichthyes, Cypriniformes, Erythrinidae)*. [Dissertação]. Universidade Federal de São Carlos.
- Carvalho, I. F. S., Cantanhêde, L. G., Diniz, A. L. C., Carvalho-Neta, R. N. F., & Almeida, Z. S. (2021). Reproductive biology of seven fish species of commercial interest at the Ramsar site in the Baixada Maranhense, Legal Amazon, Brazil. *Neotropical Ichthyology*, 19(2), e200067. <https://doi.org/10.1590/1982-0224-2020-0067>.
- Chaves, M. F., Torelli, J., Targino, C. H., & Crispim, M. C. (2009). Dinâmica reprodutiva e estrutura populacional de *Hoplias aff. malabaricus* (Bloch, 1794) (Characiformes,

Erythrinidae), em açude da Bacia do Rio Taperoá, Paraíba. *Revista Biotemas*, 22(2), 85-89. <https://doi.org/10.5007/2175-7925.2009v22n2p85>.

Chellappa, S., Câmara, M. R., & Chellappa, N. T. (2003). Ecology of *Cichla monoculus* (Osteichthyes: Cichlidae) from a reservoir in the semi-arid region of Brazil. *Hydrobiologia*, 504, 267–273. <https://doi.org/10.1023/B:HYDR.0000008526.83477.2f>.

Fagundes, P. C., Dala-Corte, R. B., & Azevedo, M. A. (2020). Life history traits of a small-sized characid fish (*Diapoma alburnum*) in a subtropical river of Brazil. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*, 15(1), 39–48.

Felizardo, V. O., Murgas, L. D. S., Andrade, E. S., López, P. A., Freitas, R. T. F., & Ferreira, M. R. (2012). Effect of timing of hormonal induction on reproductive activity in lambari (*Astyanax bimaculatus*). *Theriogenol*, 77, 1570–1574. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2011.11.025>.

Fernandes, J. M. F., Azevedo, J. W. J., Castro, A. C. L., Ottoni, F. P., Guimarães, E. C., Brito, P. S., Lima, S. E. R., Lopes, D. F. C., & Santos, J. P. (2021). Biologia Reprodutiva de *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794) (Characiforme: Erythrinidae) oriunda da pesca artesanal na bacia do Rio Pericumã, Amazônia Maranhense–Brasil. *Biota Amazônia*, 11(3), 18-23. <http://dx.doi.org/10.18561/2179-5746/biotaamazonia.v11n3p18-23>.

Fontoura, N. F., Braun, A. S., & Milani, P. C. C. (2009). Estimating size at first maturity (L50) from gonadosomatic index (GSI) data. *Neotropical Ichthyology*, 7(2), 217–222. <https://doi.org/10.1590/S1679-62252009000200013>.

Gomes, B. V. C., Scarpelli, R. S., Arantes, F. P., Sato, Y., Bazzoli, N., & Rizzo, E. (2007). Comparative oocyte morphology and early development in three species of trahiras from the São Francisco River basin, Brazil. *Journal of Fish Biology*, 70(5), 1412–1429. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2007.01420.x>.

Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA). (2007). *Portaria nº 50, de 5 de novembro de 2007. Diário Oficial da União*. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/mpa/legislacao/defesos/portaria-ibama-no-50_11_2007.pdf/view>. Acesso em: 27 fev. 2024.

Instituto Agronômico de Pernambuco (IPA). Disponível em: <http://www.ipa.br/indice_pluv.php#calendario_indices>. Acesso em: 10 de nov 2023.

Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBIO). (2018). *Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção: Volume I / -- 1. ed. -- Brasília, DF: ICMBio/MMA, 492 p.*

Machado-Allison, A. (1990). Ecología de los peces de las áreas floodables de los llanos de Venezuela. *Interciência*, 15, 411-423.

Marques, D. K. S., Gurgel, H. C. B., & Lucena, I. (2001). Época de reprodução de *Hoplias malabaricus* Bloch, 1794 (Osteichthyes, Erythrinidae) da barragem do rio Gramame, Alhandra, Paraíba, Brasil. *Revista Brasileira de Zoociências*, Juiz de Fora, 3(1), 145-151.

Martins, J. M. E. (2009). *Biologia de Hoplias malabaricus (Bloch, 1794) (Characiformes, Erythrinidae) Represa de Capim Branco I, Rio Araguari, MG*. [Dissertação]. Universidade Federal de Uberlândia.

Medeiros-Leal, W. M., Freitas, C. E. C., & Siqueira-Souza, F. K. (2018). Diversidade de peixes em lagos manejados em área de várzea Amazônica brasileira. *Scientia Amazonia*, 7(1), 1-10.

Melo, R. M. C., Ferreira, C. M., Luz, R. K., Sato, Y., Rizzo, E., & Bazzoli, N. (2011). Comparative oocyte morphology and fecundity of five characid species from São Francisco River basin, Brazil. *Journal of Applied Ichthyology*, 27(6), 1332-1336. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0426.2011.01876.x>.

Mendes, P. P. (1999). *Estatística aplicada à Aquicultura*. Recife-PE. Editora Bargaço, 265 p.

Murua, H., Kraus, G., Saborido-Rey, F., Witthames, P. R., Thorsen, A., & Junqueira, S. (2003). Procedures to estimate fecundity of marine fish species in relation to their reproductive strategy. *Journal of Northwest Atlantic Fishery Science*, 33, 33-54. <http://dx.doi.org/10.2960/J.v33.a3>.

Novaes, J. L. C., & Carvalho, E. D. (2011). Population structure and stock assessment of *Hoplias malabaricus* (Characiformes: Erythrinidae) caught by artisanal fishermen in river- reservoir transition area in Brazil. *Revista de Biologia Tropical*, 59(1), 71-83.

Nunes, A. C. F. (2024). *Aspectos reprodutivos de Hoplias malabaricus Bloch, 1794 (Characiformes: Erythrinidae) no Semiárido Pernambucano, Brasil*. [Dissertação]. Universidade Federal Rural de Pernambuco.

Olele, N. F. (2010). Reproductive biology of *Sarotherodon galilaeus* (Artedi, 1757) in Onah Lake, Delta State, Nigeria. *Journal of Applied Sciences Research*, 6(12), 1981–1987. <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/20113094456>.

Oliveira, M. R., Morais, A. L. S., Silva, A. M., Lima, J. T. A. X., Carvalho, M. M., Chellappa, N. T., & Chellappa, S. (2015). Estratégias reprodutivas de sete espécies de peixes das águas costeiras do Rio Grande do Norte, Brasil. *Holos*, 6, 107-122.

Oyakawa, O. T., Mattox, G. M. T., Van Der Sleen, P., & Albert, J. S. (2018). Family Erythrinidae—wolf-fishes and yarrows. In: *Field guide to the fishes of the Amazon, Orinoco, and Guianas*. Princeton: Princeton University Press, pp. 156-158.

