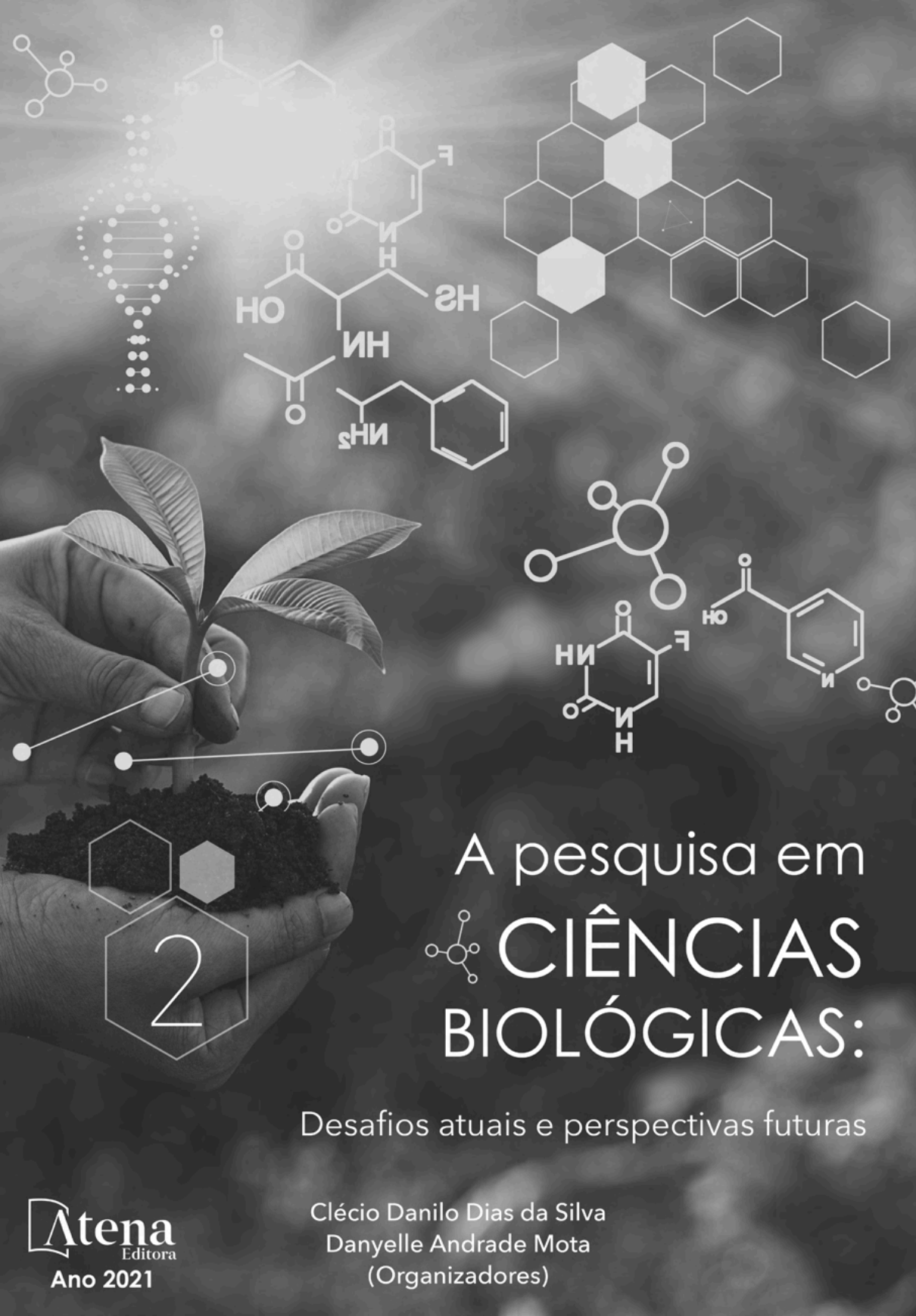


# A pesquisa em CIÊNCIAS BIOLÓGICAS:

Desafios atuais e perspectivas futuras

**Atena**  
Editora  
Ano 2021

Clécio Danilo Dias da Silva  
Danyelle Andrade Mota  
(Organizadores)



# A pesquisa em CIÊNCIAS BIOLÓGICAS:

Desafios atuais e perspectivas futuras

**Atena**  
Editora  
Ano 2021

Clécio Danilo Dias da Silva  
Danyelle Andrade Mota  
(Organizadores)

**Editora chefe**

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Editora executiva**

Natalia Oliveira

**Assistente editorial**

Flávia Roberta Barão

**Bibliotecária**

Janaina Ramos

**Projeto gráfico**

Camila Alves de Cremo

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Natália Sandrini de Azevedo

**Imagens da capa**

iStock

**Edição de arte**

Luiza Alves Batista

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2021 Os autores

Copyright da edição © 2021 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição Creative Commons. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

**Conselho Editorial****Ciências Biológicas e da Saúde**

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília

Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás

Profª Drª Daniela Reis Joaquim de Freitas – Universidade Federal do Piauí

Profª Drª Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão

Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

Profª Drª Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina  
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília  
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Profª Drª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira  
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Profª Drª Fernanda Miguel de Andrade – Universidade Federal de Pernambuco  
Prof. Dr. Fernando Mendes – Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Saúde de Coimbra  
Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia  
Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco  
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas  
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Profª Drª Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará  
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federacl do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá  
Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados  
Profª Drª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino  
Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora  
Profª Drª Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro – Universidade do Vale do Sapucaí  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Welma Emidio da Silva – Universidade Federal Rural de Pernambuco

## A pesquisa em ciências biológicas: desafios atuais e perspectivas futuras 2

**Diagramação:** Maria Alice Pinheiro  
**Correção:** Mariane Aparecida Freitas  
**Indexação:** Gabriel Motomu Teshima  
**Revisão:** Os autores  
**Organizadores:** Clécio Danilo Dias da Silva  
Danyelle Andrade Mota

### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

P474 A pesquisa em ciências biológicas: desafios atuais e perspectivas futuras 2 / Organizadores Clécio Danilo Dias da Silva, Danyelle Andrade Mota. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-526-3

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.263210410>

1 Ciências biológicas. I. Silva, Clécio Danilo Dias da (Organizador). II. Mota, Danyelle Andrade (Organizadora). III. Título.

CDD 570

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

**Atena Editora**

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)

## DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.

## DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, desta forma não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.

## APRESENTAÇÃO

As Ciências Biológicas, assim como as diversas áreas da Ciência (Naturais, Humanas, Sociais e Exatas), passam por constantes transformações, as quais são determinantes para o seu avanço científico. Nessa perspectiva, a coleção “A Pesquisa em Ciências Biológicas: Desafios Atuais e Perspectivas Futuras”, é uma obra composta de dois volumes com uma série de investigações e contribuições nas diversas áreas de conhecimento que interagem nas Ciências Biológicas.

Assim, a coleção é para todos os profissionais pertencentes às Ciências Biológicas e suas áreas afins, especialmente, aqueles com atuação no ambiente acadêmico e/ou profissional. Cada volume foi organizado de modo a permitir que sua leitura seja conduzida de forma simples e com destaque por área da Biologia.

O Volume I “Saúde, Meio Ambiente e Biotecnologia”, reúne 17 capítulos com estudos desenvolvidos em diversas instituições de ensino e pesquisa. Os capítulos apresentam resultados bem fundamentados de trabalhos experimentais laboratoriais, de campo e de revisão de literatura realizados por diversos professores, pesquisadores, graduandos e pós-graduandos. A produção científica no campo da Saúde, Meio Ambiente e da Biotecnologia é ampla, complexa e interdisciplinar.

O Volume II “Biodiversidade, Meio Ambiente e Educação”, apresenta 16 capítulos com aplicação de conceitos interdisciplinares nas áreas de meio ambiente, ecologia, sustentabilidade, botânica, micologia, zoologia e educação, como levantamentos e discussões sobre a importância da biodiversidade e do conhecimento popular sobre as espécies. Desta forma, o volume II poderá contribuir na efetivação de trabalhos nestas áreas e no desenvolvimento de práticas que podem ser adotadas na esfera educacional e não formal de ensino, com ênfase no meio ambiente e manutenção da biodiversidade de forma de compreender e refletir sobre problemas ambientais.

Portanto, o resultado dessa experiência, que se traduz nos dois volumes organizados, objetiva apresentar ao leitor a diversidade de temáticas inerentes as áreas da Saúde, Meio Ambiente, Biodiversidade, Biotecnologia e Educação, como pilares estruturantes das Ciências Biológicas. Por fim, desejamos que esta coletânea contribua para o enriquecimento da formação universitária e da atuação profissional, com uma visão multidimensional com o enriquecimento de novas atitudes e práticas multiprofissionais nas Ciências Biológicas.

Agradecemos aos autores pelas contribuições que tornaram essa edição possível, e juntos, convidamos os leitores para desfrutarem as publicações.

Clécio Danilo Dias da Silva

Danyelle Andrade Mota




## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 1..... 1**

ANÁLISE DA DINÂMICA SEDIMENTAR ESPAÇO-TEMPORAL DOS ESTUÁRIOS DO IPOJUCA E MEREPE (PE) COM BASE NOS COMPONENTES DA FRAÇÃO ARENOSA (0,25MM E 0,50MM)

Thamiris Tércila Veiga  
Roberto Lima Barcellos  
Luciana Dantas dos Santos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2632104101>

### **CAPÍTULO 2..... 19**

PRESERVAÇÃO DA SAÚDE AMBIENTAL E CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE EM AMBIENTE MARINHO E FLUVIAL: ÊNFASE NOS EFEITOS DA APLICAÇÃO DE TINTAS VENENOSAS EM EMBARCAÇÕES NÁUTICAS


Fagner Evangelista Severo  
Maria Cristina Pereira Matos  
Tânia Cristina dos Santos Guedes Pinto

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2632104102>

### **CAPÍTULO 3..... 30**

SALINITY ASSESSMENT IN THE GERMINATION OF *LAGUNCULARIA RACEMOSA* (L.) C. F. GAERTN. FOR SELECTING MANGROVE RESTORING SITES


Jacyara Nascimento Corrêa  
James Werllen de J. Azevedo  
Alexandre Oliveira  
Flávia Rebelo Mochel

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2632104103>

### **CAPÍTULO 4..... 45**

BIOMONITORAMENTO DO RIO CATOLÉ GRANDE, BA, POR MEIO DA AVALIAÇÃO DE DANOS GENÉTICOS NOS ERITRÓCITOS DE *HOPLIAS MALABARICUS* (BLOCH, 1794) (CHARACIFORMES, ERYTHRINIDAE)

Hellen Karoline Brito da Rocha  
Cláudia Maria Reis Raposo Maciel  
Alaor Maciel Júnior

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2632104104>

### **CAPÍTULO 5..... 55**

GAMETOGÊNESE E REPRODUÇÃO DO INVASOR *Auchenipterus osteomystax* (AUCHENIPTERIDAE, SILURIFORMES) NA PLANÍCIE DE INUNDAÇÃO DO ALTO RIO PARANÁ, BRASIL


