



ANAIS

AValiação DO CICLO DE VIDA: SISTEMA DE AQUAPONIA E PISCICULTURA

JOÃO PEDRO MARAFANTE DA SILVA

joaomarafante@icloud.com

UNESP

RESUMO: O presente trabalho aborda a necessidade de modelos sustentáveis na produção de alimentos, destacando a aquaponia como uma inovação tecnológica ecoeficiente. A aquaponia integra a aquicultura em sistema de recirculação com a hidroponia, utilizando os resíduos metabólicos dos peixes — predominantemente a tilápia no Brasil — como fonte de nutrientes para os vegetais. Embora apresente elevado potencial para garantir a segurança hídrica e alimentar, especialmente em regiões vulneráveis como o semiárido, a adoção do sistema enfrenta barreiras relacionadas aos altos custos iniciais de infraestrutura, dependência contínua de energia elétrica e escassez de assistência técnica multidisciplinar. Nesse contexto, este estudo tem como objetivo principal aplicar a metodologia de Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) a um processo produtivo aquapônico, quantificando seus impactos ambientais em todas as etapas produtivas. Ademais, propõe-se comparar o desempenho ambiental da aquaponia com o de métodos convencionais de criação (tanques escavados e tanques-rede) e com o de outras matrizes de proteína animal. Conclui-se que a mensuração rigorosa via ACV é essencial para validar as práticas sustentáveis da aquaponia, fornecendo subsídios científicos para superar entraves econômicos, orientar o desenvolvimento de políticas públicas e promover a competitividade do setor aquícola nacional.

PALAVRAS CHAVE: Aquaponia, Piscicultura

ABSTRACT: O presente trabalho aborda a necessidade de modelos sustentáveis na produção de alimentos, destacando a aquaponia como uma inovação tecnológica ecoeficiente. A aquaponia integra a aquicultura em sistema de recirculação com a hidroponia, utilizando os resíduos metabólicos dos peixes — predominantemente a tilápia no Brasil — como fonte de nutrientes para os vegetais. Embora apresente elevado potencial para garantir a segurança hídrica e alimentar, especialmente em regiões vulneráveis como o semiárido, a adoção do sistema enfrenta barreiras relacionadas aos altos custos iniciais de infraestrutura, dependência contínua de energia elétrica e escassez de assistência técnica multidisciplinar. Nesse contexto, este estudo tem como objetivo principal aplicar a metodologia de Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) a um processo produtivo aquapônico, quantificando seus impactos ambientais em todas as etapas produtivas. Ademais, propõe-se comparar o desempenho ambiental da aquaponia com o de métodos convencionais de criação (tanques escavados e tanques-rede) e com o de outras matrizes de proteína animal. Conclui-se que a mensuração rigorosa via ACV é essencial para validar as práticas sustentáveis da aquaponia, fornecendo subsídios científicos para superar entraves econômicos, orientar o desenvolvimento de políticas públicas e promover a competitividade do setor aquícola nacional.

KEY WORDS: Aquaponic

1. INTRODUÇÃO

As transformações econômicas e sociais contemporâneas têm impulsionado o debate global acerca da sustentabilidade e da necessidade de modelos de produção que otimizem o uso de recursos naturais. No âmbito da produção de alimentos, setores como a agricultura tradicional e a aquicultura enfrentam o desafio de atender à crescente demanda de mercado por produtos saudáveis, ao mesmo tempo em que precisam mitigar externalidades negativas, tais como o consumo elevado de água e o descarte inadequado de efluentes contaminados (Araujo, 2020). Diante desse cenário de crise ambiental e busca por eficiência, as inovações tecnológicas ecoeficientes torna-se um fator determinante para a competitividade setorial (Araujo, 2020).

Nos últimos anos, observou-se um aumento significativo no consumo de pescados no Brasil, assim como sua produção e venda a nível de mercados local e internacional (Nascimento; Denadai, 2024). Neste contexto a aquicultura se dá pela prática do cultivo de organismos aquáticos, sendo o segmento de produção animal que mais cresce no Brasil (Kubitza, 2015). Nesse contexto, a aquaponia surge como uma alternativa tecnológica promissora.