Paiva, M. P. (1974). Crescimento, reprodução e alimentação da traíra, *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1974), no nordeste brasileiro, Fortaleza. [Tese]. Universidade Federal do Ceará, Brasil.

PPMendes (2024). *SisEAPRO. Sistema de estatística Aplicada à Produção*. Versão 4.0 Recife/PE (Brasil). <http://siseapro.com.br/>.

Prado, C. P. A., Gomiero, L. M., & Froehlich, O. (2006). Desova e cuidado parental em *Hoplias malabaricus* (Teleostei, Characiformes, Erythrinidae) no Pantanal Sul, *Brazilian*

Journal of Biology, 66(2b), 697-702. <https://doi.org/10.1590/S1519-69842006000400013>.

Sato, Y., Sampaio, E. V., Fenerich-Verani, N., & Verani, J. R. (2006). Biologia reprodutiva e reprodução induzida de duas espécies de Characidae (Osteichthyes, Characiformes) da bacia do São Francisco, Minas Gerais, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 23(1), 267-273. <https://doi.org/10.1590/S0101-81752006000100021>.

Souza, A. C. V., Costa, R. S., & Novaes, J. L. C. (2019). Estimation of the length at first maturity of fish species of the Apodi/Mossoró River reservoirs in the Brazilian semi-arid region. *Acta Ichthyologica et Piscatoria*, 49(2), 195-198. <https://doi.org/10.3750/AIEP/02547>.

Vazzoler, A. E. A. M. (1996). *Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática*. Maringá, PR: EDUEM, 166 p.

Weisstein, E. W. (2024). "Borel-Cantelli Lemma." *From MathWorld--A Wolfram Web Resource*.

Wootton, J. R. (1998). *Ecology of teleost fishes*. New York, Kluwer Academic Publishers, 2 ed., 386 p.

3. 2 - Maturação gonadal de *Hoplias malabaricus* Bloch, 1794 (Characiformes: Erythrinidae) no Semiárido Pernambucano, Brasil

Artigo científico a ser encaminhado a Revista **Anais da Academia Brasileira de Ciências**.

Todas as normas de redação e citação, doravante, atendem as estabelecidas pela referida revista, exceto o idioma e disposição das imagens, tabelas e gráficos, os quais foram inseridos ao longo do texto para facilitar a leitura do trabalho.

<https://www.scielo.br/j/aabc/>

**Maturação gonadal de *Hoplias malabaricus* Bloch, 1794 (Characiformes:
Erythrinidae) no Semiárido Pernambucano, Brasil**

Aline Cristina Ferreira Nunes^{1,2*}, Kervlyn Mayza De Lima Rezende¹, Cleonice Cristina Hilbig¹ & Renata Akemi Shinozaki-Mendes^{1,2}

¹Laboratório de Biologia Pesqueira e ²Programa de Pós Graduação em Biodiversidade e Conservação, Unidade Acadêmica de Serra Talhada, Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE, Fazenda Saco, s/n, CP 063, CEP 56900-000, Serra Talhada, PE, Brazil. * alinenunesje@gmail.com

Resumo

O objetivo do presente estudo foi descrever a oogênese, a maturação ovariana e caracterizar o tipo de desova da espécie *Hoplias malabaricus*, analisando 111 gônadas de fêmeas, através das análises macro e microscópicas. Coletas mensais foram realizadas na região semiárida de Pernambuco no período de abril/2022 a março/2023. Foram identificados os seguintes estágios de desenvolvimento oocitário: pré-vitelogênico, vitelogênese primária, vitelogênese secundária, vitelogênese terciária e oócito maduro, além de oócitos atrésicos, células foliculares e folículos pós ovulatórios. Com base na organização e no desenvolvimento das células germinativas e acessórias, foram caracterizados os estágios de desenvolvimento gonadal: imaturo, desenvolvimento inicial, apto à desova, desovado em desenvolvimento inicial, regressão e regeneração. *Hoplias malabaricus* apresentou células germinativas cujo citoplasma aumenta numa maior proporção do que o seu núcleo ao longo do desenvolvimento oocitário. As menores células germinativas, as pré-vitelogênicas, apresentaram $38 \pm 15 \mu\text{m}$ alcançando $318 \pm 139 \mu\text{m}$ no ápice do desenvolvimento, quando se tornaram maduras. As desovas são parceladas com desenvolvimento oocitário sincrônico em mais de dois grupos (lotes) de oócitos. As características de *Hoplias malabaricus* encontradas neste estudo, são semelhantes às de outras regiões para a referida espécie.

Palavras-chave: oócito, desenvolvimento gonadal, histologia, tipo de desova

INTRODUÇÃO

A reprodução desempenha um papel importante no sucesso adaptativo de uma espécie, pois indica o potencial de uma população em produzir descendentes viáveis (Vazzoler 1996). Segundo Shinozaki-Mendes et al. (2013), para poder explicar o ciclo reprodutivo de qualquer espécie animal é necessário entender, primeiro, o desenvolvimento das células germinativas.

A classificação reprodutiva baseada em análises microscópicas é mais precisa do que a macroscópica e produz uma maior quantidade de informação (Hunter & Macewicz 1985), entretanto, requer mais tempo e possui um custo mais elevado (Brown-Peterson et al. 2011). Ao fornecer as distribuições de frequência de tamanho de oócito, as análises histológicas também podem oferecer métodos alternativos para caracterizar fases reprodutivas de peixes e informações adicionais sobre parâmetros reprodutivos como fecundidade e padrão de desova (Fish et al. 2020).

Os pesquisadores têm optado por estudar a microscopia da oogênese, alegando que é mais complexa que a espermatogênese, somado ao fato de que as fêmeas, além de produzirem o gameta feminino, são responsáveis pela incorporação de nutrientes nos ovócitos que serão utilizados nas primeiras fases de vida dos alevinos (Fávaro et al. 2003) e ainda são melhores indicadoras da época de desova por apresentar um ciclo reprodutivo, diferentemente dos machos que, após atingirem a maturidade, estão aptos à reprodução em qualquer período (Santos et al. 2005).

A espécie *Hoplias malabaricus* Bloch, 1794 (Characiformes: Erythrinidae), conhecida popularmente como traíra, é um peixe que tem uma ampla distribuição geográfica, ocorrendo na maioria das drenagens da América Central e do Sul, da Costa Rica ao norte da Argentina (Oyakawa et al. 2018). É uma espécie carnívora, que consegue suportar ambientes pouco oxigenados até longos períodos de jejum, fatores esses que contribuem para sua extensa dispersão e adaptação (Novaes & Carvalho 2011). Além disso, possui alta plasticidade reprodutiva, característica importante que reflete em seu ajuste às condições ambientais (Marques et al. 2001).

H. malabaricus não apresenta dimorfismo sexual não sendo possível distinguir morfologicamente machos e fêmeas (informações completas em Nunes, in press), tampouco os estágios de maturação, por isso, faz-se necessário a análise das gônadas tanto em nível macroscópico como em microscópico, visto que este último distingue com maior

acurácia os estágios de desenvolvimento gonadal, principalmente quando os espécimes ainda são imaturos.

