AQUAPONIA NO SEMIÁRIDO NORDESTINO: DESAFIOS, ADAPTAÇÕES E POTENCIAL PARA A SEGURANÇA HÍDRICA E ALIMENTAR

Maria Clara Ribeiro Vilaça [1]; Elisângela Maria Rodrigues Rocha [2]; Albanise Barbosa Marinho[3] & Emanuel Gomes Soares [4]

RESUMO – O Nordeste brasileiro, especialmente o semiárido, enfrenta desafios crônicos de escassez hídrica que comprometem a agricultura irrigada e a piscicultura convencional. A Aquaponia, um sistema integrado que combina a criação de peixes (aquicultura) com o cultivo de vegetais (hidroponia) em circuito fechado de recirculação, surge como uma alternativa técnica de alta eficiência para a região. Este artigo apresenta os fundamentos técnicos da aquaponia, detalhando seus componentes principais (tanques, biofiltro, decantador, sistema hidropônico), o ciclo biogeoquímico do nitrogênio e os parâmetros críticos de qualidade da água. A análise demonstra que o sistema proporciona economia de água em comparação com sistemas tradicionais, além de reduzir a necessidade de fertilizantes sintéticos e eliminar o uso de agrotóxicos. São discutidas as adaptações necessárias para as condições climáticas do Nordeste, como o manejo da alta temperatura e evapotranspiração, e a adequação de espécies de peixes (tilápia, tambaqui) e plantas (folhosas, tomate). O sistema se apresenta como uma tecnologia promissora para a segurança hídrica e alimentar da região, mas exige conhecimento técnico em biofiltração e manejo de nutrientes para garantir sua viabilidade operacional.

ABSTRACT– The Brazilian Northeast, especially the semi-arid region, faces chronic water scarcity challenges that compromise conventional irrigated agriculture and fish farming. Aquaponics, an integrated system that combines fish farming (aquaculture) with vegetable cultivation (hydroponics) in a closed recirculation circuit, emerges as a high-efficiency technical alternative for the region. This article presents the technical fundamentals of aquaponics, detailing its main components (tanks, biofilter, settling tank, hydroponic system), the biogeochemical nitrogen cycle, and critical water quality parameters. The analysis demonstrates that the system provides water savings compared to traditional systems, in addition to reducing the need for synthetic fertilizers and eliminating the use of pesticides. Necessary adaptations for the climatic conditions of the Northeast are discussed, such as managing high temperature and evapotranspiration, and the suitability of fish species (tilapia, tambaqui) and plants (leafy greens, tomatoes). The system presents itself as a promising technology for water and food security in the region, but requires technical knowledge in biofiltration and nutrient management to ensure its operational viability.

Palavras-Chave – Aquaponia; Eficiência hídrica; Segurança alimentar;

1) Universidade Federal da Paraíba, Centro de Tecnologia – Mestranda na Pós-graduação em Engenharia Civil e Ambiental (PPGECAM) - Campus I - Lot. Cidade Universitária, PB, 58051-900, mcrv@academico.ufpb.br;
2) Universidade Federal da Paraíba: Centro de Tecnologia - Docente do Departamento de Engenharia Civil e Ambiental (DECA) e PPGECAM - Campus I - Lot. Cidade Universitária, PB, 58051-900, elis@ct.ufpb.br;
3) Universidade Federal da Paraíba: Centro de Tecnologia - Docente do Departamento de Engenharia Civil e Ambiental (DECA) e PPGECAM - Campus I - Lot. Cidade Universitária, PB, 58051-900, albanisebmarinho@gmail.com ;
4) Universidade Federal da Paraíba, Centro de Tecnologia – Mestrando na Pós-graduação em Engenharia Civil e Ambiental (PPGECAM) - Campus I - Lot. Cidade Universitária, PB, 58051-900, emanuel.gomes@academico.ufpb.br;

1. INTRODUÇÃO

A região Nordeste do Brasil é caracterizada por grande variabilidade climática e, em sua porção semiárida, por baixos índices pluviométricos e elevadas taxas de evaporação. Este cenário impõe severas restrições à produção de alimentos. A agricultura irrigada convencional e a piscicultura em tanques escavados consomem grandes volumes de água, muitas vezes em conflito com o abastecimento humano e o equilíbrio dos ecossistemas aquáticos. A busca por sistemas produtivos que maximizem a eficiência hídrica e reduzam a geração de efluentes é, portanto, uma prioridade estratégica para a região (Corrêa *et al.*, 2018; Soares *et al.*, 2023).

