



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 Internazionele delle Figlie di Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Profª Drª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

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

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

Ciências Biológicas e da Saúde

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

Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas

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

Profª Drª Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão

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

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

Profª Drª Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina

Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília

Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina

Profª Drª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira

Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

Prof. Dr. Fernando Mendes – Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Saúde de Coimbra

Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras

Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria

Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia

Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco

Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará

Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí

Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas

Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

Profª Drª Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará

Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá

Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados

Profª Drª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino

Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora

Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

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

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

Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná

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

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

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

Linguística, Letras e Artes

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

Conselho Técnico Científico

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

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

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

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

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

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

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

Outro organizador
Paulo Henrique Rocha Aride

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

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

CDD 639.309811

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa.

PREFÁCIO

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

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

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

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

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

Rodrigo Roubach

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

A AQUICULTURA NA REGIÃO AMAZÔNICA

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

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

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

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

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

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

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

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

Fonte: IBGE (2020)

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

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

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

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

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

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

Joao Felipe Nogueira Matias

Cientista Chefe da Aquicultura da FUNCAP/ CE

Professor do Curso de Piscicultura Comercial da EAJ/ UFRN

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

SUMÁRIO

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

CAPÍTULO 1..... 1

O ESTADO DA PISCICULTURA NA AMAZÔNIA BRASILEIRA

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

DOI 10.22533/at.ed.0422115031

CAPÍTULO 2..... 13

CRIAÇÃO COMERCIAL E COMUNITÁRIA DE QUELÔNIOS NO ESTADO DO AMAZONAS

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

DOI 10.22533/at.ed.0422115032

CAPÍTULO 3..... 31

AQUAPONIA NA AMAZÔNIA

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

DOI 10.22533/at.ed.0422115033

CAPÍTULO 4..... 45

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

Thiago Dias Trombeta
Dioniso de Souza Sampaio

DOI 10.22533/at.ed.0422115034

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

CAPÍTULO 5.....59

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

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

DOI 10.22533/at.ed.0422115035

CAPÍTULO 6.....73

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

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

DOI 10.22533/at.ed.0422115036

CAPÍTULO 7.....86

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

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

DOI 10.22533/at.ed.0422115037

CAPÍTULO 8.....103

ASPECTOS ECONÔMICO DA PISCICULTURA NA AMAZÔNIA BRASILEIRA

Jesaias Ismael da Costa

DOI 10.22533/at.ed.0422115038

CAPÍTULO 9..... 114

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

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

DOI 10.22533/at.ed.0422115039

SEÇÃO C - NUTRIÇÃO E MANEJO ALIMENTAR DE PEIXES AMAZÔNICOS

CAPÍTULO 10..... 126

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

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

DOI 10.22533/at.ed.04221150310

CAPÍTULO 11 146

EXIGÊNCIA DE AMINOÁCIDOS NAS DIETAS: UMA NECESSIDADE PARA PEIXES AMAZÔNICOS

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

DOI 10.22533/at.ed.04221150311

CAPÍTULO 12..... 159

MANEJO NUTRICIONAL NA LARVICULTURA E ALEVINAGEM DE PEIXES ORNAMENTAIS AMAZÔNICOS

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

DOI 10.22533/at.ed.04221150312

CAPÍTULO 13..... 177

NUTRIÇÃO E MANEJO ALIMENTAR DE PEIXES AMAZÔNICOS

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

DOI 10.22533/at.ed.04221150313

CAPÍTULO 14..... 198

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

Flávio Augusto Leão da Fonseca
Jeffson Nobre Pereira

DOI 10.22533/at.ed.04221150314

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

CAPÍTULO 15..... 222

TECNOLOGIAS APLICADAS À REPRODUÇÃO DE PEIXES AMAZÔNICOS

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

DOI 10.22533/at.ed.04221150315

CAPÍTULO 16..... 240

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

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

DOI 10.22533/at.ed.04221150316

CAPÍTULO 17..... 258

PRÁTICAS REPRODUTIVAS DE ESPÉCIES AMAZÔNICAS EM CATIVEIRO: TAMBAQUI E MATRINXÃ

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

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

DOI 10.22533/at.ed.04221150317

SEÇÃO E - FISIOLÓGIA E SANIDADE AQUÍCOLA APLICADA NA PISCICULTURA

CAPÍTULO 18.....269

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

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

DOI 10.22533/at.ed.04221150318

CAPÍTULO 19.....277

IMUNOLOGIA DOS PEIXES AMAZÔNICOS: O QUANTO CONHECEMOS?

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

DOI 10.22533/at.ed.04221150319

CAPÍTULO 20.....294

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

Luis André Luz Barbas
Moisés Hamoy

DOI 10.22533/at.ed.04221150320

CAPÍTULO 21.....311

PARASITISMO E SEUS EFEITOS SANGUÍNEOS E HISTOPATOLÓGICOS EM PEIXES

Marcos Tavares-Dias
Edsandra Campos Chagas
Patricia Oliveira Maciel

DOI 10.22533/at.ed.04221150321

SOBRE OS ORGANIZADORES354

SISTEMAS DE PRODUÇÃO: Tecnologias sustentáveis para aquicultura na Amazônia



SEÇÃO A

CAPÍTULO 3

AQUAPONIA NA AMAZÔNIA

Data de aceite: 01/02/2021

Data de submissão: 27/11/2020

Rondon Tatsuta Yamane Baptista de Souza

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Amazonas
Itacoatiara – Amazonas
<http://orcid.org/0000-0002-5459-6167>