Caramaschi et al. (1982) e Matkovic (1989), descreveram histologicamente o desenvolvimento gonadal de *H. malabaricus*, entretanto, ambos utilizaram técnicas hoje consideradas obsoletas devido à época da realização de suas pesquisas. Estudos mais recentes foram realizados por Marques et al. (2000) e Quagio-Grassiotto et al. (2013). No entanto, ainda há muitas lacunas a serem preenchidas e novos estudos a serem feitos em áreas cujo conhecimento ainda é escasso, utilizando técnicas distintas que possam trazer mais informações sobre o processo de maturação gonadal da espécie.

Nesse contexto, objetivou-se com o presente estudo descrever a oogênese, a maturação ovariana e o tipo de desova de *H. malabaricus*, por meio de análises macro e microscópicas.

MATERIAL E MÉTODOS

As fêmeas de *Hoplias malabaricus* foram coletadas através da amostragem mensal, utilizando anzóis com isca, redes de espera e tarrafas, de abril de 2022 a março de 2023, em açudes localizados no município de São José do Egito-PE (Latitude e longitude médias: 07° 28' 44" S 037° 16' 28" W), região semiárida do estado de Pernambuco (Fig. 1).

A pesquisa foi autorizada pelo Comitê de Ética para Uso de Animais em Experimentos da Universidade Federal Rural de Pernambuco (Licença nº. 8521260922) e pelo Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade (SISBIO nº. 84792). Após a coleta, as fêmeas foram crioanestesiadas em recipientes térmicos refrigerados, mantidas a temperatura de -5° C e levadas ao Laboratório de Biologia Pesqueira (LAPEq) da Unidade Acadêmica de Serra Talhada (UAST)/ Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), onde foi realizada uma incisão ventral nos exemplares para observar, fotografar e remover o trato reprodutivo de cada espécime.

A classificação macroscópica do desenvolvimento gonadal foi descrita considerando o tamanho, grau de turgidez, presença de vasos sanguíneos e ovócitos visíveis, textura e a coloração das gônadas, que foi medida utilizando a escala de cores RGB (Red., Green, Blue) (Robinson et al. 1995). As larguras e comprimentos das gônadas foram testadas quanto à normalidade (teste de Shapiro-Wilk) e como os dados não apresentaram distribuição normal ($p < 0,05$ para todas as análises), utilizou-se então a

ANOVA não paramétrica de Kruskal-Wallis seguida do teste de Student-Newman-Keuls para comparação das medianas por estágio (Mendes, 1999), utilizando o software SisEAPRO (PPMendes, 2024).

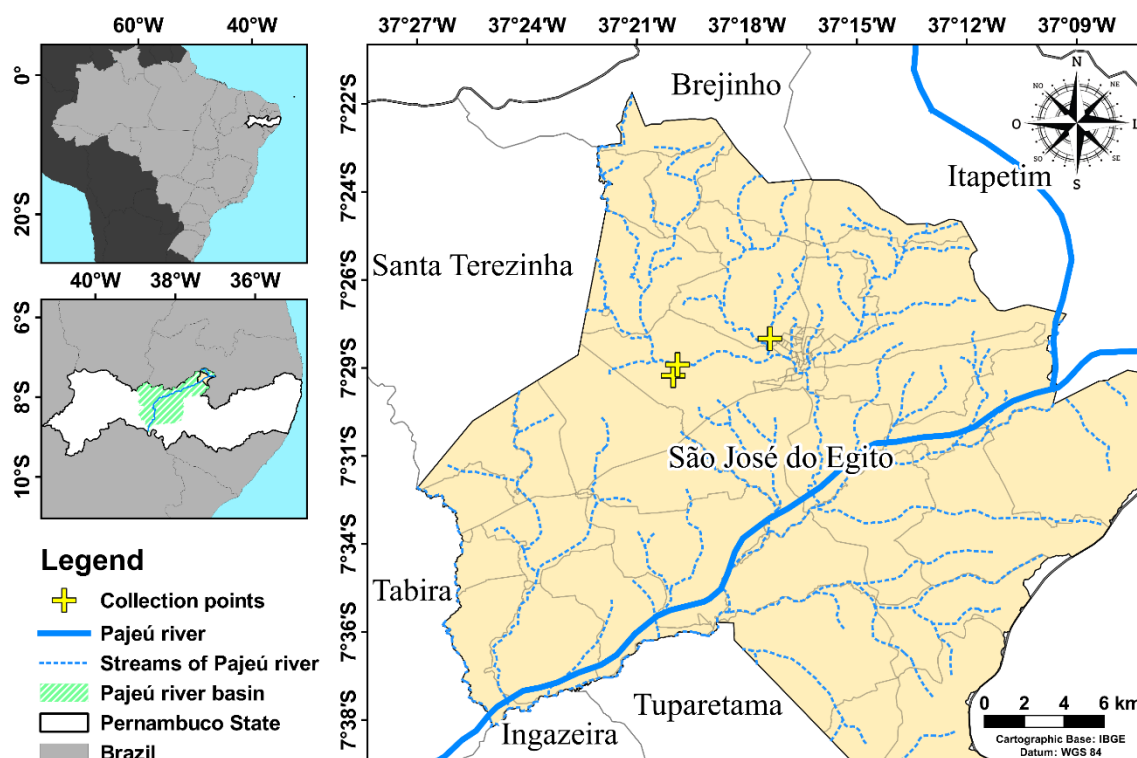


Figura 1. Mapa de localização, destacando os pontos de coleta de *Hoplias malabaricus* no Semiárido Pernambucano. Fonte: Nunes, 2024.

Fragmentos da porção mediana das gônadas foram fixados em formol 10% por 24h e submetidos à rotina histológica padrão, com desidratação em série alcoólica crescente, diafanização em xilol, inclusão em parafina, cortes em micrótomo rotativo a 5µm e coloração em Hematoxilina-Eosina (adaptado de Junqueira & Junqueira, 1983). Os diferentes componentes da linhagem germinativa foram observados e classificados de acordo com os estágios oocitários descritos por Brown-Peterson et al. (2011) a partir da obtenção de imagens utilizando uma câmera acoplada ao microscópio (Leica DM500). Através da análise das características macroscópicas e microscópicas dos ovários de *H. malabaricus* foram diferenciadas as fases do desenvolvimento gonadal da espécie. Para a análise do período reprodutivo, foram desconsideradas as imaturas, uma vez que não compõem o estoque reprodutor.

As medições dos diâmetros máximos das células germinativas e de seus núcleos (exceto das maduras que não apresentam núcleo visível) foram realizadas com o software ImageJ®, sendo usadas para esse fim 30 células de cada estágio e medidas apenas aquelas

que apresentavam núcleos no corte observado. As medidas obtidas das células germinativas foram testadas utilizando os mesmos testes do comprimento das gônadas.

