



Aquicultura na Amazônia:

Estudos Técnico-Científicos e
Difusão de Tecnologias

Bruno Olivetti de Mattos
Jackson Pantoja-Lima
Adriano Teixeira de Oliveira
Paulo Henrique Rocha Aride
(Organizadores)

 **Atena**
Editora

Ano 2021



Aquicultura na Amazônia:

Estudos Técnico-Científicos e
Difusão de Tecnologias

Bruno Olivetti de Mattos
Jackson Pantoja-Lima
Adriano Teixeira de Oliveira
Paulo Henrique Rocha Aride
(Organizadores)

 **Atena**
Editora

Ano 2021

Editora Chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes Editoriais

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto Gráfico e Diagramação

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremonesi

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Imagens da Capa

Shutterstock

Edição de Arte

Luiza Alves Batista

Revisão

Os Autores

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.



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 Humanas e Sociais Aplicadas

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná

Prof. Dr. Américo Junior Nunes da Silva – Universidade do Estado da Bahia

Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Crisóstomo Lima do Nascimento – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Profª Drª Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Instituto Internazionele delle Figlie di Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Profª Drª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido

Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

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 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

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 Federaci 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 Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto

Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás

Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná

Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás

Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Linguística, Letras e Artes

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro
Profª Drª Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobbon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

Conselho Técnico Científico

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí
Prof. Dr. Alex Luis dos Santos – Universidade Federal de Minas Gerais
Prof. Me. Alessandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional
Profª Ma. Aline Ferreira Antunes – Universidade Federal de Goiás
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia
Profª Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá
Profª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
Prof. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco
Profª Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar

Profª Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Me. Christopher Smith Bignardi Neves – Universidade Federal do Paraná
Prof. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Profª Drª Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas
Prof. Me. Clécio Danilo Dias da Silva – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Profª Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília
Profª Ma. Daniela Remião de Macedo – Universidade de Lisboa
Profª Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás
Prof. Me. Edevaldo de Castro Monteiro – Embrapa Agrobiologia
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases
Prof. Me. Eduardo Henrique Ferreira – Faculdade Pitágoras de Londrina
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Prof. Me. Ernane Rosa Martins – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí
Prof. Dr. Everaldo dos Santos Mendes – Instituto Edith Theresa Hedwing Stein
Prof. Me. Ezequiel Martins Ferreira – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Me. Fabiano Eloy Atílio Batista – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Prof. Me. Francisco Odécio Sales – Instituto Federal do Ceará
Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
Prof. Me. Givanildo de Oliveira Santos – Secretaria da Educação de Goiás
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro
Profª Ma. Isabelle Cerqueira Sousa – Universidade de Fortaleza
Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Me. Javier Antonio Alborno – University of Miami and Miami Dade College
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará
Prof. Dr. José Carlos da Silva Mendes – Instituto de Psicologia Cognitiva, Desenvolvimento Humano e Social
Prof. Me. Jose Elyton Batista dos Santos – Universidade Federal de Sergipe
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco
Profª Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFGA
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia
Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis

Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR
Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Ma. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Profª Drª Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
Profª Ma. Luana Ferreira dos Santos – Universidade Estadual de Santa Cruz
Profª Ma. Luana Vieira Toledo – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Ma. Luma Sarai de Oliveira – Universidade Estadual de Campinas
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos
Prof. Me. Marcelo da Fonseca Ferreira da Silva – Governo do Estado do Espírito Santo
Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior
Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo
Profª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará
Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Prof. Me. Pedro Panhoca da Silva – Universidade Presbiteriana Mackenzie
Profª Drª Poliana Arruda Fajardo – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Renato Faria da Gama – Instituto Gama – Medicina Personalizada e Integrativa
Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Me. Robson Lucas Soares da Silva – Universidade Federal da Paraíba
Prof. Me. Sebastião André Barbosa Junior – Universidade Federal Rural de Pernambuco
Profª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão
Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
Profª Ma. Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana
Profª Ma. Thatianny Jasmine Castro Martins de Carvalho – Universidade Federal do Piauí
Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Aquicultura na Amazônia: estudos técnico-científicos e difusão de tecnologias

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Bibliotecária: Janaina Ramos
Diagramação: Natália Sandrini de Azevedo
Correção: Giovanna Sandrini de Azevedo
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizadores: Bruno Olivetti de Mattos
Jackson Pantoja-Lima
Adriano Teixeira de Oliveira
Paulo Henrique Rocha Aride

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

A656 Aquicultura na Amazônia: estudos técnico-científicos e difusão de tecnologias / Organizadores Bruno Olivetti de Mattos, Jackson Pantoja-Lima, Adriano Teixeira de Oliveira, et al. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Outro organizador
Paulo Henrique Rocha Aride

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia
ISBN 978-65-5706-904-2
DOI 10.22533/at.ed.042211503

1. Aquicultura. 2. Região Amazônica. 3. Tecnologia. 4. Sustentabilidade ambiental. I. Mattos, Bruno Olivetti de (Organizador). II. Pantoja-Lima, Jackson (Organizador). III. Oliveira, Adriano Teixeira de (Organizador). IV. Título.

CDD 639.309811

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

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.

PREFÁCIO

O presente trabalho teve como desafio trazernos uma síntese e ao mesmo tempo procurar abranger uma ampla e importante gama de assuntos voltados ao desenvolvimento da aquicultura na região Amazônica, assim o mesmo nos apresenta, mais uma vez, o quanto esse assunto é importante como atividade ao desenvolvimento da produção animal na região Amazônica, na qual a diversidade de espécies e possibilidades de manejos, já é um grande desafio por si só. Sendo esse desafio em termos de oportunidades pelo lado da natureza investigatória daqueles que se dedicam a pesquisa, daqueles que buscam mais oportunidades de educação e entendimento do mundo que os cerca, como também oportunidades de fazer mais e melhor pelo desenvolvimento e bem estar dos seus pares através da produção de mais alimentos e melhor oportunidades nutricionais que podem ser oferecidas através desse conhecimento.

Conhecimento esse essencial e tão desejado nesses tempos em que a busca por uma produção de alimentos é crítica e necessária para ser avaliada e trazer tecnologias novas e mais eficientes que possibilitem, não só o aumento dessa produção, mais também um aumento de sua sustentabilidade ambiental, social e econômica. Sendo esse o papel fundamental de qualquer sociedade e por consequencia da sua estrutura de estado e organização social, que deve prover o correto direcionamento e meios financeiros necessários para atingir esses objetivos.

Por conseguinte nessa publicação observamos mais um degrau em direção a um objetivo maior, não só na divulgação do conhecimento acumulado até o momento, mas também possui em seu significado por ser mais uma etapa cumprida daqueles que se dedicam a produzir ciência e conhecimento, em uma região na qual, ainda busca mostrar o quanto ainda é necessário a continuidade de investimento em recursos humanos e financeiros ao seu pleno desenvolvimento.

Essa obra assim possui uma abrangência de tópicos e atualidades do manejo em aquicultura, não só para algumas das mais importantes espécies de peixes amazônicos, mas como também de toda uma gama de outros animais aquáticos com potencial de criação, seja voltada ao abate ou fins ornamentais.

Portanto assim é com imenso prazer que apresento essa nova publicação em formato de E-book com o tema de Aquicultura na Amazônia: Estudos Técnico-científicos e Difusão de Tecnologias.

Rodrigo Roubach

Senior Aquaculture Officer Food and Agriculture Organization of the United Nations
(FAO/UN)

A AQUICULTURA NA REGIÃO AMAZÔNICA

A aquicultura brasileira vem se desenvolvendo bastante num período recente. No ano de 2003 foi criada a Secretaria Especial de Aquicultura e Pesca – SEAP/PR, depois transformada em Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA), em 2009. Ainda em 2009 também foi criada a EMBRAPA Aquicultura e Pesca e publicada a Nova Lei da Pesca e Aquicultura de No 11.959.

Em 2003, o IBAMA era o órgão responsável por catalogar os dados oficiais da produção aquícola no Brasil e relatou uma produção de 278 mil toneladas de pescado cultivado naquele ano (IBAMA, 2004). Atualmente, o IBGE é quem publica a estatística oficial referente à aquicultura brasileira, tendo relatado uma produção de 574 mil toneladas no ano de 2015. Estes números nos dão a dimensão de um crescimento de 106% em 12 anos; ou seja, quase 9% ao ano.

A partir de 2015, com a extinção do MPA, este crescimento diminuiu sua intensidade. Em 2019, de acordo com o IBGE (2020), a produção aquícola brasileira foi de 599 mil toneladas, um crescimento de pouco mais de 4,3% quando comparado com 2005; ou seja, pouco mais de 1% ao ano.

Estes números refletem como a falta de governança e a ausência de uma estrutura organizacional voltada para o setor pesqueiro e aquícola afeta as políticas públicas e o desenvolvimento destas atividades no Brasil.

Porém, desde 2019, foi criada a Secretaria de Aquicultura e Pesca do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – SAP/MAPA, que mesmo não trazendo de volta o nosso MPA, já nos dá um alento em relação às políticas públicas direcionadas ao desenvolvimento da aquicultura em nosso país.

De acordo com o IBGE (2020), a Região Amazônica produziu 97.341 toneladas em 2019, o que a coloca como a 2ª maior região produtora de peixe cultivado do país. A tabela 1 apresenta os dados de produção de peixe cultivado dos estados da Região Norte:

Estado	Produção em 2019 (toneladas)	Posição no Ranking Nacional
Rondônia	48.766	3º
Pará	14.084	13º
Roraima	11.056	15º
Tocantins	10.963	16º
Amazonas	7.982	18º
Acre	3.629	21º
Amapá	861	27º
TOTAL		-

Tabela 1: Produção de Peixe Cultivado por Estado da Região Norte

Fonte: IBGE (2020)

De posse destes dados, vemos que a aquicultura na Região Amazônica tem uma enorme importância, não somente para a região, mas também para todo o Brasil.

Porém, com exceção do estado de Rondônia, os demais estados da região ainda não aproveitam seu enorme potencial para desenvolver a piscicultura.

Para isto, é necessário que estes estados invistam em Planos Estaduais de Desenvolvimento da Aquicultura, que possibilitem a adoção de políticas públicas que possam promover o desenvolvimento desta atividade.

Portanto, é necessário divulgar e apoiar iniciativas que promovam o desenvolvimento da aquicultura na Região Amazônica. Este livro vem exatamente colaborar com esta missão. A participação de diversos autores e de renomadas instituições, com suas valiosas contribuições nos mais diversos temas, mostram a pujança econômica e acadêmica desta atividade na Região e tornaram possível esta publicação.

Este livro foi didaticamente dividido em seções e capítulos. A Seção A foi dividida em 4 capítulos e diz respeito aos sistemas de produção, citando diferentes tecnologias sustentáveis para a aquicultura na Amazônia. A Seção B, em seus 5 capítulos, faz um amplo relato sobre a Economia Aquícola e sua relação com as bases para o desenvolvimento técnico e econômico. Já a Seção C versa sobre Nutrição e Manejo Alimentar de Peixes Amazônicos e também possui 5 capítulos; enquanto a Seção D traz considerações sobre o importante tema da Reprodução e Preservação da Biodiversidade das Espécies de Importância Comercial, sendo dividida em 3 capítulos. Por fim, a Seção E, que trata sobre a Fisiologia e Sanidade Aquícola Aplicada à Piscicultura em seus 4 capítulos.