Sarah Ragonha de Oliveira

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Amazonas
Itacoatiara – Amazonas
<http://orcid.org/0000-0003-4319-3925>

Daniel Rocha Bevilaqua

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Amazonas
Manacapuru – Amazonas
<https://orcid.org/0000-0002-6043-7867>

RESUMO: Este capítulo descreverá o conceito de aquaponia, o seu funcionamento e seus componentes. Será descrito ainda as principais vantagens do uso deste sistema para a produção agroalimentar na região amazônica com enfoque na produção de tambaqui e pirarucu, assim como a produção de alface. Serão apresentadas as experiências exitosas nos diversos trabalhos realizados pela equipe no decorrer dos últimos 10 anos, apresentando dados de desempenho agrônomo das plantas cultivadas e zootécnico dos peixes produzidos. Mostraremos ainda formas de construção, materiais utilizados, tipos de filtro e bancadas de produção das hortaliças. Por fim serão apresentados os pontos mais relevantes no manejo diário de um sistema aquapônico, tipos

de ração, quantidades de plantas em relação a quantidade de peixes, qualidade de água e dicas para quem pretende iniciar um sistema.

PALAVRAS-CHAVE: Aquicultura, sustentabilidade, recursos hídricos.

AQUAPONICS IN THE AMAZON

ABSTRACT: This chapter will describe the concept of aquaponics, its operation and its components. The main advantages of using this system for agri-food production in the Amazon region will also be described, with a focus on the production of tambaqui and pirarucu, as well as the production of lettuce. Successful experiences will be presented in the various works carried out by the team over the past 10 years, presenting data on the agronomic performance of cultivated plants and the zootechnics of the fish produced. We will also show forms of construction, materials used, types of filters and vegetable production benches. Finally, the most relevant points will be presented in the daily management of an aquaponic system, types of feed, quantities of plants in relation to the quantity of fish, water quality and tips for those who intend to start a system.

KEYWORDS: Aquaculture, sustainability, water resources.

1 | INTRODUÇÃO

Na atualidade, a necessidade de desenvolver estratégias para diminuir a dependência da terra, da água e minimizar o descarte de efluentes no meio natural tem impulsionado estudos acerca de diferentes métodos de produção de alimentos – métodos alternativos aos convencionais (EMERENCIANO et al., 2015), que aumentem a produção de

alimentos, diminuam o desperdício e garantam a sustentabilidade da produção (ABUSIN & MANDIKIRANA, 2020).

Em meio aos métodos não convencionais, a aquaponia emerge como um inovador sistema que atende às necessidades da produção de alimentos sustentável. A aquaponia é um mecanismo de produção agroalimentar que integra a hidroponia (cultivo de plantas sem um substrato) com a aquicultura (cultivo de organismos aquáticos). Nesse sistema, se estabelece uma relação entre os organismos aquáticos cultivados (geralmente peixes), bactérias e plantas (Figura 1). Os nutrientes residuais do cultivo de peixes são transformados pelas bactérias nitrificantes em produtos absorvíveis pelas plantas, que favorecem o desenvolvimento dos vegetais (EMERENCIANO et al., 2015).

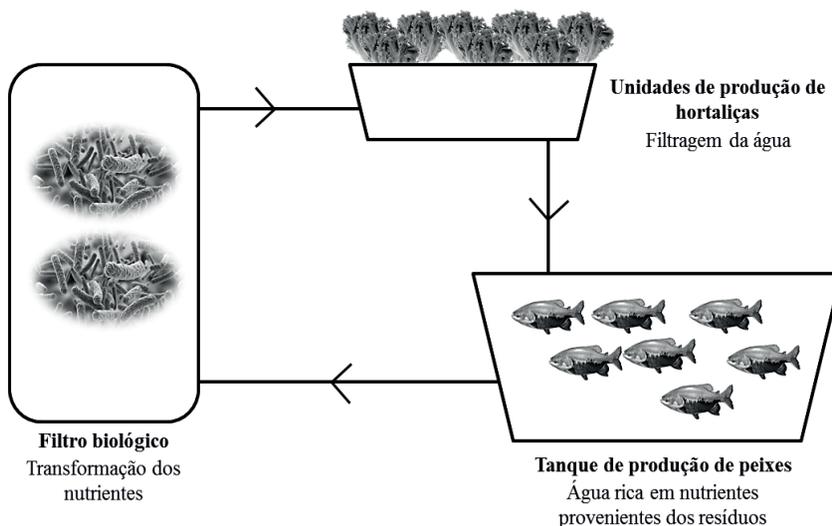


Figura 1 – Esquema do ciclo biológico da aquaponia. Fonte: Souza (2018)

Na aquaponia, o uso de sistemas de recirculação de água do tanque de cultivo de organismos aquáticos através de um filtro biológico se caracteriza em uma avançada técnica de tratamento dos resíduos provenientes da criação. Como resultado, a quantidade de água e de espaço necessários para a produção intensiva de alimentos é significativamente reduzida (DELAIDE et al., 2019). Comparada a sistemas convencionais de cultivo utilizando o solo, a aquaponia pode apresentar níveis diferentes na eficiência do uso da água, variando numa taxa entre 2,36 a 10 vezes mais eficiência (LOVE et al., 2015; McMURTY et al., 1997). Assim, a economia no uso da água é um fator relevante: em produções olerícolas convencionais utiliza-se aproximadamente 450 litros de água por quilo de matéria seca. Já na produção aquapônica não há desperdício de água: uma vez abastecido e em equilíbrio apropriado, o consumo de água pelo sistema pode ser reduzido à reposição das perdas por evapotranspiração (TIMMONS & EBELING, 2007), o que muitas vezes, na região Norte, acontece durante as frequentes precipitações.