O tipo de desova foi classificado como síncrono em um grupo, síncrono em dois grupos, síncrono em mais de dois grupos ou assíncrona (Marza, 1938 *apud* Vazzoler 1996) com base na progressão das classes modais dos diâmetros dos oócitos. Para tal análise, foram selecionadas três lâminas nos diferentes estágios de maturação e os diâmetros de todas as células germinativas presentes no corte transversal do ovário foram mensuradas no software ImageJ®.

RESULTADOS

Durante o período de abril de 2022 a março de 2023 foram analisadas 111 gônadas de fêmeas da espécie *Hoplias malabaricus*. A análise do desenvolvimento gonadal macroscópico permitiu classificá-lo em quatro estágios de maturação: imaturo, em maturação (inicial e final), maturo e desovado (Fig. 2). O comprimento e a largura dos ovários não apresentaram diferença significativa ao comparar a direita com a esquerda ($p > 0,05$ em todos os estágios), indicando que não há lateralidade no desenvolvimento gonadal e a gônada ocupou totalmente a extensão da cavidade ventral, não havendo uma variação proporcional ao crescimento (Fig. 2, 3). Notou-se ainda que, por apresentar um aumento brusco na largura, a gônada madura obteve consequentemente uma diminuição no comprimento (Fig. 2, 3).

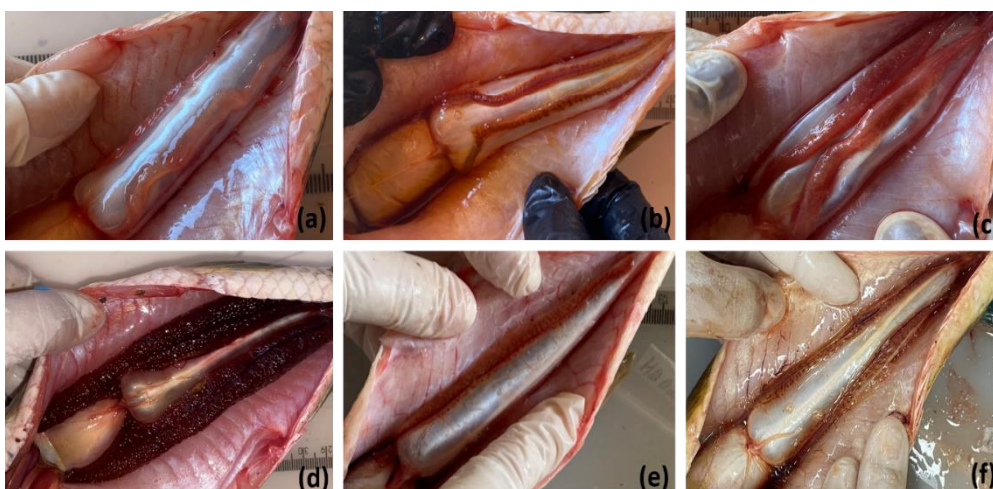


Figura 2. Estágios de maturação observados através da análise macroscópica do desenvolvimento ovariano de *Hoplias malabaricus* coletado no semiárido Pernambucano, no período de abril de 2022 a março de 2023. Imaturo (a); Em Maturação Inicial (b); Em Maturação Final (c); Maturo (d); Desovado (e-f). Fonte: Nunes, 2024.

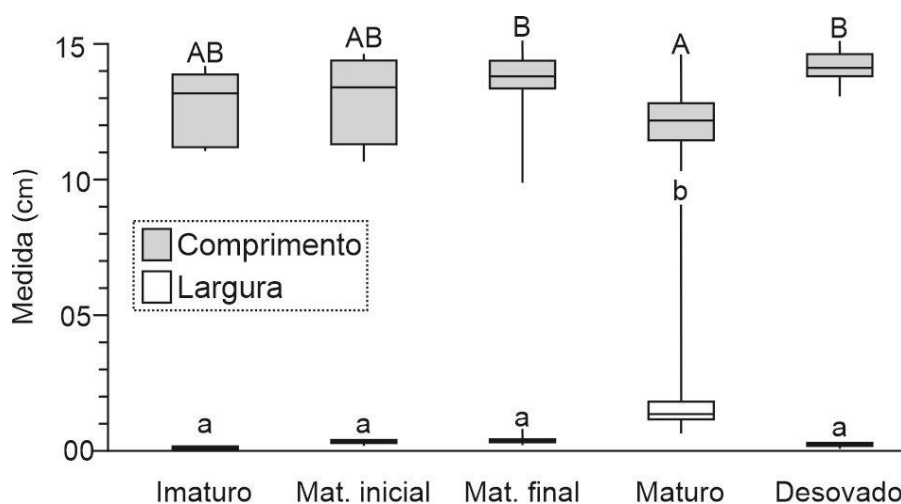


Figura 3. Comprimento e largura das gônadas nos diferentes estágios macroscópicos de desenvolvimento oocitário de *Hoplias malabaricus*, coletado no semiárido Pernambucano, no período de abril de 2022 a março de 2023. Letras iguais indicam igualdade estatística utilizado o teste de Kruskal-Wallis seguido do teste post hoc SNK ($p > 0,05$). Fonte: Nunes, 2024.

Na análise microscópica do desenvolvimento ovariano de *H. malabaricus*, foram observadas células germinativas em diferentes estágios de maturação e células acessórias que foram identificadas como:

- **Oócito pré-vitelogênico (PG):** apresentam citoplasma altamente basófilo, com diâmetro mínimo de 38 μm e máximo de 99 μm ;
- **Oócito em vitelogênese primária (VTG1):** apresentam citoplasma menos basófilo do que o estágio descrito anteriormente, podendo ter gotículas de lipídeo e alvéolos corticais em formação. O diâmetro citoplasmático mínimo foi de 74 μm e o máximo de 134 μm ;
- **Oócito em vitelogênese secundária (VTG2):** apresentam citoplasma mais acidófilo devido ao início de deposição de vitelo, com gotículas de lipídeo, aumento dos alvéolos. O diâmetro citoplasmático mínimo foi de 99 μm e o máximo de 254 μm ;
- **Oócito em vitelogênese terciária (VTG3):** apresentam citoplasma repleto de grânulos de vitelo e gotículas de lipídeo, que começam a envolver o núcleo, alvéolos corticais na periferia do oócito. O diâmetro citoplasmático mínimo foi de 196 μm e o máximo de 726 μm ;
- **Oócito maduro (OM):** apresentam citoplasma completamente repleto de grânulos de vitelo e gotículas de lipídeo, o núcleo não é mais visível e os alvéolos corticais encontram-se achatados na periferia do oócito. O diâmetro citoplasmático mínimo foi de 318 μm e o máximo de 885 μm ;
- **Oócito atrésico (A):** oócito que atingiu o estágio OM e que não foi liberado na desova, entrando em estágio de reabsorção, cujos contornos ficam irregulares.