Claudenice Dei Tos  
Herick Soares de Santana  
Arthur Henrique de Sousa Antunes  
Ana Luiza Faria Bernardes

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2632104105>

**CAPÍTULO 6..... 72**

**INFLUÊNCIA DA ESTAÇÃO REPRODUTIVA SOBRE A QUALIDADE SEMINAL DE TAMBAQUI E DE PIRAPITINGA**


Mônica Aline Parente Melo Maciel  
Carminda Sandra Brito Salmito Vanderley  
Jordana Sampaio Leite  
Felipe Silva Maciel

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2632104106>

**CAPÍTULO 7..... 84**

**ISOLAMENTO DE FUNGOS FILAMENTOSOS DE SOLOS DA UFAM E ESTERCO BOVINO NO KM 12 BR 174, MANAUS-AM**


Ana Eduarda de Aquino Veiga  
Thalita Victoria Vieira Oliveira  
João Raimundo Silva de Souza  
Maria Ivone Lopes da Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2632104107>

**CAPÍTULO 8..... 94**

**OCORRÊNCIA DO FUNGO *SPOROTHRIX* SPP. NAS GARRAS DOS MEMBROS ANTERIORES DE ANIMAIS SELVAGENS**


Flora Nogueira Matos  
Sandra de Moraes Gimenes Bosco  
Giselle Souza da Paz  
Alana Lucena Oliveira  
Arthur Carlos da Trindade  
Luna Scarpari Rolim  
Lorena Ortega Silvestre  
Carlos Roberto Teixeira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2632104108>

**CAPÍTULO 9..... 105**

**CRANIADOS SILVESTRES ATROPELADOS NA ERS 122 (Km 9 A Km 20), SÃO SEBASTIÃO DO CAÍ, RS, BRASIL**

Karina Seidel Gervasoni  
Marcelo Pereira de Barros

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2632104109>

**CAPÍTULO 10..... 120**

**O MÉTODO RAPELD NA PADRONIZAÇÃO DE AMOSTRAGENS PARA ESTUDOS DE ECOLOGIA DE MOLUSCOS TERRESTRES**


Jaqueline Lopes de Oliveira  
Mariana Castro de Vasconcelos  
Sonia Barbosa dos Santos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.26321041010>

**CAPÍTULO 11..... 135**

**TENDÊNCIAS DA PRODUÇÃO CIENTÍFICA BRASILEIRA SOBRE A PLANTA *ANREDERA CORDIFOLIA***


Elisa Vanessa Heisler  
Fernanda Trombini  
Ivana Beatrice Mânica da Cruz  
Marcio Rossato Badke  
Juliano Perottoni  
Nathália Cardoso de Afonso Bonotto  
Thamara G. Flores  
Neida Luiza Kaspariy Pellenz  
Jacqueline da Costa Escobar Piccoli  
Fernanda Barbisan  
Maria Denise Schimith

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.26321041011>

**CAPÍTULO 12..... 148**

**PINHEIROS INVASORES NO CERRADO: ESTRUTURA DAS POPULAÇÕES E SUGESTÃO DE MANEJO USANDO O MODELO MATRICIAL**

Emilia Pinto Braga

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.26321041012>

**CAPÍTULO 13..... 159**

**IMPACTOS DO USO DE ESPÉCIES EXÓTICAS NA ARBORIZAÇÃO DE VIAS PÚBLICAS: A PERCEPÇÃO DOS MORADORES ACERCA DO NIM-INDIANO (*Azadirachta indica* A. Juss.)**


Antonia Rosizelia Martins Sampaio  
Dan Vitor Vieira Braga

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.26321041013>

**CAPÍTULO 14..... 171**

**MATERIAIS ALTERNATIVOS PARA PRODUÇÃO DE CANUDOS**

Leticia de Oliveira Maia  
Victor Dédalo Di Próspero Gonçalves  
Karolini Buoro Araújo  
Ana Gabrielle Rodrigues Pereira  
Eliana Setsuko Kamimura

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.26321041014>

**CAPÍTULO 15..... 185**

**APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA: UMA PROPOSTA PEDAGÓGICA COM ALUNOS DA EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS**

Heric Maicon Almeida Mota  
Janice Henriques da Silva Amaral  
Elisângela Martins dos Santos  
Iasmin Rabelo Queiroz  
Eduarda Maria Silva de Souza

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.26321041015>


**CAPÍTULO 16.....200**

**EDUCAÇÃO AMBIENTAL: UMA PROPOSTA DE ATIVIDADE INVESTIGATIVA SOBRE FORMIGAS COM ELABORAÇÃO DE MODELOS DIDÁTICOS**

Francielle da Silva Mateus Costa

Angela Maria Muniz Gonçalves

Ilio Fealho de Carvalho

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.26321041016>

**SOBRE OS ORGANIZADORES ..... 210**

**ÍNDICE REMISSIVO..... 211**

# CAPÍTULO 5

## GAMETOGÊNESE E REPRODUÇÃO DO INVASOR *AUCHENIPTERUS OSTEOMYSTAX* (AUCHENIPTERIDAE, SILURIFORMES) NA PLANÍCIE DE INUNDAÇÃO DO ALTO RIO PARANÁ, BRASIL

Data de aceite: 21/09/2021

Data de submissão: 09/07/2021

### Claudenice Dei Tos

Universidade Estadual de Maringá,  
Departamento de Biologia, Centro de Ciências  
Biológicas, Maringá, PR  
<http://lattes.cnpq.br/2435074577273002>

### Herick Soares de Santana

Instituto Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia de Goiás, Departamento de Áreas  
Acadêmicas, Águas Lindas de Goiás, GO  
<https://orcid.org/0000-0001-8138-5261>

### Arthur Henrique de Sousa Antunes

Universidade Estadual de Maringá, Colégio de  
Aplicação Pedagógica, Maringá, PR  
<https://orcid.org/0000-0002-9374-0993>

### Ana Luiza Faria Bernardes

Universidade Estadual de Maringá, Colégio de  
Aplicação Pedagógica, Maringá, PR  
<https://orcid.org/0000-0002-2381-2760>

**RESUMO:** *Auchenipterus osteomystax* tem ocorrência nos rios de la Plata, Tocantins e baixo Amazonas. Esta espécie invadiu e colonizou o alto rio Paraná após a inundação dos Saltos de Sete Quedas e a formação do reservatório de Itaipu. Alimenta-se principalmente de insetos, um recurso abundante nos rios e lagoas da planície de inundação do alto rio Paraná. Este estudo, com base na microscopia de luz, tem por objetivos: i) caracterizar as células germinativas

de fêmeas e machos desta espécie; ii) reconhecer as fases reprodutivas das gônadas e iii) verificar os locais de reprodução na planície de inundação do alto rio Paraná. As coletas foram realizadas nos meses març o, junho, setembro, dezembro de 2015, 2016, 2018, març o e setembro/2017 e març o de 2020. Foi registrado o comprimento padrão (cm), peso total (g), peso das gônadas (g) e a fase reprodutiva com base nas características macroscópicas da gônada. As gônadas foram fixadas com solução de Bouin ou de Karnovsky por 48h e depois transferidas para  lcool 70%. As gônadas foram desidratadas em etanol e incluídas em historesina. Os cortes foram corados em  cido Per dico de Schiff + Hematoxilina Férrica + Metanil Yellow. Um total de 276 fêmeas e 95 machos foi avaliado em microscopia de luz, permitindo registrar as células germinativas e caracterizar as fases reprodutivas. Estas fases mostraram que esta espécie tem sucesso reprodutivo especialmente na lagoa das Garças e no rio Baia, ainda se reproduz, porém, em menor número na lagoa dos Patos e rio Ivinheima. Esses resultados comprovam as predições iniciais sobre a importância que os aspectos reprodutivos possuem no estabelecimento de espécies invasoras. Fica evidente que a distribuição de indivíduos ao longo de todos os ambientes é um fator decisivo para sua alta abundância e dispersão, justificando sua ampla distribuição, inclusive em locais e tributários acima da planície de inundação, como no rio Paranapanema e ambientes associados.

**PALAVRAS - CHAVE:** fases reprodutivas, gametogênese, peixes de água doce, peixes invasores, reprodução de peixes.

# GAMETOGENESIS AND REPRODUCTION OF THE INVADER *AUCHENIPTERUS OSTEOMYSTAX* (AUCHENIPTERIDAE, SILURIFORMES) ON THE UPPER PARANÁ RIVER FLOODPLAIN, BRAZIL

**ABSTRACT:** *Auchenipterus osteomystax* occurs in the La Plata, Tocantins and lower Amazonas rivers. This species invaded and colonized the upper Paraná River after the flooding of Guaira Falls (Saltos de Sete Quedas) and the formation of the Itaipu Reservoir. It feeds primarily on insects, an abundant resource in the rivers and lagoons of the upper Paraná floodplain. This light microscopy-based study aims to i) characterize the female and male germ cells of the species; ii) recognize the reproductive phases of its gonads; iii) verify its reproduction sites on the upper Paraná River floodplain. Sampling was carried out in March, June, September and December of 2015, 2016, 2017 (only March and September), 2018 and 2020 (only March). Standard length (cm), total weight (g), gonad weight (g) and reproductive phase (based on macroscopic characteristics of the gonad) were recorded. The gonads were fixed in a Bouin or Karnovsky solution for 48h and later transferred to 70% alcohol. They were dehydrated in ethanol and embedded in historesin. The sections were stained using Periodic Acid-Schiff + Iron Hematoxylin + Metanil Yellow. A total of 276 females and 95 males were evaluated under light microscopy, which enabled the recording of the germ cells and the characterization of the reproductive phases. These phases showed that the species reproduces most successfully in Garças Lagoon and the Baia River, and less successfully in Patos Lagoon and the Ivinheima River. The results confirm initial predictions about the importance of reproduction on the establishment of invasive species. It is clear that the distribution of individuals in every environment is a decisive factor for its high abundance and dispersion, explaining its wide distribution, including sites and tributaries (e.g. the Paranapanema River and associated environments) above the floodplain.

**KEYWORDS:** reproductive phases, gametogenesis, freshwater fish, invasive fish, fish reproduction.

## 1 | INTRODUÇÃO

O equilíbrio dos ecossistemas, sejam terrestres ou aquáticos, tem sido constantemente alterado devido às inúmeras pressões exercidas pela ação humana. Dentre as principais ameaças à biodiversidade, pode-se citar o desmatamento, a poluição, o aquecimento global e as altas taxas de invasão de espécies, principalmente nas regiões tropicais. Considerando os ecossistemas aquáticos, existe um enorme desafio não apenas para minimizar as invasões biológicas, mas de compreender o real impacto que as espécies invasoras causam nos habitats invadidos (SIMBERLOFF, 2000; AZEVEDO-SANTOS, 2019).