A aquicultura pode vir a ser o motor de um novo ciclo de desenvolvimento sustentável na Região Amazônica, além de ser uma das melhores ferramentas na luta contra a fome e a pobreza rural, na diminuição do desmatamento e na emissão de gases de efeito estufa. Desta forma, depois de 26 anos de experiência profissional e com trabalhos realizados em todos os estados brasileiros e em mais de 35 países, é com muita satisfação que escrevo o prefácio deste livro, que acredito poderá ser um belo instrumento de popularização do conhecimento técnico-científico e que poderá gerar uma enorme contribuição ao desenvolvimento territorial da Região Amazônica por meio da aquicultura.

Joao Felipe Nogueira Matias

Cientista Chefe da Aquicultura da FUNCAP/ CE

Professor do Curso de Piscicultura Comercial da EAJ/ UFRN

Diretor-Executivo da Empresa RAQUA/ Felipe Matias Consultores Associados
LTDA.

SUMÁRIO

SEÇÃO A - SISTEMAS DE PRODUÇÃO: TECNOLOGIAS SUSTENTÁVEIS PARA AQUICULTURA NA AMAZÔNIA

CAPÍTULO 1..... 1

O ESTADO DA PISCICULTURA NA AMAZÔNIA BRASILEIRA

Jackson Pantoja-Lima
Maria Juliete Souza Rocha
Liliane de Araújo Castro
Aldessandro da Costa Amaral
Celso Scherer Filho
Romulo Veiga Paixão
Julmar da Costa Feijó
Hilacy de Souza Araújo
Paulo Henrique Rocha Aride
Adriano Teixeira de Oliveira
Bruno Olivetti de Mattos

DOI 10.22533/at.ed.0422115031

CAPÍTULO 2..... 13

CRIAÇÃO COMERCIAL E COMUNITÁRIA DE QUELÔNIOS NO ESTADO DO AMAZONAS

Jânderson Rocha Garcez
Anndson Brelaz de Oliveira
Paulo César Machado Andrade
João Alfredo da Mota Duarte

DOI 10.22533/at.ed.0422115032

CAPÍTULO 3..... 31

AQUAPONIA NA AMAZÔNIA

Rondon Tatsuta Yamane Baptista de Souza
Sarah Ragonha de Oliveira
Danniel Rocha Bevilaqua

DOI 10.22533/at.ed.0422115033

CAPÍTULO 4..... 45

PRODUÇÃO DE OSTRAS NATIVAS NA AMAZÔNIA: SOLUÇÕES EM BUSCA DA SUSTENTABILIDADE

Thiago Dias Trombeta
Dioniso de Souza Sampaio

DOI 10.22533/at.ed.0422115034

SEÇÃO B - ECONOMIA AQUÍCOLA: BASES PARA O DESENVOLVIMENTO TÉCNICO E ECONÔMICO

CAPÍTULO 5.....59

AQUICULTURA NO ESTADO DO PARÁ: FATORES LIMITANTES E ESTRATÉGIAS PARA O DESENVOLVIMENTO

Marcos Ferreira Brabo
Renato Pinheiro Rodrigues
Marcos Antônio Souza dos Santos
Antônia do Socorro Pena da Gama
Antônio José Mota Bentes
David Gibbs McGrath

DOI 10.22533/at.ed.0422115035

CAPÍTULO 6.....73

A OSTREICULTURA ENQUANTO ALTERNATIVA DE RENDA PARA POPULAÇÕES TRADICIONAIS DO LITORAL AMAZÔNICO: O CASO DA AGROMAR

Rogério dos Santos Cruz Reis
Renato Pinheiro Rodrigues
Antonio Tarcio da Silva Costa
Jadson Miranda de Sousa
Denys Roberto Corrêa Castro
Carlos Jorge Reis Cruz
Daniel Abreu Vasconcelos Campelo
Galileu Crovatto Veras
Marcos Antônio Souza dos Santos
Marcos Ferreira Brabo

DOI 10.22533/at.ed.0422115036

CAPÍTULO 7.....86

ANÁLISE SOCIOECONÔMICA E LUCRATIVIDADE DA PISCICULTURA DO TAMBAQUI (*Colossoma macropomum*) NO ESTADO DO AMAZONAS, BRASIL

Carlos André Silva Lima
Márcia Regina Fragoso Machado Bussons
Adriano Teixeira de Oliveira
Paulo Henrique Rocha Aride
Fernanda Loureiro de Almeida O'Sullivan
Jackson Pantoja-lima

DOI 10.22533/at.ed.0422115037

CAPÍTULO 8.....103

ASPECTOS ECONÔMICO DA PISCICULTURA NA AMAZÔNIA BRASILEIRA

Jesaias Ismael da Costa

DOI 10.22533/at.ed.0422115038

CAPÍTULO 9..... 114

ABATE *IN SITU* E RENDIMENTO DE CARÇA DE JACARÉS AMAZÔNICOS

Guilherme Martinez Freire
Augusto Kluczkovski Junior
Adriana Kulaif Terra
Fabio Markendorf
Washington Carlos da Silva Mendonça
Ronis da Silveira

DOI 10.22533/at.ed.0422115039

SEÇÃO C - NUTRIÇÃO E MANEJO ALIMENTAR DE PEIXES AMAZÔNICOS

CAPÍTULO 10..... 126

UTILIZAÇÃO DE ALIMENTADORES DE AUTO-DEMANDA: UMA REVISÃO E POTENCIAL USO PARA PEIXES AMAZÔNICOS

Bruno Olivetti de Mattos
William Alemão Saboia
Eduardo César Teixeira Nascimento Filho
Aline dos Anjos Santos
Kayck Amaral Barreto
Guilherme Wolff Bueno
Rodrigo Fortes-Silva

DOI 10.22533/at.ed.04221150310

CAPÍTULO 11 146

EXIGÊNCIA DE AMINOÁCIDOS NAS DIETAS: UMA NECESSIDADE PARA PEIXES AMAZÔNICOS

Ariany Rabello da Silva Liebl
Márcia Regina Fragoso Machado Bussons
Elson Antônio Sadalla Pinto
Paulo Henrique Rocha Aride
Adriano Teixeira de Oliveira

DOI 10.22533/at.ed.04221150311

CAPÍTULO 12..... 159

MANEJO NUTRICIONAL NA LARVICULTURA E ALEVINAGEM DE PEIXES ORNAMENTAIS AMAZÔNICOS

Daniel Abreu Vasconcelos Campelo
Lorena Batista de Moura
Leonnán Carlos Carvalho de Oliveira
Pamella Talita da Silva Melo
Bruno José Corecha Fernandes Eiras
Ana Lucia Salaro
Jener Alexandre Sampaio Zuanon
Marcos Ferreira Brabo
Galileu Crovatto Veras

DOI 10.22533/at.ed.04221150312

CAPÍTULO 13..... 177

NUTRIÇÃO E MANEJO ALIMENTAR DE PEIXES AMAZÔNICOS

Elson Antônio Sadalla Pinto
Ariany Rabello da Silva Liebl
Marcelo Santos do Nascimento
Nathália Siqueira Flor
Paulo Henrique Rocha Aride
Adriano Teixeira de Oliveira

DOI 10.22533/at.ed.04221150313

CAPÍTULO 14..... 198

TECNOLOGIAS NUTRICIONAIS NA FASE INICIAL DE CRIAÇÃO DO PIRARUCU, *Arapaima gigas*.

Flávio Augusto Leão da Fonseca
Jeffson Nobre Pereira

DOI 10.22533/at.ed.04221150314

SEÇÃO D - REPRODUÇÃO E PRESERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE DAS ESPÉCIES DE IMPORTÂNCIA COMERCIAL

CAPÍTULO 15..... 222

TECNOLOGIAS APLICADAS À REPRODUÇÃO DE PEIXES AMAZÔNICOS

Eduardo Antônio Sanches
Diógenes Henrique de Siqueira-Silva
Gabriela Brambila de Souza
Ana Carina Nogueira Vasconcelos
Jayme Aparecido Povh
Danilo Pedro Streit Jr.

DOI 10.22533/at.ed.04221150315

CAPÍTULO 16..... 240

GRANDES PEIXES DA AMAZÔNIA: UM ESTUDO SOBRE A REPRODUÇÃO DAS ESPÉCIES DE GRANDE PORTE COM POTENCIAL PARA AQUICULTURA

Lucas Simon Torati
Júlia Trugilio Lopes
Jhon Edison Jimenez-Rojas
Luciana Nakaghi Ganeco-Kirschnik

DOI 10.22533/at.ed.04221150316

CAPÍTULO 17..... 258

PRÁTICAS REPRODUTIVAS DE ESPÉCIES AMAZÔNICAS EM CATIVEIRO: TAMBAQUI E MATRINXÃ

Alzira Miranda de Oliveira
Alexandre Honczaryk
Aline Telles Lima
Alana Cristina Vinhote da Silva

Carlos Henrique dos Anjos dos Santos
Rafael Yutaka Kuradomi
Vivianne da Silva Fonseca

DOI 10.22533/at.ed.04221150317

SEÇÃO E - FISIOLÓGIA E SANIDADE AQUÍCOLA APLICADA NA PISCICULTURA

CAPÍTULO 18.....269

FISIOLÓGIA SANGUÍNEA DO PACU *Mylossoma duriventre* E DA PESCADA *Plagioscion squamosissimus*.

Adriano Teixeira de Oliveira
Elson Antônio Sadalla Pinto
Ariany Rabello da Silva Liebl
Jackson Pantoja-Lima
Antônia Jaqueline Vitor de Paiva
Paulo Henrique Rocha Aride

DOI 10.22533/at.ed.04221150318

CAPÍTULO 19.....277

IMUNOLOGIA DOS PEIXES AMAZÔNICOS: O QUANTO CONHECEMOS?