- **Folículo pós-ovulatório (POF):** constituído pelas células foliculares que circundavam oócitos maduros que foram liberados e que irão se reorganizar para circundar outra célula reprodutiva.

No decorrer do desenvolvimento oocitário, ocorreu uma mudança gradual na coloração do citoplasma, que passou de basófilo a acidófilo. Os diâmetros das menores células germinativas (PG), apresentaram $38 \pm 15 \mu\text{m}$ alcançando $318 \pm 139 \mu\text{m}$ no ápice do desenvolvimento, quando se tornaram maduras (OM).

A relação núcleo/célula das células germinativas PG, VTG1, VTG2 e VTG3 mostrou que em todas elas, o citoplasma ocupa maior porcentagem do que o núcleo. Os diâmetros celulares apresentaram um incremento gradual, proporcionalmente maior que o aumento no diâmetro dos núcleos à medida que a vitelogênese ocorria, até que nas células maduras, o núcleo passa a não ser mais perceptível (Fig. 4).

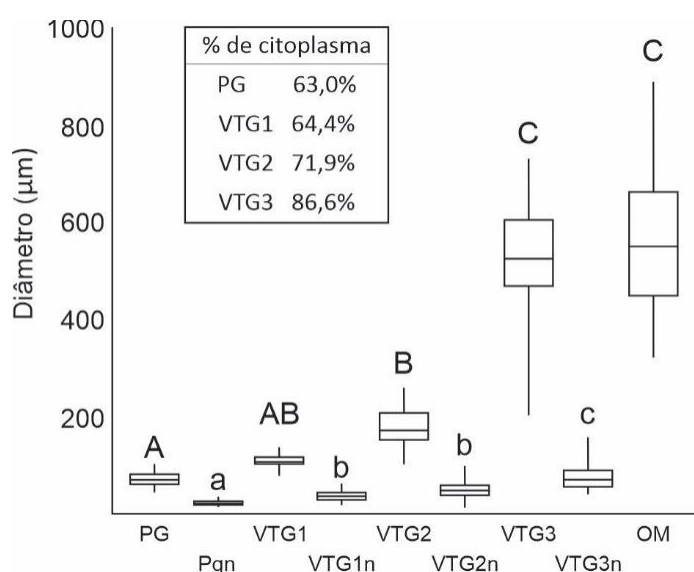


Figura 4. Medidas dos diâmetros das células germinativas e de seus núcleos para cada estágio de maturação de *Hoplias malabaricus*. Letras maiúsculas representam o citoplasma das células germinativas e letras minúsculas os núcleos. PG = oócito pré-vitelogênico; VTG1 = oócito em vitelogênese primária; VTG2 = oócito em vitelogênese secundária; VTG3 = oócito em vitelogênese terciária; n = núcleo dos respectivos oócitos; OM = oócito maduro. Fonte: Nunes, 2024.

Com base nas características macroscópicas e microscópicas dos ovários de *H. malabaricus*, foi possível diferenciar sete fases do desenvolvimento gonadal:

Imaturo - Ovários pequenos, coloração translúcida à rosa claro (R165 G106 B066) e vasos sanguíneos não distinguíveis; Presença apenas de oogônias e oócitos PG, sem atresia; Parede do ovário fina e pouco espaço entre os oócitos (Fig. 5a);

Desenvolvimento inicial - Ovários em expansão, coloração vermelho claro (R168 G085 B082) e vasos sanguíneos tornando-se visíveis a olho nu; Presença de oócitos PG e

VTG1, alguns desses últimos com alvéolos corticais (AC) em formação; alguns oócitos atrésicos podem estar presentes (Fig. 5b);

Desenvolvimento final - Ovários mais túrgidos que os estágios anteriores, coloração vermelho escuro (R108 G021 B023), vasos sanguíneos evidentes; Oócitos podem ser visualizados a olho nu; Oócitos PG, VTG1 e VTG2 presentes; alguns oócitos atrésicos (A) e POF podem estar presentes (Fig. 5c); A presença de oócitos A e POF indicam que a fêmea já desovou e que se encontra em uma maturação subsequente.

Apto à desova - Ovários túrgidos, coloração vermelho escuro (R058 G003 B002), vasos sanguíneos bem evidentes; Oócitos individuais visíveis macroscopicamente e presença expressiva de oócitos VTG3 e OM, embora oócitos nos demais estágios possam estar presentes; Algumas A e POF tardios podem estar presentes (Fig. 5d-e);

Regressão - Ovários flácidos, coloração vermelho claro (R107 G041 B033) e vasos sanguíneos proeminentes; Presença de oócitos VTG1, VTG2, folículos A e folículos POF (Fig. 5f);

Regeneração - Ovários pequenos, coloração vermelho claro (R156 G099 B074), parede ovariana espessa, muito espaço entre os oócitos, vasos sanguíneos reduzidos e dilatados; Presença de oogônias e oócitos PG; Folículos A ou folículos POF em degeneração podem estar presentes (Fig. 5g);

Desovado em desenvolvimento inicial - Ovários em expansão, coloração vermelho claro (R165 G074 B057), vasos sanguíneos tornando-se evidentes. Oócitos PG, AC e VTG1 presentes. Alguns oócitos atrésicos e folículos pós-ovulatórios presentes (Fig. 5h).