Portanto, os resíduos produzidos pelos organismos aquáticos agem como insumo que fornece nutrientes para o crescimento das plantas. Isso traz uma vantagem ao sistema,

pois a produção das hortaliças não depende do tipo ou qualidade do solo (ABUSIN & MANDIKIRIANA, 2020). Logo, uma grande variedade de espécies olerícolas podem ser produzidas a partir desse sistema como, por exemplo, alface, almeirão, agrião, rúcula, ervas aromáticas, hortelã, jambu, chicória, cheiro verde, dentre outras; como também uma variedade de espécies de peixes, como acará, tambaqui, ou até mesmo o pirarucu, além de camarões de água doce ou outros organismos aquáticos.

No Brasil, a aquaponia comercial ainda está iniciando, mas vem se desenvolvendo graças ao aperfeiçoamento de novas técnicas de cultivo com baixo custo. Diversos pesquisadores e institutos de pesquisa vêm desenvolvendo protótipos com o intuito desenvolver o setor. E todos esses trabalhos estão sendo relacionados por diversos alunos e estudantes de graduação e pós-graduação, proporcionando difusão da tecnologia (HUNDLEY & NAVARRO, 2013; BUSS et al., 2015; CARNEIRO et al., 2015; KODAMA, 2015; KUHNEN et al., 2016; BELINTANO et al., 2019). Contudo, um fator que favorece o uso da aquaponia é o desenvolvimento urbano. Esse fenômeno social impele os produtores a migrarem para regiões cada vez mais distantes dos centros consumidores e para terras impróprias à agricultura, o que gera uma demanda por métodos alternativos de cultivo. A possibilidade do aproveitamento de materiais para a construção do sistema (NICHOLS & SAVIDOV, 2011) o torna mais acessível para a população de baixa renda, oportunizando um sistema de produção de alimentos de qualidade de baixo custo, quando comparado a outros sistemas, como a hidroponia e a aquicultura (ADAMS et al., 2019).

Portanto, a aquaponia apresenta inúmeras vantagens em relação aos agroecossistemas convencionais: como maior eficiência no uso de água e área; aproveitamento dos resíduos de outras culturas como fonte de nutrientes; elevada produtividade; menor gasto de insumos e mão-de-obra (SOARES et al., 2015; PAULUS et al., 2010); manutenção das condições ambientais propícias para a criação por todo o ano; possibilidade de obtenção de várias safras durante o ano e de manejo intensivo para a obtenção de produtos mais homogêneos (BRAZ FILHO, 2000).

Além disso, na produção aquapônica não se utilizam agroquímicos e antibióticos. Neste caso, se forem utilizados agroquímicos para controle de eventuais pragas nas plantas, a vida dos peixes e das bactérias que habitam o filtro biológico estaria comprometida. Da mesma maneira, se forem aplicados antibióticos para o controle de eventuais doenças nos organismos aquáticos, certamente o filtro biológico perderia totalmente sua função, pois as bactérias morreriam.

Já foram descritas espécies como alface, agrião, rúcula, manjeriço, salsinha, menta e cebolinha produzidas em aquaponia e apresentando bons resultados (SOARES et al., 2015; CASTELLANI et al., 2009). No Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas (IFAM), *campus* Itacoatiara, foi iniciado um projeto piloto utilizando como espécie aquícola o tambaqui (*Colossomamacropomum*) e como espécie vegetal o jambu (*Spilanthesoleraceae*) (Figura 2), o qual apresentou um desenvolvimento muito rápido quando comparado ao plantio no solo, indicando que esta espécie tem potencial para ser produzida nesse método de cultivo (SOUZA et al., 2019). No Brasil, as espécies aquícolas mais utilizadas são a tilápia e o camarão (SOARES et al., 2015; CASTELLANI et al., 2009).



Figura 2 – Jambu produzido no sistema experimental instalado no IFAM. Fonte: Souza (2018)

No campus Itacoatiara temos trabalhado, juntamente com os alunos dos cursos técnicos em Agropecuária e Agronegócios, na realização de diversos trabalhos de conclusão de curso que apresentaram resultados promissores na produção da aquaponia na região. Em um destes trabalhos desenvolvidos em parceria com uma empresa de hidroponia no município comparou-se a produção de alface nos dois diferentes sistemas: a hidroponia e a aquaponia. Neste trabalho, ficou evidenciado que as plantas produzidas na aquaponia têm crescimento similar ao crescimento em cultivos hidropônicos convencionais, apresentando ainda características de vigor mais acentuadas quando cultivadas em sistema hidropônico (Figura 3).



Figura 3 – À esquerda cultivo hidropônico e à direita cultivo aquapônico, plantas com a mesma idade.

Fonte: O Autor, 2016.

Uma característica marcante no sistema aquapônico é a facilidade de realizar policultivos, tanto de hortaliças como de peixes. Para criações comerciais se utilizam apenas uma espécie de planta e uma espécie de peixe, porém em sistemas caseiros de fundo de quintal os produtores podem optar por produzir diversas hortaliças simultaneamente. Isso, além de diversificar a produção, contribuirá para o combate à propagação de pragas e doenças entre os canteiros. Um exemplo é a produção consorciada de alface, jambu, hortelã e cebolinha. Neste caso, a cebolinha e hortelã são cultivadas entre as plantas de alface, agindo como repelente natural de insetos que potencialmente poderiam preda as folhas, depreciando a qualidade o produto (Figura 4). Essa prática tem se mostrado muito eficiente e praticamente não se utilizam produtos repelentes para preservar a cultura da alface.