Damy Caroline de Melo Souza
Rafael Luckwu de Sousa
Edsandra Campos Chagas
Maria Cristina dos Santos

DOI 10.22533/at.ed.04221150319

CAPÍTULO 20.....294

ANESTESIA E SEDAÇÃO EM PEIXES: AVALIAÇÃO, PRODUTOS UTILIZADOS E IMPLICAÇÕES ÉTICAS

Luis André Luz Barbas
Moisés Hamoy

DOI 10.22533/at.ed.04221150320

CAPÍTULO 21.....311

PARASITISMO E SEUS EFEITOS SANGUÍNEOS E HISTOPATOLÓGICOS EM PEIXES

Marcos Tavares-Dias
Edsandra Campos Chagas
Patricia Oliveira Maciel

DOI 10.22533/at.ed.04221150321

SOBRE OS ORGANIZADORES354

REPRODUÇÃO E PRESERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE DAS ESPÉCIES DE IMPORTÂNCIA COMERCIAL



SEÇÃO D

GRANDES PEIXES DA AMAZÔNIA: UM ESTUDO SOBRE A REPRODUÇÃO DAS ESPÉCIES DE GRANDE PORTE COM POTENCIAL PARA AQUICULTURA

Data de aceite: 01/02/2021

Data de Submissão: 27/11/2020

Lucas Simon Torati

EMBRAPA Pesca e Aquicultura
Palmas – Tocantins
<http://lattes.cnpq.br/6426545688868390>

Júlia Trugilio Lopes

EMBRAPA Pesca e Aquicultura
Palmas – Tocantins
<http://lattes.cnpq.br/5623157036155829>

Jhon Edison Jimenez-Rojas

EMBRAPA Pesca e Aquicultura
Palmas – Tocantins
Link para o Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/2126115042550305>

Luciana Nakaghi Ganeco-Kirschnik

EMBRAPA Pesca e Aquicultura
Palmas – Tocantins
<http://lattes.cnpq.br/3926695033101406>

RESUMO: O bioma Amazônico possui peixes de grande porte com potencial para piscicultura, como: pirarucu *Arapaima gigas*, piraíba *Brachyplatystoma filamentosum*, jaú *Zungaro zungaro* e pirarara *Phractocephalus hemiliopterus*. Entretanto, a falta de conhecimento sobre a biologia reprodutiva limita o desenvolvimento e aplicação de tecnologias para a produção de formas jovens. O estado da arte sobre os principais tópicos em reprodução para essas quatro espécies foi pesquisado. O pirarucu apresenta a maior disponibilidade de informações,

embora ainda existam lacunas temáticas e tecnológicas. Para as demais espécies, existem relatos sobre hábitos migratórios associados à reprodução. Estudos mostraram que seus períodos reprodutivos estão associados aos ritmos de cheias dos rios, sendo o pirarucu a única espécie com informações sobre o período reprodutivo em cativeiro. As quatro espécies apresentam dados sobre primeira maturação gonadal na natureza, mas dados sobre desenvolvimento gonadal e comportamento reprodutivo são incompletos para a piraíba, a pirarara e jaú, se comparados ao pirarucu. Existem estudos sobre diversidade genética e estrutura populacional para populações de pirarucu das diversas bacias onde a espécie ocorre, dados limitados para a piraíba e uma lacuna de informações para as demais espécies. Todas têm seus cariótipos ($2n=56$) caracterizados, sem dimorfismos sexuais evidentes. Existem marcadores moleculares identificados para pirarucu, pirarara e jaú, entretanto apenas o genoma do pirarucu está sequenciado. Informações sobre métodos de obtenção de formas jovens em cativeiro são escassas para todas as espécies. Para o pirarucu existem ferramentas para identificação sexual e avaliação da maturação gonadal de fêmeas, além de protocolos de reprodução a serem otimizados. Não existem protocolos ou estudos sobre a conservação de gametas e embriões para nenhuma das espécies revisadas. Este estudo oferece um panorama sobre o conhecimento existente na biologia reprodutiva destas espécies e sobre o nível tecnológico disponível para sua propagação em cativeiro, facilitando o direcionamento de novas rotas de pesquisa.

PALAVRAS-CHAVE: Jaú, piraíba, pirarara, pirarucu.

BIG AMAZON FISH: A STUDY ON THE REPRODUCTION OF THE LARGE SPECIES WITH POTENTIAL TO AQUACULTURE

ABSTRACT: The Amazon biome has large-sized fishes with potential for pisciculture, such as: pirarucu *Arapaima gigas*, piraíba *Brachyplatystoma filamentosum*, jaú *Zungaro zungaro* and pirarara *Phractocephalus hemiliopterus*. However, lack of knowledge on their reproductive biology limits the development and application of technologies for seed production. The state of the art on the main breeding topics for these species have been researched. Pirarucu has a higher availability of literature, although thematic and technological gaps remain. For the other species, there are reports on migratory habits associated with reproduction. Studies have shown that their reproductive periods are associated with the rhythms of river floods, with the pirarucu being the only species having this information for captive populations. There is information on the first gonadal maturation in nature for the four species, but data on gonadal development and reproductive behaviour is incomplete for piraíba, pirarara and jaú, if compared to pirarucu. There are studies on genetic diversity and population structure for pirarucu populations in the different basins where it occurs, limited data for the piraíba and a gap of information for the other species. All of them have their karyotypes ($2n = 56$) characterized, without evident sexual dimorphisms. There are molecular markers identified for pirarucu, pirarara and jaú, however only the pirarucu genome has been sequenced. Information on methods for obtaining young forms in captivity is scarce for all species. For pirarucu there are tools for sexual identification and evaluation of gonadal maturity in females, and its reproduction protocols needs optimization. There are no protocols or studies on the conservation of gametes and embryos for any of the reviewed species. This study provides an overview of the existing knowledge in the reproductive biology of these species and the technological level available for their propagation in captivity, facilitating the direction of new research routes.

KEYWORDS: Jaú, piraíba, pirarara, pirarucu.

1 | INTRODUÇÃO

A diversidade de peixes Amazônicos fascina acadêmicos e entusiastas da ictiologia no mundo todo e neste contexto os peixes que atingem um tamanho considerável ocupam uma posição destacada. Estes peixes, também despertam o interesse da aquicultura, devido a características de interesse zootécnico e apreço pela sua carne em mercados locais e grandes centros consumidores. Na Amazônia, existem quatro espécies de grande porte que merecem atenção como potenciais novas espécies para a piscicultura dos países que compartilham a bacia do rio Amazonas.

A primeira espécie é o emblemático pirarucu *Arapaima gigas* (Schinz, 1822), peixe pulmonado da família Osteoglossidea que pode alcançar 2,5 m de Comprimento Total (CT) e atingir 250 kg (NELSON; GRANDE; WILSON, 2016). O pirarucu ocorre nas bacias do Amazonas, Tocantins-Araguaia e Essequibo (CASTELLO; STEWART, 2010). Juvenis de pirarucu podem atingir 7-11 kg em um ano, sendo bem adaptados a diferentes sistemas de produção (BOCANEGRA; TELLO; CHAVEZ; RODRIGUEZ *et al.*, 2004; OLIVEIRA; PINHEIRO; OLIVEIRA; SILVA JR. *et al.*, 2012). Entretanto, o controle da sua reprodução em cativeiro é ainda um problema. As outras três espécies de grande porte são os bagres da família Pimelodidea. Dentre estas, está o segundo maior peixe amazônico: a piraíba *Brachyplatystoma filamentosum* (Lichtenstein, 1819), que pode alcançar 2,8 m de

CT e atingir até 150 kg (AGUDELO; SALINAS; SÁNCHEZ; MUÑOZ-SOSA *et al.*, 2000; PETRERE JR.; BARTHEM; CÓRDOBA; GÓMEZ, 2004). A piraíba ocorre nas bacias do Amazonas, Tocantins-Araguaia e Orinoco (LUNDBERG; LITTMANN, 2003). Sua carne é apreciada pelo sabor único e ausência de espinhos intermusculares, características que a tornam excelente candidata à piscicultura (SANTOS; FERREIRA; ZUANON, 2009; VAN DAMME; CARVAJAL-VALLEJOS; CARPIO, 2011). Em seguida, a pirarara *Phractocephalus hemiliopterus* (Bloch & Schneider, 1801), peixe que pode alcançar 1,20 m de CT e atingir 80 kg (AGUDELO; SALINAS; SÁNCHEZ; MUÑOZ-SOSA *et al.*, 2000; VAN DAMME; CARVAJAL-VALLEJOS; CARPIO, 2011). A pirarara ocorre nas bacias dos rios Amazonas, Orinoco e Essequibo (AGUDELO; SALINAS; SÁNCHEZ; MUÑOZ-SOSA *et al.*, 2000; GALVIS; MOJICA; DUQUE; CASTELLANOS *et al.*, 2006; LUNDBERG; AGUILERA, 2003), sendo esta razoavelmente difundida em pisciculturas pelo Brasil, apesar de ter sua reprodução em cativeiro bastante limitada (CASIMIRO; GARCIA; VIDOTTO-MAGNONI; BRITTON *et al.*, 2018; SUPPLY, 2007). Por último, elencamos o jaú *Zungaro zungaro* (Humboldt, 1821), espécie que alcança 1,40 m de CT e atinge 150 kg, ocorre nas bacias dos rios Amazonas e Orinoco (LUNDBERG; LITTMANN, 2003; VAN DAMME; CARVAJAL-VALLEJOS; CARPIO, 2011), sendo também muito apreciado na pesca esportiva e na culinária.

Atualmente, a produção em escala destas quatro espécies é limitada (*e.g.* pirarucu) ou mesmo nula (*e.g.* piraíba, jaú e pirarara). Embora seus hábitos alimentícios piscívoros/onívoros sejam uma vantagem para a indústria de alimentos balanceados, superar o desafio de contar com uma dieta artificial específica para estas espécies será um fator a ser considerado. Ainda assim, o grande gargalo produtivo reside na falta de controle da produção de formas jovens em cativeiro. Neste sentido, o controle reprodutivo permitiria não somente contribuir para redução da pressão sobre os estoques naturais, problema reportado para maioria delas (CAVOLE; ARANTES; CASTELLO, 2015; PETRERE JR.; BARTHEM; CÓRDOBA; GÓMEZ, 2004), mas também viabilizaria o cultivo dessas espécies pela piscicultura. Em processos de domesticação, informações sobre genética e reprodução são cruciais para o desenvolvimento de tecnologias voltadas à produção das formas jovens. Nesse sentido, o objetivo deste capítulo é revisar a literatura científica sobre os principais tópicos em reprodução para esses quatro maiores peixes amazônicos.

2 | METODOLOGIA DE ESTUDO

Os tópicos considerados de maior relevância na reprodução dos peixes foram definidos, e perguntas objetivas foram estruturadas no intuito de avaliar o nível de conhecimento existente por tópico e por espécie (Tabela 1). Após uma busca extensiva por livros, comunicados técnicos, mas preferencialmente por artigos indexados e revisados por pares (*peer reviewed*), publicados a qualquer data, as perguntas foram então acessadas. Para cada pergunta atribuiu-se a seguinte pontuação: 0 - ausência completa de informações, 1 - dados incompletos ou protocolos que precisam de otimização e 2 - dados completos ou existência de protocolos estabelecidos. Neste último caso (2), considerou-se a existência de informações para ambos os sexos, para populações naturais e de cativeiro, e/ou para todas as bacias hidrográficas onde a espécie ocorre. Os resultados compilados

são apresentados na forma de um gráfico radar, que permite uma visão comparativa do estado da arte sobre o conhecimento da genética, reprodução e necessidades de pesquisa e desenvolvimento tecnológico para reprodução dessas espécies.