Várias são as causas que podem levar a uma invasão biológica em ambientes aquáticos, por exemplo, as práticas de peixamento, escapes de pisciculturas, eliminação de barreiras naturais ou mesmo soltura de animais antes criados em cativeiros, causando prejuízos desde ambientais a econômicos (LIMA JR *et al.*, 2018; RIBEIRO *et al.*, 2018). Levando em consideração as características biológicas das espécies invasoras, os

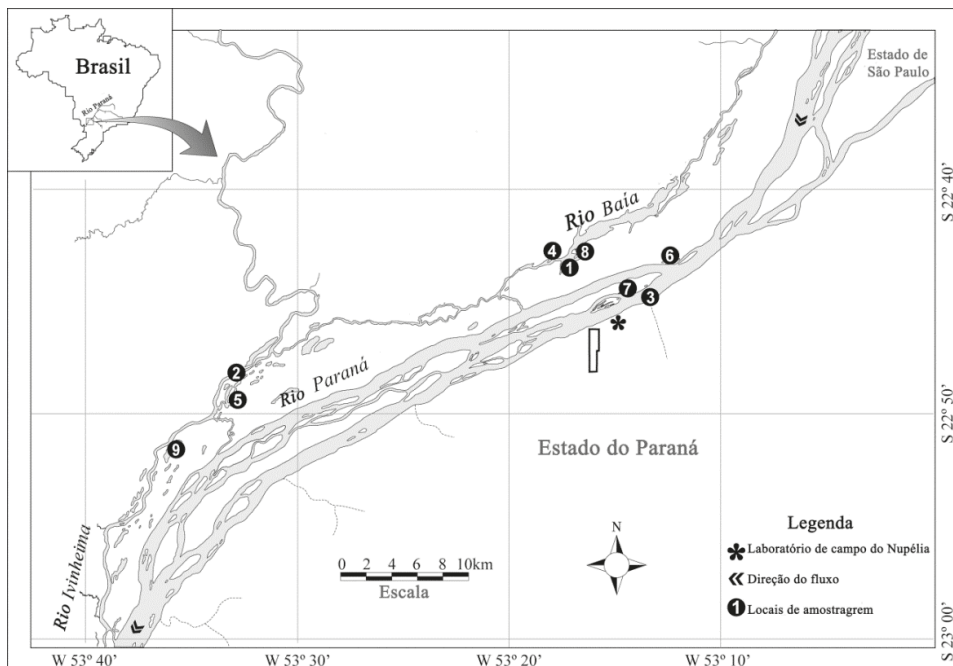
parâmetros reprodutivos são primordiais, pois a chave para se estabelecer em um novo habitat é ter condições de se reproduzir e povoar o novo ambiente.

O alto rio Paraná (UPPER PARANA Ecoregion, *sensu* ABELL *et al.*, 2008) sofreu uma massiva invasão de espécies após a construção do reservatório de Itaipu (JULIO JR *et al.*, 2009) e dentre as espécies invasoras está o *Auchenipterus osteomystax* (Miranda-Ribeiro, 1918). Esta espécie foi identificada na bacia do rio La Plata como *Auchenipterus nuchalis* (Spix & Agassiz, 1829) e após a revisão taxonômica recebeu o nome *A. osteomystax* (FERRARIS JR; VARI, 1999; BRITSKI *et al.*, 2007; GRAÇA; PAVANELLI, 2007; OTA *et al.*, 2018). Sua distribuição inclui as bacias dos rios de La Plata, Paraná, Paranapanema, Tocantins e baixo Amazonas (FERRARIS JR; VARI, 1999; OTA *et al.* 2018). Nesta ecorregião, essa espécie distribuiu-se nos rios Paraná, Ivinheima, Piquiri, Iguatemi, canais e lagoas permanentes da planície de inundação do alto rio Paraná (AGOSTINHO *et al.*, 2004) e baixo rio Paranapanema (GARCIA *et al.*, 2018).

A avaliação das estratégias e táticas reprodutivas de *A. osteomystax* na planície de inundação do alto rio Paraná mostram que tem fecundação interna, com desova parcelada e comprimento em que todos os indivíduos estão aptos a se reproduzir de 11,8 cm e com duração do período reprodutivo sazonal de setembro a novembro sendo favorecida pelo período de cheia, apresenta diâmetro máximo dos oócitos maduros de 1315,9 $\mu$ m e fecundidade de 14950 oócitos (VAZZOLER, 1996). Outra avaliação das táticas reprodutivas desta invasora realizada na planície de inundação do alto rio Paraná, revela que as fêmeas alcançam a maturidade sexual com 15,3 cm e os machos com 14,7 cm e as avaliações macroscópicas das gônadas mostram que a reprodução ocorre de outubro a dezembro, com frequência reprodutiva  $\geq 10$  e  $<$  que 30% nos rios Paraná, Ivinheima, Baía, Iguatemi e nas lagoas do Guaraná e Fechada e  $<$  que 10% nas lagoas dos Patos e Pousada das Garças (SUZUKI *et al.* 2004). A abundância avaliada de várias espécies invasoras entre 1986 a 2015 mostra que *A. osteomystax* é a sexta espécie mais abundante na planície de inundação do alto rio Paraná (TONELLA *et al.*, 2018). Os principais recursos alimentares explorados por esta invasora, no alto Paraná, são insetos terrestres e aquáticos e outros invertebrados (HAHN *et al.*, 2004). A avaliação dos hábitos alimentares no rio Paranapanema em habitats lênticos e lóticos encontraram populações planctívoras e insetívoras terrestres, respectivamente (GARCIA *et al.*, 2018). Na bacia do rio Cuiabá (área nativa) e na planície de inundação do Upper Paraná (área invasora) foi relatada uma dieta composta exclusivamente por insetos com uma especialização trófica para Ephemeroptera, um item alimentar abundante nas bacias (TONELLA *et al.*, 2018). Assim, considerando a relevância de conhecer os parâmetros e características reprodutivas das diferentes espécies, esta investigação tem por objetivo i) descrever as células germinativas de fêmeas e machos de *A. osteomystax*; ii) caracterizar as fases reprodutivas para ambos os sexos e iii) verificar, com base na avaliação gametogênese, quais são as áreas de reprodução desta espécie na planície de inundação do alto rio Paraná.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

Os indivíduos foram amostrados em três rios (Paraná 22°45'39.96"S; 53°15'7.44"W, Baía 22°43'23.16"S; 53°17'25.5"W e Ivinheima 22°47'59.64"S; 53°32'21.3"W), quatro lagoas abertas (Patos 22°49'33.66"S; 53°33'9.9"W, Guaraná 22°43'16.68"S; 53°18'9.24"W, Pousada das Garças 22°43'27.18"S; 53°13'4.56"W e Ressaco do Pau Vêio 22°44'50.76"S; 53°15'11.16"W) e duas lagoas fechadas (Fechada 22°42'37.92"S; 53°16'33.06"W e Ventura 22°51'23.7"S; 53°36'1.02"W) (Fig. 1).



**Figura 1.** Áreas de amostragem de *A. osteomystax* na planície de inundação do alto rio Paraná nos subsistemas dos rios: **Ivinheima** [(lagoa dos Patos (Lpat) (5), lagoa Ventura (Lven) (9), rio Ivinheima (Rivi) (2)], **Baía** [(lagoa Fechada (Lfec) (8), lagoa do Guaraná (Lgua) (4), rio Baía (Rbai) (1)] e **Paraná** [(lagoa Pousada das Garças (Lgar) (6), lagoa do Ressaco do Pau Vêio (Lpve) (7), rio Paraná (RPar) (3)].

As amostragens foram conduzidas nos meses de março, junho, setembro, dezembro de 2015, 2016, 2018, março e setembro de 2017 e março de 2020. As amostragens foram realizadas com redes de espera simples com malhagens de 2.4, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 12, 14, 16 cm, medidas entre nós opostos e redes de espera tipo tresmalho com malhagens 6 e 8 cm. As redes ficaram expostas durante 24 h e foram inspecionadas às 8:00, 16:00 e 22:00 horas.

Os peixes vivos foram eutanasiados em solução de benzocaina, seguindo as diretrizes da Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) protocolo no. 1420221018



(ID 001974). Em seguida, foram registradas para cada espécime as informações de comprimento total (cm) e comprimento padrão (cm) com um ictiômetro e peso total (g) e peso das gônadas (g) com balança de precisão de 0,01g. As fases reprodutivas de fêmeas e machos foram atribuídas de acordo com as características macroscópicas da gônada como tamanho, cor, vascularização, turgescência e visualização dos oócitos nas fêmeas e seguiram as terminologias de Brown-Peterson *et al.* (2011) para fêmeas e Quagio-Grassiotto *et al.* (2013) para machos. As gônadas foram fixadas com solução de Bouin ou solução Karnovsky por 48 horas e após foram colocadas em solução de álcool etílico 70%. As amostras das gônadas passaram por um processo de desidratação em concentrações crescentes de etanol (70 a 95%) em dois banhos por 30 minutos. Em seguida foram embebidas em uma mistura na proporção de 1:1 de (álcool etílico 95% + historesina) por 12 horas e depois incluídas e infiltradas em historesina (metacrilato glicol). Os ovários foram seccionados transversalmente e os testículos longitudinalmente a 5  $\mu$ m de espessura em micrótomo. Os cortes foram corados com ácido Periódico de Schiff + Hematoxilina Férrica + Metanil Yellow (QUINTERO-HUNTER *et al.*, 1991).

A terminologia e características utilizadas para descrever as células germinativas registradas na foliculogênese e oogênese seguem Grier *et al.* (2009); Quagio-Grassiotto *et al.* (2011) e Mazzoni *et al.* (2020) e da espermatogênese segue a proposta de Grier e Uribe-Aranzábal (2009).

A terminologia para a caracterização das fases reprodutivas segue as propostas de Brown-Peterson *et al.* (2011), Quagio-Grassiotto *et al.* (2013) e Mazzoni *et al.* (2020).

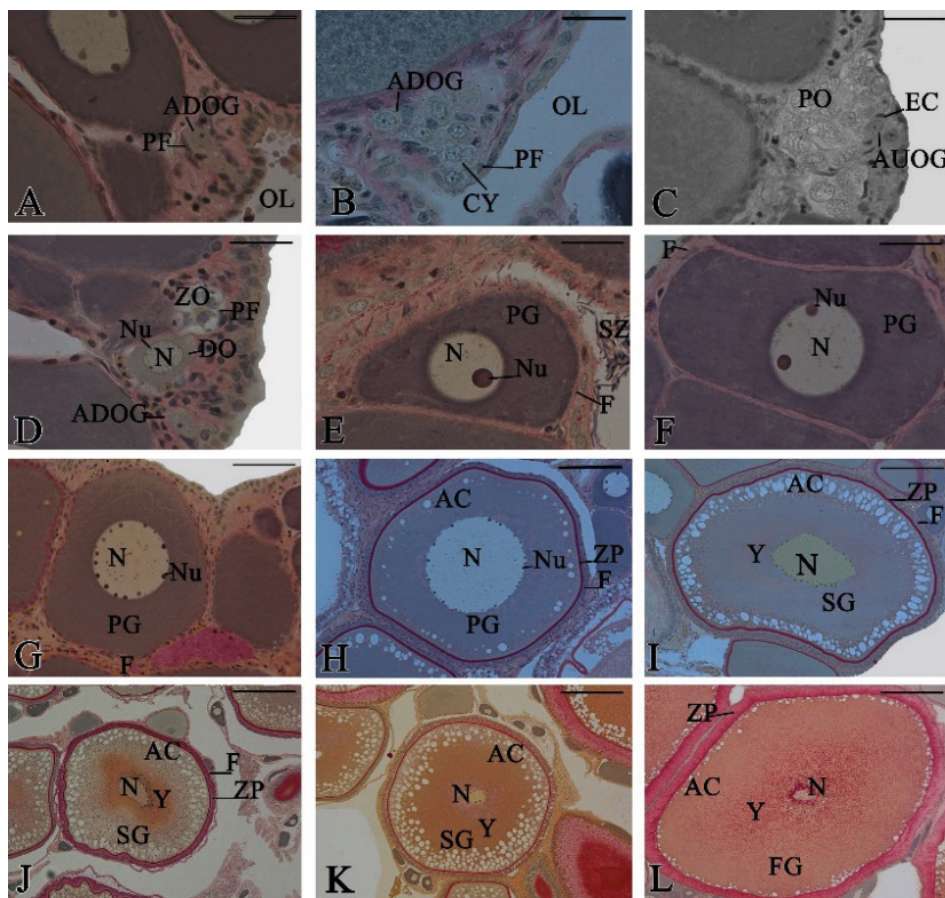
O número de indivíduos em diferentes fases reprodutivas foi avaliado para os ambientes da lagoa dos Patos, lagoa Ventura e rio Ivinheima; lagoa Fechada, lagoa do Guaraná e rio Baía; lagoa Pousada das Garças, lagoa do Ressaco do Pau Véio e rio Paraná.