Segundo a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura, sistemas integrados de produção com recirculação de água representam uma das estratégias mais promissoras para aumentar a eficiência hídrica na produção de alimentos, especialmente em regiões sujeitas à escassez de recursos hídricos (Somerville *et al.*, 2014).

Nesse contexto, a aquaponia desponta como tecnologia de produção integrada que alinha elevada produtividade com baixo consumo de água. Conceitualmente, a aquaponia combina aquicultura (cultivo de organismos aquáticos) com hidroponia (cultivo de plantas em água). O princípio fundamental é o aproveitamento dos resíduos metabólicos dos peixes como fonte de nutrientes para as plantas. A água que contém amônia excretada pelos peixes passa por um biofiltro colonizado por bactérias nitrificantes (predominantemente *Nitrosomonas* e *Nitrobacter*), que convertem a amônia tóxica primeiro em nitrito e depois em nitrato – forma aproveitável pelas plantas (Somerville *et al.*, 2014; Goddek *et al.*, 2019).

Diferentemente da agricultura tradicional em solo, onde as perdas de água por infiltração e evaporação são elevadas, e da hidroponia convencional, que descarta soluções nutritivas, a aquaponia opera em sistemas de recirculação fechada. A única reposição de água necessária deve-se à evapotranspiração das plantas e à remoção de sólidos. Sistemas aquapônicos apresentam elevada eficiência hídrica, podendo reduzir o consumo de água quando comparados aos sistemas agrícolas convencionais, devido à recirculação contínua da água e à redução das perdas por drenagem e infiltração (Somerville *et al.*, 2014; Goddek *et al.*, 2019). Nesse sentido, a Embrapa desenvolveu, entre 2014 e 2018, o projeto "Aquaponia: uma alternativa econômica e sustentável para regiões de escassez hídrica", com o objetivo de investigar a viabilidade dessa tecnologia para a produção de alimentos em pequena escala em regiões com histórico de escassez de água, como muitos municípios do Nordeste brasileiro (Embrapa, 2014–2018).

Este artigo tem como objetivo apresentar os fundamentos técnicos da aquaponia, analisar seus benefícios e desafios específicos para o contexto do Nordeste brasileiro, e discutir seu potencial como ferramenta de gestão de recursos hídricos e produção sustentável de alimentos.

2. FUNDAMENTAÇÃO TÉCNICA DA AQUAPONIA

Para compreender o potencial da aquaponia como sistema produtivo no Nordeste brasileiro, é necessário, primeiramente, conhecer seus componentes estruturais, os parâmetros físico-químicos que regem seu equilíbrio e o ciclo biológico que sustenta a integração entre peixes, plantas e bactérias. Esta seção apresenta esses fundamentos de forma sistemática, destacando os pontos que mais impactam a adaptação da tecnologia às condições da região semiárida.