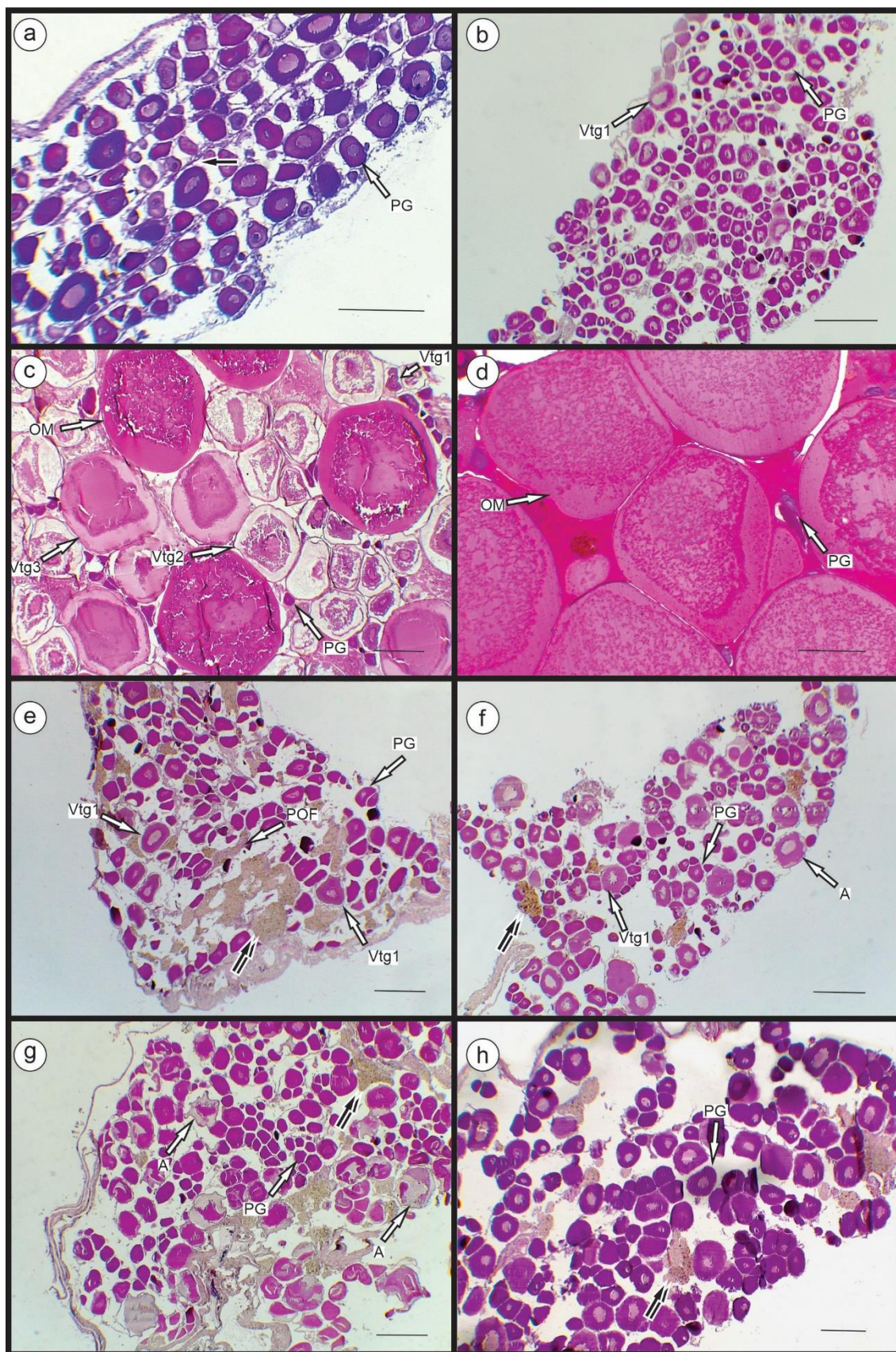


Figura 5. Fotomicrografias dos estágios do desenvolvimento ovariano de *Hoplias malabaricus*. A: imaturo: apresentando oócito pré-vitelogênico (PG) em lamelas ovígeras (seta preta) organizadas. B: desenvolvimento inicial: Além da presença de PG, há também raros oócitos em vitelogênese primária (Vtg1). C: desenvolvimento final: presença de PG, Vtg1 e o surgimento de oócito em vitelogênese secundária (Vtg2) e terciária (Vtg3), podendo estar presentes uma pequena quantidade de oócitos maduros

(OM). D: apto à desova: predominância de OM, havendo ainda PG. E e F: desovado em desenvolvimento: Há indícios de desova devido a presença de folículos pós ovulatórios (POF), de oócitos atresícos (A) e de oócitos com atresia avançada e material disforme no espaço entre as células (setas duplas), porém apresenta lotes de oócito em vitelogênese, além de PG sempre presente em todos os estágios. G: regressão: já não há a presença de oócitos em vitelogênese, apenas PG e os indícios da atividade reprodutiva que já cessou, como oócitos atresícos e material disforme no espaço entre as células (setas duplas). H: regeneração há apenas PG e raros resquícios de atividade reprodutiva (setas duplas). Coloração: Hematoxilina-Eosina. Barra de escala = 200µm. Fonte: Nunes, 2024.

A presença de oócitos em vários estágios de desenvolvimento durante o processo de maturação, aumentando sincronizadamente em diâmetro até a fase de desova indica que as fêmeas de *H. malabaricus* no semiárido Pernambucano, apresentam desenvolvimento ovariano síncrono em mais de dois grupos e caracterizam a desova como sendo parcelada (múltipla) (Fig. 6).

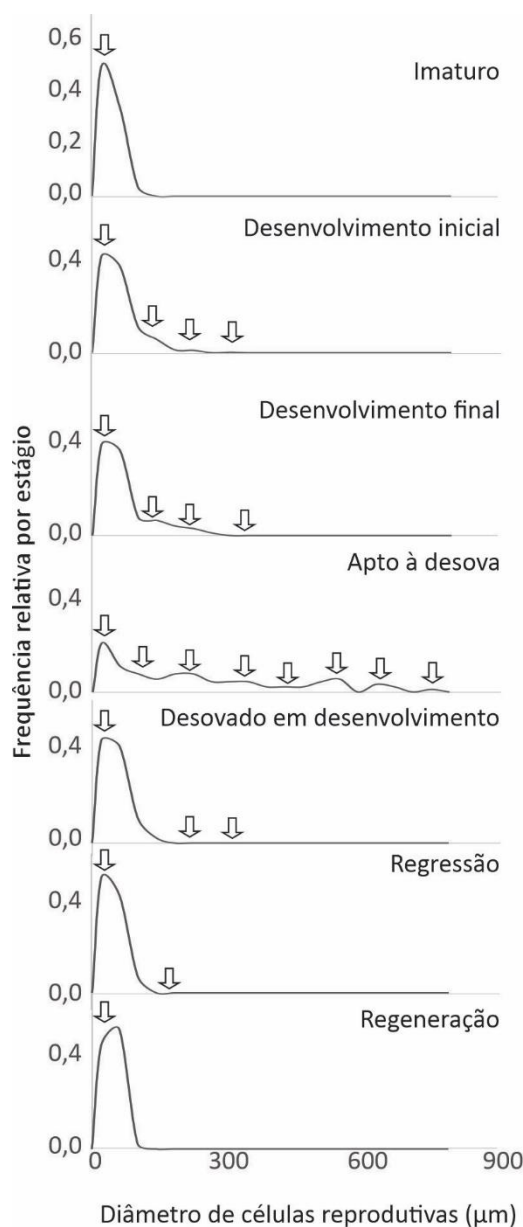


Figura 6. Distribuição da frequência relativa de diâmetros dos oócitos nos diferentes estágios de maturação gonadal das fêmeas de *Hoplias malabaricus*, coletadas no semiárido Pernambucano, no período de abril de 2022 a março de 2023. Fonte: Nunes, 2024.

DISCUSSÃO

No presente estudo foram descritos quatro estágios de maturação baseados nas características macroscópicas dos ovários de *Hoplias malabaricus*: imaturo, em maturação, maturo e desovado. As gônadas apresentaram uma variação da coloração, desde translúcida (imaturo), para vermelho claro (em maturação), atingindo vermelho escuro (maturo) e regredindo para vermelho claro (desovado). A consistência e a turgidez também se alteram à medida que os estágios avançavam ou regrediam, em contrapartida o comprimento pouco foi alterado, resultados semelhantes foram observados por Lima et al. (2017) e Fernandes et al. (2021) para a referida espécie, sugerindo que há uma padronização dessas características ao longo do desenvolvimento gonadal, independentemente da região estudada.