Caracterizada como um sistema fechado de produção integrada, ela combina a recirculação em aquicultura (SRA) com o cultivo hidropônico de vegetais, tal funcionamento do sistema baseia-se em um princípio simbiótico, onde os peixes excretam resíduos ricos em amônia que, por meio da ação de bactérias nitrificantes atuantes no biofiltro, são convertidos em nitrato que por sua vez, é absorvido pelas plantas como nutriente essencial para o seu crescimento (Araujo, 2020). A piscicultura no Brasil é praticada em diferentes sistemas de produção, sendo cada *layout* planejado e desenvolvido para a criação de diversas espécies de peixes nativos e exóticos. Além disso, o país é considerado o detentor da maior fauna de espécies de peixes de água doce do mundo com cerca de 2.587 espécies, além daquelas ainda não descobertas (Buckup; Menezes; Ghazzi, 2007).

No Brasil, a Tilápia é a espécie mais produzida, representando mais de 60% de toda a produção nacional, seguida pela produção de tambaqui e tambacu (Ribeiro *et al.*, 2024). Dentre os *layouts* destaca-se o processo de produção aquaponico, sistema produtivo que parte do conceito de produção de alimentos com baixo consumo de água e alto aproveitamento dos resíduos orgânicos gerados no processo, com a produção de peixe e hortaliças com um menor impacto ambiental (Tyson; Treadwell; Simonne, 2011).

Desta maneira, a aquaponia define-se como “uma atividade integrada e colaborativa” a partir da associação entre a aquicultura convencional e a hidroponia, ocorrendo uma verdadeira simbiose entre organismos aquáticos e plantas. Esta técnica é utilizada em vários processos de cultivo de peixes, principalmente em criações de espécies dulcícolas, associando o cultivo de peixe e vegetais em sistemas hidropônicos com alta qualidade e com a inutilização de produtos agrotóxicos. Trata-se, portanto, de um termo relativamente novo; porém, pautado em tecnologias testadas e validadas por vários países nos últimos 20 anos (Sátiro; Xavier; Delprete, 2018).

Em países como Austrália, Canadá e Estados Unidos, diversas pesquisas relacionadas a aquaponia urbana já foram realizadas, tendo vários resultados positivos em relação a implantação em pequena escala, sendo todo o processo pensado em estruturado para a produção em residência, sendo um tema conhecido em todo o mundo como “*backyard aquaponics*” (Backyard Aquaponics, 2007). Segundo Carneiro *et. al* (2015), diversas empresas em todo o mundo já comercializam equipamentos e

consultorias especializadas na produção de peixes e hortaliças em modelos de aquaponia urbana, utilizando de um sistema compacto e modelado para a produção de baixa escala, focando no consumo dos moradores de cada residência.

Contudo, a produção de peixes e hortaliças por meio do sistema de aquaponia, apesar de se apresentar como uma alternativa sustentável, enfrenta desafios significativos que limitam sua expansão e consolidação. No âmbito econômico, a principal barreira consiste nos altos custos de investimento inicial exigidos para a implantação da infraestrutura, atrelados ao baixo controle dos índices financeiros essenciais para a mensuração da viabilidade do negócio (Araujo, 2020).

Por outro lado, a dependência contínua de energia elétrica para a manutenção do fluxo hídrico e da aeração eleva consideravelmente os riscos e os custos operacionais da atividade, que sob a ótica técnica e de manejo, a complexidade do sistema integrado demanda conhecimentos multidisciplinares em áreas transversais como engenharia hidráulica, olericultura, medicina veterinária e zootecnia (Araujo, 2020).

Essa exigência esbarra diretamente na carência de assistência técnica qualificada, na escassez de literatura científica e na incipiente difusão tecnológica sobre o tema no Brasil (Araujo, 2020). Ademais, a ausência de projetos de manejo produtivo bem estruturados e as dificuldades logísticas, a exemplo da aquisição de alevinos em pequenas quantidades, configuram obstáculos práticos que impõem a necessidade de um planejamento rigoroso e da ampliação de pesquisas para garantir a resiliência desta prática de bases agroecológicas (Araujo, 2020).