2.1. Componentes Estruturais de um Sistema Aquapônico

Um sistema aquapônico típico opera em série, conectando tanques de criação animal, dispositivos de tratamento de efluentes e unidades de cultivo vegetal. Embora existam variações (como o sistema de leito fixo, a técnica do filme de nutrientes – NFT – e o cultivo em águas profundas – DWC), todos compartilham os seguintes elementos essenciais (Somerville *et al.*, 2014; Rakocy, 2012):

- **Tanque de peixes**: Local onde os organismos aquáticos são mantidos e alimentados. A excreção nitrogenada (principalmente amônia) é a matéria-prima do sistema. Espécies tropicais como tilápia (*Oreochromis niloticus*) e tambaqui (*Colossoma macropomum*) são as mais indicadas para o Nordeste (Carneiro *et al.*, 2015).
- **Tanque de decantação (clarificador)**: Responsável pela separação dos resíduos sólidos (fezes, restos de ração) por sedimentação gravitacional. A remoção eficiente de sólidos evita a decomposição anaeróbica, que produz gases tóxicos (H_2S) e consome oxigênio. A literatura recomenda que o decantador tenha volume equivalente a 15–20% do tanque de piscicultura (Somerville *et al.*, 2014).
- **Biofiltro**: Considerado o "coração biológico" do sistema. É preenchido com um meio filtrante de alta área superficial específica (ASE), como argila expandida, anéis plásticos ou *bioballs*. Esse substrato abriga colônias de bactérias nitrificantes (*Nitrosomonas* e *Nitrobacter*), que convertem a amônia tóxica em nitrato, forma assimilável pelas plantas. A eficiência do biofiltro depende da ASE, da temperatura (ideal 22–30°C) e da oxigenação (Somerville *et al.*, 2014; Goddek *et al.*, 2019).

- **Sistema hidropônico**: Pode ser do tipo DWC (*Deep Water Culture*), NFT (*Nutrient Film Technique*) ou leito de cultivo com substrato. No DWC, as plantas flutuam em placas de isopor com raízes submersas na água rica em nitratos; esse formato é amplamente utilizado em escala comercial por sua baixa manutenção (Rakocy, 2012). Estudos brasileiros indicam que o sistema NFT também apresenta bom desempenho para folhosas (Moraes-Viana *et al.*, 2025).
- **Sistema de recirculação e aeração**: Bombas e tubulações garantem o fluxo contínuo da água (recomenda-se vazão de 1–2 ciclos por hora). A aeração é obrigatória para manter o oxigênio dissolvido (OD) acima de 5 mg/L, condição essencial para a respiração de peixes e bactérias aeróbias (Somerville *et al.*, 2014).

A escolha e o dimensionamento desses componentes devem levar em conta o clima e a qualidade da água local. No Nordeste, a alta temperatura e a evapotranspiração exigem, por exemplo, sistemas de aeração robustos e, preferencialmente, o uso de casas de vegetação com sombreamento (Lora *et al.*, 2024).

2.2. Parâmetros de Qualidade da Água

A estabilidade de um sistema aquapônico depende do monitoramento contínuo de parâmetros físico-químicos da água. O Quadro 1 sintetiza os valores recomendados pela literatura técnica e as implicações de cada variável para o funcionamento do sistema.

Quadro 1 - Parâmetros críticos de qualidade da água em sistemas aquapônicos

Parâmetro	Faixa recomendada	Consequências
pH	6,0 – 7,0	Abaixo de 6,0: inibição da nitrificação; acima de 7,5: precipitação de fósforo e ferro (Costa, 2021; Somerville *et al.*, 2014)
Oxigênio dissolvido (OD)	> 5,0 mg/L (ideal > 6,0)	Abaixo de 4 mg/L: estresse e mortalidade de peixes; comprometimento da atividade bacteriana
Amônia total (TAN)	< 2,0 mg/L	Acima de 2 mg/L: toxicidade aguda; a forma não ionizada (NH_3) é letal em pequenas concentrações
Nitrito (NO_2^-)	≈ 0 mg/L	Intermediário tóxico; acima de 0,5 mg/L causa *metahemoglobinemia* em peixes.
Nitrato (NO_3^-)	5 – 150 mg/L	Principal fonte de nitrogênio para as plantas; níveis muito baixos limitam o crescimento vegetal.
Temperatura	22 – 30 °C	Fora dessa faixa: redução do metabolismo, da nitrificação e aumento da suscetibilidade a doenças
Condutividade elétrica	< 1500 µS/cm	Acima de 2000 µS/cm: risco de salinização prejudicial a peixes e plantas (Menezes, 2022)

Fonte: elaborado a partir de Somerville *et al.* (2014), Rakocy (2012) e Costa (2021).