HISTÓRIA NATURAL E BIOLOGIA REPRODUTIVA	
1. Reprodução em ambiente natural	Existem dados sobre comportamento migratório na espécie?
	Existem informações sobre idade e/ou tamanho da primeira maturação sexual ?
	Existem dados sobre período reprodutivo ?
2. Desenvolvimento gonadal	Existe(m) estudo(s) sobre a gametogênese ?
	Existe(m) estudo(s) sobre a ciclo gonadal ?
	Existem dados sobre a fecundidade ?
3. Comportamento reprodutivo	Existem informações sobre o comportamento reprodutivo (cópula, substrato, ninhos, comportamento etc.) na espécie?
	Sabe-se qual é o tipo de desova (total, parcial etc.) e fertilização na espécie?
GENÉTICA	
4. Diversidade e estrutura genética	Existem dados sobre a diversidade genética e a estrutura genética da espécie considerando diferentes populações e bacias hidrográficas?
	Existem informações sobre casos de hibridação (proposital ou acidental) e/ou trabalhos com edição gênica (CRISPR) na espécie?
5. Citogenética e genômica	Existem dados sobre número e tipos de cromossomos (cariótipo) na espécie?
	Existe um genoma de referência ou dados de sequenciamento genômico para a espécie?
	Existe um genoma funcional para a espécie?
CONTROLE REPRODUTIVO EM CATIVEIRO	
6. Identificação e maturidade sexual	Existem ferramentas (moleculares, dimorfismos etc.) que permitem a identificação sexual dos juvenis e reprodutores?
	Existem dados sobre a maturação sexual de machos e fêmeas em cativeiro?
	Existe(m) ferramenta(s) (ex. ultrassom, canulação, morfologia) para seleção de reprodutores maduros machos e fêmeas em cativeiro?
7. Obtenção de formas jovens	Existe(m) protocolo(s) para obtenção de desova e/ou espermição em cativeiro?
	Existe(m) protocolo(s) ou registro de fertilização artificial/assistida ?
	Existe(m) protocolo(s) ou registro de larvicultura ?
CONSERVAÇÃO DE GAMETAS	
8. Conservação de gametas e embriões	Existem dados sobre a características espermáticas da espécie?
	Existe(m) protocolo(s)/registro(s) sobre a conservação de sêmen ?
	Existe(m) protocolo(s)/registro(s) de conservação de ovócitos ?
	Existe(m) protocolo(s)/registro(s) de conservação de embriões ?

Tabela 1. Perguntas utilizadas para mensurar o conhecimento existente sobre a biologia geral, genética e reprodução de *Arapaima gigas*, *Brachyplatystoma filamentosum*, *Phractocephalus hemiliopterus* e *Zungaro zungaro*. Para cada pergunta atribuiu-se os seguintes pontos: 0 - ausência completa de informações na literatura, 1 - dados incompletos ou protocolos que

precisam de otimização e 2 - dados completos ou existência de protocolos estabelecidos. Neste último caso, considerou-se a existência de informações para ambos os sexos, para populações naturais e de cativeiro, e para todas as bacias hidrográficas onde a espécie ocorre. Com base na literatura existente, os resultados da avaliação dessas perguntas estão descritos comparativamente na Figura 1.

3 I DISCUSSÃO

O resultado da avaliação das perguntas da Tabela 1 são apresentados na Figura 1, elaborado em formato de gráfico radar, mostrando o nível de conhecimento existente sobre a biologia reprodutiva, genética, e tecnologias de reprodução disponíveis para A) *A. gigas*, B) *B. filamentosum*, C) *P. hemiliopterus* e D) *Z. zungaro*. Em seguida, cada tópico abordado é apresentado e discutido.

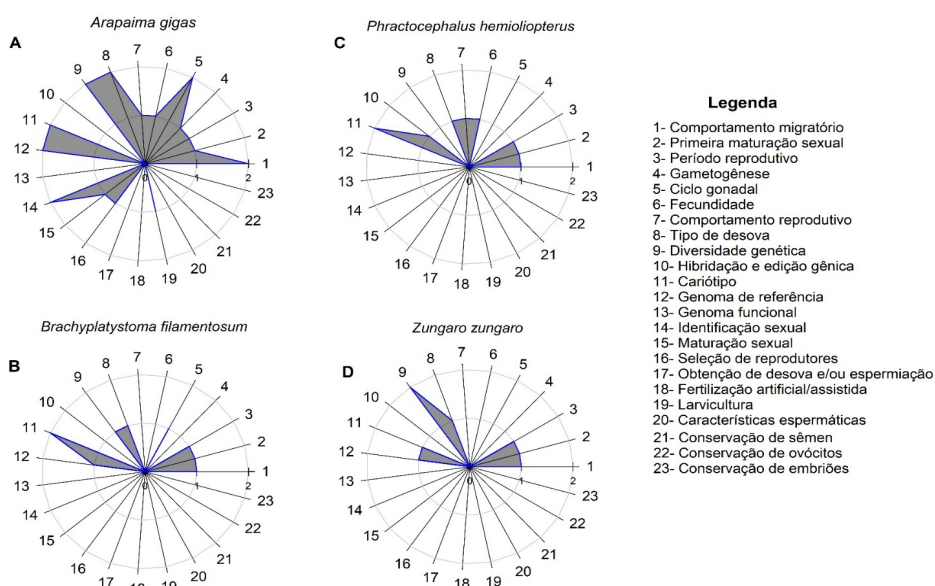


Figura 1. Gráfico radar mostrando o nível de conhecimento existente sobre a biologia geral e reprodutiva de A) *Arapaima gigas*, B) *Brachyplatystoma filamentosum*, C) *Phractocephalus hemiliopterus* e D) *Zungaro zungaro*. Perguntas utilizadas na obtenção dos dados na Tabela 1.

3.1 Reprodução em ambiente natural

O conhecimento sobre as características reprodutivas de uma espécie em ambiente natural são fundamentais para viabilizar tecnologias visando a domesticação (JAKOBSEN; FOGARTY; MEGREY; MOKSNESS, 2016). Nesse sentido, alguns trabalhos reportaram o **comportamento migratório** das quatro espécies revisadas. *Arapaima gigas* é uma espécie considerada sedentária, havendo uma migração lateral típica no início da época chuvosa, quando os adultos migram através dos canais laterais da várzea para áreas inundadas, local onde ocorrem as reproduções ainda na cheia (ARARIPE; RÊGO; QUEIROZ; SAMPAIO et al., 2013; CASTELLO, 2008a; GURDAK; STEWART; CASTELLO; ARANTES, 2019).

Recentemente, um estudo utilizando telemetria ofereceu novos dados sobre territorialismo da espécie em ambiente lacustre no Perú (NÚÑEZ; DUPONCHELLE; COTRINA-DORIA; RENNO et al., 2015). Já em relação aos pimelodídeos *B. filamentosum* e *P. hemiliopterus* e *Z. zungaro*, são reportadas migrações de 100 a 1.500 quilômetros (LIMA; MAKRAKIS; SILVA; AZEVEDO et al., 2013; PETRERE JR.; BARTHEM; CÓRDOBA; GÓMEZ, 2004; VAN DAMME; CARVAJAL-VALLEJOS; CARPIO, 2011). Reporta-se que a migração de *B. filamentosum* está intimamente ligada aos pulsos de inundação do bioma Amazônico (AGUDELO; SALINAS; SÁNCHEZ; MUÑOZ-SOSA et al., 2000). Para populações de *P. hemiliopterus*, um recente estudo usando telemetria mostrou que o pico migratório no rio Xingu ocorre logo no final da estação seca e durante a cheia (Novembro-Fevereiro) (HAHN; MARTINS; NUNES; DA CÂMARA et al., 2019). Também existem registros de que a migração de *P. hemiliopterus* ocorra através das zonas mais profundas e laterais dos rios (VAN DAMME; CARVAJAL-VALLEJOS; CARPIO, 2011). Tanto para *B. filamentosum* quanto *Z. zungaro*, as cabeceiras dos rios são descritas como o local de reprodução, sendo os ovos e larvas carregados pela correnteza até que as formas jovens cheguem aos estuários, considerados o berçário dessas espécies (BARTHEM; RIBEIRO; PETRERE JR., 1991; OVIEDO; VILLA-NAVARRO; LASSO; CASTRO et al., 2013). Além disso, relata-se que o comportamento migratório de *B. filamentosum* pode estar também relacionado ao seu hábito predatório (BARTHEM; RIBEIRO; PETRERE JR., 1991; PETRERE JR.; BARTHEM; CÓRDOBA; GÓMEZ, 2004; SANTOS; FERREIRA; ZUANON, 2009). Similarmente, isso foi reportado para o *Z. zungaro* na bacia do Orinoco, onde uma migração reprodutiva ocorre de março a junho, e outra alimentar de setembro a dezembro (LASSO; CÓRDOBA; JIMÉNEZ-SEGURA; RAMÍREZ-GIL et al., 2011; RAMÍREZ-GIL, 2016). Por serem espécies migratórias, a construção de barragens hidrelétricas geralmente impacta o comportamento reprodutivo desses bagres, com esperada redução na diversidade genética das populações que se tornam isoladas.

A idade da **primeira maturação sexual** é outro fator chave para manutenção de reprodutores em cativeiro e planejamento de uma piscicultura. Para *A. gigas*, reportou-se a primeira maturação gonadal após os 4-5 anos, com machos medindo cerca de 115–124 cm (CT) e fêmeas 145–154 cm em populações do rio Tocantins (GODINHO; SANTOS; FORMAGIO; GUIMARÃES-CRUZ, 2005). Entretanto, a primeira maturação em animais com 3-5 anos foi reportada em populações do rio Amazonas, onde o tamanho médio dos animais maduros variou de 157 a 164 cm (CT) (ARANTES; CASTELLO; STEWART; CETRA et al., 2010). Mais recentemente, dados médios de primeira maturação sexual com 149 cm foram apresentados para diversas populações da Bacia Amazônica (GURDAK; STEWART; CASTELLO; ARANTES, 2019). Os dados a esse respeito são mais escassos para populações de cativeiro, sendo a primeira reprodução em casais de pirarucu reportada a partir dos 5 anos de idade (BOCANEGRA, 1990; IMBIRIBA, 1994). Em relação aos pimelodídeos, existem dados limitados sobre populações de *B. filamentosum* do rio Amazonas em que a primeira maturação foi reportada para 6 anos de idade, quando machos e fêmeas medem cerca de 106 cm e 161 cm (CT), respectivamente (AGUDELO; SALINAS; SÁNCHEZ; MUÑOZ-SOSA et al., 2000; PETRERE JR.; BARTHEM; CÓRDOBA; GÓMEZ, 2004). Não foram encontrados estudos reportando a idade de primeira maturação em populações de *P. hemiliopterus*. Entretanto, sabe-se ela ocorre em animais com cerca de 77,8 cm em

ambos os sexos para populações estudadas no rio Xingu (FREITAS; MONTAG, 2019), e de 104 cm em populações do rio Caquetá (AGUDELO; SALINAS; SÁNCHEZ; MUÑOZ-SOSA et al., 2000). Para *Z. zungaro*, existem relatos da primeira maturação ocorrendo aos 75 cm e 109 cm em populações do Orinoco (RAMÍREZ-GIL, 2016). Não foram encontrados dados sobre a idade de primeira maturação para populações de cativeiro para *B. filamentosum*, *P. hemiliopterus* e *Z. zungaro*.