2. OBJETIVOS GERAIS E ESPECÍFICOS

1.1 Objetivo geral

O presente trabalho tem por objetivo aplicar o estudo em Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) em um processo de produção aquaponico e comparar com a produção de outra proteína, sendo possível a comparação entre diferentes fontes de proteína como a carne bovina ou até mesmo comparar com a criação da mesma espécie de peixe, porém em processo de criação convencional, por meio de tanque escavado ou tanque rede.

1.2 Objetivos específicos

Aplicar a metodologia de ACV no processo de produção aquaponico, quantificando impactos ambientais em todas as etapas produtivas. Comparar o sistema aquaponico com métodos convencionais de produção, incluindo tanque escavado e tanque rede. Contribuir para o desenvolvimento de práticas produtivas mais sustentáveis e competitivas no setor de piscicultura brasileira e avançar em políticas públicas para o setor.

3. CONTEXTUALIZAÇÃO

O aumento da população trouxe novos desafios a serem enfrentados em todo o

mundo, sendo cada vez mais necessário debates e pesquisas sobre segurança alimentar, escassez de recursos naturais e o impacto causado pela atividade humana ao meio ambiente. A escassez de recursos naturais traz à tona a necessidade de substituição de novos produtos e a necessidade de otimizar processos já estabelecidos em diversas cadeias produtivas. Empresas ao redor do mundo são de certa forma forçadas a criar categorias de produtos e melhorar seus processos de produção, trazendo maior volume de produção e respeitando as exigências do mercado em relação ao impacto ambiental causado por suas atividades.

A aquaponia desempenha um papel fundamental na garantia da segurança alimentar, pois possibilita a produção simultânea e contínua de dois tipos de alimentos com altíssimo valor nutricional, sendo a proteína de origem animal (peixes) e os nutrientes, oriundo dos vegetais (hortaliças folhosas, ervas e frutos), (Menezes, 2023). Por ser um sistema adaptável, pode ser implementado tanto por grandes produtores comerciais quanto em escala familiar ou urbana (Sátiro; Xavier Costa Ramos Neto; Delprete, 2018).

Na região do semiárido brasileiro, a aquaponia desponta como uma solução estratégica para a agricultura familiar, oferecendo resiliência contra as estiagens severas devido ao seu uso altamente restrito e otimizado de água (Menezes, 2023). Além disso, a prática da produção local reduz a dependência de grandes cadeias de abastecimento, fortalece a economia da comunidade e alivia a pressão sobre os setores produtivos tradicionais (Menezes, 2023). Segundo projeções da Organização das Nações Unidas (ONU) para a Alimentação e a Agricultura (FAO), a população global deverá registrar uma expansão demográfica contínua, elevando-se do patamar de sete bilhões de habitantes em 2011 para aproximadamente 8,3 bilhões em 2030. Esse fenômeno de adensamento populacional manifestar-se-á com maior intensidade em nações em desenvolvimento localizadas nos continentes asiático, africano e sul-americano (BNDES, 2012).

Verifica-se uma estreita correlação positiva entre a elevação da renda per capita e o incremento no consumo de carnes, associação que, no entanto, tende à estabilização uma vez atingido determinado patamar de saturação. Mercados maduros e consolidados, tais como a América do Norte e a Europa, encontram-se limítrofes a esse ponto crítico, razão pela qual apresentam perspectivas de crescimento marginal na demanda (BNDES, 2012).

Tabela 1 – Proteínas Travessão mundo (2009)

	Produção (mil ton)	Exportação** (mil ton)	Consumo (mil ton)
Pescados*	145.100	32.348	116.960
Suínos	100.399	12.066	100.268
Aves	72.293	10.733	71.860
Bovinos	57.027	9.607	56.116
Caprinos e ovinos	13.236	1.007	13.139

Fontes: FAO Fisheries and Aquaculture Information and Statistics Service, (2010)

Consequentemente, o principal vetor de expansão do consumo global tem se concentrado nas economias emergentes. Em nações com expressivos contingentes demográficos, a exemplo de China, Índia e Brasil, a ampliação do poder aquisitivo das faixas populacionais de menor renda viabilizou uma transição nutricional qualitativa, caracterizada pela progressiva inserção e adensamento de proteínas de origem animal na dieta cotidiana. A produção de pescado através da aquicultura já ultrapassou a pesca extrativista em volume global, consolidando-se como o principal meio de suprimento de proteína aquática para o consumo humano (Menezes, 2023).