Essa pouca variação no tamanho das gônadas é peculiar à espécie. Em estudos realizados com as espécies do semiárido brasileiro *Cichlasoma orientale* (Gurgel et al. 2011) e *Hypostomus pusalum* (Bueno et al. 2017) observou-se que as gônadas das fêmeas de ambas as espécies apresentavam tamanhos progressivos ao longo do desenvolvimento gonadal. O comprimento e a largura dos ovários em relação à cavidade do corpo, bem como a coloração das gônadas, são caracteres macroscópicos que variam com o grau de maturidade (Gurgel et al. 2011) e que devem ser registrados pois, são essas características que permitem descrever as gônadas em cada fase e confrontar com as classificações já existentes (Caramaschi & Brito 2021).

Analizando trabalhos sobre a maturação gonadal de *H. malabaricus*, nota-se que alguns autores utilizam nomenclaturas distintas para classificar e descrever as células germinativas das fêmeas da referida espécie (Marques et al. 2000, Quagio-Grassiotto et al. 2013), por isso, neste estudo optou-se adotar a terminologia proposta por Brown-Peterson et al. (2011), a qual tem por objetivo eliminar a variação na literatura sobre a classificação reprodutiva dos peixes e torná-la universal. A terminologia dos referidos autores se baseia no diâmetro dos oócito, na quantidade de citoplasma preenchido com vitelo e na presença e aparência de gotículas de lipídeo (nas espécies que possuem) presentes nos diferentes estágios de desenvolvimento dos oócitos.

A fase reprodutiva “Desenvolvimento” foi subdividida em inicial e final, uma vez que foram observadas características distintas nos oócitos presentes em cada fase. No

desenvolvimento final, foram observados oócitos VTG2, que surgem como um estágio mais avançado do oócito VTG1, com aumento expressivo de AC e início de deposição de vitelo. Quagio-Grassiotto et al. (2013) não subdividiram a fase de desenvolvimento e reconheceram apenas 4 fases reprodutivas para a mesma espécie: desenvolvimento, apto à desova, regressão e regeneração.

O número de fases reprodutivas pode variar de acordo com o desenvolvimento ovariano de cada espécie e também de acordo com diferentes critérios e métodos utilizados por cada autor. Alguns pesquisadores levam em conta as características nucleares, citoplasmáticas e de vitelo; outros o tamanho e cor e alguns consideram os diferentes estágios de desenvolvimento dos ovócitos e as camadas de folículos ovarianos (Radael et al. 2016).

No presente estudo, foram observados oócitos atrésicos em todas as fases do ciclo (que não inclui os imaturos), indicando que *H. malabaricus* desova e volta a se reproduzir muito rápido, ao ponto de não dar tempo do organismo reabsorver todos os oócitos que amadureceram e não foram liberados. Segundo Santos et al. (2005), o processo de reabsorção oocitária pode estender-se à maturação e desova, na presença de distúrbios de origem biótica (escassez alimentar e patologias) e/ou abiótica (alterações de temperatura e fotoperíodo), podendo, ainda, essa característica ser atribuída ao curto tempo entre eventos de desova de uma mesma fêmea, o que seria um indicativo positivo do ponto de vista da manutenção da espécie em ambientes com elevada presença de espécies exóticas.

O tipo de desova observado em *H. malabaricus* no semiárido pernambucano foi caracterizada como sendo parcelada (múltipla), corroborando com Caramaschi et al. (1982), Araújo-Lima & Bittencourt (2001) Prado et al. (2006) e Gomes et al. (2015). Peixes com desova parcelada ou múltipla, são caracterizados pela presença de dois ou mais lotes de oócitos para serem liberados ao longo do período reprodutivo, além disso, outros fatores que também evidenciam a desova múltipla é a presença de POF e oócitos atrésicos em diversas fases do desenvolvimento gonadal.

De acordo com Paiva (1974), a desova parcelada é considerada como uma adaptação para diminuir a competição entre os reprodutores pelo local de desova e pelo alimento dos juvenis. Barros et al. (2016) acrescentam que esse tipo de desova é uma estratégia para poder assegurar a manutenção das populações frente à elevada mortalidade provocada por mudanças ambientais, como rápidas flutuações dos níveis de descarga de água, que podem acarretar arrastes de ovos e larvas.

CONCLUSÕES

O processo de maturação gonadal pode ser identificado em sete diferentes fases, baseando-se nos aspectos macro e microscópicos. As fêmeas imaturas não apresentam vitelogênese, mas quando o ciclo se inicia, começam a entrar em maturação até se encontrarem aptas à desova. Após a desova, que ocorre mais de uma vez por estação, os ovários entram nos estágios de regressão e regeneração antes de retomarem a vitelogênese e reiniciar o ciclo. A espécie apresenta desenvolvimento ovariano síncrono em mais de dois grupos, com desova parcelada.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO-LIMA CARM & BITTENCOURT MM. 2001. A reprodução e o início da vida de *Hoplias malabaricus* (Erythrinidae: Characiformes) na Amazônia Central. Acta Amazon 31(4): 693-697.
- BARROS NHC, LIMA LTB, ARAÚJO AS, GURGEL LL, CHELLAPPA NT & CHELLAPPA S. 2016. Estudos sobre as táticas e as estratégias reprodutivas de sete espécies de peixes de água doce do Rio Grande de Norte, Brasil. Holos 3: 84-103.
- BROWN-PETERSON NJ, WYANSKI DM, SABORIDO-REY F, MACEWICZ B J & LOWERRE-BARBIERI SK. 2011. A standardized terminology for describing reproductive development in fishes. Mar Coast Fish 3(1): 52-70.
- BUENO RMX, OLIVEIRA MR. & CHELLAPPA S. 2017. Desenvolvimento gonadal, fecundidade e tipo de desova do cascudo, *Hypostomus puarum* (Starks, 1913) (Actinopterygii: Loricariidae) do açude Marechal Dutra, Rio Grande do Norte, Brasil. Biota Amazon 7(4): 30-33.
- CARAMASCHI EP & BRITO MFG. 2021. Reprodução de peixes de riacho: estado da arte, métodos e perspectivas. Oecologia Aust 25(2): 323–343.
- CARAMASCHI EP, GODINHO HM & FORESTI F. 1982. Reprodução de *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794) (Teleostei, Erythrinidae) na represa do rio Pardo (Botucatu-SP). Histologia e escala de maturação do ovário. Rev. Brasil. Biol., 42(3): 635-640.
- FÁVARO LF, LOPES SCG & SPACH HL. 2003. Reprodução do peixe-rei, *Atherinella brasiliensis* (Quoy & Gaimard) (Atheriniformes, Atherinidae), em uma planície de maré adjacente à gamboa do Baguaçu, Baía de Paranaguá, Paraná, Brasil. Rev Bras Zool 20(3): 501-506.
- FERNANDES JMF, AZEVEDO JWJ, CASTRO ACL, OTTONI FP, GUIMARÃES EC, BRITO PS, LIMA SER, LOPES DFC & SANTOS JP. 2021. Biologia Reprodutiva de *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794) (Characiforme: Erythrinidae) oriunda da pesca artesanal na bacia do Rio Pericumã, Amazônia Maranhense–Brasil. Biota Amazon 11(3) 18-23.