Informações sobre o **período reprodutivo** em populações naturais e de cativeiro também foram pesquisadas. Na natureza, a reprodução do pirarucu se inicia na época chuvosa, quando casais se formam e migram lateralmente para a várzea inundada, sendo variável nas diferentes regiões onde a espécie ocorre (NÚÑEZ; CHU-KOO; BERLAND; ARÉVALO et al., 2011; NÚÑEZ; DUPONCHELLE, 2009). Em cativeiro, reporta-se que o pirarucu pode se reproduzir ao longo do ano todo, sendo o pico reprodutivo no início da estação chuvosa (NÚÑEZ; CHU-KOO; BERLAND; ARÉVALO et al., 2011). Os dados sobre período reprodutivo de *B. filamentosum* e *P. hemiliopterus* são restritos à Amazônia colombiana e foram reportados com base em índices de maturação gonadal (AGUDELO; SALINAS; SÁNCHEZ; MUÑOZ-SOSA et al., 2000). Para *B. filamentosum* estima-se que ocorra durante o final das cheias, com pico variando de acordo com a localidade. Já a reprodução de *P. hemiliopterus* inicia durante o mês de janeiro e pode se estender até o mês de maio na Amazônia colombiana (AGUDELO; SALINAS; SÁNCHEZ; MUÑOZ-SOSA et al., 2000), tendo seu pico registrado para a época de cheias (Março-Maio) também em populações do rio Xingu (FREITAS; MONTAG, 2019). Não foram encontrados dados sobre período reprodutivo para nenhuma população de *Z. zungaro* nem relatos de plantel de reprodutores mantido em cativeiro.

3.2 Desenvolvimento gonadal

Estudos sobre desenvolvimento gonadal (**gametogênese**) são básicos para viabilizar tecnologias de reprodução controlada em piscicultura, como terapias hormonais para estimulação da maturação final e ovulação/espermiação (GRIER; ARANZÁBAL; PATIÑO, 2009). Descrito inicialmente para machos e fêmeas em população do rio Tocantins, sabe-se que o ovário do pirarucu possui desenvolvimento assíncrono, sendo que múltiplas desovas podem ocorrer ao longo do ano (GODINHO; SANTOS; FORMAGIO; GUIMARÃES-CRUZ, 2005; NÚÑEZ; CHU-KOO; BERLAND; ARÉVALO et al., 2011; NÚÑEZ; DUPONCHELLE, 2009). Posteriormente, estudos mostraram que populações de cativeiro chegam às fases de maturação final/ovulação, tendo essas sido descritas pela primeira vez recentemente (TORATI; LIMA; GANECO-KIRSCHNIK; MIGAUD, 2019). Um estudo recente também reportou as fases iniciais de diferenciação gonadal em *A. gigas*, esta, ocorrendo em indivíduos medindo 9 cm (CT) (AMARAL; LIMA; GANECO-KIRSCHNIK; ALMEIDA, 2020). O **ciclo gonadal** de *A. gigas* foi descrito para populações de cativeiro no Peru (NÚÑEZ; DUPONCHELLE, 2009), estudo complementado recentemente com dados de esteroides sexuais associados aos estágios de maturação gonadal, em populações naturais do rio Amazonas (AMARAL; LIMA; GANECO-KIRSCHNIK; ALMEIDA, 2020). A **fecundidade** total de *A. gigas* é estimada de 58.000 a 86.000 com base em ovócitos maduros, entretanto estima-se um terço destes sejam ovulados por desova, resultando em ninhadas de no máximo 11.000 alevinos, sendo ao menos três desovas possíveis por

período reprodutivo (NÚÑEZ; CHU-KOO; BERLAND; ARÉVALO et al., 2011). Faltam ainda estudos sobre o **gametogênese** e **ciclo gonadal** dos três pimelodídeos estudados, apesar de que essas espécies são presumivelmente de desova total (VAN DAMME; CARVAJAL-VALLEJOS; CARPIO, 2011). Informações esparsas reportam que a maturação gonadal em *B. filamentosum* ocorre em diferentes meses do ano, de acordo com a localidade e que, de modo geral, a espécie encontra-se em adiantado processo reprodutivo quando os níveis dos rios começam a baixar (AGUDELO; SALINAS; SÁNCHEZ; MUÑOZ-SOSA et al., 2000; PETRERE JR.; BARTHEM; CÓRDOBA; GÓMEZ, 2004). Entretanto, estudos sobre a fecundidade dessa espécie ainda são necessários.

3.3 Comportamento reprodutivo

O conhecimento acerca do **comportamento reprodutivo** dos peixes em ambiente natural é essencial para viabilizar estruturas e manejos apropriados para que a reprodução ocorra em cativeiro (PITCHER, 1986). No pirarucu a desova e fertilização externa ocorre em ninhos escavados em substrato arenoso/argiloso (CASTELLO, 2008b; FONTENELE, 1953), havendo cuidado parental intenso até os três meses de idade da prole (TORATI; MIGAUD; DOHERTY; SIWY et al., 2017). Apesar de relatos ocasionais, faltam dados sobre a possível incubação oral na espécie. Além disso, por tempo acreditou-se que o pirarucu fosse uma espécie monogâmica, uma vez que na natureza e em ambiente de cativeiro casais nadam sempre juntos durante o período reprodutivo e parte do cuidado parental. Isso motivou a construção dos chamados “motéis” em diversos lugares (FONTENELE, 1948), na tentativa de estimular a reprodução em cativeiro. Entretanto, estudo recente mostrou a contribuição genética de mais de um macho na prole de reproduções ocorridas em ambientes natural e de cativeiro (FARIAS; LEÃO; CROSSA; ALMEIDA et al., 2015), indicando a poligamia da espécie. De fato, a separação de casais é prática comum visando estimular a reprodução (NÚÑEZ; CHU-KOO; BERLAND; ARÉVALO et al., 2011; REBOUÇAS; MACIEL; COSTA; GALVÃO et al., 2014; TORATI; TAYLOR; MESQUITA; MIGAUD, 2020), sendo ternos (dois machos para uma fêmea) também sido reportado em cativeiro (LIMA, 2018). Nas espécies de Pimelodidae revisadas, a fecundação é externa não havendo cuidado parental (LUNDBERG; LITTMANN, 2003). Existem indicativos de que a desova de *B. filamentosum* seja do tipo total (SANTOS; FERREIRA; ZUANON, 2009), entretanto, faltam ainda informações gerais sobre hábitos e locais de desova. Em *P. hemiliopterus*, existem relatos de que a oviposição seja feita sobre substratos como cavidades em rochas e troncos em locais com alto fluxo de água nas margens das cabeceiras dos rios (GARCÍA-DÁVILA, 2018; VAN DAMME; CARVAJAL-VALLEJOS; CARPIO, 2011). Não foram encontrados dados ou relatos descrevendo os hábitos de desova e comportamento reprodutivo de *Z. zungaro*.

3.4 Diversidade e estrutura genética

A **diversidade genética** de uma população é considerada o “material básico” dos processos evolutivos via seleção natural, e seu conhecimento é fundamental no processo de domesticação, na adaptação de linhagens aos diferentes tipos de cultivo e nos programas de melhoramento genético (ZHANJIANG, 2011)>@. Até o presente, diversos estudos caracterizaram a **diversidade genética** e **estrutura populacional** em populações de *A. gigas* dos rios Amazonas, Solimões, Tocantins, Araguaia e Essequibo utilizando marcadores mitocondriais (mtDNA), microssatélites, “inter-simple sequence repeats”

(ISSRs) e “single nucleotide polymorphisms” (SNPs) (ARARIPE; RÊGO; QUEIROZ; SAMPAIO et al., 2013; FARIAS; WILLIS; LEÃO; VERBA et al., 2019; HAMOY; SANTOS; SANTOS, 2008; HRBEK; CROSSA; FARIAS, 2007; HRBEK; FARIAS; CROSSA; SAMPAIO et al., 2005; NOGUEIRA; AL., 2020a; b; TORATI; TAGGART; VARELA; ARARIPE et al., 2019; VITORINO; NOGUEIRA; SOUZA; ARARIPE et al., 2017). É consensual nesses trabalhos a existência de uma diversidade genética maior nas populações da bacia do Amazonas, em contraste com as populações do Tocantins-Araguaia onde a diversidade genética é relativamente menor. Para *B. filamentosum*, dados sobre diversidade genética e estrutura populacional são restritos para populações da bacia Amazônica utilizando-se mtDNA (HUERGO; FILGUEIRAS-SOUZA; BATISTA; FORMIGA-AQUINO et al., 2011). Não existem dados sobre a diversidade genética e estrutura populacional de *P. hemiliopterus* e *Z. zungaro*, evidenciando-se grande necessidade de estudos do tipo para essas espécies de pimelodídeos. Para *Z. zungaro*, existem dados moleculares para populações das bacia do Tocantins, Orinoco e Amazonas, em estudos que objetivaram esclarecer dúvidas sobre a diversidade de espécies em Zungaro, o que evidencia uma necessidade ainda maior de estudos específicos para *Z. zungaro* (BONI; PADIAL; PRIOLI; LUCIO et al., 2011; PIRES; RAMIREZ; GALETTI JR; TROY et al., 2017).

Em relação à realização de cruzamentos interespecíficos (**hibridação**) geralmente realizada em aquicultura, não existem relatos envolvendo *A. gigas*. Por outro lado, isso é mais frequente dentre os pimelodídeos revisados. **Hibridações** envolvendo macho de *P. hemiliopterus* com fêmeas de *Pseudoplatystoma reticulatum* (cachapira), ou macho de *P. hemiliopterus* com a fêmea de *Pseudoplatystoma corruscans* (pintapira) são comuns na aquicultura (HASHIMOTO; SENHORINI; FORESTI; PORTO-FORESTI, 2012; PORTO-FORESTI; HASHIMOTO; PRADO; SENHORINI et al., 2013). Embora este tipo de cruzamento seja uma prática amplamente difundida nas pisciculturas que comercializam bagres, qualquer informação relacionada com os protocolos de reprodução utilizados no *P. hemiliopterus* e o destino final desses juvenis fica restrita ao âmbito comercial, sem qualquer tipo de acompanhamento por parte do setor acadêmico, situação que deverá ser abordada uma vez que esses cruzamentos possivelmente geram descendentes férteis representando risco às populações naturais e puras (HASHIMOTO; PRADO; FORESTI; PORTO-FORESTI, 2016; PORTO-FORESTI; HASHIMOTO; PRADO; SENHORINI et al., 2013). Não foram encontrados quaisquer relatos de hibridações envolvendo *B. filamentosum* e *Z. zungaro*, tampouco estudos envolvendo **edição gênica** em nenhuma das espécies estudadas.

3.5 Citogenética e genômica

Estudos sobre **citogenética** são importantes na aquicultura, por serem úteis na compreensão da diversidade e relações filogenéticas das espécies de interesse. Além disso, possibilitam a identificação de cromossomos marcadores para identificação sexual, características de interesse zootécnico; viabilizam experimentos para indução de indivíduos monosséxo; a aplicação de técnicas como ginogênese, transgenia e poliploidia; e a compreensão de anomalias nos estágios iniciais de desenvolvimento provocadas por alterações cromossômicas (GORSHKOVA, 2006). Diversos estudos sobre a citogenética de *A. gigas* foram consistentes em revelar a existência de $2n=56$ cromossomos na espécie

inexistindo cromossomos sexuais dimórficos que pudessem ser úteis na identificação sexual da espécie (MARQUES; VENERE; GALETTI JR., 2006; ROSA; RUBERT; CAETANO-FILHO; GIULIANO-CAETANO, 2009). Para as espécies de pimelodídeos abordadas, estudos também revelaram a existência de $2n=56$ cromossomos para *B. filamentosum* (GONÇALVES; PRADO; FERREIRA; VOLTOLIN et al., 2014), para *P. hemiolepterus* (SWARÇA; DIAS; FENOCCHIO, 2017) e para *Z. zungaro* (SWARÇA; CESTARI; GIULIANO-CAETANO; DIAS, 2001). Em nenhuma delas dimorfismos sexuais foram encontrados.