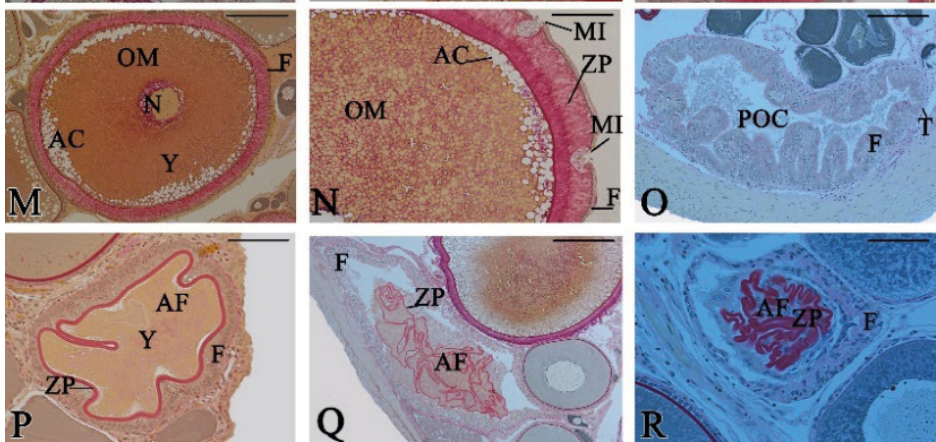
### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

No período de estudos foram amostradas 477 fêmeas e 326 machos de *A. osteomystax* e deste total foi avaliado histologicamente em nível de microscopia de luz 276 fêmeas e 95 machos.

Nos ovários de *A. osteomystax* foram registrados oogônias indiferenciadas e diferenciadas (Fig. 2A, B, C) que entraram em meiose e originaram oócitos. Os oócitos têm um núcleo que exhibe um padrão distinto de organização da cromatina em diferentes fases (QUAGIO-GRASSIOTTO *et al.*, 2013; MAZZONI *et al.*, 2020) e foram encontrados oócitos em zigóteno, paquíteno e diplóteno (Fig. 2C, D). Os oócitos de crescimento primário apresentam o ooplasma basófilo e núcleo central cujo número de nucléolos variam (Fig. 2E, F, G) e iniciaram o desenvolvimento dos alvéolos corticais na periferia do ooplasma e formação da zona pelúcida (Fig. 2H). Os oócitos de crescimento secundário apresentam

um aumento no número de alvéolos corticais e surgimento de glóbulos de vitelo (Fig. 2I). Os oócitos de crescimento secundário durante o processo de vitelogênese aumentam a quantidade de glóbulos de vitelo e diminuem o número alvéolos corticais (Fig. 2J, K). Os oócitos na fase de crescimento completo alcançam seu diâmetro máximo, o ooplasma é abundante em glóbulos de vitelo e agregam poucos os alvéolos corticais (Fig. 2L). Nos oócitos maduros tem um núcleo excêntrico (Fig. 2 M) e foram registrados o surgimento no polo animal de uma ou duas micrópilas (Fig. 2N). Durante o processo de ovulação apenas os *oócitos* maduros são liberados no lúmen ovariano deixando o complexo foliculo pós-ovulatório (Fig. 2O). Os oócitos que não ovularem entram em atresia (Fig. 2P, Q, R).





**Figura 2.** Células germinais registradas durante a foliculogênese (A - D) e oogênese (E - N) em *A. osteomystax*. Microscopia de luz, Ácido Periódico de Schiff (PAS)/Hematoxilina/Metanil Yellow.

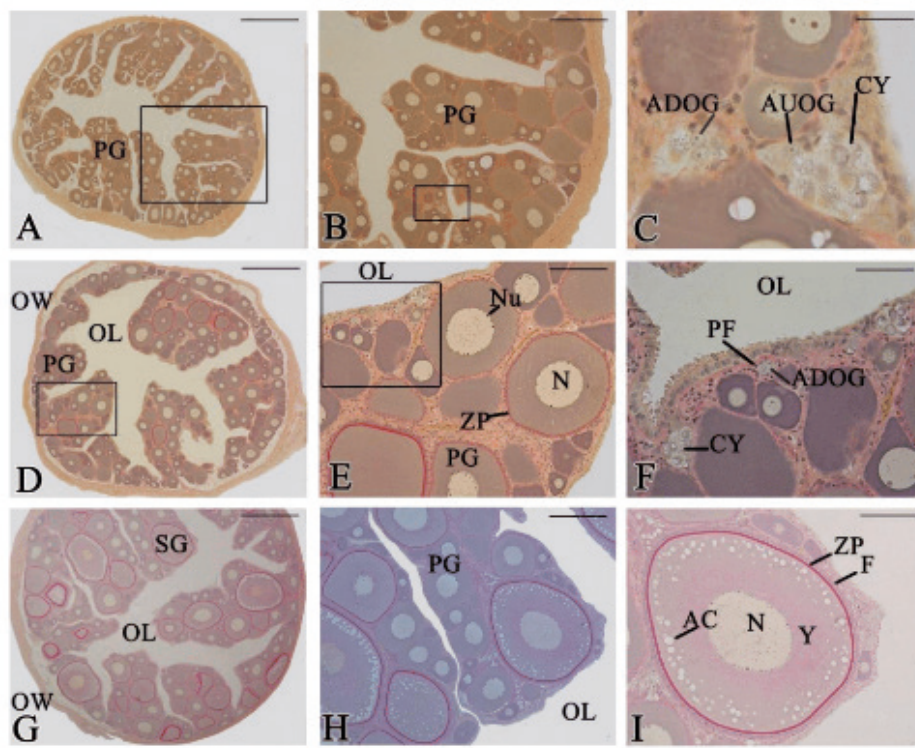
(A) Oogônia diferenciada (ADOG) isolada na borda do epitélio germinal e cercada por células pré-foliculares. (A) Barra = 25  $\mu$ m. (B) Cisto de oogônias diferenciadas na borda do epitélio germinal. (B) Barra = 25  $\mu$ m. (C) Oogônias indiferenciadas (AUOG) cercada por células epiteliais na borda do epitélio germinal e mais internamente cistos com oócitos em paquíteno. (C) Barra = 25  $\mu$ m. (D) Oogônia diferenciada (ADOG) na borda do epitélio germinal, cisto de oócitos em zigóteno e um oócito em diplóteno. (D) Barra = 25  $\mu$ m. (E) Oócito de crescimento primário com nucléolo único com ooplasma basófilo. (E) Barra = 25  $\mu$ m. (F) Oócito de crescimento primário com múltiplos nucléolos e ooplasma basófilo. (F) Barra = 25  $\mu$ m. (G) Oócito de crescimento primário com nucléolos perinucleolar e ooplasma basófilo. (G) Barra = 62,5  $\mu$ m. (H) Oócito em início do crescimento secundário com núcleo com nucléolos perinucleolar, a basofilia ooplasmática diminuiu e iniciou a formação dos alvéolos corticais, a zona pelúcida e células foliculares evidentes. (H) Barra = 125  $\mu$ m. (I) Oócito em crescimento secundário com nucléolos arranjados na face interna do núcleo irregular, ooplasma em vitelogênese inicial e aumento do número de alvéolos corticais. (I) Barra = 125  $\mu$ m. (J) Oócito de crescimento secundário com núcleo irregular, aumento dos alvéolos corticais e em vitelogênese intermediária, a zona pelúcida e células foliculares cercam o oócito. (J) Barra = 250  $\mu$ m. (K) Oócito de crescimento secundário com núcleo irregular e em vitelogênese avançada. (K) Barra = 250  $\mu$ m. (L) Oócito de crescimento completo com núcleo central, ooplasma repleto de vitelo e os alvéolos corticais na periferia do ooplasma, zona pelúcida e células foliculares bem desenvolvidas. (L) Barra = 250  $\mu$ m. (M) Oócito maduro com *núcleo excêntrico*, ooplasma preenchido com glóbulos de vitelo e a borda do ooplasma com pouco alvéolo cortical. (M) Barra = 250  $\mu$ m. (N) Vista parcial do oócito maduro com duas micrópilas e os alvéolos corticais dispõem-se na periferia do ooplasma em pequeno número. (N) Barra = 125  $\mu$ m. (O) Após a ovulação forma-se o complexo folicular pós-ovulatório, formado por *células foliculares e teca*. (O) Barra = 125  $\mu$ m. (P, Q, R) Folículo atresico em processo de absorção em diferentes fases mostrando a desorganização do vitelo, zona pelúcida e camada de células foliculares. (P) Barra = 62,5  $\mu$ m. (Q) Barra = 250  $\mu$ m. (R) Barra = 62,5  $\mu$ m. OL, lúmem ovariano; AUOG, oogônia indiferenciada; EC, célula epitelial; ADOG, oogônia diferenciada; PF, célula pré-folicular; ZO, oócito em zigóteno; PO, oócito em paquíteno; DO, oócito em diplóteno; N, núcleo; Nu, nucléolo; PG, oócito de crescimento primário; SZ, espermatozoide; AC, alvéolo cortical; F, células foliculares; ZP, zona pelúcida; Y, vitelo; SG, oócito de crescimento secundário; FG, oócito de crescimento completo; OM, oócito maduro; Mi, micrópila; T, teca; POC, complexo folicular pós-ovulatório; AF, folículo atresico.