Atenção especial para o Nordeste: em muitas localidades do semiárido, a água de poço apresenta baixa alcalinidade e alta salinidade (Menezes, 2022). A baixa alcalinidade provoca oscilações bruscas de pH, podendo inibir as bactérias nitrificantes e liberar amônia tóxica. A solução

técnica é a correção com bicarbonato de potássio ($KHCO_3$) ou bicarbonato de sódio ($NaHCO_3$), prática que também fornece potássio às plantas (Somerville *et al.*, 2014; Queiroz *et al.*, 2017). A tolerância à salinidade depende das espécies cultivadas e das características do sistema. Em regiões semiáridas, recomenda-se monitoramento contínuo da condutividade elétrica e adoção de estratégias de manejo da água para evitar efeitos negativos sobre peixes, plantas e comunidades microbianas (Menezes, 2022; Farias *et al.*, 2026).

2.3. Ciclo do Nitrogênio na Aquaponia

O ciclo do nitrogênio é a espinha dorsal bioquímica da aquaponia. Ele envolve três atores: peixes (produtores de amônia), bactérias nitrificantes (conversoras) e plantas (absorvedoras). A sequência é a seguinte (Somerville *et al.*, 2014; Goddek *et al.*, 2019):

- **Excreção** – Os peixes liberam amônia (NH_3/NH_4^+) pelas brânquias como produto do metabolismo proteico. Em pH neutro ou alcalino, a forma não ionizada (NH_3) é altamente tóxica.
- **Nitritação** – As bactérias do gênero *Nitrosomonas* oxidam a amônia a nitrito (NO_2^-): $2\ NH_4^+ + 3\ O_2 \rightarrow 2\ NO_2^- + 2\ H_2O + 4\ H^+$. Essa reação consome oxigênio e libera íons H^+, reduzindo o pH do sistema.
- **Nitratação** – As bactérias *Nitrobacter* convertem o nitrito em nitrato (NO_3^-): $2\ NO_2^- + O_2 \rightarrow 2\ NO_3^-$. O nitrato é muito menos tóxico e constitui o principal nutriente nitrogenado para as plantas.
- **Absorção vegetal** – As plantas, especialmente folhosas e hortaliças, captam o nitrato dissolvido na água, utilizando-o para síntese de proteínas e clorofila. Junto com o nitrato, absorvem fósforo, potássio, cálcio, magnésio, ferro e micronutrientes presentes na solução.

A eficiência desse ciclo depende do equilíbrio entre a carga de ração fornecida aos peixes, a superfície do biofiltro (ASE) e a capacidade de absorção das plantas. Em sistemas superalimentados ou com biofiltro subdimensionado, ocorre acúmulo de amônia ou nitrito, levando à mortalidade. Por outro lado, em sistemas com pouca carga de peixes, as plantas podem sofrer deficiência de nitrogênio (Rakocy, 2012).

2.4. A relação peixe-planta: uma questão de balanço

Um aspecto frequentemente negligenciado na literatura introdutória é a proporção entre a biomassa de peixes e a área de cultivo hidropônico. Diferentes autores propõem razões variadas: Somerville *et al.* (2014) sugerem, para sistemas pequenos, uma relação de 1 kg de peixe para cada

10–20 plantas de alface em DWC. Rakocy (2012), trabalhando com tilápia, recomenda uma proporção de 1 kg de peixe para cada 20–30 litros de meio hidropônico.

Em regiões quentes, como o semiárido nordestino, alterações nas taxas metabólicas dos peixes, plantas e bactérias podem demandar ajustes no equilíbrio entre carga alimentar, biomassa de peixes e área cultivada, reforçando a importância de protocolos específicos para as condições locais. Esse ajuste operacional representa um dos desafios para a consolidação de protocolos regionais.