No Brasil, a aquicultura é o segmento de produção animal que mais cresce, superando tradicionais potências como a bovinocultura, a suinocultura e a avicultura (Carneiro *et al.*, 2015). A escolha da espécie de peixe é o motor do sistema aquaponico. A tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) destaca-se como a espécie mais utilizada e estudada, graças à sua excepcional rusticidade, alta resistência a variações nos parâmetros da água, excelente conversão alimentar e forte aceitação mercadológica (Sátiro; Xavier Costa Ramos Neto; Delprete, 2018). A criação consorciada de uma espécie comercialmente sólida como a tilápia financia e impulsiona a operação, enquanto a colheita de vegetais irrigados pelos seus efluentes representa uma margem de rentabilidade limpa, elevando a viabilidade do negócio.

3.1 AQUAPONIA E AQUICULTURA

3.2 Cenário Mundial

No cenário mundial a aquaponia tem se consolidado por meio de pesquisas robustas e aplicações em diversas escalas em países como os Estados Unidos, México, Canadá e a Arábia Saudita. Nessas nações, a tecnologia é avaliada como uma resposta estratégica voltada à otimização de espaços e à preservação de ativos ambientais escassos, alinhando-se diretamente com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Organização das Nações Unidas (ONU) no tocante à segurança hídrica e alimentar (Araujo, 2020).

No panorama da aquicultura mundial, a atividade é fortemente impulsionada pela crescente demanda global por proteínas de alto valor biológico e pela busca por sistemas produtivos sustentáveis. Nesse cenário, os dados levantados durante o ano de 2025 consagraram o período como um divisor de águas histórico, evidenciando a consolidação de um restrito grupo de nações que operam em escala aquícola massiva (Associação Brasileira da Piscicultura, 2026).

A aquaponia tem apresentado um crescimento expressivo a partir da última década, impulsionada tanto pelo avanço das pesquisas científicas internacionais quanto pela demanda por métodos sustentáveis e saudáveis de produção de alimentos. Este cenário mundial caracteriza-se por um interesse multifacetado que abrange desde o estabelecimento das primeiras iniciativas comerciais bem-sucedidas até a proliferação de cultivos residenciais de pequena escala, internacionalmente difundidos sob o termo *backyard aquaponics*. Em países desenvolvidos como Austrália, Canadá e os Estados Unidos, observa-se a consolidação de um mercado especializado, com empresas dedicadas ao fornecimento de infraestrutura, equipamentos e consultorias para sistemas compactos domésticos (Carneiro *et al.*, 2015).

3.3 Cenário Nacional

O Brasil apresenta uma aquicultura em forte expansão econômica e rendimentos bilionários na piscicultura, as pesquisas e a difusão da aquaponia ainda são consideradas embrionárias. Há uma persistente escassez bibliográfica no cenário nacional, especialmente no que tange à mensuração da viabilidade econômica e financeira do sistema. Contudo, nota-se uma tendência recente de crescimento no número de adeptos, impulsionada por projetos de agricultura familiar.

No cenário nacional a aquicultura cresce a cada ano, conforme o levantamento oficial da Associação Brasileira da Piscicultura, a produção total de peixes de cultivo no Brasil alcançou 1.011.540 toneladas em 2025. Esse montante representa um crescimento de 4,41% se comparado ao volume obtido no ano anterior (2024), que foi de 968.745 toneladas (Associação Brasileira da Piscicultura, 2026).