FISH T, WOLF N, HARRIS BP & PLANAS JV. 2020. A comprehensive description of oocyte developmental stages in Pacific halibut, *Hippoglossus stenolepis* J Fish Biol 97(6): 1880-1885.

GOMES ADO, TOLUSSI CE, RIBEIRO CS, HONJI RM & MOREIRA RG. 2015. The role of ovarian steroids in reproductive plasticity in *Hoplias malabaricus* (Teleostei: Characiformes: Erythrinidae) in tropical reservoirs with different degrees of pollution. Gen Comp Endocrinol 222: 1-10.

GURGEL LL, VERANI JR, CÂMARA FRA, BARROS NHC & CHELLAPA S. 2011. Ecologia reprodutiva de *Cichlasoma orientale* (Osteichthyes: Cichlidae), um peixe endêmico do semi-árido brasileiro. Biota Amazônia 1(2): 36-44.

HUNTER JR & MACEWICZ BJ. 1985. Measurement of spawning frequency in multiple spawning fishes. NOAA Technical Report NMFS 36: 79–94.

JUNQUEIRA LCU & JUNQUEIRA LMMS. 1983. Técnicas básicas de citologia e histologia. São Paulo, Santos, 123 p.

LIMA MCBC, LIRA RD, BARROS NHC, NASCIMENTO WS & CHELLAPPA S. 2017. Biologia reprodutiva do peixe traíra, *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794) (Characiformes: Erythrinidae) no açude Marechal Dutra, Rio Grande do Norte, Brasil. Biota Amazônia 7(2): 21-25.

MARQUES DKS, ROSA IL & GURGEL HCB. 2000. Descrição histológica de gônadas de traíra *Hoplias malabaricus* (Bloch) (Osteichthyes, Erythrinidae) da barragem do rio Gramame, Alhandra, Paraíba, Brasil. Rev Bras Zool 17(3): 573-582.

MARQUES DKS, GURGEL HCB & LUCENA I. 2001. Época de reprodução de *Hoplias malabaricus* Bloch, 1794 (Osteichthyes, Erythrinidae) da barragem do rio Gramame, Alhandra, Paraíba, Brasil. Rev bras Zoociências 3(1): 61-67.

MATKOVIC M. 1989. Algunos aspectos de la biología reproductiva de *Hoplias malabaricus*, (Pisces, Erythrinidae). Universidad de Buenos Aires. Tese de Doutorado. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, 228 p.

MENDES PP. (1999). Estatística aplicada à Aquicultura. Recife-PE. Editora Bargaço, 265 p.

NOVAES JLC & CARVALHO ED. 2011. Population structure and stock assessment of *Hoplias malabaricus* (Characiformes: Erythrinidae) caught by artisanal fishermen in river- reservoir transition area in Brazil. Rev biol trop 59(1): 71-83.

OYAKAWA OT, MATTOX GMT, VAN DER SLEEN P & ALBERT JS. 2018. Family Erythrinidae–wolf-fishes and yarrows. In: Field guide to the fishes of the Amazon, Orinoco, and Guianas. Princeton: Princeton University Press, p. 156-158.

PAIVA MP. 1974. Crescimento, reprodução e alimentação da traíra, *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1974), no nordeste brasileiro, Fortaleza. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Ceará, Brasil, 32 p.

PPMENDES. 2024. SisEAPRO. Sistema de estatística Aplicada à Produção. Versão 4.0 Recife/PE (Brasil). Disponível em: <http://siseapro.com.br/>.

PRADO CPA, GOMIERO LM. & FROEHLICH O. 2006. Spawning and parental care in *Hoplias malabaricus* (Teleostei, Characiformes, Erythrinidae) in the southern Pantanal, Brazil. Braz J Biol 66 (2b): 697-702.

QUAGIO-GRASSIOTTO I, WILDNER DD & ISHIBA R. 2013. Gametogênese em peixes: aspectos relevantes para o manejo reprodutivo. Rev Bras Reprod Anim 37(2): 181-191.

RADAEEL MC, FOSSE PJ, SILVA RM, FOSSE-FILHO JC, ANDRADE DR & VIDAL-JUNIOR MV. 2016. Descrição morfológica dos ovários do peixe *Melanotaenia boesemani* em atividade reprodutiva. Pesq Vet Bras 36(9): 893-900.

ROBINSON A, MORRISON J & MUEHRCKE P. 1995. Elements of cartography. 6. ed. [S.l.]: John Wiley e Sons.

SANTOS RN, ANDRADE CC, SANTOS AFGN, SANTOS L N & ARAÚJO FG. 2005. Hystological analysis of ovarian development of the characiform *Oligosarcus hepsetus* (Cuvier, 1829) in a Brazilizn Reservoir. Brazilian Journal of Biology 65: 69-177.

SHINOZAKI-MENDES RA, SANTANDER-NETO J, SILVA JRF & HAZIN FHV. 2013. Gonad maturation of *Haemulon plumieri* (Teleostei: Haemulidae) in Ceará state, Northeastern Brazil. Braz J Biol 73(2): 383-390.

VAZZOLER AEAM. 1996. Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática. Maringá, PR: EDUEM, 166 p.

4. CONCLUSÕES

- A espécie *Hoplias malabaricus* apresenta um crescimento alométrico negativo para ambos os sexos, indicando que há um maior incremento no tamanho do que no peso ao longo do crescimento.
- O comprimento de primeira maturação (L_{50}) foi de 14,6 cm, sugerindo que a espécie se reproduz precocemente.
- As fêmeas apresentam fecundidade baixa e o diâmetro médio dos oócitos maduros são considerados grandes quando comparados a outras espécies de peixes do semiárido.
- A reprodução é contínua com presença de diferentes estágios de maturação gonadal durante todos os meses e embora apresentem picos reprodutivos nos períodos chuvosos, não demonstram ter dependência da variável ambiental da pluviosidade para se reproduzir.
- O processo de maturação gonadal pode ser identificado em sete diferentes fases, baseando-se nos aspectos macro e microscópicos.
- As fêmeas imaturas não apresentam vitelogênese, mas quando o ciclo se inicia, começam a entrar em maturação até se encontrarem aptas à desova. Após a desova, que ocorre mais de uma vez, os ovários entram nos estágios de regressão e regeneração antes de retomarem a vitelogênese e reiniciar o ciclo.
- A espécie apresenta desenvolvimento ovariano síncrono em mais de dois grupos, com desova parcelada.
- As características de *H. malabaricus* observadas neste estudo, são semelhantes às de outras regiões para a referida espécie.