



# 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 Cremo

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 Internazionale delle Figlie de 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](http://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 consequência 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 - FISIOLOGIA E SANIDADE AQUÍCOLA APLICADA NA PISCICULTURA**

### **CAPÍTULO 18.....269**

**FISIOLOGIA 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 ORGANIZADORES .....354**

# NUTRIÇÃO E MANEJO ALIMENTAR DE PEIXES AMAZÔNICOS



SEÇÃO C

## NUTRIÇÃO E MANEJO ALIMENTAR DE PEIXES AMAZÔNICOS

Data de aceite: 01/02/2021

Data de submissão: 23/10/2020

### **Elson Antônio Sadalla Pinto**

Instituto Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia do Amazonas - IFAM  
Manaus - Amazonas  
<https://orcid.org/0000-0002-7474-5481>

### **Ariany Rabello da Silva Liebl**

Universidade Federal do Amazonas - UFAM  
Manaus - Amazonas  
<https://orcid.org/0000-0002-5010-1294>

### **Marcelo Santos do Nascimento**

Universidade Nilton Lins  
Manaus, Amazonas  
<https://orcid.org/0000-0002-2668-5496>

### **Nathália Siqueira Flor**

Universidade Nilton Lins  
Manaus, Amazonas  
<https://orcid.org/0000-0003-0916-280X>

### **Paulo Henrique Rocha Aride**

Instituto Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia do Amazonas - IFAM  
Manaus - Amazonas  
<https://orcid.org/0000-0001-9752-5003>

### **Adriano Teixeira de Oliveira**

Instituto Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia do Amazonas - IFAM  
Manaus - Amazonas  
<https://orcid.org/0000-0003-4988-9878>

entre os fatores determinantes para o sucesso produtivo de uma piscicultura. Assim, o presente estudo é uma revisão analítica de publicações indexadas na plataforma digital Google Scholar com abordagens sobre a nutrição e manejo alimentar dos peixes amazônicos tambaqui, matrinxã e pirarucu. Foram utilizadas *strings* de busca contendo palavras chaves relacionadas com o tema proposto para alcançar publicações dos últimos 30 anos. Para nutrição de peixes amazônicos foram encontradas pelo modo direto 591 publicações, das quais 127 foram publicações fiéis ao perfil de busca para o tambaqui, matrinxã e pirarucu. Observou-se que o tambaqui foi à espécie com maior quantidade de trabalhos indexados (86), seguido do pirarucu (16) e do matrinxã (15). Além das publicações encontradas para essas três espécies, outras publicações (11), também fiéis ao perfil de busca, foram encontradas para os híbridos tambatinga e tambacu, e para o tucunaré, a cachara e a pirapitinga. Para o matrinxã, observam-se maiores esforços de pesquisas direcionadas para o escopo proteínas. Para o pirarucu, um dos escopos mais observados foi a utilização de enzimas exógenas, tais como amilases, proteases e lipases, para auxiliar na digestibilidade de ingredientes de origens diversas. Embora existam publicações sobre exigência nutricionais, para a maioria dos nutrientes as informações são escassas ou conflitantes, requerendo mais pesquisas e uso de metodologias comparáveis entre si.

**PALAVRAS-CHAVE:** alimentação, piscicultura, Amazônia, produção.

### NUTRITION AND FOOD MANAGEMENT OF AMAZONIAN FISH

**ABSTRACT:** Nutrition and food management are among the determining factors for the productive

**RESUMO:** A nutrição e o manejo alimentar estão

success of fish farming. Thus, the present study is an analytical review of publications indexed on the Google Scholar digital platform with approaches on the nutrition and food management of Amazonian fish tambaqui, matrinxã and pirarucu. Search strings containing keywords related to the proposed theme were used to reach publications from the last 30 years. For the nutrition of Amazonian fish, 591 publications were found, 127 of which were faithful to the search profile for tambaqui, matrinxã and pirarucu. It was observed that tambaqui was the species with the highest number of indexed works (86), followed by pirarucu (16) and matrinxã (15). In addition to the publications found for these three species, other publications (11), also true to the search profile, were found for the tambatinga and tambacu hybrids, and for the tucunaré, cachara and pirapitinga. For matrinxã, greater efforts are observed in research aimed at the scope of proteins. For pirarucu, one of the most observed scopes was the use of exogenous enzymes, such as amylases, proteases and lipases, to aid in the digestibility of ingredients from different sources. Although there are publications on nutritional requirements, for most nutrients the information is scarce or conflicting, requiring more research and the use of methodologies comparable to each other.

**KEYWORDS:** food, fish farming, Amazon, production.

## 1 | INTRODUÇÃO

A nutrição e o manejo alimentar estão entre os fatores determinantes para o sucesso produtivo de uma piscicultura (Aride et al., 2020). Nos últimos anos, os avanços no conhecimento técnico-científico nessas áreas têm sido responsáveis por melhorias dos índices produtivos obtidos ao longo do ciclo de cultivo. Por possuírem bons índices produtivos e excelente aceitação de mercado, os peixes amazônicos de piscicultura são de grande interesse econômico, sendo as espécies mais utilizadas na piscicultura o tambaqui *Colossoma macropomum*, o matrinxã *Brycon amazonicus* e o pirarucu *Arapaima gigas* (Maeda et al., 2009; Pantoja-Lima et al., 2015; Lima et al., 2020). A despeito das espécies exóticas, como a tilápia *Oreochromis niloticus* e a carpa *Cyprinus carpio*, cujo conhecimento sobre nutrição e manejo alimentar estão bem estabelecidos para todas as fases do ciclo produtivo, as espécies amazônicas ainda demandam extensas pesquisas nessas áreas (Nascimento et al., 2020).

O tambaqui *C. macropomum* é a espécie amazônica mais utilizada na piscicultura regional, o que justifica a existência de maior acervo científico, técnico e tecnológico sobre a biologia, nutrição, manejo alimentar e reprodutivo, entre outros aspectos importantes relacionados ao ciclo produtivo da espécie (Aride et al., 2020; Aride et al., 2018; Aride et al., 2016). O matrinxã *B. amazonicus* e o pirarucu *A. gigas*, por sua vez, são os peixes amazônicos com maior potencial de crescimento na piscicultura regional e nacional, apesar de ainda representarem a menor parcela no cenário produtivo (Pantoja-Lima et al., 2015).

Apesar da representativa informação existente sobre as espécies amazônicas, o pacote tecnológico de cultivo e produção ainda não é fechado para nenhuma destas espécies. Ademais conhecer e entender como se sucede a nutrição e o manejo alimentar das espécies amazônicas é fundamental para auxiliar a alavancar o setor da piscicultura na região. Assim o presente trabalho teve por objetivo realizar uma revisão analítica que investigou artigos abordando a nutrição e manejo alimentar dos peixes amazônicos tambaqui, matrinxã e pirarucu, publicados em plataforma digital.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Estratégias de busca

A revisão analítica foi realizada a partir de publicações indexadas nos últimos 30 anos (1989 - 2019) na plataforma digital (ou biblioteca digital) Google Scholar. Para reduzir a complexidade da busca foram utilizadas *strings* de busca (*search strings*) no idioma português, com palavras e termos separados pelo operador booleano 'OR' ou o caractere da tabela ASCII 'space'. De acordo com os objetivos da busca para identificar publicações com ingredientes e nutrientes em cada tópico desta revisão, as *strings* foram:

- Tópico 3.1: nutrição dieta ração amazônico (tambaqui OR pirarucu OR matrinhã OR matrinxã)
- Tópico 3.2: nutrição ingredientes substituição OR inclusão tambaqui OR pirarucu OR matrinhã OR matrinxã;
- Tópico 3.3: frequência alimentar OR quantidade de ração OR fornecimento de ração OR peso vivo dieta OR taxa tambaqui OR pirarucu OR matrinhã OR matrinxã;
- Tópicos 3.4 e 3.5: dieta ração tambaqui proteína OR vitamina OR lipídio OR carboidrato OR aminoácido OR enzima OR levedura OR probiótico.

O operador booleano NOT e o operador matemático de subtração (sinal -) foram utilizados para excluir termos não favoráveis na *string* para publicações com tema nutrição de peixes amazônicos (Tópico 3.1): -"semi-intensivo" -miogênico -sêmen -ribeirinho -sazonal -termoestável.

Foram coletados estudos nutricionais com espécies amazônicas produzidas em piscicultura (tambaqui, matrinxã e pirarucu) com as seguintes abordagens: ingredientes tradicionais e alternativos, frequência alimentar e quantidade da dieta, nutrientes na dieta para o tambaqui: níveis de proteínas, vitaminas, lipídios, carboidratos, aminoácidos, enzimas, probióticos e leveduras. Os estudos coletados foram analisados pelo modo direto (dados tais como observados e planilhados).