Tecnologias genômicas estão possibilitando a cada dia o sequenciamento genômico a custos cada vez mais acessíveis, permitindo identificar genes de vital importância na resistência a doenças, no melhoramento das taxas de crescimento e conversão alimentar, assim como na resposta a fatores estressantes entre outros aspectos fundamentais para o sucesso de uma espécie dentro de um mercado de consumo cada vez mais competitivo (JIN; LIU; YUAN; YANG et al., 2016; ZHANJIANG, 2011)2016; ZHANJIANG, 2011.

A caracterização e isolamento de primers para DNA microssatélites (FARIAS; HRBEK; BRINKMANN; SAMPAIO et al., 2003), o sequenciamento do genoma mitocondrial (HRBEK; FARIAS, 2008) e o desenvolvimento painéis de SNP (TORATI; TAGGART; VARELA; ARARIPE et al., 2019) viabilizaram diversos estudos populacionais e de parentesco para *A. gigas* com diferentes marcadores. Recentemente, o genoma completo de *A. gigas* foi sequenciado (DU; WUERTZ; ADOLFI; KNEITZ et al., 2019; VIALLE; SOUZA; LOPES; TEIXEIRA et al., 2018) abrindo caminho para o melhor entendimento dos mecanismos de reprodução na espécie. Entretanto, são ainda poucos os estudos sobre transcriptoma em *A. gigas* (WATANABE; GOMES; VIANEZ; NUNES et al., 2018)2018. Para *B. filamentosum*, existem apenas dados de sequenciamento de mtDNA utilizados na estudos de genética de populações (HUERGO; FILGUEIRAS-SOUZA; BATISTA; FORMIGA-AQUINO et al., 2011). Para *P. hemiolepterus*, o isolamento e caracterização de nove marcadores microssatélites foi realizado (SOUZA; HASHIMOTO; PEREIRA; OLIVEIRA et al., 2012), bem como existem marcadores de mtDNA 16S e RAG2 desenvolvidos para identificação de híbridos interespecíficos (PORTO-FORESTI; HASHIMOTO; PRADO; SENHORINI et al., 2013). Em relação à *Z. zungaro*, trabalhos utilizaram marcadores nucleares (*rag 1* e *2*) e mtDNA para entender relações filogenéticas da família (LUNDBERG; SULLIVAN; HARDMAN, 2011), e COI/D-loop para compreender a diversidade de espécies dentro do gênero *Zungaro* (BONI; PADIAL; PRIOLI; LUCIO et al., 2011; PIRES; RAMIREZ; GALETTI JR; TROY et al., 2017). Até o momento, não existe um genoma completo sequenciado para nenhum dos pimelodídeos, tampouco um **genoma funcional** para nenhuma das quatro espécies revisadas.

3.6 Identificação e maturidade sexual

Ferramentas para a identificação sexual são essenciais para seleção de reprodutores. Para o pirarucu, os métodos para identificação sexual existentes incluem o padrão de coloração diferencial entre machos e fêmeas (LIMA; ALVES; TORATI, 2020), a detecção plasmática de vitelogenina para identificação de fêmeas (CHU-KOO; DUGUE; ALVAN AGUILAR; CASANOVA DAZA et al., 2009), endoscopia (TORATI; VARGES; GALVÃO; MESQUITA et al., 2016) e/ou canulação (TORATI; LIMA; GANECO-KIRSCHNIK; MIGAUD, 2019) para identificação de fêmeas. Ferramentas moleculares para identificação sexual em

A. gigas estão próximas de serem desenvolvidas (DU; WUERTZ; ADOLFI; KNEITZ et al., 2019). Existem poucas informações acerca de dimorfismos sexuais em B. filamentosum e P. hemioliopterus e aplicação na identificação sexual dos reprodutores. Sabe-se que fêmeas de B. filamentosum e Z. zungaro são maiores e mais pesadas do que os machos (AGUDELO; SALINAS; SÁNCHEZ; MUÑOZ-SOSA et al., 2000; RAMÍREZ-GIL, 2016), e que fêmeas de P. hemioliopterus são mais pesadas do que os machos, porém inexistem informações sobre dimorfismos no tamanho desta espécie (FREITAS; MONTAG, 2019).

Ferramentas para determinação in vivo do estágio de maturação sexual gonadal são essenciais para seleção de reprodutores e indução da reprodução, seja ela natural ou induzida através de hormônios indutores. Para A. gigas, a técnica de canulação foi viabilizada recentemente através da descrição da anatomia gonadal estudada por endoscopia não-cirúrgica (TORATI; LIMA; GANECO-KIRSCHNIK; MIGAUD, 2019; TORATI; VARGES; GALVÃO; MESQUITA et al., 2016). Para B. filamentosum e P. hemioliopterus não existem relatos de métodos empregados (ex. canulação, ultrassom etc.) para determinação do grau de maturação gonadal. Já para Z. zungaro, não foram encontrados relatos sobre reprodução de em cativeiro.

3.7 Obtenção de formas jovens

Formas jovens de peixes são obtidas em cativeiro estimulando-se a reprodução natural para coleta de larvas e/ou alevinos, ou estimulando-se a maturação final/ovulação e espermição para coleta dos gametas e fertilização artificial, geralmente empregando-se manipulações hormonais ou ambientais (MYLONAS; FOSTIER; ZANUY, 2010). Atualmente, a reprodução do pirarucu em cativeiro ocorre de forma natural, separando-se casais ou ternos (dois machos e uma fêmea) em viveiros escavados (LIMA, 2018; REBOUÇAS; MACIEL; COSTA; GALVÃO et al., 2014; TORATI; TAYLOR; MESQUITA; MIGAUD, 2020). Com os conhecimentos e tecnologias empregados atualmente, a eficácia na obtenção de desovas é ainda insatisfatória. As ferramentas para identificação sexual são extremamente necessárias nesse processo, mas ainda não estão muito difundidas no setor produtivo. A técnica de canulação pode atualmente também auxiliar no processo de separação dos casais, possibilitando a escolha de fêmeas sabidamente maduras (TORATI; LIMA; GANECO-KIRSCHNIK; MIGAUD, 2019), mas a eficácia da escolha de fêmeas em maturação final no sucesso reprodutivo de casais não foi ainda estudado. Existem indicativos de que o tamanho mínimo necessário para os viveiros de reprodução sejam de pelo menos 200 m² (HALVERSON, 2013), mas viveiros maiores são geralmente utilizados (NÚÑEZ; CHU-KOO; BERLAND; ARÉVALO et al., 2011). Pesquisas com estimulação hormonal da maturação final – ovulação/espermição no pirarucu são ainda escassas. Trabalhos recentes clonaram e caracterizaram as subunidades α e β do FSH e LH do pirarucu (BARTOLINI; CARVALHO; SEVILHANO; OLIVEIRA et al., 2015; FARIA; CARVALHO; SEVILHANO; OLIVEIRA et al., 2013; SEVILHANO; CARVALHO; OLIVEIRA; OLIVEIRA et al., 2017), abrindo a possibilidade de aplicação futura de gonadotrofinas recombinantes na estimulação da reprodução. Implantes de liberação lenta de mGnRhA foram testados em casais, entretanto desovas e reproduções não foram observadas (TORATI; TAYLOR; MESQUITA; MIGAUD, 2020), havendo necessidade de novos estudos com implantes de liberação lenta na espécie. Também não existem relatos sobre a possibilidade de coleta de gametas em A. gigas,

apesar de fêmeas ovuladas terem sido reportadas indicando tal possibilidade (TORATI; LIMA; GANECO-KIRSCHNIK; MIGAUD, 2019). Atualmente, produtores coletam larvas e alevinos em diferentes momentos do cuidado parental, existindo protocolos de captura e larvicultura (HALVERSON, 2013), mas ainda poucos estudos sobre nutrição/alimentação larval (URIBE, 2019). Para os pimelodídeos revisados, não existem informações sobre métodos para promoção da reprodução em cativeiro, apesar de os relatos de hibridação em *P. hemiliopterus* indicarem a viabilidade de técnicas de coleta de gametas.

3.8 Conservação de gametas e embriões

Apesar importância da conservação de células germinativas, gametas ou mesmo embriões visando a preservação da espécie ou aplicação pela aquicultura, ainda são inexistentes protocolos tecnológicos para as quatro espécies revisadas.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

O levantamento bibliográfico feito sobre os aspectos reprodutivos em quatro dos maiores peixes de água doce do Brasil permitiu uma aproximação ao panorama atual destas espécies e sua real incorporação e contribuição ao desenvolvimento da piscicultura, nos países banhados pela bacia do rio Amazonas.

Muitos são os desafios que deverão ser superados, visto que as informações para promover a sua propagação em cativeiro ainda são incipientes. No entanto, novas rotas de pesquisa para desvendar estes aspectos foram estabelecidas e é neste sentido que a velocidade e o fácil acesso às informações de caráter científico poderão encurtar os esforços necessários para que estas espécies possam alcançar um patamar que viabilize a sua produção em escala no futuro.

REFERÊNCIAS

AGUDELO, E.; SALINAS, Y.; SÁNCHEZ, C. L.; MUÑOZ-SOSA, D. L. *et al.* **Bagres de la Amazonia Colombiana: Un recurso sin fronteras**. Bogotá: Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi. Programa de Ecosistemas Acuáticos, 2000. 252 p.

AMARAL, A. C.; LIMA, A. F.; GANECO-KIRSCHNIK, L. N.; ALMEIDA, F. L. Morphological characterization of pirarucu *Arapaima gigas* (Schinz, 1822) gonadal differentiation. **Journal of Morphology**, 281, n. 4-5, p. 491-499, 2020.

ARANTES, C. C.; CASTELLO, L.; STEWART, D. J.; CETRA, M. *et al.* Population density, growth and reproduction of arapaima in an Amazonian river-floodplain. **Ecology of Freshwater Fish**, 19, n. 3, p. 455-465, 2010.

ARARIPE, J.; RÉGO, P. S.; QUEIROZ, H.; SAMPAIO, I. *et al.* Dispersal capacity and genetic structure of *Arapaima gigas* on different geographic scales using microsatellite marker. **Plos One**, 8, n. 1, p. 1-7, 2013.

BARTHEM, R. B.; RIBEIRO, M. C. L. B.; PETRERE JR., M. Life strategies of some long-distance migratory catfish in relation to hydroelectric dams in the Amazon basin. **Biological Conservation**, 55, p. 339-345, 1991.

BARTOLINI, P.; CARVALHO, R. F.; SEVILHANO, T. C.; OLIVEIRA, J. E. *et al.* Molecular cloning, characterization and phylogenetic analysis of pirarucu (*Arapaima gigas*) FSH and LH β -subunits. **Journal of Biotechnology**, 208, p. S5-S120, 2015.