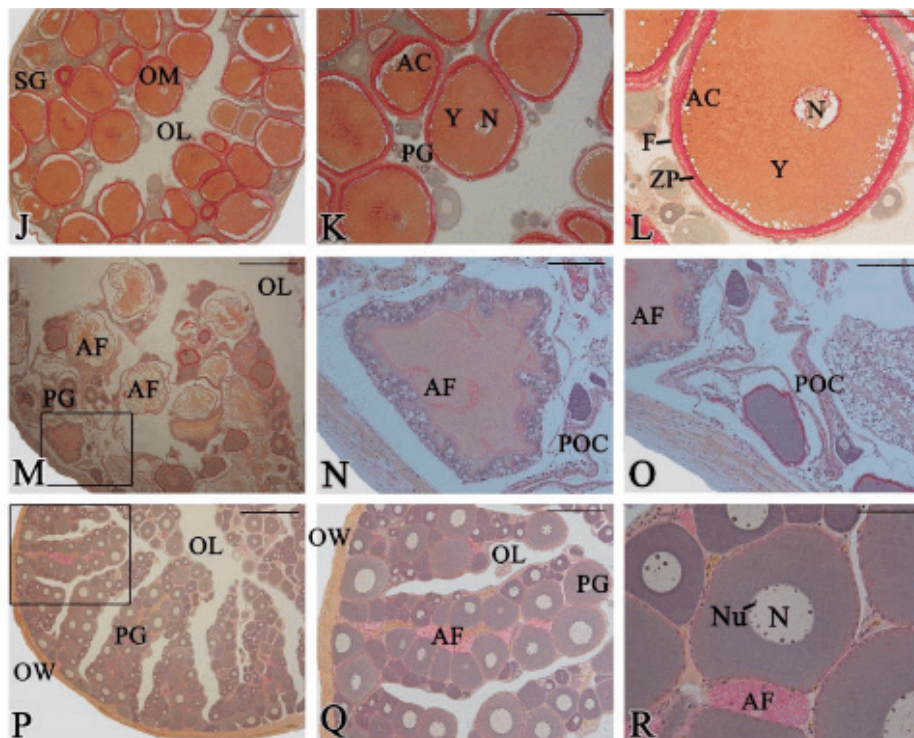
As fases de reprodutivas das fêmeas de *A. osteomystax* estão caracterizadas na

(Tab. 1 e Figs. 3 e 4).

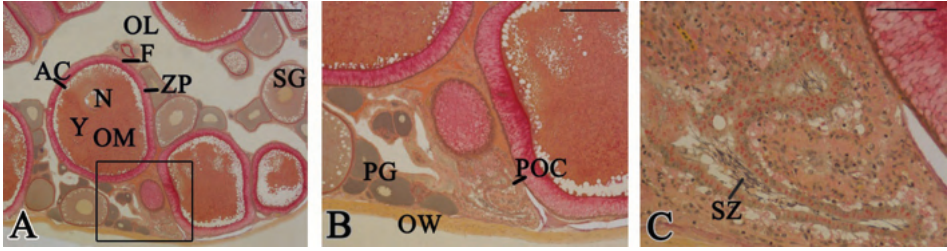
Fase	Características
<b>Imaturo</b>	Ovários pequenos repletos de oócitos de crescimento primário, oogônias e cistos de oócitos em diferentes fases da meiose, sem atresia (Fig. 3A, B, C).
<b>Desenvolvimento</b>	No <b>desenvolvimento inicial</b> nos ovários em expansão encontram-se oócitos de crescimento primário maiores com zona pelúcida formada (Fig. 3D, E, F). Nos ovários em <b>desenvolvimento avançado</b> são abundantes os oócitos de crescimento secundário com alvéolos corticais e vitelo (Fig. 3G, H, I). Sem oócitos de crescimento completo ou oócitos maduros e folículos pós-ovulatórios. Os folículos atrésicos podem ocorrer, porém raros.
<b>Apto à desova</b>	No ovário prevalecem os oócitos vitelogênicos finais, oócito de crescimento completo e oócitos maduros (Fig. 3J, K, L). Na subfase <b>desova ativa</b> registra-se oócitos maduros e folículos pós-ovulatórios com vestígios de espermatozoides (Fig. 4A, B, C).
<b>Regressão</b>	Ovários com folículos atrésicos e folículos pós-ovulatórios presentes (Fig. 3M, N, O), além de oócitos de crescimento primário.
<b>Regeneração</b>	Nesta fase prevalecem os oócitos de crescimento primário, e ocorrem folículos atrésicos e pós-ovulatórios em fase final de degeneração (Fig. 3P, Q, R).

**Tabela 1.** Fases reprodutivas das fêmeas de *A. osteomystax* amostradas na planície de inundação do alto rio Paraná.



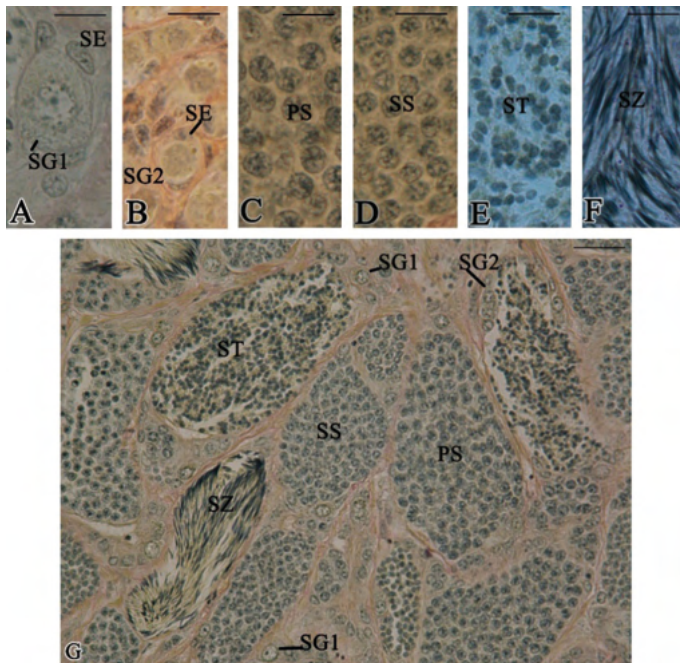


**Figura 3.** Fases de desenvolvimento dos ovários de *A. osteomystax*. Microscopia de luz, Ácido Periódico de Schiff (PAS)/Hematoxilina/Metanil Yellow. Fases: **(A, B, C) Imaturo**, repleto de oócitos de crescimento primário. (A) Barra = 615  $\mu\text{m}$ . (B) Barra = 250  $\mu\text{m}$ . (C) Detalhe de cistos de oócitos em paquíteno e oogônias indiferenciadas e diferenciadas. (C) Barra = 25  $\mu\text{m}$ . **(D, E, F) Desenvolvimento inicial**, registra-se oócitos com o desenvolvimento da zona pelúcida (F) Detalhe de oogônias diferenciadas e cistos de oogônias. (D) Barra = 615  $\mu\text{m}$ . (E) Barra = 125  $\mu\text{m}$ . (F) Barra = 62,5  $\mu\text{m}$ . **(G, H, I) Desenvolvimento avançado** possui oócitos de crescimento secundário com vitelo, alvéolos corticais e zona pelúcida. (G) Barra = 615  $\mu\text{m}$ . (H) Barra = 250  $\mu\text{m}$ . (I) Barra = 125  $\mu\text{m}$ . **(J, K, L) Apto à desova** com oócitos de crescimento secundário, oócitos de crescimento completo e oócitos maduro. (J) Barra = 1230  $\mu\text{m}$ . (K) Barra = 615  $\mu\text{m}$ . (L) Barra = 250  $\mu\text{m}$ . **(M, N, O) Regressão**, mostrando o complexo pós-ovulatório e folículos em atresia. (M) Barra = 615  $\mu\text{m}$ . (N) Barra = 125  $\mu\text{m}$ . (O) Barra = 125  $\mu\text{m}$ . **(P, Q, R) Regeneração**, repleta de oócitos de crescimento primário e alguns folículos atresícos. (P) Barra = 615  $\mu\text{m}$ . (Q) Barra = 250  $\mu\text{m}$ . (R) Barra = 62,5  $\mu\text{m}$ . OL, lúmen ovariano; PF, célula pré-folicular; ADOG, oogônia diferenciada, OW, parede ovariana; N, núcleo; Nu, nucléolo; ZP, zona pelúcida; PG, oócito de crescimento primário; AC, alvéolo cortical; F, células foliculares; Y, vitelo, SG, oócito de crescimento secundário; OM, oócito maduro; POC, complexo folicular pós-ovulatório, AF, folículo atresíco.



**Figura 4.** Fase de desenvolvimento de *A. osteomystax*. Microscopia de luz, Ácido Periódico de Shiff (PAS)/Hematoxilina/Metanil Yellow. **(A, B, C)** Subfase **desova ativa**, com oócitos maduros e folículo pós-ovulatório com vestígios de espermatozoides. (A) Barra = 615  $\mu\text{m}$ . (B) Barra = 250  $\mu\text{m}$ . (C) Barra = 62,5  $\mu\text{m}$ . OL, lúmen ovariano; OW, parede ovariana; N, núcleo; PG, oócito de crescimento primário; AC, alvéolo cortical; ZP, zona pelúcida; F, células foliculares; Y, vitelo; SG, oócito de crescimento secundário; OM, oócito maduro; SZ, espermatozoide; POC, complexo folicular pós-ovulatório.

Durante a espermatogênese em todos os teleósteos, as espermatogônias estão associadas com as células de Sertoli (GRIER; URIBE-ARANZÁBAL, 2009). As espermatogônias primárias envolvidas pelas *células de Sertoli* (Fig. 5A) proliferam mitoticamente, e originam as espermatogônias secundárias que são menores e cercadas pelas células de Sertoli (Fig. 5B) se organizam e formam cistos (Fig. 5G). No interior dos cistos as espermatogônias secundárias passam por meiose e formam espermatócitos primários (Fig. 5 C, G) que após completar a primeira divisão da meiose (GRIER; URIBE-ARANZÁBAL, 2009) formam os espermatócitos secundários (Fig. 5D, G). Nos cistos os espermatócitos secundários se dividem e formam as espermátides (Fig. 5E, G) que se diferenciam por um processo de espermiogênese (GRIER; URIBE-ARANZÁBAL, 2009; QUAGIO-GRASSIOTTO *et al.*, 2013) e formam-se os espermatozoides (Fig. 5F, G).