## 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1 Nutrição de peixes amazônicos

A busca inicial pelas publicações científicas com escopo relacionado à *string* de maior abrangência – nutrição de peixes amazônicos – possibilitou uma visão geral sobre a quantidade e os enfoques das produções científicas no âmbito desta área nos últimos 30 anos. Em relação às publicações em nutrição de peixes amazônicos, foram encontradas 591 publicações, das quais 127 foram publicações fiéis ao perfil de busca para nutrição de peixes amazônicos para o tambaqui, matrinxã e pirarucu. O tambaqui foi a espécie com maior quantidade de trabalhos realizados (85), seguida do pirarucu (16) e do matrinxã (15). Outras publicações (11), também fiéis ao perfil de busca, foram encontradas para

os híbridos tambatinga (*Colossoma macropomum* x *Piaractus brachypomus*) e tambacu (*Colossoma macropomum* x *Piaractus mesopotamocus*), tucunaré (*Cichla* spp.), cachara (*Pseudoplatystoma reticulatum*) e piraptinga (*Piaractus brachypomus*).

Com o presente trabalho de revisão foram observados escopos variados (Tabela 1) para nutrição das espécies analisadas, os quais vão desde assuntos relacionados às exigências nutricionais, tais como proteínas, aminoácidos, carboidratos, fibras, vitaminas e sais minerais, passando por assuntos relacionados ao uso de ingredientes alternativos, tais como farinha de resíduo de peixes, farinha de sangue e de osso, plantas, frutos, sementes, produtos e/ou resíduos de peixes e/ou agroflorestais, chegando aos assuntos voltados para o manejo alimentar, tais como frequência alimentar, parâmetros fisiológicos e bioquímicos de peixes amazônicos alimentados com ingredientes alternativos, enzimas exógenas e probióticos.

Escopo da publicação	Tambaqui	Matrinxã	Pirarucu	Híbridos e outras espécies
Ingredientes alternativos - plantas, frutos, sementes, produtos ou resíduos de peixes ou agroflorestais	38	2	3	2
Proteínas e/ou Aminoácidos	13	7	2	4
Enzimas exógenas	8	-	3	2
Probióticos	7	-	-	-
Manejo Alimentar	5	1	3	1
Sais minerais (ferro e fósforo)	5	-	-	-
Vitaminas (C, D e E)	4	2	1	1
Beta-glucano e/ou nucleotídeos	2	-	-	-
Ácidos Graxos	1	-	-	-
Carboidratos	-	1	-	1
Gorduras	-	-	-	1
Energia	-	-	2	-
Fibras	-	1	-	-
Outros assuntos	4	2	5	-
Total de publicações analisadas pelo modo direto	85	15	16	11

Tabela 1. Escopos e frequência das publicações para *string* de maior abrangência - nutrição de peixes amazônicos (PAM) tambaqui, matrinxã e pirarucu.

Observações: 127 publicações analisadas. Algumas publicações abordavam mais de um escopo. "Outros assuntos" correspondem aos aspectos gerais da biologia, fisiologia e nutrição, processamento e silagem, manejo comportamental e produção no cultivo. "Híbridos e outras espécies": tambatinga, tambacu, tucunaré (*Cichla* spp.), cachara (*Pseudoplatystoma reticulatum*) e piraptinga (*Piaractus brachypomus*).

O tambaqui, além de ser a espécie amazônica mais estudada, possui o escopo ingredientes alternativos como o assunto mais abordado nos estudos nutricionais para a espécie. Estes estudos visam avaliar a inclusão ou substituição de ingredientes tradicionais comumente utilizados nas rações comerciais para peixes por ingredientes alternativos,

como plantas, frutos, sementes, produtos e/ou resíduos de peixes e/ou agroflorestais, que, majoritariamente, são oriundos da biodiversidade amazônica.

Para o matrinxã, observou-se que a maioria dos esforços de pesquisas estão direcionados para o escopo proteínas e/ou aminoácidos, com a finalidade de identificar o nível ideal destes nutrientes para a nutrição balanceada da espécie. Para o pirarucu, o escopo mais comum foi à utilização de enzimas exógenas, tais como amilases, proteases e lipases, para auxiliar na digestibilidade de ingredientes de origens diversas com a finalidade de propor formulações de rações economicamente viáveis e com os nutrientes balanceados com a demanda nutricional da espécie. Para o pirarucu, as pesquisas voltadas para avaliação de ingredientes alternativos, como a substituição de farinha de peixe por proteínas de origem vegetal, como o farelo de soja, resíduo de castanha, ou por proteínas de origem animal, como a farinha de sangue ou de ossos, também têm sido encontradas nas publicações sobre a nutrição da espécie.

### 3.2 Ingredientes tradicionais e alternativos

Tradicionalmente, dietas comerciais para peixes são elaboradas com ingredientes proteicos, como a farinha de peixes e a soja, e ingredientes energéticos, como o milho e o trigo. Para confecção de dietas para peixes na região amazônica os ingredientes tradicionais são importados de regiões produtoras dos insumos, o que aumenta o custo final do produto (Pezzato et al., 2009; Boscolo et al., 2011). Os ingredientes utilizados como alternativos em pesquisas científicas são provenientes de recursos da biodiversidade amazônica ou de subprodutos de processamentos industriais, de origem animal (como a farinha de sangue) ou vegetal (como a castanha da Amazônia), e incluídos e/ou substituídos em quantidades nas dietas (Maeda et al., 2009; Guimarães e Filho, 2004).

Dentre as publicações em nutrição, os estudos com ingredientes, tradicionais ou alternativos, são maioria e evidenciam resultados satisfatórios de crescimento (Tabela 2). Do total de 1270 resultados exibidos com a *string* “nutrição ingredientes substituição OR inclusão tambaqui OR pirarucu OR matrinxã OR matrinxã” no Google Scholar, 83 publicações descrevem os efeitos dos ingredientes tradicionais e alternativos no desempenho produtivo de peixes amazônicos, sendo 70 para o tambaqui, 9 para o pirarucu e 4 para o matrinxã.

Os estudos publicados com ingredientes alternativos objetivam encontrar alimentos que barateiem os custos com a ração, reduzam os impactos ambientais e viabilizem o uso de produtos regionais (Backes et al., 2007; Santos et al., 2010; Pereira-Junior et al., 2013; Jobling, 2016; Costa et al., 2018). Dentre as publicações com ingredientes tradicionais e alternativos para peixes amazônicos, 59 são publicações com ingredientes alternativos para tambaqui, 5 para pirarucu e 3 para matrinxã. Estes resultados refletem a existência de uma diversidade de estudos testados para o uso de ingredientes alternativos para o cultivo do tambaqui, acompanhado da carência de publicações com ingredientes das dietas para a matrinxã e pirarucu. O maior volume de pesquisas encontradas com o tambaqui se deve ao fato de a espécie amazônica ser a mais produzida e por ainda possuir potencial para se expandir na piscicultura (FAO, 2018).

Os ingredientes das dietas dos peixes podem ser classificados, de acordo com



a quantidade de proteína e de energia que o compõem, como proteicos (acima de 20% de proteína) e energéticos (abaixo de 20% de proteína). Nos estudos analisados, os principais ingredientes alternativos utilizados foram a mandioca e a castanha, que são energéticos e proteicos, e apresentaram percentual relativo de publicações de 4,1% e 1,8%, respectivamente. Na sequência estão os ingredientes energéticos tucumã e manga, e o ingrediente proteico cupuaçu; todos com percentual relativo de publicações de 1,36%. Outros ingredientes foram testados, como o farelo de babaçu, farinha de leucina, farinha de folha de leucina, farelo de folha de bananeira, farinha de licuri, farinha de peixes, camarão, resíduos de abacaxi e de maracujá, frutos e sementes de áreas alagadas, como o catoré, o camu-camu, a embaúba, jauari e munguba, seringa barriguda, feijão-caupi, farinha de pupunha, quirera e farelo de arroz, girassol, farelo de palmiste. Todos estes ingredientes citados foram avaliados para o tabaqui.

Desempenho do tabaqui	Ingrediente Alternativo				
	Farelo de babaçu (%)				
	0	6	12		
Peso Inicial (g)	24,25	24,37	24,12		
Peso Final (g)	39,37	40,37	43,05		
CAA	2,11	1,54	1,35		
Ganho de Peso (g)	15,12	16,00	18,92		
Autores (ano): Lopes et al., 2010.					
Recomendação dos autores: 12% de substituição					
	Feijão-caupi (%)				
	5	10	15	20	25
Peso Inicial (g)	9,7 ± 0,3	9,7 ± 0,2	9,6 ± 0,2	9,5 ± 0,1	9,8 ± 0,1
Peso Final (g)	19,1 ± 0,91	18,4 ± 2,8	17,4 ± 2,9	17,9 ± 2,0	19,7 ± 0,2
CAA	1,6 ± 0,1	1,7 ± 0,5	2,2 ± 1,0	1,8 ± 0,3	1,5 ± 0,1
Ganho de Peso(g)	9,3 ± 0,9	8,7 ± 3,0	7,7 ± 3,1	8,4 ± 2,1	10,0 ± 0,3
Autores (ano): Dairiki et al., 2013					
Recomendação dos autores: 25% de substituição					
	Farelo de côco (%)				
	0	25	50	100	
CAA	1,17 ± 0,09	1,17 ± 0,13	1,26 ± 0,19	1,40 ± 0,26	
Ganho de Peso Diário (g)	2,16 ± 0,27	2,10 ± 0,37	2,00 ± 0,33	1,86 ± 0,44	
Autores (ano): Lemos et al., 2011					
Recomendação dos autores: 0% de substituição					
	Torta de cupuaçu (%)				
	0	10	20	30	
CAA	2,60:1a	3,16:1b	3,13:1b	3,57:1b	