FIGURA 4 – Cultivo consorciado entre jambú, cebolinha, alface crespa, alface roxa e hortelã.
Fonte: Os Autores, 2016.

Tartarugas de água doce também são um componente importante da aquicultura de muitos países asiáticos. Na China, por exemplo, a produção de tartaruga chinesa (*Pelodiscus*) para consumo humano, equivale a 0,6% de sua produção aquícola total de cultivos em água doce, cerca de 92 mil toneladas/ano. A importação de quelônios ou partes deles para consumo entre (1998 e 2004) foi de cerca de 320 toneladas/ano de carne (2.243.100 exemplares) e 76 toneladas de carapaças (ZHOU e JIANG, 2008). A criação de

quelônios tem potencial para minimizar o impacto da demanda comercial para os produtos de tartaruga em populações selvagens.

Mesmo com o sistema oficial de proteção do Governo feito pelos órgãos ambientais, na Amazônia, os quelônios têm sido, e continuam a ser, uma das principais fontes de proteína para população nativa, sendo que a *Podocnemis expansa*, pelo seu tamanho, quantidade de ovos e qualidade da carne sempre foi a espécie mais explorada (CORREA, 1978; FACHÍN-TERÁN, NASCIMENTO, 2009; PEREIRA *et al.*, 2011). Mais de 90% dos criatórios legalizados de animais silvestres (sistemas de manejo intensivo ex situ) no Amazonas são de *Podocnemis expansa* (ANDRADE, 2008; ANÍZIO, 2009). Esta preferência alimentar por quelônios pode ser constatado nas feiras, mercados e restaurantes da região, como sendo o animal silvestre mais comercializado ilegalmente (WETTERBERG *et al.*, 1976; CANTO *et al.* 1999; OHANA, 2009; NASCIMENTO, 2009).

Em levantamentos realizados em áreas de manejo comunitário no Médio Amazonas, as espécies mais consumidas foram tracajás (55%), jabutis (21%) e cabeçudos (10%), sendo que 47,7% dos comunitários afirmaram que esses animais continuavam a serem comercializados, ao preço médio de R\$20,2/tracajá e R\$83,5/tartaruga (ANDRADE *et al.*, 2005; OLIVEIRA *et al.*, 2006). No rio Juruá, a situação mostrou-se mais grave com a captura ilegal de quelônios ocorrendo mesmo dentro de unidades de conservação federais. Na Reserva Extrativista (RESEX) do Baixo Juruá, cerca de 63,6% dos comunitários afirmaram haver captura e comércio ilegal de quelônios, e na RESEX Médio Juruá, 100% confirmaram essa prática (47% vendidos na cidade, 35% na própria comunidade e 8% para os regatões).

2 | COMPOSIÇÃO DO SISTEMA

Os desenhos de um sistema de aquaponia podem variar. Contudo, para o seu funcionamento adequado, três processos e componentes são essenciais e complementares: 1) o cultivo dos peixes em tanques onde há a entrada de nutrientes na forma de ração; 2) a nitrificação das diferentes formas de apresentação do nitrogênio em filtros biológicos, e; 3) parcela vegetal do sistema que faz a absorção de nutrientes (RAKOCY, 2007). Outros componentes secundários ao sistema, mas que garantem o seu bom funcionamento, são as bombas d'água e os geradores de energia (EMERENCIANO *et al.*, 2015).

2.1 Tanques

Um ponto chave na produção aquapônica é a escolha do local onde os organismos aquáticos serão mantidos. Essa escolha não é tão simples, pois dela dependerá todo o dimensionamento do sistema.

Os tanques/viveiros/caixas de criação poderão ser dos mais diversos materiais. Os produtores utilizam caixas d'água, piscinas de lona, bombonas plásticas, viveiros escavados, viveiros revestidos (lona, geomembrana, cimento), tanques de alvenaria, tanques de ferrocimento ou, ainda, tanques reutilizados de produtos químicos ou alimentícios. O importante na escolha é o seu volume e qual a densidade de peixes indicada para iniciar a produção.

A densidade de estocagem é o cerne da produção aquapônica, pois dela dependerá

a quantidade de ração que será empregada no sistema e, conseqüentemente, a quantidade de plantas produzidas. A literatura cita que a biomassa de peixes pode variar de 10 a mais de 50 kg por m³. Alguns trabalhos relatam a biomassa de 14 a 15 kg de tilápia por m³ para a produção de alface (COELHO et al., 2014; JORDAN et al., 2018; BELINTANO et al., 2020). Esta espécie tem sido o peixe mais utilizado em sistemas de aquaponia, pela sua resistência e também por ter um pacote tecnológico de cultivo já bem estabelecido.

Nos estudos realizados no campus Itacoatiara, densidades próximas de 25 kg de peixe por metro cúbico tiveram bons resultados com o tambaqui, utilizando em torno de 250 gramas de ração por dia e produzindo, em média, 40 pés de alface a cada 28 dias. De acordo com Carneiro et al. (2015), o uso de tambaqui em sistemas de aquaponia ainda está em fase experimental, contudo, alguns estudos comprovam a eficiência da densidade de 25 kg de peixe/m³ (CRUZ, 2018; NAKAUTH et al., 2020).