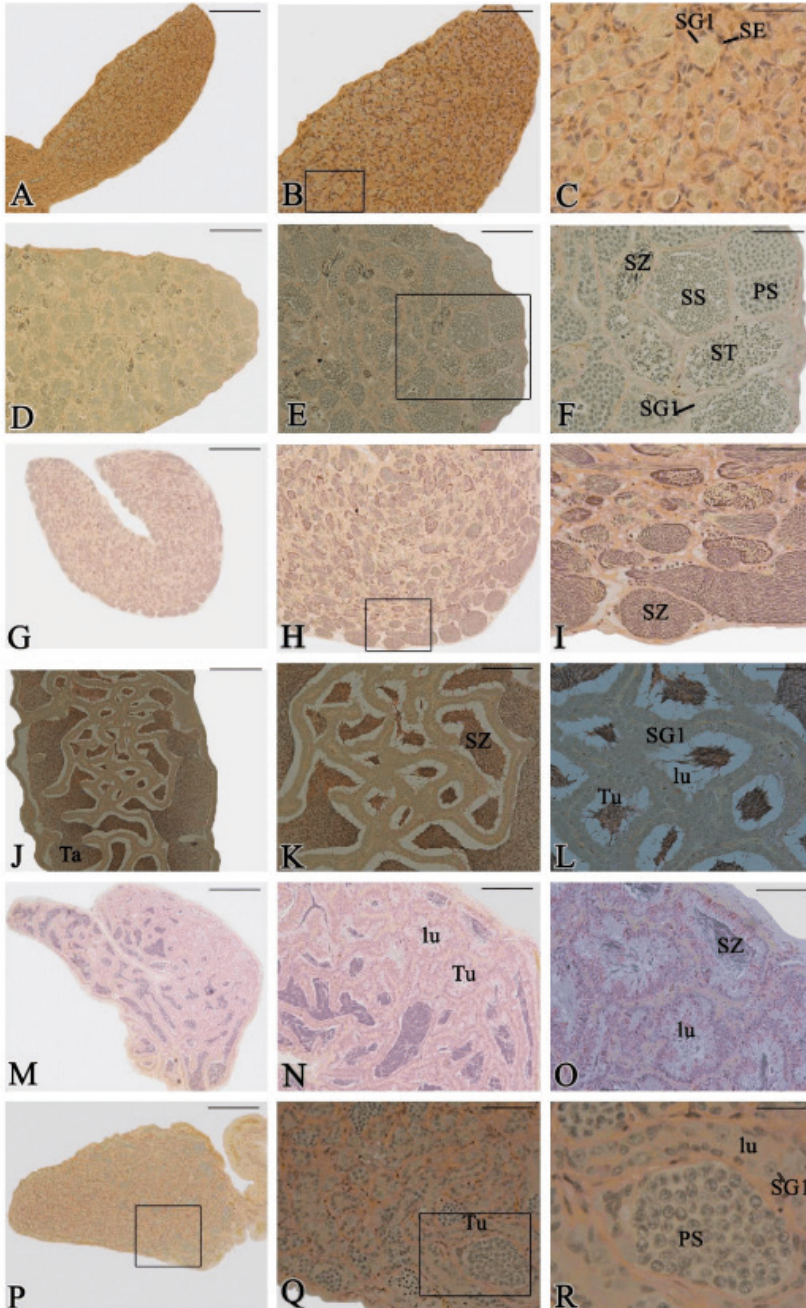
**Figura 5.** Microfotografia de luz da espermatogênese dos machos de *A. osteomystax*. (A)

Espermatogônia primária são únicas e as maiores células germinais, com um núcleo central, esférico, ooplasma granular e cercado de células de Sertoli formando cistos de espermatogônias. (B) Espermatogônia secundária em grupos, são células esféricas, menores que as espermatogônias primárias e são cercadas pelas células de Sertoli. (C) Espermatócitos primários são células esféricas, com tamanhos levemente menores que as espermatogônias secundárias e sem as células de Sertoli. (D) Espermatócitos secundários são esféricos e levemente menores que os espermatócitos primários. (E) Espermátides são esféricas na forma e menores que os espermatócitos secundários, não se dividem e se diferenciam em espermatozoides. (F) Espermatozoides com o flagelo visível. (G) Visão geral das células germinativas nos cistos dos túbulos seminíferos. SG1 = espermatogônia primária; SG2 = espermatogônia secundária; SE = células de Sertoli; PS = espermatócitos primário; SS = espermatócitos secundário; ST = espermátides; SZ = espermatozoides. (A – F) Barra = 25  $\mu\text{m}$ . (G) Barra = 62,5.

As fases reprodutivas dos machos de *A. osteomystax* estão registradas na (Tab. 2 e Fig. 6).

Fase	Características
<b>Imaturo</b>	Testículo pequeno e repleto de espermatogônias e o lúmen dos túbulos não é visível (Fig. 6A, B, C).
<b>Desenvolvimento</b>	Testículo em <b>desenvolvimento inicial</b> , através do processo de espermatogênese registram-se túbulos com cistos contendo espermatogônias primárias e secundárias, espermatócitos primários e secundários abundantes e início da formação de espermatozoides (Fig. 6D, E, F). Em fase de <b>desenvolvimento avançada</b> , os cistos são abundantes em espermatozoides (Fig. 6G, H, I).
<b>Apto a liberar esperma</b>	O lúmen dos túbulos seminíferos é repleto de espermatozoides (Fig. 6J, K, L).
<b>Regressão</b>	O lúmen dos túbulos tem poucos espermatozoides (Fig. 6M, N, O).

**Tabela 2.** Fases reprodutivas dos machos de *A. osteomystax* amostrados na planície de inundação do alto rio Paraná.

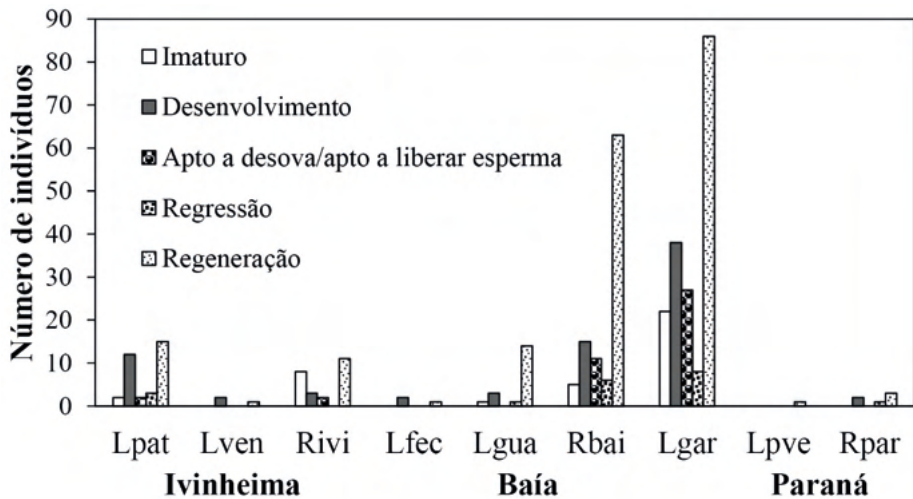


**Figura 6.** Células germinais registradas durante a espermatogênese nos testículos de *A. osteomystax*. Microscopia de luz, Ácido Periódico de Schiff (PAS)/Hematoxilina/ Metanil Yellow. (A, B, C) **Imaturo**,



os túbulos não são visíveis, mas estão repletos de espermatogônias. (A) Barra = 125  $\mu\text{m}$ . (B) Barra = 62,5  $\mu\text{m}$ . (C) Barra = 25  $\mu\text{m}$ . **(D, E, F) Desenvolvimento inicial**, túbulos repletos de espermatócitos primários, secundários, espermatídes e inicia-se a formação de espermatozoides. (D) Barra = 250  $\mu\text{m}$ . (E) Barra = 125  $\mu\text{m}$ . (F) Barra = 62,5  $\mu\text{m}$ . **(G, H, I) Desenvolvimento avançado**, os cistos estão repletos de espermatozoides. (G) Barra = 615  $\mu\text{m}$ . (H) Barra = 250  $\mu\text{m}$ . (I) Barra = 62,5  $\mu\text{m}$ . **(J, K, L) Apto a liberar espermatozoides**, os túbulos seminíferos são anastomosados e repletos de espermatozoides. (J) Barra = 250  $\mu\text{m}$ . (K) Barra = 125  $\mu\text{m}$ . (L) Barra = 62,5  $\mu\text{m}$ . **(M, N, O) Regressão**, os túbulos tem o lúmen vazio ou com poucos espermatozoides. (M) Barra = 615  $\mu\text{m}$ . (N) Barra = 250  $\mu\text{m}$ . (O) Barra = 125  $\mu\text{m}$ . **(P, Q, R) Regeneração**, os túbulos seminíferos com o lúmen vazio. (P) Barra = 250  $\mu\text{m}$ . (Q) Barra = 62,5  $\mu\text{m}$ . (R) Barra = 25  $\mu\text{m}$ . SG1 = espermatogônia primária; SE = células de Sertoli; PS = espermatócitos primários; SS = espermatócitos secundários; ST = espermatídes; SZ = espermatozoides; Tu = Túbulo seminífero; lu = lúmen; Ta = Túbulos anastomosados.

A caracterização das fases reprodutivas de fêmeas e machos *A. osteomystax* permitiram avaliar a atividade reprodutiva nos diferentes ambientes da planície de inundação do alto rio Paraná (Fig. 7). Verifica-se a ocorrência desta espécie em todos os locais de amostragem. A reprodução é mais intensa na lagoa das Garças, no rio Baía e ainda ocorre na lagoa dos Patos e rio Ivinheima (Fig. 7). A maior quantidade de jovens foi encontrada na lagoa das Garças e rio Ivinheima.



**Figura 7.** Número de machos e fêmeas em diferentes fases de desenvolvimento gonadal de *A. osteomystax* nos subsistemas dos rios: **Ivinheima** [(lagoa dos Patos (Lpat), lagoa Ventura (Lven), rio Ivinheima (Rivi)], **Baía** [(lagoa Fechada (Lfec), lagoa do Guaraná (Lgua), rio Baía (Rbai)] e **Paraná** [(lagoa das Garças (Lgar), lagoa do Pau Véio (Lpve), rio Paraná (RPar)].

A maioria dos teleósteos tem um ciclo anual reprodutivo bem definido. A morfologia do epitélio germinal dos ovários e testículos muda durante o ciclo reprodutivo anual refletindo a sazonalidade reprodutiva (GRIER; URIBE-ARANZÁBAL, 2009; QUAGIO-GRASSIOTTO *et al.*, 2013). As alterações gonadais através da renovação das células germinativas, sua diferenciação, desenvolvimento, maturação e liberação dos gametas caracterizam

diferentes fases reprodutivas. Assim, o reconhecimento destas fases é importante para compreender com acurácia a estrutura reprodutiva da espécie para poder avaliar a reprodução. A captura desta espécie exótica nesta região da área de proteção ambiental com reprodução em ambientes lóticos (rios Baía e Ivinheima) e lênticos (lagoas das Garças e dos Patos) assim como o registro de jovens imaturos nestes ambientes mostra sucesso de reprodução ao longo dos anos de avaliação.

Esta espécie de curta migração, fertilização interna, insetívora, *não possui* restrição por ambientes lênticos ou lóticos para se reproduzir ao longo destes anos tornou-se constituinte da fauna com sucesso reprodutivo, proliferou-se e migrou para rios acima no alto rio Paraná, como o rio Paranapanema e outros tributários.

Esses resultados comprovam as predições iniciais sobre a importância que os aspectos reprodutivos possuem no estabelecimento de espécies invasoras. Fica evidente que a distribuição de indivíduos ao longo de todos os ambientes é um fator decisivo para sua alta abundância e dispersão, justificando sua ampla distribuição, inclusive em locais e tributários à montante da planície de inundação, como no rio Paranapanema e ambientes associados.