É imperativo destacar que tal expansão ocorreu a despeito de um cenário macroeconômico e ambiental adverso, marcado por oscilações térmicas extremas, pressões sanitárias agudas e entraves comerciais internacionais, tais como o aumento de barreiras tarifárias ("tarifaço") imposto pelos Estados Unidos, o avanço da concorrência com produtos importados do Vietnã e instabilidades regulatórias internas (Associação Brasileira da Piscicultura, 2026).

O gráfico apresentado abaixo e representado pela Figura 1, foi retirado do anuário de 2026, disponibilizado pela Associação Brasileira da Piscicultura, onde apresenta a evolução da produção de peixes no Brasil. Segundo os autores, a expectativa é de que a piscicultura brasileira continue a apresentar estatísticas animadoras.

Segundo levantamento realizado em 2025, pela Associação Brasileira da Piscicultura, a região sul se consolida como o maior e mais dinâmico polo da piscicultura brasileira. Em 2025, o bloco produziu 360.800 toneladas, apresentando o maior crescimento relativo do país (+8,08% em relação a 2024). A performance sulista é fortemente impulsionada pelo modelo de integração verticalizado entre produtores e grandes cooperativas agroindustriais.

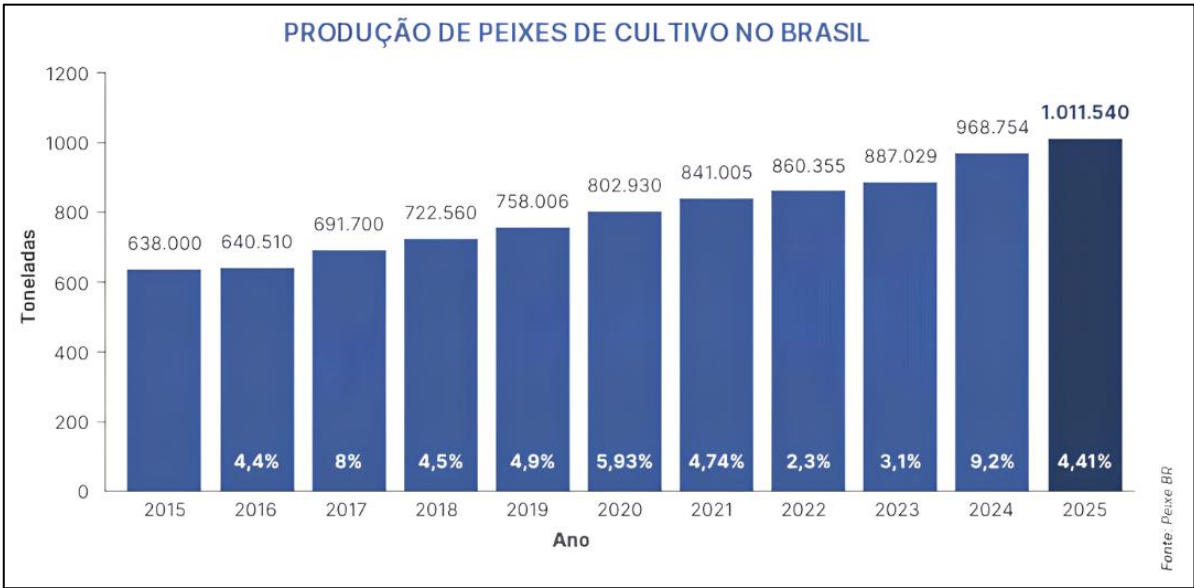


Figura 1 – Produção de Peixes de Cultivo no Brasil.

A produção de Tilápia (*Oreochromis niloticus*), continua sendo o principal motor do crescimento aquícola nacional, representando isoladamente 69,94% de todo o volume cultivado no país. Em 2025, a produção de tilápia totalizou 707.495 toneladas, anotando uma sólida expansão de 6,83% em relação ao período homólogo anterior. Esse avanço histórico com crescimento de 148,2% desde o primeiro levantamento em 2015, se mantém sustentado pela rápida adoção de biotecnologias, melhoramento genético, nutrição de precisão e avanço na automação dos processos industriais de filetagem e conservação (Associação Brasileira da Piscicultura, 2026).