Como a quantidade de plantas a ser produzida está diretamente ligada a quantidade de peixes, uma maneira de calcular ou estimar essa relação utiliza a quantidade de alimento fornecido diariamente aos peixes e o tamanho da área que pode ser cultivada com vegetais, considerando que os peixes consomem em torno de 1,5% do seu peso vivo em ração. Segundo a metodologia sugerida por Rakocy et al. (2006), de 60 a 100 g de ração por dia proporcionam nutrientes para cada metro quadrado de área de produção vegetal, sendo a menor concentração de nutrientes indicada para vegetais menos exigentes, como alface. Já os estudos realizados pela EMBRAPA citam em torno de 25 a 40 g de ração por dia para cada metro quadrado de vegetais produzidos (CARNEIRO et al., 2015).

2.2 Filtros

Para um perfeito dimensionamento do sistema ressaltamos a importância dos filtros físicos e biológicos para manter a qualidade de água com parâmetros aceitáveis à produção e realizar a transformação dos nutrientes.

Primeiramente, um decantador tem a finalidade de retirar os resíduos mais densos provenientes do sistema de produção. São várias as opções de filtros decantadores que podem ser utilizados na aquaponia, mas os mais simples são feitos com bombonas ou tanques de pequeno volume com uma válvula na base para a retirada dos sólidos decantados. Contudo, os sólidos em suspensão não são retidos pelos filtros decantadores, por isso, necessitam ser retirados do sistema por meio de um filtro de telas, peneiras finas ou *perlon*.

O filtro biológico tem a função de converter a amônia proveniente da excreção dos peixes em nitrito, que será convertido em nitrato. O nitrato é uma substância menos tóxica aos peixes e pode ser utilizado pelas plantas como fonte de nitrogênio. Bactérias chamadas *Nitrosomonasspp.* transformam a amônia em nitrito e as bactérias *Nitrobacter spp.* convertem o nitrito em nitrato. Para manter a sobrevivência das bactérias no filtro biológico é preciso proporcionar um substrato para sua fixação, que pode ser argila expandida, bioballs (feitas de PET), de cerâmica, seixo rolado, ou até mesmo cacos de tijolos ou telhas (FIGURA 5). Também é necessário fazer o monitoramento e a manutenção da qualidade da água, principalmente no que diz respeito à quantidade de oxigênio, pH perto da neutralidade, temperaturas entre 20 e 28° C e alcalinidade ótima mínima de 100 mg/L.

Plantas também são utilizadas nos filtros biológicos, como é o exemplo do papiro anão (*Cyperus papyrus*) que, além de ter a capacidade de absorção de amônia em seu sistema radicular, oferece um ambiente propício para a sobrevivência de bactérias nitrificantes, através da forma de cabeleira de suas raízes, acelerando, assim, o processo de nitrificação (ABE et al., 1997). Outras plantas, como o agrião, o lírio do brejo (*Hedychium coronarium*) e a taboa (*Typhadomingensis*) também podem ser utilizadas para esse fim (HUNDLEY & NAVARRO, 2013).

Para o dimensionamento dos filtros, recomendamos a relação 3:1, ou seja, a soma dos volumes dos filtros deve ter 1/3 do volume do tanque de criação, de acordo com a forma de montagem de cada produtor.



Figura 5 - Filtro biológico utilizado no sistema aquapônico instalado em uma escola em parceria com o IFAM CITA, utilizando *perloma* entrada de água como filtro mecânico, argila expandida como substrato e mudas de papiros.

Fonte: Souza (2018).

2.3 Métodos de Cultivo de hortaliças

Existem na atualidade diversos métodos de produção de hortaliças utilizando o sistema aquapônico. O mais utilizado para produção em larga escala é o chamado NFT

(*NutrientFilmTechnique*), sistema utilizado na hidroponia comercial. No NFT a “solução” de água com os nutrientes dissolvidos passa em uma fina camada pelas raízes das plantas, que absorvem os nutrientes. Neste sistema, os produtores utilizam canaletas construídas com canos de PVC, bambu, telhas de fibrocimento, perfis de PVC ou metálicos, dispostas de forma a aproveitar ao máximo os espaços disponíveis e permitir a iluminação na maior parte do dia. Nesse sistema a água do tanque é bombeada para os filtros de decantação e biológico passando, em seguida pelas canaletas até retornar ao tanque. Para isso, é preciso aplicar um desnível entre 8% e 12% das canaletas no sentido do tanque de criação para permitir a passagem da água por gravidade.

Para permitir melhor iluminação ao longo do dia, a disposição das canaletas deverá ser no sentido Leste–Oeste nas regiões de clima mais amenos e na posição Norte–Sul nas regiões de clima tropical equatorial. Em locais onde a incidência luminosa e temperaturas são muito elevadas (acima de 28°C) recomenda-se o uso de sombreamento no verão, especialmente nas horas mais quentes do dia, construído com sombrite 50 a 70% e montado de forma que possa ser removido ou retirado quando desejado. Essa técnica se assemelha a utilização de cortinas.

Outra forma interessante de se utilizar a aquaponia é a adoção de bandejas flutuantes instaladas dentro de sistemas de produção aquícola já existentes. As bandejas são colocadas nos viveiros de produção de peixes e as raízes das hortaliças retiram seus nutrientes e água diretamente dos tanques. Neste sistema pode-se utilizar folhas de isopor como flutuadores ou ainda estruturas montadas com canos de PVC com malhas/telas plásticas, colocando as hortaliças diretamente nas telas. Normalmente, os tanques de criação são estruturas já estabilizadas, não havendo a necessidade de instalação de um filtro biológico, sendo que as bactérias nitrificantes podem colonizar as paredes e o fundo dos tanques de criação. Um dos inconvenientes deste sistema é a predação das raízes pelos peixes, principalmente quando se utilizam peixes com hábito alimentar onívoro ou herbívoro no sistema. Para minimizar este problema os produtores geralmente utilizam um bolsão com outra tela por baixo da estrutura que sustentará as hortaliças.