Ganho de Peso (g)	69,63 ± 18,8a	56,9 ± 17,8b	57,4 ± 17,1b	50 ± 15,4b	
Autores (ano): Xavier et al., 2016					
Recomendação dos autores: 25% de substituição					
Torta de tucumã (%)					
	<b>0</b>	<b>25</b>	<b>50</b>	<b>75</b>	<b>100</b>
CAA	1,40 ± 0,2a	1,47 ± 0,1a	1,88 ± 0,3b	1,92 ± 0,3b	2,02 ± 0,4b
Ganho de Peso (g)	443 ± 2,4a	526,5 ± 2,9a	306 ± 2,0b	348,3 ± 1,3b	288 ± 1,6b
Autores (ano): Xavier et al., 2019					
Recomendação dos autores: 25% de substituição					
Farelo de Licuri (%)					
	<b>0</b>	<b>33,33</b>	<b>66,66</b>	<b>100</b>	
Peso Inicial (g)	3,18 ± 0,5	3,18 ± 0,6	3,18 ± 0,7	3,18 ± 0,8	
Peso Final (g)	31,72 ± 2,81	32,95 ± 1,33	30,31 ± 1,74	27,84 ± 0,5	
CAA	1,89	1,88	2,2	1,93	
Ganho de Peso (g)	26,59 ± 5,03	27,88 ± 4,94	24,78 ± 4,74	23,37 ± 2,29	
Autores (ano): Campeche et al., 2014					
Recomendação dos autores: 100% de substituição					
Crueira de mandioca (%)					
	<b>20</b>	<b>40</b>	<b>60</b>	<b>80</b>	<b>100</b>
Peso Inicial (g)	6,6 ± 0,1	6,6 ± 0,1	6,6 ± 0,1	6,7 ± 0,1	6,6 ± 0,1
Peso Final (g)	30,4 ± 9,6	34,4 ± 6,3	37,2 ± 6,5	35,7 ± 2,5	35,1 ± 6,7
CAA	1,1 ± 0,1	1,0 ± 0,1	1,1 ± 0,0	1,1 ± 0,0	1,1 ± 0,1
Ganho de Peso (g)	23,8 ± 8,1	27,8 ± 5,1	30,6 ± 4,1	29,0 ± 1,9	28,5 ± 6,7
Autores (ano): Pereira-Junior et al., 2013					
Recomendação dos autores: 100% de substituição					

Tabela 2. Desempenho de tambaqui diante dos níveis de substituição do ingrediente alternativo.

Legenda: CAA: Conversão alimentar aparente; Médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

De acordo com esta revisão, ingredientes como a mandioca, o babaçu, feijão-caupi, e o licuri podem ser utilizados integralmente na formulação das rações para o tambaqui proporcionando desempenho satisfatório. No entanto, alguns ingredientes podem resultar em piora nas variáveis de desempenho zootécnicos devido a fatores antinutricionais, como é o caso da torta do cupuaçu e do tucumã. Para ingredientes como o côco, embora do ponto de vista biológico possam ser incluídos em dietas para tambaqui, são economicamente inviáveis como ingredientes alternativos. Outras publicações utilizando ingredientes alternativos são direcionadas para a saúde e bem-estar do tambaqui, digestibilidade, rendimento de carcaça, composição de filé, a castanha da Amazônia (Santos et al., 2010) e o camu-camu (Aride et al., 2018).

### 3.3 Manejo alimentar

Aspectos nutricionais como o manejo alimentar são fatores que refletem diretamente a eficácia dos nutrientes oferecidos na alimentação, influenciando o desempenho do peixe (Cho et al., 2003). O desperdício de ração pode deteriorar a qualidade da água causando impacto ambiental, além de interferir nos custos da produção, uma vez que a alimentação representa a maioria dos gastos na piscicultura (cerca de 70%) (Cho et al., 2003; Crescêncio et al., 2005). A adequação do manejo alimentar das espécies de peixes é uma das maneiras mais eficazes de minimizar os custos de produção, aumentar a produtividade e maximizar a lucratividade, assim como minimizar o potencial poluente das rações, permitindo o aumento da produtividade (Kubitza, 1997).

Utilizando a *string* específica para manejo alimentar no Google Scholar, 36 publicações correspondem a estudos sobre a frequência alimentar e a quantidade de dieta para os peixes amazônicos, sendo 22 para o tambaqui, 10 para o pirarucu e 4 para o matrinxã. O matrinxã, apesar de ser a segunda espécie mais criada na região amazônica, ter comportamento agressivo, mas excelente sabor da carne (Hoshiba et al, 2007), detém poucos estudos sobre o manejo alimentar, principalmente os que envolvem efeitos de diferentes taxas de alimentação, desempenho de produção e aspectos econômicos relacionados aos diferentes tipos de cultivo.

A Tabela 3 demonstra os resultados de estudos sobre o manejo alimentar dos peixes amazônicos em diferentes sistemas de cultivo. Para o tambaqui, os dados evidenciam que é possível gerenciar a taxa de alimentação por etapas de cultivo que proporcionam melhor conversão alimentar aparente e biomassa final. A taxa utilizada para tambaquis pensando entre 50 a 250 g, é de 5% do PV (peso vivo)/dia; a taxa para peixes pesando de 250 a 1000 g é de 2,0% do PV/dia; e a taxa para peixes com pesos de 1000 g até o peso de abate (2000 g) é de 1,5% do PV/dia. Para o matrinxã, alguns autores realizaram investigações relacionadas à alimentação na natureza e a aspectos da nutrição em piscicultura (Cyrino et al., 1986), no entanto, especificamente sobre o manejo alimentar, a busca atual por informações nas plataformas digitais apontaram apenas publicações realizadas por Frascá-Scorvo et al. (2001, 2007), que estudaram o comportamento e manejo alimentar dessa espécie. Para o pirarucu, apesar de estar entre as espécies de maior potencial para o desenvolvimento da piscicultura na Amazônia, pouco se conhece a respeito da preferência alimentar natural do pirarucu, quanto ao horário de alimentação, e sobre o efeito que diferentes manejos alimentares podem causar no desempenho zootécnico dessa espécie (Crescêncio et al., 2005).

Peixe amazônico	Frequência alimentar	Quantidade da dieta
	(fase de produção: vezes por dia)	(% em relação ao peso vivo)
Tambaqui	<b>Inicial</b>	<b>Inicial</b>
	Autores (Ano): Melo et al., 2001	Autores (Ano): Oliveira e Sousa, 2017
	Recomendações dos autores: 4 vezes por dia	Recomendações dos autores: 5 % PV
	<b>Crescimento</b>	<b>Crescimento</b>
	Autores (Ano): Souza et al., 2014	Autores (Ano): Oliveira e Sousa, 2017
	Recomendações dos autores: 2 vezes ao dia	Recomendações dos autores: 2% PV
Matrinxã	<b>Final</b>	<b>Final</b>
	Autores (Ano): Chagas et al., 2007	Oliveira e Sousa, 2017
	Recomendações dos autores: 2 vezes ao dia	Recomendações dos autores: 1,5 % PV
	<b>Inicial</b>	<b>Inicial</b>
	Autores (Ano): Frascá-scorvo et al., 2001	Autores (Ano): Frascá-scorvo et al., 2007
	Recomendações dos autores: 2 vezes ao dia	Recomendações dos autores: 1,69 % PV
Pirarucu	<b>Crescimento</b>	<b>Crescimento</b>
	Autores (Ano): Frasca-scorvo et al., 2007	Autores (Ano): Frasca-scorvo et al., 2007
	Recomendações dos autores: 1 vez ao dia	Recomendações dos autores: 1,69 % PV
	<b>Inicial</b>	<b>Inicial</b>
	Autores (Ano): Lima et al., 2017	Autores (Ano): Imbiriba, 2001
	Recomendações dos autores: 4 a 6 vezes por dia	Recomendações dos autores: 8 a 10% PV
Pirarucu	<b>Crescimento</b>	<b>Crescimento</b>
	Autores (Ano): Rodrigues et al., 2019	Autores (Ano): Lima et al., 2017
	Recomendações dos autores: 3 vezes ao dia	Recomendações dos autores: 3 a 4% PV
	<b>Final</b>	<b>Final</b>
	Autores (Ano): Lima et al., 2017	Autores (Ano): Scorvo-filho et al., 2004
	Recomendações dos autores: 2 vezes ao dia	Recomendações dos autores: 2 % PV

Tabela 3. Percentual da relação entre as publicações com frequência alimentar e quantidade da dieta e as publicações com nutrição de peixes amazônicos para cada fase de produção dos peixes amazônicos.

### 3.4 Nutrientes na dieta para tambaqui: proteínas, vitaminas, lipídios e carboidratos

O tambaqui é um peixe com adaptações morfológicas que propiciam o hábito alimentar

onívoro. Quando na natureza, se alimenta de frutos e sementes durante a enchente e cheia dos rios e, nos períodos da vazante e seca, consome quantidade maior de zooplâncton (Rodrigues et al., 2014; Buzollo et al., 2018). Na fase inicial da vida o tambaqui se alimenta através de estruturas filtrantes localizadas em suas brânquias, que se tornam canais de entrada para a proteína proveniente de pequenos organismos animais (Araújo-Lima e Gomes, 2005). Em confinamento, o tambaqui não necessita de treinamento alimentar na fase inicial, contrariando o que ocorre com peixes carnívoros como o pirarucu. Também não foram encontrados registros sobre canibalismo para o tambaqui, contrariando o que ocorre com algumas espécies como o matrinxã. O tambaqui possui excelente aceitação a dieta comercial, que é a principal fonte de nutrientes para peixes de piscicultura.