O anuário ressalta a queda na produção de peixes nativos, onde a categoria é composta essencialmente por espécies redondas, com dominância do tambaqui registrou o seu terceiro ano consecutivo de retração marginal. Com um volume de 257.070 toneladas em 2025, o segmento teve um decréscimo de 0,63% comparado a 2024, respondendo por 25,41% da matriz nacional. A literatura setorial atribui essa estagnação a barreiras estruturais, como a concentração do mercado consumidor em regiões específicas (Norte, Nordeste e Centro-Oeste) e o deficit de industrialização sistêmica em comparação à cadeia da tilápia.

Na Figura 2 é apresentado a forma como a produção de peixes é distribuída no Brasil e apresenta em porcentagem o crescimento de cada região, comparado ao mesmo período do ano anterior, ressaltando assim as regiões que mais avança e contribuem para a produção de 2025.

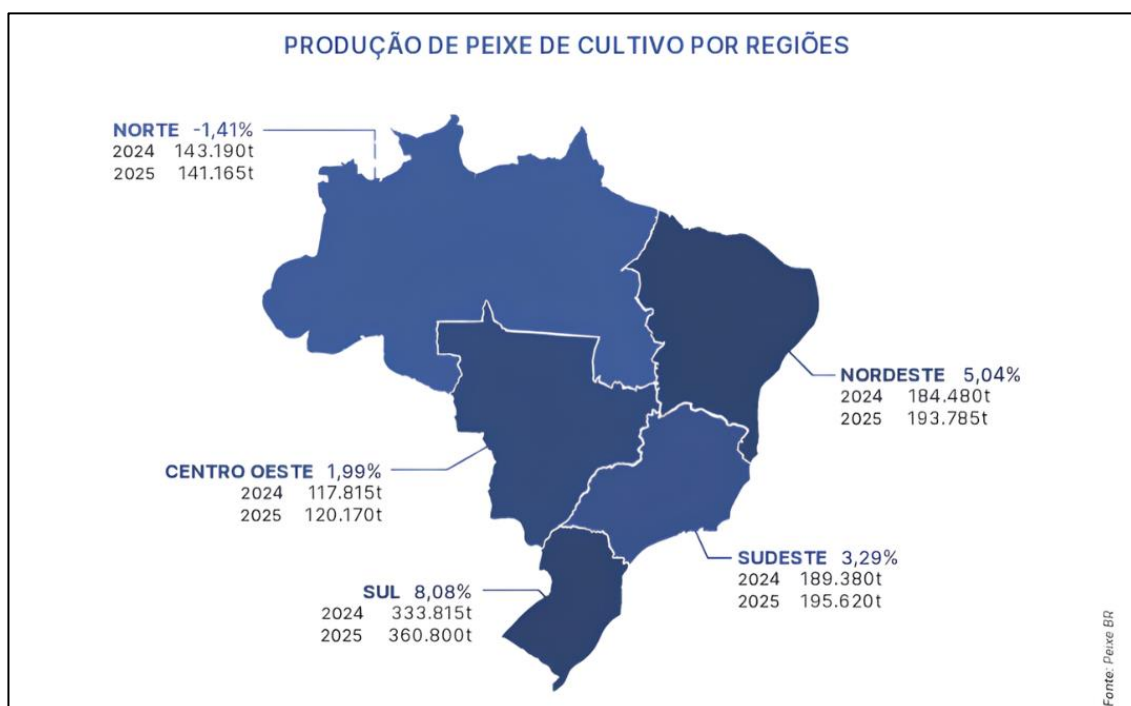


Figura 2 – Produção de Peixes por Região

A distribuição geográfica da piscicultura no território brasileiro espelha disparidades em termos de infraestrutura, arranjos cooperativos e pacotes tecnológicos disponíveis, sendo a região sul, a maior e mais dinâmica polo da piscicultura brasileira, já a região sudeste se mantém como segundo posto no ranking nacional com 195.620 toneladas produzidas em 2025, manifestando um crescimento incremental de 3,29%. O Sudeste caracteriza-se pela forte presença técnica e proximidade com grandes centros

urbanos consumidores (Associação Brasileira da Piscicultura, 2026).