Uma terceira maneira de se produzir hortaliças no sistema de aquaponia é a técnica de “camas” de cultivo. Esse método se caracteriza pela utilização de substratos para manutenção e fixação das plantas e utilização de sifão para retirada da água que umedece as raízes. Os substratos mais utilizados são aqueles conhecidos como inertes como, por exemplo, brita, seixo, argila expandida, areia grossa ou até fibra de coco. Esses substratos são dispostos dentro de bandejas e alguns funcionam também como filtro biológico do sistema. A água do tanque de criação é bombeada para as bandejas e retorna ao sistema de produção aquícola por gravidade, fechando o ciclo. No sistema de camas de cultivo utilizam-se sifões para retirada da água. Esses sifões são conhecidos como sifão *BELL* que, traduzindo ao português, seria chamado sino, que permitem o enchimento e o esvaziamento cíclico desse ambiente, condição importante para garantir a oxigenação constante das raízes das plantas e das colônias de bactérias.

2.4 Bombas

Em sistemas aquaponicos podemos utilizar diversos tipos de bombas para recalque

de água dos tanques de criação ao filtro/decantador. As mais utilizadas são as bombas submersas utilizadas em aquários. Em sistemas caseiros utilizados em pequenos sistemas poderão ser utilizadas bombas adaptadas de máquinas de lavar roupa. Em sistemas de produção comercial, bombas elétricas centrífugas externas de maior porte.

2.5 Aeradores

Os aeradores são importantes nos sistemas aquapônicos pois, além de promover a oxigenação dos viveiros, a utilização de aeradores favorece a retirada de partículas sólidas, que estarão sempre em movimentação nos tanques.

3 | MANEJO DIÁRIO DO SISTEMA

3.1 Qualidade de água

Alguns parâmetros da qualidade da água devem ser monitorados para manter o funcionamento do sistema e a sobrevivência dos seres vivos. Diariamente deve-se monitorar o Oxigênio Dissolvido (OD) e o pH. Semanalmente monitor-se a alcalinidade, a dureza e o nitrito. No Quadro abaixo seguem algumas informações importantes para verificação diária e semanal da água do sistema.

Parâmetro	Faixa ótima	Quando monitorar	Como corrigir
pH	6,0 a 8,0	Diariamente em tanques com densidades elevadas > 25 kg/m ³	Aplicação de calcário calcítico ou bicarbonato de sódio
Alcalinidade total	> 25 mg/L CaCO ₃	Semanalmente nos tanques	Aplicação de calcário calcítico ou bicarbonato de sódio
Dureza total	> 25 mg/L CaCO ₃	Semanalmente nos tanques	Aplicação de calcário dolomítico ou gesso agrícola
Amônia total	< 1,0 mg/L NH ₃ -NH ₄ ⁺	Semanalmente ou sempre que o viveiro apresentar pH acima de 8,0	Redução na alimentação, verificação da quantidade de mídias filtrantes e correção do pH
Oxigênio Dissolvido	> 4 mg/L de Oxigênio	Sempre pela manhã nas primeiras horas	Adequar a densidade e utilizar aeração
Nitrito	< 0,25 mg/L de nitrito	Semanalmente	Adequar a densidade e arraçoamento. Verificar a quantidade de plantas e mídias filtrantes.

QUADRO 1 – Parâmetros da qualidade da água na aquaponia.

O pH é o principal parâmetro monitorado na criação de peixes para avaliar a acidez da água e do solo dos viveiros. Em geral, as águas na região amazônica são ácidas (pH < 7,0) porque refletem a acidez dos solos da região, mas como os peixes da região estão habituados aos níveis normalmente observados na piscicultura (pH 4,5 a 7,0), não há prejuízo ao desempenho sob estas condições. Entretanto, quando a produção de peixes é intensificada, com o uso de fertilizantes e rações, há uma grande produção de fitoplâncton (algas) que, por meio da fotossíntese, causam variações no pH da água ao longo do dia.

A grandeza destas variações é proporcional à densidade do fitoplâncton e à insolação, podendo prejudicar o desempenho e a sobrevivência dos peixes e obstruir a passagem de água pela tubulação do sistema.

A alcalinidade total representa a quantidade de bases tituláveis (bicarbonato, carbonato e hidroxila) e a dureza total representa a quantidade de íons metálicos (cálcio, magnésio e outros) presentes na água. Estes dois parâmetros fazem parte do chamado “sistema tampão” que representa uma característica química da água que confere a estabilidade do seu pH. Ou seja, quando o “sistema tampão” é atuante, as bases tituláveis e os íons metálicos criam um equilíbrio químico, prevenindo tanto o aumento quanto a redução do pH, fazendo com que este se estabeleça próximo da neutralidade (pH 7,0). Para que o “sistema tampão” possa ser atuante, tanto a alcalinidade quanto a dureza devem ser superiores a 25 mg/L CaCO_3 , sendo ideal que estejam acima de 30 mg/L CaCO_3 . A melhor forma de realizar esta correção é por meio da aplicação do calcário agrícola, prática conhecida como calagem.

A dosagem de calcário a ser aplicada depende essencialmente da alcalinidade total da água, devendo ainda ser corrigida caso a pureza do calcário seja baixa, conforme o QUADRO 2, a seguir.