BOCANEGRA, F. A. Observaciones sobre el comportamiento reproductivo del paiche *Arapaima gigas*, en cautiverio. **Folia Amazonica**, 2, p. 163-166, 1990.

BOCANEGRA, F. A.; TELLO, J. S.; CHAVEZ, C. V.; RODRIGUEZ, L. C. *et al.* Pond culture of *Arapaima gigas* in the Peruvian Amazon. **World Aquaculture**, 34, n. 1, p. 45-46, 2004.

BONI, T. A.; PADIAL, A. A.; PRIOLI, S. M. A. P.; LUCIO, L. C. *et al.* Molecular differentiation of species of the genus *Zungaro* (Siluriformes, Pimelodidae) from the Amazon and Paraná-Paraguay River basins in Brazil. **Genetics and Molecular Research**, 10, n. 4, p. 2795-2805, 2011.

CASIMIRO, A. C. R.; GARCIA, D. A. Z.; VIDOTTO-MAGNONI, A. P.; BRITTON, J. R. *et al.* Escapes of non-native fish from flooded aquaculture facilities: The case of Paranapanema river, southern Brazil. **Zoologia**, 35, p. e14638, 2018.

CASTELLO, L. Lateral migration of *Arapaima gigas* in floodplains of the Amazon. **Ecology of Freshwater Fish**, 17, n. 1, p. 38-46, 2008a.

CASTELLO, L. Nesting habitat of *Arapaima gigas* (Schinz) in Amazonian floodplains. **Journal of Fish Biology**, 72, n. 6, p. 1520-1528, 2008b.

CASTELLO, L.; STEWART, D. J. Assessing CITES non-detriment findings procedures for *Arapaima* in Brazil. **Journal of Applied Ichthyology**, 26, n. 1, p. 49-56, 2010.

CAVOLE, L. M.; ARANTES, C. C.; CASTELLO, L. How illegal are tropical small-scale fisheries? An estimate for arapaima in the Amazon. **Fisheries Research**, 168, p. 1-5, 2015.

CHU-KOO, F.; DUGUE, R.; ALVAN AGUILAR, M.; CASANOVA DAZA, A. *et al.* Gender determination in the Paiche or Pirarucu (*Arapaima gigas*) using plasma vitellogenin, 17 β -estradiol, and 11-ketotestosterone levels. **Fish Physiology and Biochemistry**, 35, n. 1, p. 125-136, Mar 2009.

DU, K.; WUERTZ, S.; ADOLFI, M. C.; KNEITZ, S. *et al.* The genome of the arapaima (*Arapaima gigas*) provides insights into gigantism, fast growth and chromosomal sex determination system. **Nature Scientific Reports**, 9, n. 5293, p. 1-12, 2019.

FARIA, M. T.; CARVALHO, R. F.; SEVILHANO, T. C.; OLIVEIRA, N. A. *et al.* Isolation of the pituitary gonadotrophic α -subunit hormone of the giant amazonian fish: pirarucu (*Arapaima gigas*). **Fish Physiology and Biochemistry**, 39, n. 3, p. 683-693, Jun 2013.

FARIAS, I. P.; HRBEK, T.; BRINKMANN, H.; SAMPAIO, I. *et al.* Characterization and isolation of DNA microsatellite primers for *Arapaima gigas*, an economically important but severely over-exploited fish species of the Amazon basin. **Molecular Ecology Notes**, 3, p. 128-130, 2003.

FARIAS, I. P.; LEÃO, A.; CROSSA, M.; ALMEIDA, Y. S. *et al.* Evidence of polygamy in the socially monogamous Amazonian fish *Arapaima gigas* (Schinz, 1822) (Osteoglossiformes, Arapaimidae). **Neotrop Ichthyol**, 13, n. 1, p. 195-204, 2015.

FARIAS, I. P.; WILLIS, S.; LEÃO, A.; VERBA, J. T. *et al.* The largest fish in the world's biggest river: Genetic connectivity and conservation of *Arapaima gigas* in the Amazon and Araguaia-Tocantins drainages. **PLoS One**, p. 1-27, 2019.

- FONTENELE, O. Contribuição para o conhecimento da biologia do Pirarucú, "*Arapaima gigas*" (Cuvier), em cativeiro (Actinopterygii, Osteoglossidae). **Revista Brasileira de Biologia**, 8, n. 4, p. 445-459, 1948.
- FONTENELE, O. **Habitos de desova do pirarucu, *Arapaima gigas* (Cuvier) (Pisces, Isospondyli, Arapaimidae), e evolução de sua larva**. Fortaleza: DNOCS, 1953. 22 p., v. 153).
- FREITAS, T. M. S.; MONTAG, L. F. A. Population and reproductive parameters of the red-tailed catfish, *Phractocephalus hemiliopterus* (Pimelodidae: Siluriformes), from the Xingu River, Brazil. **Neotropical Ichthyology**, 17, n. 2, p. e190015, 2019.
- GALVIS, G.; MOJICA, J. I.; DUQUE, S. R.; CASTELLANOS, C. *et al.* **Peces del medio Amazonas. Región de Leticia**. Bogotá, D. C., Colombia: Panamericana, Formas e Impresos, 2006. (Serie de Guías Tropicales de Campo No 5. Conservation Internacional.
- GARCÍA-DÁVILA, C. Peces de consumo de la amazonía peruana. Iquitos: Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP). p. 218, 2018.
- GODINHO, H. P.; SANTOS, J. E.; FORMAGIO, P. S.; GUIMARÃES-CRUZ, R. J. Gonadal morphology and reproductive traits of the Amazonian fish *Arapaima gigas* (Schinz, 1822). **Acta Zoologica, Stockholm**, 86, p. 289-294, 2005.
- GONÇALVES, A. L. M.; PRADO, F. D.; FERREIRA, D. C.; VOLTOLIN, T. A. *et al.* First cytogenetic characterization of the giant Amazonian catfish *Brachyplatystoma filamentosum* (Siluriformes, Pimelodidae). **Caryologia: International Journal of Cytology, Cytosystematics and Cytogenetic**, 67, n. 2, p. 101-105, 2014.
- GORSHKOVA, G. Practical use of cytogenetics in fish biology and aquaculture. **The Israeli Journal of Aquaculture, Bamidgeh**, 58, n. 4, p. 280-285, 2006.
- GRIER, H. J.; ARANZÁBAL, M. C. U.; 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)**. Enfield, New Hampshire: Science Publishers, 2009. p. 24-85.
- GURDAK, D. J.; STEWART, D. J.; CASTELLO, L.; ARANTES, C. C. Diversity in reproductive traits of arapaima (*Arapaima* spp., Müller, 1843) in Amazonian várzea floodplains: Conservation implications. **Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems**, p. 1-13, 2019.
- HAHN, L.; MARTINS, E. G.; NUNES, L. D.; DA CÂMARA, L. F. *et al.* Biotelemetry reveals migratory behaviour of large catfish in the Xingu River, Eastern Amazon. **Scientific Reports**, 9, n. 1, p. 1-15, 2019.
- HALVERSON, M. **Manual de boas práticas de reprodução do Pirarucu em cativeiro**. Brasília: Sebrae, 2013. 74 p.
- HAMOY, I. G.; SANTOS, E. J. M.; SANTOS, S. E. B. Rapid and inexpensive analysis of genetic variability in *Arapaima gigas* by PCR multiplex panel of eight microsatellites. **Genetics and Molecular Research**, 7, n. 1, p. 29-32, 2008.
- HASHIMOTO, D. T.; PRADO, F. D.; FORESTI, F.; PORTO-FORESTI, F. Molecular identification of intergenus crosses involving catfish hybrids: Risks for aquaculture production. **Neotropical Ichthyology**, 14, n. 2, p. e150139, 2016.
- HASHIMOTO, D. T.; SENHORINI, J. A.; FORESTI, F.; PORTO-FORESTI, F. Interspecific fish hybrids in Brazil: management of genetic resources for sustainable use. **Reviews in Aquaculture**, 4, n. 2, p.

HRBEK, T.; CROSSA, M.; FARIAS, I. P. Conservation strategies for *Arapaima gigas* (Schinz, 1822) and the Amazonian várzea ecosystem. **Braz J Biol**, 67, n. 4, p. 909-917, 2007.

HRBEK, T.; FARIAS, I. P. The complete mitochondrial genome of the pirarucu (*Arapaima gigas*, Arapaimidae, Osteoglossiformes). **Genetics and Molecular Biology**, 31, n. 1, p. 293-302, 2008.

HRBEK, T.; FARIAS, I. P.; CROSSA, M.; SAMPAIO, I. *et al.* Population genetic analysis of *Arapaima gigas*, one of the largest freshwater fishes of the Amazon basin: implications for its conservation. **Anim Conserv**, 8, n. 3, p. 297-308, 2005.

HUERGO, M. G.; FILGUEIRAS-SOUZA, R. J.; BATISTA, J. S.; FORMIGA-AQUINO, K. *et al.* Molecular genetics as a tool for fisheries management in the Brazilian Amazon: Piraíba (*Brachyplatystoma filamentosum* and *Brachyplatystoma capapretum*) (Siluriformes: Pimelodidae) in white-water rivers. **Pan American Journal of Aquatic Sciences**, 6, n. 4, p. 280-289, 2011.

IMBIRIBA, E. P. Reprodução, larva e alevinagem do Pirarucu (*Arapaima gigas*). **EMBRAPA CPATU**, 26, p. 1-4, 1994.

JAKOBSEN, T.; FOGARTY, M. J.; MEGREY, B. A.; MOKSNESS, E. **Fish reproductive biology: implications for assessment and management**. West Sussex, UK: Wiley Blackwell, 2016.

JIN, Y.; LIU, S.; YUAN, Z.; YANG, Y. *et al.* Catfish genomic studies: Progress and perspectives. *In*: MACKENZIE, S. e JENTOFT, S. (Ed.). **Genomics in Aquaculture**. Amsterdam: Elsevier Inc, 2016. p. 73-104.

LASSO, C. A.; CÓRDOBA, E. A.; JIMÉNEZ-SEGURA, L. F.; RAMÍREZ-GIL, H. *et al.* **Catálogo de los recursos pesqueros continentales de Colombia. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia**. Bogotá, D. C., Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH), 2011.

LIMA, A. F. The influence of sex ratio on the reproduction of pirarucu, *Arapaima gigas*, in captivity. **Acta Amazonica**, 48, n. 1, p. 38-41, 2018.

LIMA, A. F.; ALVES, R. R.; TORATI, L. S. Efficiency of color pattern as a method for sex identification in *Arapaima gigas* (Schinz, 1822). **Pan American Journal of Aquatic Sciences**, 15, n. 2, p. 87-92, 2020.

LIMA, A. F.; MAKRAKIS, M. C.; SILVA, P. S.; AZEVEDO, A. V. *et al.* Padrões de distribuição e ocorrência espaço-temporal de ovos e larvas de peixes nos rios Pardo e Anhanduí, bacia do alto rio Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências (Porto Alegre)**, 11, n. 1, p. 7-13, 2013.