A proteína, macronutriente composto por aminoácidos, fornece nutrientes essenciais para a síntese proteica corporal e a qualidade e a quantidade na dieta interferem no desempenho do peixe (Amancio et al., 2019). Para o tambaqui, segundo Van Der Meer, Zamora e Verdegem (1997), o teor de proteína influencia diretamente no consumo da dieta. Esta influência não foi observada por Lima et al. (2016) para tambaquis com peso inicial de  $0,35 \pm 0,09$  g nos níveis testados (20, 24, 28, 32, 36 e 40 % de proteína bruta) e por tambaquis com peso inicial entre 2 e 20g (30, 35, 40 e 45 % de proteína bruta). No entanto, Buzollo et al. (2018) registraram aumento do consumo diário da dieta, ganho de peso e taxa de crescimento específico, além de favorecimento da hipertrofia muscular, para tambaquis com peso inicial de  $6,53 \pm 0,43$  g sob 29 % de proteína (Tabela 4). Para tambaquis com peso inicial de 36,91 a 37,15g e peso final de 196,41 a 240, 97 g, Vidal et al. (1998) concluíram que a relação da eficiência proteica reduziu com aumento da proteína dietética nos níveis testados (18, 21, 24, 27, 30% de proteína na dieta). Segundo os autores, para a faixa de peso estudada, 25,01% de proteína bruta na dieta atenderam à exigência dos tambaquis (Tabela 4).

Desempenho do tambaqui (PI: $0,35 \pm 0,09$ g)	Proteína na dieta de tambaqui (%)					
	20,00	24,00	28,00	32,00	36,00	40,00
Ganho de Peso (g)	10.23	11.38	13.51	13.66	15.45	15.17
CAA (g/g)	1.46	1.25	1.02	1.13	0.92	0.89
EP (%)	3.43	3.41	3.56	2.77	3.02	2.82
Consumo da dieta (g)	14.90	13.90	13.58	15.39	14.20	13.47

**Autores (ano):** Lima et al. (2016)

**Recomendação dos autores:** 31,57% de proteína, com relação ED: PB de 9,50 kcal de ED/g de PB.

Desempenho do tambaqui (PI: 2 - 20 g)	Proteína na dieta de tambaqui (%)			
	30,00	35,00	40,00	45,00
Ganho de Peso (g)	$17.28 \pm 1.75$	$18.27 \pm 1.71$	$18.55 \pm 1.14$	$16.33 \pm 0.78$

Peso final (g)	18.97 ± 1.78	18.27 ± 1.71	18.55 ± 1.14	16.33 ± 0.78
CAA (g/g)	1.89 ± 0.08	1.95 ± 0.13	1.92 ± 0.09	1.93 ± 0.08
Consumo diário da dieta (g/peixe)	32.68 ± 3.08	32.31 ± 2.38	32.07 ± 1.02	28.32 ± 1.99

**Autores (ano):** Amancio et al. (2019)

**Recomendação dos autores: 30% de proteína para tambaqui pesando entre 2 e 20 g.**

Desempenho do tambaqui (PI: 6.53 ± 0.43 g)	Níveis de proteína digestível na dieta de tambaqui (%)						
	14,00	17,00	20,00	23,00	26,00	29,00	32,00
Ganho de Peso (g)	48,06 ± 4,18	70,16 ± 2,54	84,09 ± 2,25	108,35 ± 3,58	131,15 ± 3,43	168,06 ± 5,77	157,63 ± 11,89
CAA (g/g)	1,45 ± 0,07 <sup>c</sup>	1,21 ± 0,05 <sup>b</sup>	1,17 ± 0,07 <sup>ab</sup>	1,11 ± 0,03 <sup>ab</sup>	1,08 ± 0,03 <sup>a</sup>	1,19 ± 0,05 <sup>ab</sup>	1,10 ± 0,08 <sup>ab</sup>
EP (%)	4,09 ± 0,20 <sup>a</sup>	4,11 ± 0,20 <sup>a</sup>	3,69 ± 0,22 <sup>b</sup>	3,41 ± 0,08 <sup>bc</sup>	3,11 ± 0,10 <sup>c</sup>	2,55 ± 0,12 <sup>d</sup>	2,55 ± 0,18 <sup>d</sup>
Consumo diário da dieta (g)	0,61 ± 0,05 <sup>f</sup>	0,71 ± 0,05 <sup>f</sup>	0,82 ± 0,07 <sup>e</sup>	1,00 ± 0,05 <sup>d</sup>	1,18 ± 0,05 <sup>c</sup>	1,67 ± 0,04 <sup>a</sup>	1,44 ± 0,06 <sup>b</sup>

**Autores (ano):** Buzollo et al. (2018)

**Recomendação dos autores: 29 e 32% de proteína digestível favorece a hipertrofia do músculo e o desempenho do peixe.**

Desempenho do tambaqui (PI: 37,5 g)	Proteína na dieta de tambaqui (%)				
	18,00	21,00	24,00	27,00	30,00
Ganho de Peso (g)	159,26	203,72	200,15	192,39	189,02
CAA (g/g)	1,69	1,89	1,71	1,67	1,71
Relação de Eficiência Proteica (g/g)	3,55	2,94	2,82	2,45	1,97
Consumo diário da dieta (g)	264,67	328,23	296,70	291,50	324,33

**Autores (ano):** Vidal et al. (1998)

**Recomendação dos autores: 25,01% de proteína bruta suprimam a necessidade de proteica dos peixes.**

Tabela 4. Desempenho produtivo de tambaqui alimentados com dietas contendo diferentes níveis de proteínas.

Legenda: PI: Peso inicial; CAA: Conversão alimentar aparente; EP: Eficiência da proteína (%); Energia digestível (ED); Proteína bruta (PB). Médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

A demanda proteica do peixe diminui na mesma proporção em que o corpo do

animal cresce. Oishi, Nwanna e Pereira Filho (2010) investigaram níveis de proteína para tambaquis na fase de crescimento, com peso inicial de  $46,4 \pm 6,3\text{g}$ , e constataram que o ponto de inflexão da curva de ganho de peso indicou 30% PB como melhor resultado nesta fase de crescimento. A necessidade de proteínas para tambaqui com peso inicial de  $225,33 \text{ g} \pm 11,31$ , cultivados até atingirem  $\approx 1000 \text{ g}$  na fase final, foi investigada por Sousa et al. (2015) que não verificaram diferença no desempenho para os níveis testados de 28% e 32% PB, concluindo que 28% é economicamente viável. Semelhantemente ocorreu com Bezerra Neto et al. (2017) que avaliaram tambaquis na fase final com peso inicial de  $\approx 1,000 \text{ g}$ , e não encontrando diferença significativa, concluíram que 22% PB é economicamente mais viável para a produção.

Mesmo os nutrientes exigidos em menor quantidade pelo organismo, como as vitaminas, têm sua importância assegurada na nutrição de peixes. As vitaminas hidrossolúveis (tais como o ácido ascórbico, tiamina, riboflavina, ácido pantotênico, piridoxina, ácido fólico, cobalamina, niacina e biotina) não são depositadas no corpo do animal sendo necessária sua ingestão diária (Pezzato et al., 2004). Nos peixes, a síntese do ácido ascórbico é limitada pela ausência da enzima L-gulonolactona oxidase, e a carência desta vitamina pode ocasionar erosão das nadadeiras, lordose, escoliose, anemia redução no crescimento, entre outras avitaminoses (Chagas e Val, 2003; Falcon, et al., 2007; Dairiki e Silva, 2011). Para o tambaqui, Chagas e Val (2003) verificaram que a ausência de ácido ascórbico nas dietas reduziu hematócrito e eritrócitos, caracterizando anemia, e aumentou o volume corpuscular médio. As vitaminas lipossolúveis (A, D, E e K) são depositadas no fígado dos peixes. Melhorias na condição fisiológica sob alimentação com associação das vitaminas C (ácido ascórbico), E (tocoferol) e o mineral ferro foram verificadas para tambaqui por Aride (2003). Paralelamente ao ferro, outros minerais têm sido investigados para dietas de tambaqui, como ocorre com o fósforo (Sousa, et al., 2019). As vitaminas e minerais podem ser adicionados nas dietas comerciais como premix (Dairiki e Silva, 2011).