3. AQUAPONIA NO NORDESTE: DESAFIOS, ADAPTAÇÕES E POTENCIAL

A aplicação da aquaponia no Nordeste não pode ser uma simples transposição de modelos de outras regiões. É preciso considerar as peculiaridades do semiárido: clima quente e seco, qualidade da água de poços, perfil dos produtores e infraestrutura disponível. Ao mesmo tempo, os benefícios do sistema, especialmente a economia de água, justificam o esforço de adaptação.

3.1. Alta temperatura e evapotranspiração

Desafio: Temperaturas médias de 25–30°C, com picos acima de 32°C, reduzem o oxigênio dissolvido e estressam os peixes. A evapotranspiração nos tanques hidropônicos exige reposição frequente de água (embora ainda muito menor que na agricultura convencional).

Adaptações:

- Cultivo protegido com telas de sombreamento (sombrite 50–70%) ou telas termorrefletoras, contribuindo para a redução da temperatura da água e do estresse térmico dos organismos cultivados (Soares *et al.*, 2023).
- Enterramento parcial dos tanques para aproveitar a inércia térmica do solo (Lora *et al.*, 2024).
- Cobertura dos tanques hidropônicos com placas de isopor (sistema DWC) para diminuir evaporação.
- Aeração, preferencialmente com energia solar, dado o alto potencial fotovoltaico da região.

3.2. Qualidade da água: salinidade e alcalinidade

Desafio: Muitos poços do semiárido apresentam alta salinidade (CE > 2000 µS/cm) e baixa alcalinidade, causando oscilações bruscas de pH e comprometendo a nitrificação (Menezes, 2022).

Adaptações:

- Análise prévia obrigatória da água (pH, CE, alcalinidade, dureza).
- Mistura com água de chuva (cisternas) ou outras estratégias de manejo hídrico para adequação da qualidade da água (Farias *et al.*, 2026).

- Correção da alcalinidade com bicarbonato de potássio ($KHCO_3$) ou bicarbonato de sódio ($NaHCO_3$). O $KHCO_3$ tem vantagem de também fornecer potássio às plantas (Somerville *et al.*, 2014).

3.3. Escolha de espécies adaptadas

Peixes:

- Tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*): mais recomendada – tolerante, crescimento rápido, mercado consolidado (Carneiro *et al.*, 2015).
- Tambaqui (*Colossoma macropomum*): nativo da Amazônia, adaptado ao clima tropical, mas mais sensível ao oxigênio (Carneiro *et al.*, 2015).

Plantas:

- Folhosas de ciclo curto (alface, rúcula, coentro) – ideais para iniciantes.
- Frutíferas de clima quente (tomate-cereja, pimentão) – exigem mais suplementação.

3.4. Suplementação nutricional

Desafio: A água de recirculação é deficiente em potássio (K), ferro (Fe) e cálcio (Ca) (Rakocy, 2012; Somerville *et al.*, 2014). No Nordeste, a alta temperatura aumenta a demanda por K.

Adaptações:

- Potássio: hidróxido de potássio (KOH) para correção de pH e fornecimento de K; ou sulfato de potássio (K_2SO_4).
- Ferro: quelatos de ferro (Fe-EDDHA ou Fe-DTPA), que permanecem solúveis em pH neutro a alcalino (Queiroz *et al.*, 2017).
- Cálcio e outros: carbonato de cálcio ($CaCO_3$) ou fertilizantes hidrossolúveis específicos.

3.5. Capacitação técnica e assistência

Desafio: O sistema exige conhecimentos integrados de piscicultura, hidroponia, microbiologia e química da água. A assistência técnica ainda é incipiente (Lora *et al.*, 2024).

Propostas:

- Unidades demonstrativas em escolas técnicas, cooperativas e assentamentos.
- Protocolos regionais simplificados, com parâmetros ajustados ao semiárido.
- Programas de capacitação continuada (metodologia "aprender fazendo").
- Linhas de microcrédito específicas para aquaponia.