O potencial impacto que *A. osteomystax* pode causar sobre o restante das espécies ainda é vago, mas uma vez que sua capacidade reprodutiva é alta, pode-se prever que há uma grande possibilidade de dominância em números de indivíduos em vários ambientes, com um grande poder competitivo junto às espécies nativas. Nesse sentido, essa competição pode ser tanto por locais de crescimento, reprodução ou alimentar, com claros prejuízos para indivíduos que possuem ciclo reprodutivo similar, como muitas espécies que habitam a planície de inundação do alto rio Paraná (VAZZOLER, 1996).

Finalmente, esses resultados reforçam o grande desafio que a comunidade acadêmica possui em conhecer melhor as espécies e ambientes, para que medidas efetivas de mitigação possam ser implementadas. Monitoramentos contínuos, como os Estudos Ecológicos de Longa Duração (PELD), que têm sido realizados ao longo dos anos na área estudada, são fundamentais para essa compreensão e percepção de como os serviços ecossistêmicos são impactados a longo prazo pelas diversas ações antrópicas.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos a coordenadora do PELD professora Cláudia Costa Bonecker pelo suporte financeiro parcial; aos pesquisadores e técnicos do Núcleo de Pesquisas em Limnologia, Ictiologia e Aquicultura pelo suporte técnico em campo; aos professores Eder Paulo Belato Alves (coordenador de área), Marli Aparecida Defani (Chefe) e aos representantes do Departamento de Ciências Morfológicas da Universidade Estadual de Maringá pelo apoio com equipamentos. A Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação da Universidade Estadual de Maringá (PPG) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento

Científico e Tecnológico (CNPq) pelas bolsas de Iniciação Científica no Ensino Médio concedidas aos acadêmicos Ana Luiza Faria Bernardes e Arthur Henrique de Sousa Antunes.

## REFERÊNCIAS

ABELL, R., THIEME, M.L., REVENGA, C., BRYER, M., KOTTELAT, M., BOGUTSKAYA, N., COAD, B., MANDRAK, N., BALDERAS, S.C., BUSSING, W., STIASSNY, M.L.J., SKELTON, P., ALLEN, G.R., UNMACK, P., NASEKA, A., NG, R., SINDORF, N., ROBERTSON, J., ARMIJO, E., HIGGINS, J.V., HEIBEL, T.J., WIKRAMANAYAKE, E., OLSON, D., LÓPEZ, H.L., REIS, R.E., LUNDBERG, J.G., SABAJ PÉREZ, M.H., PETRY, P. Freshwater ecoregions of the world: a new map of biogeographic units for freshwater biodiversity conservation. **BioScience**, v. 58, p. 403–414, 2008. doi:10.1641/B580507

AGOSTINHO, A.A.; BINI, L.M.; GOMES, L.C.; JÚLIO JR, H.F.; PAVANELLI, C.S.; AGOSTINHO, C.S. Fish assemblages. In: THOMAZ, S.M.; AGOSTINHO, A.A.; HAHN, N. S. (Ed.). **The upper Paraná River and its floodplain: physical aspects, ecology and conservation**. Leiden: Backhuys Publishers, 2004. p. 223-246.

AZEVEDO-SANTOS, V.M.; FREDERICO, R.G.; FAGUNDES, C.K.; POMPEU, P.S.; PELICICE, F.M.; PADIAL, A.A.; NOGUEIRA, M.G.; FEARNSIDE, P.M.; LIMA, L.B.; DAGA, V.S.; OLIVEIRA, F.J.M.; VITULE, J.R.S.; CALLISTO, M.; AGOSTINHO, A.A.; ESTEVES, F.A.; LIMA-JUNIOR, D.P.; MAGALHÃES, A.L.B.; SABINO, J.; MORMUL, R.P.; GRASEL, D.; ZUANON, J.; VILELLA, F.S.; HENRY, R. Protected areas: a focus on Brazilian freshwater biodiversity. **Diversity and Distributions**, v. 25, n. 3, p. 442-448, 2019. doi: doi.org/10.1111/ddi.12871

BROWN-PETERSON, N.J.; WYANSKI, D.M.; SABORIDOREY, F.; MACEWICZ, B.J.; LOWERRE-BARBIERI, S.K. A standardized terminology for describing reproductive development in fishes. *Marine and Coastal Fisheries: Dynamics, Management and Ecosystem Science*, Bethesda, v. 3, n. 1, p. 52-70, 2011. doi: doi.org/10.1080/19425120.2011.555724

BRITSKI, H.A.; SILIMON, K.Z. de S. de; LOPES, B.S. **Peixes do Pantanal: manual de identificação**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2007. 230 p.

FERRARIS, JR C.J.; VARI, R.P. The South American catfish genus *Auchenipterus* Valenciennes, 1840 (Ostariophysi: Siluriformes: Auchenipteridae): monophyly and relationships, with a revisionary study. **Zoological Journal of the Linnean Society**, v. 126, n. 4, p. 387-450, 1999. doi: doi.org/10.1111/j.1096-3642.1999.tb00156.x

GARCIA, D.A.Z.; VIDOTTO-MAGNONI, A.P.; ORSI, M.L. Diet and feeding ecology of non-native fishes in lentic and lotic freshwater habitats. **Aquatic Invasions**, v. 13, n. 4, p. 565–573, 2018. doi: 10.3391/ai.2018.13.4.13

GRAÇA, W.J. da; PAVANELLI, C.S. **Peixes da planície de inundação do alto rio Paraná e áreas adjacentes**. Maringá: EDUEM, 2007. 241 p.

HAHN, N.S.; FUGI, R.; ANDRIAN, I.F. Trophic ecology of the fish assemblages. In: THOMAZ, S.M.; AGOSTINHO, A.A.; HAHN, N.S. (Ed.). **The upper Paraná River and its floodplain: physical aspects, ecology and conservation**. Leiden: Backhuys Publishers, 2004. p. 247-259.

JULIO JR., H.F.; DEI TOS, C.; AGOSTINHO, A.A.; PAVANELLI, C.S. A massive invasion of fish species after eliminating a natural barrier in the upper rio Paraná basin. **Neotropical Ichthyology**, Maringá, v. 7, n. 4, p. 709-718, 2009. doi: [DOI.ORG/10.1590/S1679-62252009000400021](https://doi.org/10.1590/S1679-62252009000400021)

OTA, R.R., DEPRA, G. de C., GRAÇA, W.J., PAVANELLI, C.S. Peixes da planície de inundação do alto rio Paraná e áreas adjacentes: revised, annotated and updated. **Neotropical Ichthyology**, v. 16, n. 2, p.1-111, 2018. doi:[10.1590/1982-0224-20170094](https://doi.org/10.1590/1982-0224-20170094).

SUZUKI, H.I.; VAZOLLER, A.E.A. de M.; MARQUES, E.E.; LIZAMA, M. de los A.P.; INADA, P. Reproductive ecology of the fish assemblages. In: THOMZ, S.M.; AGOSTINHO, A.A.; HAHN, N.S. (Ed.). **The upper Paraná River and its floodplain: physical aspects, ecology and conservation**. Leiden: Backhuys Publishers, 2004. p. 271-291.

TONELLA, L.H.; FUGI, R.; VITORINO JR, O.B.; SUZUKI, H.I.; GOMES, L.C.; AGOSTINHO A.A. Importance of feeding strategies on the long-term success of fish invasions. *Hydrobiologia*, v. 817, n. 1, p. 239-252, 2018. doi: [doi.org/10.1007/s10750-017-3404-z](https://doi.org/10.1007/s10750-017-3404-z)

GRIER, H.J.; URIBE-ARANZÁBAL, M.C. The testis and spermatogenesis in Teleosts. In: JAMIESON, B.G.M. (Ed). **Reproductive biology and phylogeny of fishes (Agnathans and Bony Fishes): phylogeny, reproductive system viviparity, spermatozoa**. Enfield: Science Publisher, 2009. p.119-142.

GRIER, H.J.; URIBE-ARANZÁBAL, M.C.; PATIÑO, R. The ovary, folliculogenesis, and oogenesis in teleosts. In: JAMIESON, B.G.M. (Ed.). **Reproductive biology and phylogeny of fishes (Agnathans and Bony Fishes): phylogeny, reproductive system viviparity, spermatozoa**. Enfield: Science Publisher, 2009. p.25-84.

LIMA JR, D.P.; MAGALHÃES, A.L.B.; PELICICE, F.M.; VITULE, J.R.S.; AZEVEDO-SANTOS, V.M.; ORSI, M.L.; SIMBERLOFF, D.; AGOSTINHO, A.A. Aquaculture expansion in Brazilian freshwaters against the Aichi Biodiversity Targets. **Ambio**, v. 47, p. 427-440, 2018. doi: [doi.org/10.1007/s13280-017-1001-z](https://doi.org/10.1007/s13280-017-1001-z)

MAZZONI, T.S., BOMBARDELLI, R.A., QUAGIO-GRASSIOTTO, I. Reproductive biology of neotropical fishes: a guide to identification to the gonadal morphology during the reproductive cycle of catfish *Rhamdia quelen* (Siluriformes: Heptapteridae). **Aquatic Science and Technology**, v.8, n.2, p.15-34, 2020. doi: [10.5296/ast.v8i2.17102](https://doi.org/10.5296/ast.v8i2.17102)

QUAGIO-GRASSIOTTO, I.; GRIER, H.; MAZZONI, T.S.; NOBREGA, R.H.; AMORIM, J.P. de A. Activity of the ovarian germinal epithelium in the freshwater catfish, *Pimelodus maculatus* (Teleostei: Ostariophysi: Siluriformes): germline cysts, follicle formation and oocyte development. **Journal of Morphology**, v. 272, p.1290-1306, 2011. doi: [doi.org/10.1002/jmor.10981](https://doi.org/10.1002/jmor.10981)

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

QUINTERO-HUNTER, I.; GRIER, H.; MUSCATO, M. Enhancement of histological detail using metanil yellow as counterstain in periodic acid Schiff's hematoxylin staining of glycol methacrylate tissue sections. **Biotechnic & Histochemistry**, v.66, n.4, p.169-172, 1991. doi: [doi.org/10.3109/10520299109109964](https://doi.org/10.3109/10520299109109964)

RIBEIRO, V.R.; GUBIANI, E.A.; CUNICO, A.M. Occurrence of non-native fish species in a neotropical river under the influence of aquaculture activities. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 44, n.1, p. 80-90, 2018. doi: 10.20950/1678-2305.2018.288.

SIMBERLOFF, D. Biological invasions: how are They affecting us, and what can we do about them? **Western North American Naturalist**, v. 61, n. 3, p. 308-315, 2001.