LUNDBERG, J. G.; AGUILERA, O. The late Miocene *Phractocephalus* catfish (Siluriformes: Pimelodidae) from Urumaco, Venezuela: additional specimens and reinterpretation as a distinct species. **Neotropical Ichthyology**, 1, n. 2, p. 97-109, 2003.

LUNDBERG, J. G.; LITTMANN, M. W. Siluriformes: Family Pimelodidae – long-whiskered catfishes. *In*: KULLANDER, S.; REIS, R., *et al* (Ed.). **Check list of freshwater fishes of South and Central America**. Porto Alegre: Edipucrs, 2003. p. 437-452.

LUNDBERG, J. G.; SULLIVAN, J. P.; HARDMAN, M. Phylogenetics of the South American catfish family Pimelodidae (Teleostei: Siluriformes) using nuclear and mitochondrial gene sequences. **Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia**, 161, n. 1, p. 153-189, 2011.

- MARQUES, D. K.; VENERE, P. C.; GALETTI JR., P. M. Chromosomal characterization of the bonytongue *Arapaima gigas* (Osteoglossiformes: Arapaimidae). **Neotrop Ichthyol**, 4, n. 2, p. 215-218, 2006.
- MYLONAS, C. C.; FOSTIER, A.; ZANUY, S. Broodstock management and hormonal manipulations of fish reproduction. **General and Comparative Endocrinology**, 165, n. 3, p. 516-534, Feb 1 2010.
- NELSON, J. S.; GRANDE, T. C.; WILSON, M. V. H. **Fishes of the world**. 5th ed. New Jersey: Wiley, 2016.
- NOGUEIRA, F.; AL., e. The arapaima, an emblematic fishery resource: genetic diversity and structure reveal the presence of an isolated population in Amapá. **Hydrobiologia**, 2020a.
- NOGUEIRA, F.; AL., e. Genetic diversity and structuring in the arapaima (Osteoglossiformes, Osteoglossidae) population reveal differences between the Amazon and the Tocantins-Araguaia basins. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, 92, n. 1, 2020b.
- NÚÑEZ, J.; CHU-KOO, F.; BERLAND, M.; ARÉVALO, L. *et al.* Reproductive success and fry production of the paiche or pirarucu, *Arapaima gigas* (Schinz), in the region of Iquitos, Perú. **Aquaculture Research**, 42, n. 6, p. 815-822, 2011.
- NÚÑEZ, J.; DUPONCHELLE, F. Towards a universal scale to assess sexual maturation and related life history traits in oviparous teleost fishes. **Fish Physiology and Biochemistry**, 35, n. 1, p. 167-180, Mar 2009.
- NÚÑEZ, J.; DUPONCHELLE, F.; COTRINA-DORIA, M.; RENNO, J. F. *et al.* Movement patterns and home range of wild and re-stocked *Arapaima gigas* (Schinz, 1822) monitored by radio-telemetry in Lake Imiria, Peru. **J Appl Ichthyol**, 31, n. 4, p. 10-18, 2015.
- OLIVEIRA, E. G.; PINHEIRO, A. B.; OLIVEIRA, V. Q.; SILVA JR., A. R. M. *et al.* Effects of stocking density on the performance of juvenile pirarucu (*Arapaima gigas*) in cages. **Aquaculture**, 370-71, p. 96-101, 2012.
- OVIDEO, J. S. U.; VILLA-NAVARRO, F.; LASSO, C. A.; CASTRO, F. *et al.* Peces dulceacuicolas migratorios de Colombia. In: ZAPATA, L. A. e USMA, J. S. (Ed.). **Guía de las Especies Migratorias de la Biodiversidad en Colombia**. Peces. Bogotá, D.C. Colombia: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. WWF-Colombia, 2013. v. 2, p. 215-457.
- PETRETERE JR., M.; BARTHEM, R. B.; CÓRDOBA, E. A.; GÓMEZ, B. C. Review of the large catfish fisheries in the upper Amazon and the stock depletion of piraíba (*Brachyplatystoma filamentosum* Lichtenstein). **Reviews in Fish Biology and Fisheries**, 14, p. 403-414, 2004.
- PIRES, A. A.; RAMIREZ, J. L.; GALETTI JR, P. M.; TROY, W. P. *et al.* Molecular analysis reveals hidden diversity in *Zungaro* (Siluriformes: Pimelodidae): a genus of giant South American catfish. **Genetica**, 145, p. 335-340, 2017.
- PITCHER, T. J. **The behaviour of teleost fishes**. Croom Helm, 1986.
- PORTO-FORESTI, F.; HASHIMOTO, D. T.; PRADO, F. D.; SENHORINI, J. A. *et al.* Genetic markers for the identification of hybrids among catfish species of the family Pimelodidae. **Journal of Applied Ichthyology**, 29, n. 3, p. 643-647, 2013.
- RAMÍREZ-GIL, H. Spatial and temporal length distribution of *Zungaro zungaro* caught in the Orinoco River Basin of Colombia. **Revista MVZ Córdoba**, 21, n. 1, p. 5211-5221, 2016.

REBOUÇAS, P. M.; MACIEL, R. L.; COSTA, B. G. B.; GALVÃO, J. A. S. *et al.* Analysis of the welfare of broodstock *Arapaima gigas* (Schinz, 1822) by length-weight relationship, condition factor and fry production. **Bioscience Journal**, 30, n. 2, p. 873-881, 2014.

ROSA, R.; RUBERT, M.; CAETANO-FILHO, M.; GIULIANO-CAETANO, L. Conserved Cytogenetic Features in the Amazonian *Arapaima gigas* (Schinz 1822) from Jamari River, Rondônia–Brazil. **Open Biol**, 2, p. 91-94, 2009.

SANTOS, G.; FERREIRA, E.; ZUANON, J. **Peixes comerciais de Manaus**. Manaus: INPA, 2009. 144 p.

SEVILHANO, T.; CARVALHO, R. F.; OLIVEIRA, N. A. J.; OLIVEIRA, J. E. *et al.* Molecular cloning and characterization of pirarucu (*Arapaima gigas*) follicle-stimulating hormone and luteinizing hormone β -subunit cDNAs. **PLoS One**, 12, n. 8, p. e0183545, 2017.

SOUZA, C. A.; HASHIMOTO, D. T.; PEREIRA, L. H. G.; OLIVEIRA, C. *et al.* Development and characterization of microsatellite loci in *Phractocephalus hemiliopterus* (Siluriformes: Pimelodidae) and their cross-species amplification in six related species. **Conservation Genetics Resources**, 4, n. 2, p. 499-501, 2012.

SUPLICY, F. M. Freshwater fish seed resources in Brazil. In: M.G., B.-R. (Ed.). **Assessment of freshwater fish seed resources for sustainable aquaculture**. Roma: FAO, 2007. p. 129-143.

SWARÇA, A. C.; CESTARI, M. M.; GIULIANO-CAETANO, L. L.; DIAS, A. L. Cytogenetic characterization of the large South American siluriform fish species *Zungaro zungaro* (Pisces, Pimelodidae). **Chromosome Science**, 5, p. 51-55, 2001.

SWARÇA, A. C.; DIAS, A. L.; FENOCCHIO, A. S. Cytogenetic studies in the redbtail catfish, *Phractocephalus hemiliopterus* (Bloch & Schneider, 1801) (Siluriformes, Pimelodidae) a giant fish from Amazon basin. **Comparative Cytogenetics**, 11, n. 1, p. 119-128, 2017.

TORATI, L. S.; LIMA, A. F.; GANECO-KIRSCHNIK, L. N.; MIGAUD, H. Endoscopy and Cannulation as Non-Invasive Tools to Identify Sex and Monitor Reproductive Development in *Arapaima gigas*. **Copeia**, 107, n. 2, p. 287-296, 2019.

TORATI, L. S.; MIGAUD, H.; DOHERTY, M. K.; SIWY, J. *et al.* Comparative proteome and peptidome analysis of the cephalic fluid secreted by *Arapaima gigas* (Teleostei: Osteoglossidae) during and outside parental care. **PLoS One**, 12, n. 10, p. e0186692, 2017.

TORATI, L. S.; TAGGART, J. B.; VARELA, E. S.; ARARIPE, J. *et al.* Genetic diversity and structure in *Arapaima gigas* populations from Amazon and Araguaia-Tocantins river basins. **BMC Genetics**, 20, n. 13, p. 1-13, 2019.

TORATI, L. S.; TAYLOR, J.; MESQUITA, P. E. C.; MIGAUD, H. GnRH α implants and size pairing effects on plasma and cephalic secretion sex steroids in *Arapaima gigas*. **General and Comparative Endocrinology**, p. 113614, 2020.

TORATI, L. S.; VARGES, A. P. S.; GALVÃO, J. A. S.; MESQUITA, P. E. C. *et al.* Endoscopy application in broodstock management of *Arapaima gigas* (Schinz, 1822). **Journal of Applied Ichthyology**, 32, p. 353-355, 2016.

URIBE, L. G. Ostracoda impairs growth and survival of *Arapaima gigas* larvae. **Aquaculture**, 505, p. 344-350, 2019.

VAN DAMME, P. A.; CARVAJAL-VALLEJOS, F. M.; CARPIO, J. M. **Los peces y delfines de la**

amazonía boliviana: hábitats, potencialidades y amenazas. Cochabamba, Bolivia: Edit. INIA, 2011. (Recursos hídricos e hidrobiológicos de bolivia: Un enfoque continental.

VIALLE, R. A.; SOUZA, J. E. S.; LOPES, K. P.; TEIXEIRA, D. G. *et al.* Whole genome sequencing of the Pirarucu (*Arapaima gigas*) supports independent emergence of major teleost clades. 2018.

VITORINO, C. A.; NOGUEIRA, F.; SOUZA, I. L.; ARARIPE, J. *et al.* Low genetic diversity and structuring of the Arapaima (Osteoglossiformes, Arapaimidae) population of the Araguaia-Tocantins basin. **Front Genet**, 8, n. 159, p. 1-10, 2017.

WATANABE, L.; GOMES, F.; VIANEZ, J.; NUNES, M. *et al.* De novo transcriptome based on next-generation sequencing reveals candidate genes with sex-specific expression in *Arapaima gigas* (Schinz, 1822), an ancient Amazonian freshwater fish. **PLoS One**, 13, n. 10, p. e0206379, 2018.

ZHANJIANG, L. **Next generation sequencing and whole genome selection in aquaculture.** Iowa: Wiley-Blackwell, 2011.

Organização



Universidade Federal do
Recôncavo da Bahia



**INSTITUTO
FEDERAL**
Amazonas



AquaUFRB



PPGCARP
Programa de Pós-graduação em
Ciências Animal e Recursos Pesqueiros



Aquicultura na Amazônia:

Estudos Técnico-Científicos e
Difusão de Tecnologias

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

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

www.facebook.com/atenaeditora.com.br

Atena
Editora

Ano 2021

Organização



Universidade Federal do
Recôncavo da Bahia



**INSTITUTO
FEDERAL**
Amazonas



AquaUFBR



PPGCARP
Programa de Pós-graduação em
Ciência Animal e Recursos Pesqueiros



Aquicultura na Amazônia:

Estudos Técnico-Científicos e
Difusão de Tecnologias

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

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

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

Atena
Editora

Ano 2021