Alcalinidade (mg CaCO_3 /L)	Calcário Agrícola (grama/m ²)
Menor que 10	300 a 400
Entre 10 e 20	200 a 300
Entre 20 e 30	100 a 200

QUADRO 2 – Recomendação de calagem com calcário agrícola.

* Dosagem para calcário com PRNT acima de 90%. Caso o PRNT seja menor, corrigir usando a seguinte fórmula: Dose final = Dose da tabela / PRNT(%) x 100.

O calcário agrícola pode ser aplicado diretamente na água dos tanques, mesmo quando povoado com peixes, pois sua ação é lenta e não oferece riscos à saúde dos peixes. Normalmente, o efeito pleno da calagem pode ser verificado após duas semanas da aplicação, por meio do aumento da alcalinidade e dureza da água. É fundamental lembrar que os tanques que recebem a calagem não devem receber renovação de água, salvo em situações de emergência, pois a troca da água irá remover o efeito do calcário da água.

A amônia presente na água dos viveiros de piscicultura é proveniente principalmente da excreção direta dos peixes (resultante do metabolismo da proteína) e também da decomposição da matéria orgânica (dejetos, restos de ração, adubos orgânicos). Outras fontes, menos comuns, são os fertilizantes químicos nitrogenados (ureia, sulfato de amônia, entre outros), quando aplicados nos viveiros. Uma vez presente na água, a amônia, que também é chamada de *amônia total*, pois representa a **soma da amônia (NH_3)**, que é **tóxica**, com o **amônio (NH_4^+)**, que é **não tóxico** aos peixes, é transformada em **nitrito (NO_2^-)** e depois em **nitrato (NO_3^-)**, que é a melhor forma aproveitada pelo fitoplâncton (algas). A transformação da amônia em nitrito e depois em nitrato é realizada por bactérias (*Nitrossomonas* e *Nitrobacter*, respectivamente), que dependem de temperatura adequada

(tropical) e da presença de oxigênio dissolvido na água.

Como a **amônia (NH₃)** e o **nitrito (NO₂⁻)** são produtos **tóxicos** aos peixes, há uma preocupação quanto ao seu monitoramento e controle. Por outro lado, garantindo as condições adequadas para que as bactérias do filtro transformem a amônia (NH₃) em **nitrito (NO₂⁻)**, este é rapidamente retirado da água, prevenindo a ocorrência de problemas de toxicidade aos peixes.

3.2 Alimentação

O que garante um bom funcionamento do sistema é a qualidade da ração. Rações com boa digestibilidade e quantidades mais altas de proteína garantem um efluente de melhor qualidade para as plantas. Contudo, a qualidade da ração deve estar de acordo com as exigências nutricionais da espécie de peixe criada. Assim, a qualidade da ração aliada a altas densidades de estocagem geram mais resíduos nitrogenados, o que proporcionaria um melhor desenvolvimento das plantas.

Portanto, além da mensuração da qualidade da água, do fornecimento diário da ração, da observação do comportamento dos peixes e do crescimento das plantas, é preciso realizar frequentemente a limpeza do sistema. Isso inclui a limpeza do filtro e descargas no decantador, além da limpeza nas camas de cultivo ou bancadas, retirando o excesso de matéria orgânica.

REFERÊNCIAS

ABE, K.; OZAKI, Y.; KIHOU, O. Introduction of fiber plants to plant bed filter systems for waste water treatment in relation to resource recycling. *Soil Science and Plant Nutrition*, v.43, n.1, p.35-43, 1997.

ABUSIN, S. A. A; MANDIKIANA, B. W. Towards sustainable food production systems in Qatar: assessment of the viability of aquaponics. *Global Food Security*, p. 100349, 2020.

ADAMS, B.; BOYER, T.; ALBRECHT, M.; RANGLACK, D. H.; BICKFORD, N. Micro-system aquaponics: testing designs for increased productivity. *Journal of Applied Aquaculture*, v. 32, n. 2, p. 95-106, 2020.

BELINTANO, A. L. O.; KREUTZ, F. I.; MESSIAS, E. A.; IBANHEZ, J. R.; FERREIRA, M. W.; DE OLIVEIRA GUILHERME, D. Sistema de aquaponia em escada: um estudo de caso. *PUBVET*, v. 14, p. 128, 2019.

BRAZ FILHO, M. S. P. Qualidade na produção de peixes em sistema de recirculação de água. 2000. 41 f. Monografia (Relatório de Estágio)-Curso de Graduação em Qualidade em Empresas, Centro Univ. Nove de Julho, São Paulo. 2000.

BUSS, A. B.; MEURER, V. N.; AQUINI, E. N.; ALBERTON, J. V.; BARDINI, D. S.; & FRECCIA, A. Desenvolvimento da aquaponia como alternativa de produção de alimentos saudáveis em perímetro urbano. *Seminário de Ensino, Pesquisa e Extensão*, v. 4, p. 1127-1132, 2015.

CARNEIRO, P. C. F.; MORAIS, C. A. R. S.; NUNES, M. U. C.; MARIA, A. N.; FUJIMOTO, R. Y. Produção integrada de peixes e vegetais em aquaponia. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2015a. 23p. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Comunicado Técnico, 189), 2015.

CASTELLANI, D.; CAMARGO, A. F. M.; ABIMORAD, E. G. Aquaponics: use of the effluent from the secondary nursery of *Macrobrachium amazonicum* for the production of hydroponic lettuce (*Lactuca*

sativa) and watercress (*Rorippa nasturtium aquaticum*). *Bioikos*, v. 23, n. 2, p. 67-75, 2009.