3.6. Potencial e benefícios para o Nordeste

Apesar dos desafios, a aquaponia oferece vantagens extraordinárias para a região, que justificam seu fomento.

Economia de água: O Quadro 2 compara o consumo hídrico para produção de 1 kg de alface.

Quadro 2 - Consumo de água para produção de 1 kg de alface

Sistema	Eficiência hídrica
Solo aberto	Muito baixa
Hidroponia convencional	Média
Aquaponia	Muito alta

Fonte: adaptado de Somerville *et al.* (2014) e Goddek *et al.* (2019).

Outros benefícios:

- Eliminação de agrotóxicos: o uso de pesticidas prejudicaria os peixes; o sistema é intrinsecamente orgânico (Suárez-Cáceres *et al.*, 2021).
- Produção diversificada: gera peixes e vegetais na mesma estrutura, aumentando a renda do produtor.
- Viabilidade em áreas degradadas: pode ser instalada em solos salinizados ou com baixa fertilidade, onde a agricultura convencional é inviável (Menezes, 2022).
- Economia circular: o lodo do decantador pode ser usado como fertilizante orgânico; a água de rejeito pode irrigar culturas anexas (Lora *et al.*, 2024).
- Alinhamento com ODS: contribui para os ODS 2 (Fome Zero), 6 (Água Potável) e 12 (Consumo Responsável) (Soares *et al.*, 2023).
- Em pequena escala, sistemas aquapônicos familiares apresentam potencial para produzir simultaneamente proteína animal e hortaliças utilizando volumes reduzidos de água, configurando-se como alternativa promissora para o fortalecimento da segurança alimentar em regiões semiáridas (Santos, 2023).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo buscou discutir, de forma fundamentada e crítica, o potencial da aquaponia para o Nordeste brasileiro. Ficou claro que a tecnologia oferece vantagens notáveis do ponto de vista da conservação hídrica, da eliminação de insumos químicos e da diversificação produtiva. A elevada eficiência hídrica proporcionada pela recirculação da água constitui um dos principais diferenciais da aquaponia para regiões sujeitas à escassez hídrica.

No entanto, a aplicação bem-sucedida da aquaponia no semiárido exige mais do que a simples importação de equipamentos e manuais. É necessário:

- Adaptar os sistemas à alta temperatura e evapotranspiração (cultivo protegido, enterramento de tanques, aeração solar).

- Manejar a qualidade da água, especialmente salinidade e alcalinidade, com análises prévias e correções periódicas.
- Selecionar espécies apropriadas (tilápia e tambaqui para peixes; folhosas e algumas frutíferas para plantas).
- Suplementar nutrientes deficientes (potássio, ferro, cálcio) de forma sistemática.
- Investir na capacitação técnica dos produtores e na assistência continuada – este talvez seja o maior desafio, pois o sistema é multidisciplinar e o conhecimento ainda é restrito.

O Nordeste tem características singulares que podem se transformar em vantagens: abundância de luz solar (para aeração fotovoltaica), experiência secular em convivência com a seca e demanda crescente por alimentos produzidos de forma sustentável. A aquaponia, portanto, não deve ser vista como uma solução milagrosa, mas como mais uma ferramenta no repertório de estratégias para a segurança hídrica e alimentar da região. Seu sucesso dependerá de políticas públicas bem desenhadas (incluindo microcrédito e assistência técnica), de pesquisa aplicada participativa e, principalmente, do engajamento das comunidades que poderão se beneficiar dela.

Recomenda-se, para avanços futuros:

- A realização de estudos de viabilidade econômica específicos para diferentes escalas (familiar, média, comunitária) no semiárido.
- O desenvolvimento de protocolos regionais de manejo, com parâmetros ajustados às águas salobras e às altas temperaturas.
- A criação de uma rede de unidades demonstrativas e multiplicadores, articulando Embrapa, universidades, EMATERs e organizações de agricultores.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao apoio institucional da Universidade Federal da Paraíba (UFPB) e do Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil e Ambiental (PPGECAM) e a CAPES/CNPQ pelo incentivo à produção científica.