Lipídios e carboidratos são os principais nutrientes energéticos da dieta dos peixes, que possuem maior exigência de energia na fase adulta (Araújo-Lima e Gomes, 2005; Dairiki e Silva, 2011). Silva Camargo et al. (1998) analisaram juvenis de tambaqui com pesos na faixa de 30 a 180 g e concluíram que o nível de 3.300 kcal de EM/kg proporcionou as melhores respostas para ganho, conversão alimentar e taxa de deposição proteica. Almeida et al. (2011) investigou o comportamento de juvenis de tambaqui alimentados com dietas isoenergéticas em diferentes níveis de proteínas (35, 30, 25, 20,5%) e lipídios (4, 8, 11 e 14,5%) e constatou que o aumento de lipídio dietético diminuiu o ganho de peso dos animais e aumentou a glicólise, glicogenólise hepática, glicogênese e neoglicogênese muscular. Os lipídios da dieta estão fortemente correlacionados com a lipase do trato digestório dos tambaquis, como observado por Almeida, Lundstedt e Moraes (2006). Sandre et al. (2017) avaliaram tambaqui (peso: entre 10 e 250g) nutridos com níveis de carboidratos (41,0, 46,0 e 51,0 %) e de lipídios (4,0 e 8,0 %), e encontraram os níveis de 46% (460 g/kg) de carboidratos e 4% (40 g/kg) de lipídios como os ideais para o cultivo da espécie. Nutrientes energéticos corretamente balanceados na dieta são poupadores de proteínas, maximizando a eficiência proteica e reduzindo a excreção de nitrogenados no meio.

### 3.5 Aminoácidos, enzimas exógenas, probióticos e leveduras

Dentre as 1890 respostas emitidas pela plataforma Google Scholar para publicações verificadas utilizando a *string* específica para tambaqui, foi encontrada uma soma de 62 publicações sobre os nutrientes proteína (18), vitamina (5), lipídio (7), carboidrato (3), aminoácido (10), enzima exógena (4), levedura (2) e probiótico (13). Além destas, foram encontradas publicações com minerais como ferro (1) e fósforo (3). A baixa quantidade de estudos com nutrientes para o tambaqui indexadas nas plataformas expõe a carência de tais informações. Esta escassez, adicionada ao fato do tambaqui ser o peixe verificado com maior volume de pesquisas indexadas, permite sugerir que as publicações para os demais peixes nativos amazônicos tendem a ser ainda menores do que as apresentadas nesta revisão. Paralelamente, a variedade de espécies amazônicas com potencial para piscicultura eleva os desafios dos nutricionistas durante a formulação de dietas (Bittencourt et al, 2010; Boscolo et al, 2011) e propiciam que dietas para peixes altamente produtivos, como o tambaqui, deixem de ser elaboradas de forma específica, dessa forma não atendendo as exigências nutricionais, acarretando prejuízos para o setor piscícola.

A exigência de nutrientes para peixes é embasada no desempenho animal em relação ao nutriente testado e tem sido associado a análises bioquímicas, como a composição corporal, e fisiológicas, como a hematologia, além de análises genéticas e metabólicas (Boscolo et al., 2011; NRC, 2011; Puppo et al., 2017). Para aminoácidos o conceito de proteína ideal é utilizado mantendo a lisina como aminoácido referência (Silva et al., 2018; Souza et al., 2019). Silva et al. (2018) avaliaram a necessidade de lisina para tambaqui com peso inicial de  $0.34 \pm 0.02\text{g}$  utilizando seis dietas (1,30; 1,48; 1,60; 1,84; 2,02; e 2,20% de lisina digestível) elaboradas com base no conceito de proteína ideal. Dietas estimadas em 1,73 e 1,78% de lisina digestível (2,00% de lisina total) maximizaram, respectivamente, o ganho de peso e a deposição proteica, enquanto a conversão alimentar foi melhor em tambaquis alimentados com dietas com lisina digestível 1,66%. Para que o organismo do peixe otimize os aminoácidos da dieta é necessário que estes estejam balanceados entre si. Souza et al. (2019) avaliaram metionina + cistina para juvenis de tambaqui e concluíram que a melhor relação destes aminoácidos com a lisina digestível é de 64,8%.

Ainda que o tambaqui seja resistente a condições ambientais desfavoráveis para outras espécies de peixes, algumas estratégias de intensificação da piscicultura podem resultar em surgimentos de doenças e diminuição da produção (Azevedo et al., 2016). Dentre os nutrientes que podem mitigar ou sanar tais entraves estão os prebióticos, simbióticos e probióticos. Os probióticos são microrganismos vivos que atuam sobre a microbiota intestinal, e podem ser incorporados a dieta na forma de aditivos ou acrescentado a água de manutenção (Nawaz et al., 2018). Embora bactérias do gênero *Bacillus* sejam estudadas para peixes, as respostas obtidas para tambaqui com estas bactérias desenvolvidas sem associação natural ao hospedeiro não foram positivas para desempenho e resistência imunológica (Ferreira et al., 2014; Azevedo et al., 2016; Paixão et al., 2017). No entanto, Dias et al. (2018) utilizaram bactérias autóctones (*Bacillus cereus*) isoladas do intestino do tambaqui e observaram melhores respostas hematológicas, fisiológicas e produtivas.

Adicionalmente, o uso de enzimas exógenas é uma técnica biológica que pode favorecer os ganhos produtivos dos peixes através do aumento da digestibilidade de



ingredientes como o milho e a soja (Oliveira, 2007). De modo geral, enzimas são proteínas catalizadoras necessárias para processos metabólicos (Nelson e Cox, 2014). Elas podem ser adicionadas nas dietas para suplementar a ação de enzimas produzidas pelo peixe (como amilase e a protease) ou para suprir uma demanda enzimática não contemplada pelo organismo (como a  $\beta$ -glucanase, celulase e a fitase). Mendonça et al. (2012) avaliaram tambaquis ( $3,12 \pm 0,05$  g) alimentados com dietas contendo níveis de fitase (700, 1400, 2100 e 2800 UFA/kg de dieta, onde UFA = unidade de fitase ativa). Os autores registraram influência da fitase no desenvolvimento dos peixes a partir do nível estimado em 1540,62 UFA/kg de dieta. Porém, os autores recomendam estudos com níveis de fitase mais elevados do que os testados a fim de comparação com níveis encontrados na literatura. A suplementação dietética das enzimas protease, amilase e lipase foram testadas por Nunes et al. (2006) que não identificaram influência no desempenho dos tambaquis sob dietas com protease. No entanto, 0,05% de amilase e 0,2% lipase incorporadas na dieta influenciaram o desempenho zootécnico em parâmetros como ganho de peso, conversão alimentar, taxa de crescimento específico e peso final (Tabela 5).

Desempenho dos tambaquis (PI: $0,34 \pm 0,02$ g)	Nutrientes da dieta					
	Aminoácido: Lisina (%)					
	<b>1,30</b>	<b>1,48</b>	<b>1,66</b>	<b>1,84</b>	<b>2,02</b>	<b>2,20</b>
Ganho de Peso (g)	3,73	4,52	5,33	5,35	4,59	5,24
CAA (g/g)	1,39a	1,38 <sup>a</sup>	1,14b	1,21ab	1,25ab	1,21b
TEP (%)	2,42b	2,60ab	3,34 <sup>a</sup>	2,99ab	2,95ab	2,91ab
Consumo da dieta (g)	5,45	6,09	5,81	6,25	5,80	6,33

**Autores (ano):** Silva et al. (2018).

**Recomendação dos autores:** 1,78% de lisina digestível (2,00% de lisina total).

Desempenho dos tambaquis (PI: $0,28 \pm 0,08$ g/L e $0,94 \pm 0,33$ g/L)	Aminoácido: Metionina+cistina para lisina (%)					
		<b>50,00</b>	<b>55,00</b>	<b>60,00</b>	<b>65,00</b>	<b>70,00</b>
Ganho de Peso (g)	6,91	6,86	8,99	9,06	8,02	8,05
CAA (g/g)	3,59	2,59	1,97	1,30	2,70	2,35
Eficiência da proteína (g/g)	1,98	2,20	2,58	2,30	2,25	2,38
Consumo da dieta (g)	9,19	8,25	10,13	8,62	9,86	8,92

**Autores (ano):** Souza et al. (2019).

**Recomendação dos autores:** relação metionina + cistina com lisina digestível de 64,8%.

Desempenho dos tambaquis (PI: $19,7 \pm 0,6$ g; 120 dias)	Probiótico: <i>Bacillus cereus</i> (%)			
	Controle	$10^4$ (UFC/g)	$10^6$ (UFC/g)	$10^8$ (UFC/g)
Ganho de Peso (g)	$32,4 \pm 0,8$ b	$37,2 \pm 0,7$ <sup>a</sup>	$38,6 \pm 0,6$ <sup>a</sup>	$38,3 \pm 0,8$ <sup>a</sup>
CAA (g/g)	$1,9 \pm 1,1$	$1,9 \pm 1,3$	$1,9 \pm 2,0$	$1,9 \pm 1,6$