COELHO, A. A. D. C.; BEZERRA, J. H. C.; SILVA, J. W. A.; MOREIRA, R. T.; ALBUQUERQUE, L. F. G.; FARIAS, W. R. L. Desempenho zootécnico de alevinos de tilápia do Nilo cultivados em um sistema de recirculação de água com a microalga *Spirulina platensis*. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, v. 15, n. 1, p. 149-159, 2014.

CRUZ, T. S. Aquaponia: produção de capim floral e amendoim forrageiro integrado à produção de tambaqui. 2018. 33f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal Tropical) – Universidade Federal do Tocantins, Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal Tropical, Araguaína, 2018.

DELAIDE, B.; MONSEES, H.; GROSS, A.; GODDEK, S. IN: GODDEK, S.; JOYCE, A.; KOTZEN, B.; BURNELL, G. (Eds.), *Aerobic and Anaerobic Treatments for Aquaponic Sludge Reduction and Mineralisation*. Springer International Publishing, New York, pp. 247–266, 2019.

EMERENCIANO, M. G. C.; GIL, M.; PINHO, S. M.; MOLINARI, D.; BLUM, M. N. Aquaponia: uma alternativa de diversificação na aqüicultura. *Panorama da Aqüicultura*, Rio de Janeiro, v. 147, p. 24–35, jan./fev. 2015.

HUNDLEY, G. C.; NAVARRO, R.D. Aquaponia: a integração entre piscicultura e a hidroponia. *Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável*, v. 3, n.2, p. 52-61, 2013.

JORDAN, R. A.; GEISENHOF, L. O.; OLIVEIRA, F. C.; SANTOS, R. C.; MARTINS, E. A. S. Yield of lettuce grown in aquaponic system using different substrates. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 22, n. 1, p. 27-31, 2018.

KODAMA, G. Viabilidade financeira em sistema de aquaponia. 2015. xii, 62 f., il. Dissertação (Mestrado em Ciências Animais)—Universidade de Brasília, Brasília, 2015.

KUHNEN, Á. D. R.; de ARAUJO, G. M.; da SILVA, R. N.; di CAMARGO, T. S.; de Paula BARBOSA, W. W. Aquaponia como alternativa para o cultivo de peixes e hortaliças. *Blucher Engineering Proceedings*, v. 3, n. 2, p. 284-291, 2016.

LOVE, D.C.; FRY, J.P.; LI, X.; HILL, E.S.; GENELLO, L.; SEMMENS, K.; THOMPSON, R.E. Commercial aquaponics production and profitability: findings from an international survey. *Aquaculture*, v. 435, p. 67–74, 2015.

MARENGONI, N.G. Produção de tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus* (linhagem chitralada), cultivada em tanques-rede, sob diferentes densidades de estocagem. *Archivos de Zootecnia*, v.55, n.210, p.127-138, 2006.

MCMURTRY M. R.; SANDERS, D. C.; CURE, J. D.; HODSON, R. G.; HANING, B. C.; ST. AMAND, E. C.; Efficiency of water use of an integrated fish/vegetable co-culture system. *Journal of the World Aquaculture Society*, v. 28, n. 4, p. 420–428, 1997.

NAKAUTH, R. F.; SAMPAIO-NAKAUTH, A. C. S. IMPLANTAÇÃO DE MÓDULO DOMÉSTICO DE AQUAPONIA. *REVISTA IGAPÓ-Revista de Educação Ciência e Tecnologia do IFAM*, v. 14, n. 1, p. 31-41, 2020.

NICHOLS, M. A.; SAVIDOV, N. A. Aquaponics: Protein and vegetables for developing countries. In: *International Symposium on Sustainable Vegetable Production in Southeast Asia*, v. 958, p. 189–93, 2011.

PAULUS, D.; DOURADO NETO, D.; FRIZZONE, J. A.; SOARES, T. M. Produção e indicadores fisiológicos de alface sob hidroponia com água salina. *Horticultura Brasileira*, v. 28, n. 1, p. 29–35, 2010.

RAKOCY, J. E.; LOSORDO, T. M.; MASSER, M. P. Recirculating aquaculture tank production systems: aquaponics: integrating fish and plant culture. *Aquaculture Center Publications*, n. 454, p. 1-7, 2006.

RAKOCY, James. Ten guidelines for aquaponic systems. *Aquaponics Journal*, v. 46, p. 14-17, 2007.

SOARES, Emerson Carlos. et al. Peixe com salada! Aquaponia possibilita o cultivo de peixes e alfaces sem agrotóxico. *Panorama da Aquicultura*, n. 148, p. 24–29, 2015.

SOUZA, R. T. Y. B. Formação continuada de professores de ciências utilizando a Aquaponia como ferramenta didática. *Ciência & Educação (Bauru)*, v. 25, n. 2, p. 395-410, 2019.

TIMMONS, M.; EBELING, J. *Recirculating Aquaculture*, Cayuga Aqua Ventures:Itaca, NY, USA (948 pp), 2007.

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

contato@atenaeditora.com.br

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

www.facebook.com/atenaeditora.com.br

Atena
Editora

Ano 2021

Organização



Universidade Federal do
Recôncavo da Bahia



**INSTITUTO
FEDERAL**
Amazonas



AquaUFBR



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



Aquicultura na Amazônia:

Estudos Técnico-Científicos e
Difusão de Tecnologias

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

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

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

Atena
Editora

Ano 2021