REFERÊNCIAS

CARNEIRO, P. C. F. *et al.* **Produção integrada de peixes e vegetais em aquaponia**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2015. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Documento, 189). Disponível em: http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1025991. Acesso em: 6 jun. 2026.

CORRÊA, B. R. S. *et al.* Aquaponia: um sistema agroecológico resiliente. **Cadernos de Agroecologia**, v. 13, n. 1, 2018. Disponível em: https://cadernos.aba-agroecologia.org.br/cadernos/article/view/394. Acesso em: 6 jun. 2026.

COSTA, A. S. S. **Otimização de parâmetros para sistemas de aquaponia: ênfase em pH**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso – Instituto Federal Goiano, 2021.

EMBRAPA. **Aquaponia: uma alternativa econômica e sustentável para regiões de escassez hídrica**. Brasília, DF: Embrapa, 2014-2018. Projeto institucional. https://www.embrapa.br/busca-de-projetos/-/projeto/208056/aquaponia-uma-alternativa-economica-e-sustentavel-para-regioes-de-escassez-hidrica

FARIAS, S. C. de *et al.* Maturação da qualidade da água em sistema aquapônico com tilápias (*Oreochromis niloticus*) variedade GIFT sob diferentes fontes hídricas. **Caderno Pedagógico**, v. 23, n. 1, 2026. DOI: https://doi.org/10.54033/cadpedv23n1-237.

GODDEK, S. *et al.* (ed.). **Aquaponics food production systems**: combined aquaculture and hydroponic production technologies for the future. Cham: Springer, 2019. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-15943-6.

LORA, J. *et al.* Da hegemonia aquapônica: um convite à prática. **Research, Society and Development**, v. 13, n. 8, e13513846594, 2024. DOI: http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v13i8.46594.

MENEZES, V. V. S. de. **Aplicação da aquaponia no nordeste brasileiro: uma revisão**. 2022. Monografia (Graduação) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza. Disponível em: https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/72807. Acesso em: 6 jun. 2026.

QUEIROZ, J. F. de *et al.* **Boas práticas de manejo para sistemas de aquaponia**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2017.

RAKOCY, J. E. Aquaponics – integrating fish and plant culture. In: TIDWELL, J. H. (ed.). **Aquaculture production systems**. 1. ed. Hoboken: Wiley-Blackwell, 2012. p. 344-386. DOI: https://doi.org/10.1002/9781118250105.ch14.

SANTOS, A. F. E. **A produção integrada de peixes e hortaliças em sistemas de aquaponia**. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso – Centro Paula Souza, São Roque. Disponível em: https://ric.cps.sp.gov.br/handle/123456789/13085. Acesso em: 6 jun. 2026.

SOARES, A. D. S. *et al.* Aquaponia no semiárido e a perspectiva de implementação no Nordeste. **Anais da Biosemana**, v. 1, n. 1, 2023. Disponível em: https://anais2.uesb.br/index.php/biosemana/article/view/115. Acesso em: 6 jun. 2026.

SOMERVILLE, C. *et al.* **Small-scale aquaponic food production**: integrated fish and plant farming. Rome: FAO, 2014. (FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper, n. 589). Disponível em: https://www.fao.org/3/i4021e/i4021e.pdf. Acesso em: 6 jun. 2026.

SUÁREZ-CÁCERES, G. P. *et al.* Susceptibility to water-borne plant diseases of hydroponic vs. aquaponics systems. **Aquaculture**, v. 544, p. 737093, 2021. DOI: https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2021.737093.

MORAES-VIANA, G. *et al.* Situação atual dos sistemas aquapônicos no Brasil: uma revisão sistemática da literatura. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 51, e945, 2025. DOI: 10.20950/1678-2305/bip.2024.51.e945.