TCE (%/dia)	2,0 ± 0,3	2,1 ± 0,8	2,1 ± 0,6	2,0 ± 0,9
Ganho de comp. (mm)	38,2 ± 1,9b	44,5 ± 1,8 <sup>a</sup>	43,5 ± 1,0a	44,2 ± 1,0a
<b>Autores (ano):</b> Dias et al. (2018)				
<b>Recomendação dos autores:</b> Probiótico <i>B. cereus</i> em 10 <sup>6</sup> UFC/g de dieta por no mínimo 60 dias.				
Probiótico: <i>Bacillus subtilis</i> e <i>Saccharomyces cerevisiae</i> (%)				
<b>Desempenho dos tambaquis</b> (PI: 20,13 ± 0,75 g; 90 dias)	<b>Controle</b>	<b><i>B. subtilis</i></b>	<b><i>S. cerevisiae</i></b>	
Ganho de Peso (g)	67,1 ± 11,2	72,0 ± 9,1	77,7 ± 2,5	
CAA (g/g)	2,63 ± 0,4	2,1 ± 0,3	2,3 ± 0,3	
Peso final (g)	69,2 ± 12,0	74,1 ± 9,9	79,8 ± 3,2	
Comprimento total (mm)	12,7 ± 3,2	13,1 ± 1,1	13,2 ± 1,1	
<b>Autores (ano):</b> Paixão et al. (2017).				
<b>Recomendação dos autores:</b> Probióticos <i>B. subtilis</i> e <i>S. cerevisiae</i> não influenciaram no desempenho do crescimento dos tambaquis.				
Enzimas exógenas: Lipase (%)				
<b>Desempenho dos tambaquis</b> (PI: 18,57 a 20,89)	<b>0,00</b>	<b>0,05</b>	<b>0,10</b>	<b>0,20</b>
Ganho de Peso (g)	9,1 ± 1,22c	11,91 ± 2,23b	10,58 ± 1,65bc	15,28 ± 1,32a
CAA (g/g)	2,53 ± 0,32c	1,85 ± 0,32b	1,86 ± 0,52bc	1,51 ± 0,24a
TCE (%/dia)	1,34 ± 0,34c	1,60 ± 0,27b	1,63 ± 0,29bc	1,97 ± 0,08a
Peso final (g)	30,10 ± 4,47b	31,03 ± 2,80b	29,15 ± 3,83b	36,00 ± 3,44a
<b>Autores (ano):</b> Nunes et al. (2006).				
<b>Recomendação dos autores:</b> 0,05% da enzima exógena lipase para juvenis de tambaqui.				
Enzimas exógenas: Amilase (%)				
<b>Desempenho dos tambaquis</b> (PI: 18,57 a 20,89)	<b>0,00</b>	<b>0,05</b>	<b>0,10</b>	<b>0,20</b>
Ganho de Peso (g)	6,04 ± 1,05b	12,50 ± 3,41a	5,98 ± 0,89b	6,66 ± 1,00ba
CAA (g/g)	1,79 ± 0,31b	1,25 ± 0,56a	1,72 ± 0,16b	1,60 ± 0,20a
TCE (%/dia)	1,45 ± 0,31b	2,41 ± 1,09a	1,37 ± 0,14b	1,53 ± 0,10b
Peso final (g)	18,28 ± 1,80b	23,67 ± 2,89a	18,83 ± 2,44b	19,36 ± 2,50b
<b>Autores (ano):</b> Nunes et al. (2006).				
<b>Recomendação dos autores:</b> 0,2% da enzima exógena amilase para juvenis de tambaqui.				

Tabela 5. Desempenho produtivo de tambaquis alimentados com dietas sob níveis de aminoácidos, enzimas e probióticos.

Legenda: PI: Peso inicial; CAA: Conversão alimentar aparente; TCE: Taxa de crescimento específico. Médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

## 4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados evidenciam uma necessidade de investigações que avaliem ingredientes alternativos no sentido de viabilizar a utilização comercial e mostram que esforços devem se concentrar em melhorias no manejo alimentar das espécies nativas que potencializem a produtividade com o mínimo impacto ambiental e ecossistêmico dos alimentos. Embora existam publicações sobre exigência nutricionais para o tambaqui, matrinxã e pirarucu, para a maioria dos nutrientes as informações são escassas ou conflitantes, requerendo mais pesquisas e uso de metodologias comparáveis entre si.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, L.C.; AVILEZ, I.M.; HONORATO, C.A.; HORI, T.S.F.; MORAES, G. Growth and metabolic responses of tambaqui (*Colossoma macropomum*) fed different levels of protein and lipid. *Aquaculture Nutrition*, 17(2), e253-e262. 2011. DOI: 10.1111/j.1365-2095.2010.00759.x.
- ALMEIDA, L.C.; LUNDSTEDT, L.M.; MORAES, G. Digestive enzyme responses of tambaqui (*Colossoma macropomum*) fed on different levels of protein and lipid. *Aquaculture Nutrition*, 12(6), 443-450. 2006. DOI: 10.1111/j.1365-2095.2006.00446.x.
- AMANCIO, A.L.L.; NETO, M.R.S.; FILHO, J.J.; FONSECA, S.B.; SILVA, H.V.S. Dietary protein requirements for tambaqui *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818) juvenile. *Revista Ciência Agronômica*, 50(2): 259-266. 2019. DOI: 10.5935/1806-6690.20190030.
- ARAÚJO-LIMA, C.; GOMES, L. Tambaqui *Colossoma macropomum*. In: BALDISSETTO, B.; GOMES, L. *Espécies nativas para piscicultura no Brasil*. Santa Maria: Editora UFSM, 1 ed., pp. 175-202. 2005.
- ARIDE, P.H.R. *Vitamina E em dietas para tambaqui (Colossoma macropomum): determinação do nível médio, efeito sinérgico da vitamina C e interação com o ferro*. Tese de Doutorado em Biologia de Água Doce e Pesca Interior, 146 p. 2003.
- ARIDE, P.H.R.; OLIVEIRA, A.M.; BAPTISTA, R.B.; FERREIRA, M.S.; PANTOJA-LIMA, J.; CASTRO, P.D.S.; OLIVEIRA, A.T. Changes on physiological parameters of tambaqui (*Colossoma macropomum*) fed with diets supplemented with Amazonian fruit Camu camu (*Myrciaria dubia*). *Brazilian Journal of Biology*, 78: 360-367. 2018. DOI: 10.1590/1519-6984.169442.
- ARIDE, P.H.R.; OLIVEIRA, A.M.; FERREIRA, M.S.; LIEBL, A.R.S.; COMASSETTO, L.E.; LADISLAU, D.S.; BASSUL, L.A.; SILVA, B.R.; MATTOS, D.C.; LAVANDER, H.D.; SOUZA, A.B.; POLESE, M.F.; RIBEIRO, M.W.S.; CASTRO, P.D.S.; OLIVEIRA, A.T. Growth and hematological responses of tambaqui, *Colossoma macropomum* fed different levels of rice, *Oryza spp*. *Brazilian Journal of Biology*, 81: 1-7. 2020. DOI: 10.1590/1519-6984.232560.
- ARIDE, P.H.R.; OLIVEIRA, A.T.; OLIVEIRA, A.M.; FERREIRA, M.S.; BAPTISTA, R.B.; SANTOS, S.M.; PANTOJA-LIMA, J. Growth and hematological responses of tambaqui fed different amounts of cassava (*Manihot esculenta*). *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 68: 1697-1704. 2016. DOI: 10.1590/1678-4162-8704.
- AZEVEDO, R.V.D.; FOSSE FILHO, J.C.; PEREIRA, S.L.; CARDOSO, L.D.; VIDAL JÚNIOR, M.V.; ANDRADE, D.R.D. Prebiotic, probiotic and synbiotic supplementation in diets for juvenile tambaquis at two stocking densities. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 51(1), 9-16. 2016. DOI: 10.1590/S0100-204X2016000100002.
- BACKES, A.A.; RONER, M.N.B.; OLIVEIRA, V.D.; FERREIRA, A.C.D. Aproveitamento de resíduos sólidos orgânicos na alimentação humana e animal. *Revista da Fapese*, 3(2), 17-24. 2007.

BEZERRA NETO, E.B.; PRADO, G.F.; PRADO, G.A.F.; SOUSA, R.G.C. Engorda de tambaquis (1 a 3 kg) arraçoados com dietas contendo 22 e 28% de proteína bruta. *Scientia Amazonia*, 6(1), 1-8. 2017.

BITTENCOURT, F.; FEIDEN, A.; SIGNOR, A.A.; BOSCOLO, W.R.; LORENZ, E.K.; MALUF, M.L.F. Densidade de estocagem e parâmetros eritrocitários de pacus criados em tanques-rede. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 39(11), 2323-2329. 2010. DOI: 10.1590/S1516-35982010001100002.

BOSCOLO, W.R.; SIGNOR, A.; FREITAS, J.D.; BITTENCOURT, F.; FEIDEN, A. Nutrição de peixes nativos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 40: 145-154. 2011.

BUZOLLO, H.; NASCIMENTO, T.M.T.; SANDRE, L.C.G.; NEIRA, L.M.; JOMORI, R.K.; CARNEIRO, D.J. Apparent digestibility coefficients of feedstuff used in tambaqui diets. *Boletim do Instituto de Pesca*, 44(2): 547-555. 2018. DOI: 10.20950/1678-2305.2018.316.

CAMPECHE, D.F.B.; MELO, J.F.B.; BALZANA, L.; SOUZA, R.C.; FIGUEIREDO, R.A.C.R. Farelo de licuri em dietas para alevinos de tambaqui (*Colossoma macropomum*, Cuvier, 1818). *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec*, 66(2), 539-545. 2014. DOI: 10.1590/1678-41625920.

CHAGAS, E.C.; GOMES, L.C.; JUNIOR, H.E.; ROUBACH, R. Produtividade de tambaqui criado em tanque-rede com diferentes taxas de alimentação. *Ciência Rural*, Santa Maria, 37(4): 1109-1115. 2007. DOI: 10.1590/S0103-84782007000400031.