VAZZOLER, A.E.A. de M. *Biologia e reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática*. Maringá: EDUEM/SBI/CNPq/NUPELIA, 1996. 169 p., il.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Ambiente Marinho 10, 3, 19, 24

Aprendizagem Significativa 12, 185, 188, 189, 190, 191, 192, 193, 195, 197, 198, 209

Arborização 12, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170

### B

Biodegradáveis 171, 174, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 184

Biodiversidade 9, 10, 19, 20, 21, 24, 28, 43, 46, 48, 56, 85, 106, 112, 117, 120, 122, 123, 133, 134, 137, 138, 158, 165, 169, 176, 208, 210

Biologia Reprodutiva 74

Biomassa 17, 86, 181

Biomonitoramento 10, 45, 47, 52

### C

Canudos 12, 171, 175, 176, 177, 183

### D

Degradação ambiental 159

Diversidade 9, 5, 43, 84, 85, 86, 88, 89, 90, 116, 123, 132, 134, 145, 146, 161, 167, 169, 170, 200, 202, 205, 206

### E

Ecologia de moluscos 11, 105, 120, 132

Ecossistemas Aquáticos 46, 47, 56

Educação Ambiental 13, 116, 161, 167, 169, 200, 201, 208, 210

Embarcações de madeira 19, 21, 27, 28

Ensino por investigação 196, 201, 207

Espécies Exóticas 12, 121, 159, 161, 163, 167, 168

Estação reprodutiva 11, 72, 74, 75, 76, 77, 78, 79

Estresse de salinidade 31

Estuário 1, 2, 4, 5, 6, 8, 9, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 43

### F

Fases reprodutivas 55, 57, 59, 62, 65, 66, 67, 68

Fauna silvestre 102, 105, 106, 116, 119

Fração arenosa 10, 1, 3, 5, 6, 7, 9, 14, 16

Fungos Filamentosos 11, 84, 85, 86

## **G**

Gametogênese 10, 55, 57, 70

Germinação de propágulos 31, 43

## **I**

Impactos ambientais 5, 16, 47, 160, 161, 168, 175

Insetos 55, 57, 111, 166, 202, 203, 205, 206

Interações Ecológicas 159, 161, 166, 168

Inventários 120, 121, 123, 132

## **M**

Mangue Branco 30, 31

Mapas Conceituais 185, 194, 196, 199

Mata Atlântica 107, 111, 120, 121, 123, 126, 132, 134

Medicina Popular 135, 138

Meio Ambiente 9, 23, 160, 161, 162, 165, 170, 171, 173, 177, 181, 202, 203, 205, 207, 208

Microrganismos 84, 85, 91

Mitospóricos 84, 85, 86, 89, 90, 91

Modelos Didáticos 13, 200, 202, 204, 206

Mortalidade de estradas 105

## **P**

Peixes de água doce 47, 55

Peixes invasores 55

Plano de arborização 159

Plantas 31, 106, 123, 136, 137, 141, 143, 145, 146, 148, 149, 150, 155, 158, 161, 166, 167, 177

Plástico 19, 28, 98, 129, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 181

Propriedades 136, 142, 143, 144, 145, 161, 164, 178, 179, 180, 181, 182

## **R**

RAPELD 11, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 132, 133, 134

Reprodução de peixes 55, 71

Restauração ecológica 31, 44

## **S**

Saúde Ambiental 10, 19

Sazonalidade 1, 67, 72, 78, 109

Sedimentos 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 54

Sequência Didática 185, 192, 195, 200, 202, 205, 207

Solo 5, 53, 84, 85, 86, 87, 89, 90, 91, 92, 96, 97, 99, 120, 122, 126, 128, 130, 131, 142, 152, 162, 179, 207

Sustentabilidade 9, 20, 28, 43, 169, 181, 210

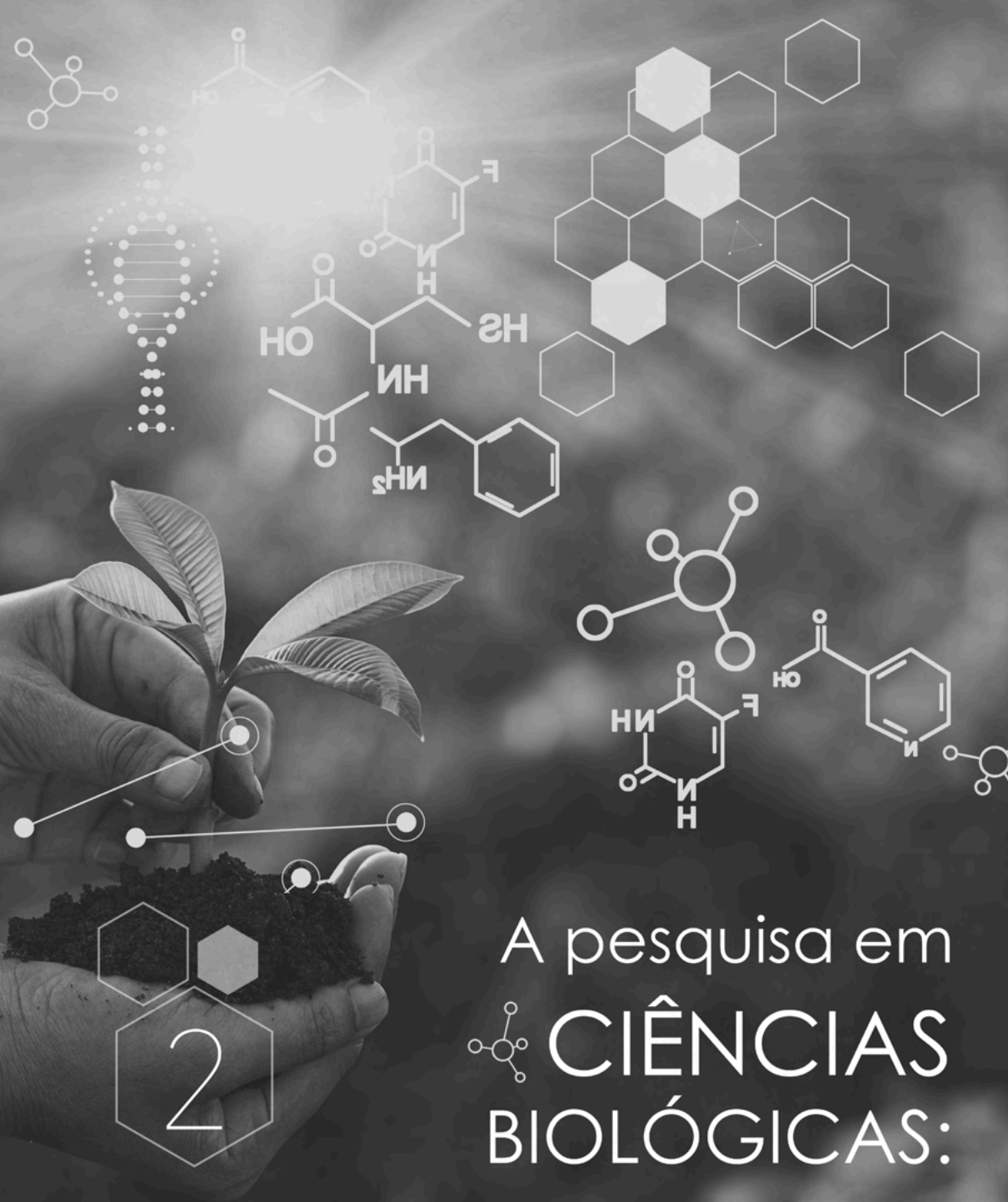
## **T**

Teleósteos 64, 67, 71, 73, 78

## **Z**

Zigomicetes 84, 85, 90, 91





# A pesquisa em CIÊNCIAS BIOLÓGICAS:

Desafios atuais e perspectivas futuras

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br) 

[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br) 

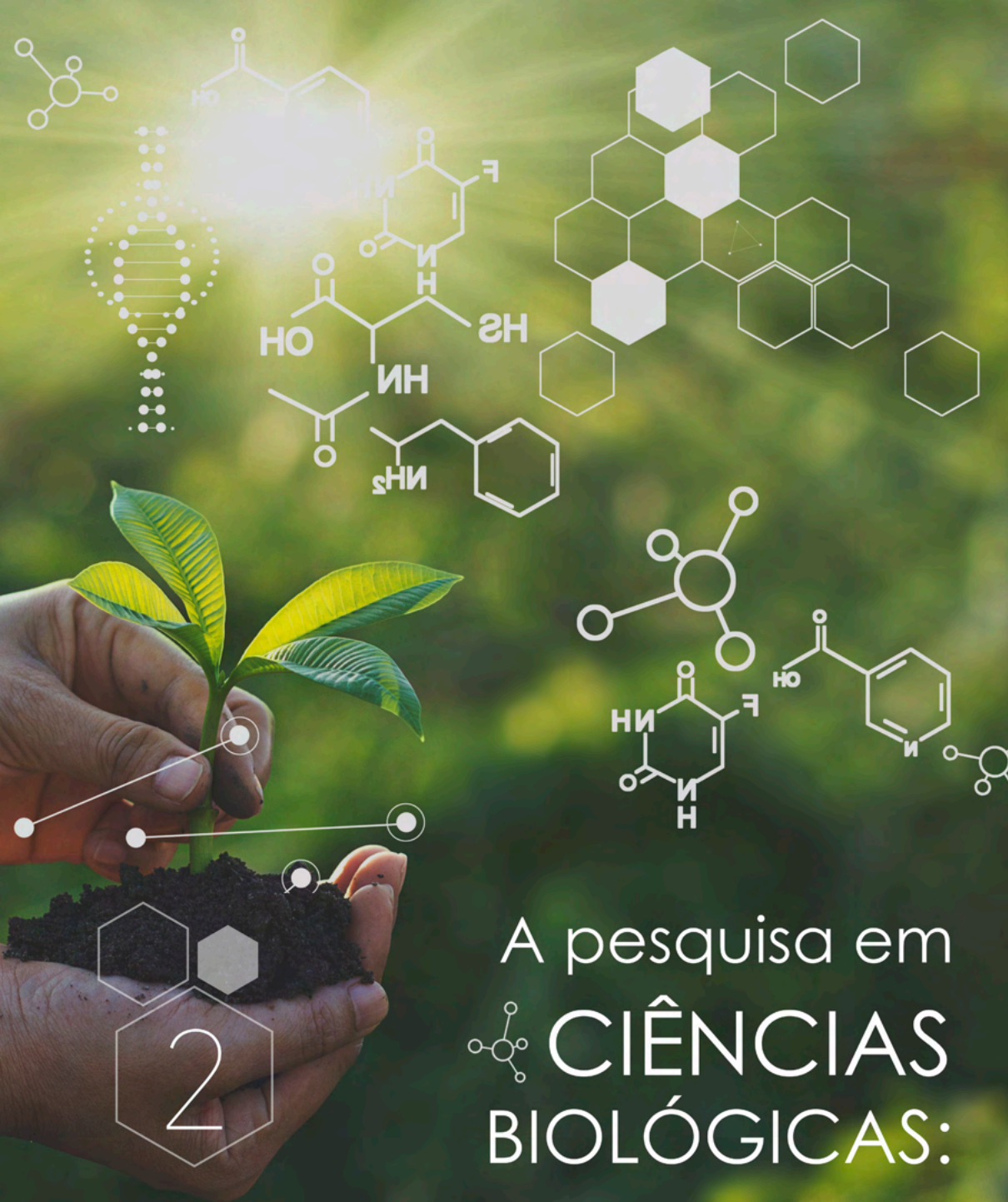
[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

[www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br) 

**Atena**  
Editora

Ano 2021

2




# A pesquisa em CIÊNCIAS BIOLÓGICAS:

Desafios atuais e perspectivas futuras

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br) 

[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br) 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

[www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br) 

**Atena**  
Editora

Ano 2021