CHAGAS, E.C.; VAL, A.L. Efeito da vitamina C no ganho de peso e em parâmetros hematológicos de tambaqui. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 38(3): 397-402. 2003. DOI: 10.1590/S0100-204X2003000300009.

CHO, C.Y. 2003. Development of computer models for fish feeding standards and aquaculture waste estimations: A treatise. In: *Simposio Internacional de Nutrición Acuicola*, Hermosillo, Sonora, México, 375-395. 2003.

CYRINO, J.E.P.; CASTAGNOLLI, N.; PEREIRA FILHO, M. Digestibilidade da proteína de origem animal e vegetal pelo matrinxã (*Brycon cephalus*). Cuiabá: ABRAq, 49-62. 1986.

COSTA, J.I.; GOMES, A.L.S.; BERNARDINO, G.; SABBAG, O.J.; MARTINS, M.I.E.G. Productive performance and economic evaluation of tambaqui roelo in excavated fishponds, Manaus, Brazil. *Revista Agroambiente On-line*, 12(3), 234-244. 2018. DOI: 10.18227/1982-8470ragro.v12i3.4895.

CRESCÊNCIO, R.; ITUASSÚ, D.R.; ROUBACH, R.; FILHO, M.P.; CAVERO, B.A.S.; GANDRA, A.L. Influência do período de alimentação no consumo e ganho de peso do pirarucu. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.40, p.1217-1222. 2005. DOI: 10.1590/S0100-204X2005001200009.

DAIRIKI, J. K.; DA SILVA, T.B.A. Revisão de literatura: exigências nutricionais do tambaqui-compilação de trabalhos, formulação de ração adequada e desafios futuros. *Embrapa Amazônia Ocidental- Documentos (INFOTECA-E)*, 1517-3135. 2011.

DAIRIKI, J.K.; CORREA, R.B.; INOUE, L.A.K.A.; MORAIS, I.D.S.D. Feijão-caupi autoclavado na nutrição de juvenis de tambaqui. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 48(4), 450-453. 2013.

DIAS, J.A.R.; ABE, H.A.; SOUZA, N.C.; COUTO, M.V.S.; CORDEIRO, C.A.M.; MENESES, J.O.; FERNANDA, C.; MOURIÑO, J.L.P.; MARTINS, M.L.; BARBAS, L.A.L.; CARNEIRO, P.C.F.; MARIA, A.N.; FUJIMOTO, R.Y. Dietary supplementation with autochthonous *Bacillus cereus* improves growth performance and survival in tambaqui *Colossoma macropomum*. *Aquaculture Research*, 49: 9: 3063-3070. 2018. DOI: <https://doi.org/10.1111/are.13767>.

- FALCON, D.R.; BARROS, M.M.; PEZZATO, L.E.; VALLE, J.D.B. Lipídeo e vitamina C em dietas preparatórias de inverno para tilápias-do-nylo. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 36(5), 1462-1472. 2007. DOI: 10.1590/S1516-35982007000700002.
- FAO. The State of World Fisheries and Aquaculture. Meeting the sustainable development goals. Rome. ISBN 978-92-5-130562-1. (2018).
- FERREIRA, C.M.; ANTONIASSI, N.A.B.; SILVA, F.G.; POVH, J.A.; POTENÇA, A.; MORAES, T.C.H.; ABREU, J.S. Características histomorfológicas do intestino de juvenis de tambaqui após uso de probiótico na dieta e durante transporte. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, 34, 1258-1264. 2014. DOI: 10.1590/S0100-736X2014001200020.
- FRASCÁ-SCORVO, C.M.D.; CARNEIRO, D.J.; MALHEIROS, E.B. Comportamento alimentar do matrinxã *Brycon Cephalus* (Günter, 1869) no período de temperaturas mais baixas. *Bol. do Inst.de Pesca*, 27(1): 1-5. 2001.
- FRASCA-SCORVO, C.M.D.; CARNEIRO, D.J.; MALHEIROS, E.B. Efeito do manejo alimentar no desempenho do matrinxã *Brycon amazonicus* em tanques de cultivo. *Acta Amazônica*, 37(4): 621-628. 2007. DOI: 10.1590/S0044-59672007000400018.
- GUIMARÃES, S.F.; FILHO, A.S. Produtos agrícolas e florestais como alimento suplementar de tambaqui em policultivo com jaraqui. *Pesq. agropec. bras.* vol.39 no.3 Brasília Mar. 2004. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2004000300014>.
- IMBIRIBA, E.P. Potencial de criação de pirarucu, *Arapaima gigas*, em cativeiro. *Acta Amazonica*. Manaus: INPA, 31(2): 299-316. 2001. DOI: 10.1590/1809-43922001312316.
- JOBLING, M. Fish nutrition research: past, present and future. *Aquaculture international*, 24(3), 767-786. 2016. DOI: 10.1007/s10499-014-9875-2.
- KUBITZA, F. Qualidade do alimento, qualidade da água e manejo alimentar na produção de peixes. *Anais do Simpósio sobre manejo e nutrição de peixes. CBNA*, Piracicaba, SP, 63-101. 1997.
- LEMOS, A.M.V.; GUIMARÃES, I.G.; MIRANDA, E.C.D. Farelo de coco em dietas para o tambaqui (*Colossoma macropomum*). *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, 12(1). 2011.
- LIMA, A.F.; RODRIGUES, A.P.O.; DE LIMA, L.K.F.; MACIEL, P.O.; REZENDE, F.P.; DE FREITAS, L.E.L.; TAVARES-DIAS, M.; BEZERRA, T.A. Alevinagem, recria e engorda de pirarucu. Embrapa Pesca e Aquicultura-Livro técnico (INFOTECA-E), 152p. 2017.
- LIMA, C.A.S.; BUSSONS, M.R.F.M.; OLIVEIRA, A.T.; ARIDE, P.H.R.; O'SULLIVAN, F.L.A.; PANTOJA-LIMA, J. Socioeconomic and profitability analysis of tambaqui *Colossoma macropomum* fish farming in the State of Amazonas, Brazil. *Aquaculture Economics & Management*, 1: 1-16. 2020. DOI: 10.1080/13657305.2020.1765895.
- LIMA, C.S.; BOMFIM, M.A.D.; SIQUEIRA, J.C.; RIBEIRO, J.C.; LANNA, E.A.T. Crude protein levels in the diets of tambaqui, *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818), fingerlings. *Revista Caatinga*, v. 29, n. 1, p. 183-190, 2016. DOI: 10.1590/1983-21252016v29n121rc.
- LOPES, J.M.; PASCOAL, L.A.F.; SILVA FILHO, F.P.D.; SANTOS, I.B.; WATANABE, P.H.; ARAUJO, D.D.M.; OLIVEIRA, P.D.S. Farelo de babaçu em dietas para tambaqui. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, 11(2). 2010.
- MAEDA, G.F.; AFFONSO E.G.; LIMA, M.A.C. Parâmetros fisiológicos de juvenis de matrinxã (*Brycon amazonicus*), alimentados com substituição parcial da farinha de peixe por farelo de castanha da

amazônia (*Bertholletia excelsa*) na ração. XVIII Jornada de Iniciação Científica (PIBIC) - CNPq/FAPEAM/INPA Manaus. 2009.

MELO, L.A.S.; IZEL, A.C.U.; RODRIGUES, F.M. Criação de tambaqui (*Colossoma macropomum*) em viveiros de argila/barragens no Estado do Amazonas. *Embrapa Amazônia Ocidental-Documentos* (INFOTECA-E). 2001.

MENDONÇA, P.P.; VIDAL JUNIOR, M.V.; POLESE, M.F.; SANTOS, M.V.B.D.; REZENDE, F.P.; ANDRADE, D.R.D. Morphometrical development of tambaqui (*Colossoma macropomum*, Cuvier, 1818) under different photoperiods. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 41(6), 1337-1341. 2012. DOI: 10.1590/S1516-35982012000600003.

NASCIMENTO, M.S.; MATTOS, B.O.; BUSSONS, M.R.F.M.; OLIVEIRA, A.T.; LIEBL, A.R.S.; CARVALHO, T.B. Supplementation of citric acid in plant protein-based diets for juvenile tambaqui. *Journal of the World Aquaculture Society*, 1-13. 2020. DOI: 10.1111/jwas.12735.

NAWAZ, A.; JAVAID, A.B.; IRSHAD, S.; HOSEINIFAR, S. H.; XIONG, H. The functionality of prebiotics as immunostimulant: evidences from trials on terrestrial and aquatic animals. *Fish & Shellfish Immunology*, 76, 272-278. 2018. DOI: 10.1016/j.fsi.2018.03.004.

NELSON, D.L., COX, M.M. *Princípios de bioquímica de Lehninger*. Porto Alegre: Artmed. 2014.

NRC. National Research Council. Nutrient requirement of fish and shrimp. Washington, D.C.: National Academy of Science. 2011. DOI: 10.17226/13039.

NUNES, E.S.S.; CAVERO, B.A.S.; PEREIRA-FILHO, M.; ROUBACH, R. Enzimas digestivas exógenas na alimentação de juvenis de tambaqui. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 41:1, 139-143. 2006.

OISHI, C.A.; NWANNA, L.C.; PEREIRA FILHO, M. Exigência protéica de juvenis de tambaqui, *Colossoma macropomum* Cuvier, 1818, alimentados com rações livres de farinha de peixe. *Acta Amazonica*, 40(4), 757-762. 2010. DOI: 10.1590/S0044-59672010000400017.

OLIVEIRA, C.M.; SOUSA, R.G.C. Cultivo de tambaquis da pré-engorda ao abate com diferentes taxas de arraçoamento. *Biota Amazônia* (Biote Amazonie, Biota Amazonia, Amazonian Biota), v.7, n.4, p.20-25. 2017. DOI: 10.18561/2179-5746.

OLIVEIRA, G.R.; LOGATO, P.V.R.; FREITAS, R.T.F.; RODRIGUES, P.B.; FIALHO, R.F.; DIODATTI, F.C. Digestibilidade de nutrientes em ração com complexo enzimático para tilápia-do-nilo. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 36: 6, 1945-1952. 2007. DOI: 10.1590/S1516-35982007000900001.

PAIXÃO, A.E.M.; SANTOS, J.C.; PINTO, M.S.; PEREIRA, D.S.P.; RAMOS, C.E.C.O.; CERQUEIRA, R.B.; SILVA, R.F. Effect of commercial probiotics (*Bacillus subtilis* and *Saccharomyces cerevisiae*) on growth performance, body composition, hematology parameters, and disease resistance against *Streptococcus agalactiae* in tambaqui (*Colossoma macropomum*). *Aquaculture International*, 1-11. 2017. DOI:10.1007/s10499-017-0173-7.

PANTOJA-LIMA, J.; SANTOS, S.M.; OLIVEIRA, A.T.; ARAUJO, R.L.; SILVA JUNIOR, J.A.L.; ROCHA, P.H.A. Pró-rural aqüicultura: relatos das principais ações de extensão tecnológica e um panorama do setor aqüícola do Estado do Amazonas, Brasil. *Nexus*, vol. 1, pp. 35-45. 2015.

PEREIRA-JUNIOR, G.P.; PEREIRA, E.M.D.O.; PEREIRA FILHO, M.; BARBOSA, P.D.S.; SHIMODA, E.; BRANDÃO, L.V. Desempenho produtivo de juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum* Cuvier, 1818) alimentados com rações contendo farinha de cruzeira de mandioca (*Manihot esculenta*, Crantz) em substituição ao milho (*Zea mays*). *Acta amazonia.*, 217-226. 2013. DOI: 10.1590/S0044-59672013000200013.

PEZZATO, L.E.; BARROS, M.M.; FRACALOSSO, D.M.; CYRINO, J.E.P. *Nutrição de Peixes*. In: CYRINO, J.E.P.; URBINATI, E.C.; FRACALOSSO, D.M., CASTAGNOLLI, N. *Tópicos Especiais em Piscicultura de água Doce Tropical Intensiva*. São Paulo: Aquabio, v.1, 75-170. 2004.

PEZZATO, L.E.; BARROS, M.M.; FURUYA, W.M. Valor nutritivo dos alimentos utilizados na formulação de rações para peixes tropicais. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 38(SPE): 43-51. 2009. DOI: 10.1590/S1516-35982009001300005.

PUPPO, D.D.; HAESE, D.; GOMES, L.D.C.; KILL, J.L.; BRUGNARA, E.C.; BARCELLOS, J.; TON, N.C. Optimization of crude protein in diets for Nile tilapia reared in net pens: performance, hematology, and water quality. *Ciência Rural*, 47(3): 1-7. 2017. DOI: 10.1590/0103-8478cr20160502.

RODRIGUES, A.P.O. Nutrição e alimentação do tambaqui (*Colossoma macropomum*). Boletim do Instituto de Pesca, 40, 135-145. 2014.

RODRIGUES, A.P.O.; LIMA, A.F.; ANDRADE, C.L.; MEDEIROS, R.M.D.S.D. Frequência alimentar afeta a ingestão alimentar e o crescimento de juvenis de pirarucu (*Arapaima gigas*). *Acta Amazonica*, 49(1): 11-16. 2019. DOI: 10.1590/1809-4392201802442.

SANDRE, L.C.G.; BUZZOLLO, H.; NEIRA, L.M.; NASCIMENTO, T.M.T.; JOMORI, R.K.; CARNEIRO, D.J. Growth and energy metabolism of tambaqui (*Colossoma macropomum*) fed diets with different levels of carbohydrates and lipids. *Fisheries and Aquaculture Journal*, 8(3), 1-8. 2017. DOI: 10.4172/2150-3508.1000225.

SANTOS, M.Q.D.C.; OISHI, C.A.; PEREIRA FILHO, M.; LIMA, M.D.A.C.; ONO, E.A.; AFFONSO, E.G. Physiological response and performance of tambaqui fed with diets supplemented with Amazonian nut. *Ciência Rural*, 40(10), 2181-2185. 2010. DOI: 10.1590/S0103-84782010001000021.

SCORVO FILHO, J.D.; ROJAS, N.E.; SILVA, C.M.; KONOIKE, T. Criação de *Arapaima gigas* (Teleostei osteoglossidae) em estufa e sistema fechado de circulação de água, no Estado De São Paulo. *Boletim do Instituto da Pesca*, 161 - 170. 2004.

SILVA CAMARGO, A.C.; JÚNIOR, M.V.V.; DONZELE, J.L.; ANDRADE, D.R.; SANTOS, L.C. Níveis de energia metabolizável para tambaqui (*Colossoma macropomum*) dos 30 aos 180 gramas de peso vivo. *R. Bras. Zootec*, 27(3), 409-415. 1998.

SILVA, J.C.; BOMFIM, M.A.D.; LANNA, E.A.T.; RIBEIRO, F.B.; SIQUEIRA, J.C.; SOUSA, T.J.R.; NASCIMENTO, D.C.N. Lysine requirement for tambaqui juveniles. *Semina: Ciências Agrárias*, 39(5), 2157-2168. 2018. DOI: 10.5433/1679-0359.2018v39n5p2157.

SOUSA, R.G.C.; PRADO, G.F.; PYÑEIRO, J.I.G.; NETO, E.B.B. Avaliação do ganho do peso de tambaqui cultivado com diferentes taxas de proteínas na alimentação. *Biota Amazônia (Biote Amazonie, Biota Amazonia, Amazonian Biota)*, 6(1), 40-45. 2015. DOI: 10.18561/2179-5746/biotaamazonia.v6n1p40-45.

SOUSA, T.J.R.; BOMFIM, M.A.D.; RIBEIRO, F.B.; TAKISHITA, S.S.; COSTA, D.D.C.D. Phosphorus requirement of tambaqui fingerlings. *Revista Caatinga*, 32(3), 795-804. 2019. DOI: 10.1590/1983-21252019v32n324rc.

SOUZA, F.O.; BOMFIM, M.A.D.; RIBEIRO, F.B.; LANNA, E.A.T.; SOUSA, T.J.R.D.; COSTA, D.D.C.D. 2019. Methionine plus cystine to lysine ratio in diets for tambaqui juveniles. *Revista Caatinga*, 32(1), 243-250. DOI: 10.1590/1983-21252019v32n124rc.

SOUZA, R.C.; CAMPECHE, D.F.; CAMPOS, R.M.; FIGUEIREDO, R.A.C.; Melo, J.F. Frequência de alimentação para juvenis de tambaqui. *Arq. bras. med. vet. zootec*, 927-932. 2014. DOI: 10.1590/1678-41625557.

VAN DER MEER, M.B.; ZAMORA, J.E.; VERDEGEM, M.C.J. Effect of dietary lipid level on protein utilization and the size and proximate composition of body compartments of *Colossoma macropomum* (Cuvier). *Aquaculture Research*, 28: 6, 405-417. 1997. DOI: 10.1046/j.1365-2109.1997.00873.x

VIDAL JR. M.V.; DONZELE, J.L.; CAMARGO, A.C.S.; ANDRADE, D.R.; SANTOS, L.C. Níveis de proteína bruta para tambaqui (*Colossoma macropomun*), na fase de 30 a 250 gramas. Desempenho dos tambaquis. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 27(3): 421-426. 1998.

XAVIER, D.T.O.; BRANDÃO, V.M.D.; DA SILVA, F.N.; BRANDÃO, L.V.; DE SOUZA, R.A.L. Torta de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) em dietas para juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum* Cuvier, 1818). *PUBVET*, 10, 795-872. 2016. DOI: <https://doi.org/10.22256/pubvet.v10n11.795-803>.

XAVIER, D.T.O.; SOARES, P.P.; ROSSETTO, J.F.; DE SOUZA, H.B.; BRISQUELEAL, J.C.P.; DA SILVA, F.N.L.; DE SOUZA, R.A.L. Substituição do farelo de milho por farinha de torta de tucumã em dietas para tambaqui. *PUBVET*, 13(130). 2019. DOI: 10.31533/pubvet.v13n9a4071.1-8.



## Organização



Universidade Federal do  
Recôncavo da Bahia



**INSTITUTO  
FEDERAL**  
Amazonas



*AquaUFRB*



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

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

@atenaeditora

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