O terceiro lugar fica com a região nordeste, muito próxima ao volume do Sudeste, registrando 193.785 toneladas. A região demonstrou expressiva vitalidade com uma taxa de crescimento de 5,04%, reflexo do adensamento produtivo de tilápias em reservatórios públicos de grandes bacias e investimentos em biossegurança. A região norte totalizou 141.165 toneladas em 2025. Configura-se como o único bloco geográfico a registrar retração em sua série produtiva (-1,41% em relação a 2024), fator fortemente associado às flutuações comerciais e gargalos no escoamento de peixes nativos da Amazônia e por último a região centro-oeste, que registrou produção estável de 120.170 toneladas em 2025, o que equivale a um avanço moderado de 1,99%. A dinâmica local caracteriza-se pelo equilíbrio produtivo entre grandes criatórios de peixes redondos nativos e a expansão planejada da tilapicultura (Associação Brasileira da Piscicultura, 2026).

4. CONCLUSÃO

A integração entre a aquicultura e a hidroponia, consolidada na tecnologia da aquaponia, representa um modelo altamente viável para a produção sustentável de alimentos. O princípio básico do sistema fundamenta-se na recirculação da água, onde os efluentes e resíduos metabólicos gerados pelos organismos aquáticos são convertidos por bactérias nitrificantes em nutrientes essenciais para os vegetais, os quais filtram a água para que ela retorne purificada aos tanques. No cenário brasileiro, espécies rústicas e amplamente aceitas como a tilápia do Nilo e peixes redondos (como o tambaqui) demonstram excelente adaptabilidade e resistência a variações físicas e químicas no cultivo.

A necessidade de dar continuidade aos investimentos em aquicultura e aquaponia justifica-se pelo papel estratégico que a tecnologia desempenha no enfrentamento das crises globais e regionais de fome, sede e crescimento populacional. No semiárido do Nordeste brasileiro, uma região castigada por estiagens prolongadas, intensa evapotranspiração e onde cerca de 41,9% da população convive com a insegurança alimentar, a aquaponia surge como uma alternativa capaz de garantir a segurança hídrica e alimentar para a agricultura familiar.

Os pontos fortes desse segmento residem na eficiência e no baixo impacto socioambiental da atividade. Dentre as principais vantagens identificadas, podem ser ressaltadas:

- O consumo hídrico significativamente reduzido quando comparado aos métodos tradicionais da agropecuária convencional.
- A capacidade de gerar simultaneamente dois alimentos de elevado valor nutricional em espaços reduzidos e controlados.
- O aproveitamento biológico de fósforo e nitrogênio, eliminando o descarte inadequado de efluentes poluentes no meio ambiente.
- A versatilidade econômica e a dispensa total do uso de agrotóxicos ou defensivos químicos no manejo das plantas.

Sendo uma tecnologia ainda emergente no país, o aporte contínuo de recursos

ANAIS

financeiros e científicos é fundamental para o aperfeiçoamento do dimensionamento dos sistemas. Ademais, o fomento a trabalhos de extensão e a implementação dessas estruturas através de associações rurais tornam o processo economicamente acessível aos pequenos produtores, facilitando a assistência técnica e democratizando os benefícios sociais e ecológicos dessa prática a longo prazo.



4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AO FISHERIES AND AQUACULTURE INFORMATION AND STATISTICS SERVICE. **FAO yearbook. Fishery and Aquaculture Statistics. 2008.** / **FAO annuaire. Statistiques des pêches et de l'aquaculture. 2008.** / **FAO anuario. Estadísticas de pesca y acuicultura. 2008.** 2010. (2070-6057). Disponível em: <https://openknowledge.fao.org/items/f41c33be-b9b6-4d92-8269-05163228c18c>.

ARAÚJO, Cátia. **A aquaponia: desafios e oportunidades para a produção de peixes e hortaliças no estado do Pará – Estudo de caso: projetos de aquaponia no município de Bragança-Pará.** 2020. 137 f. - Universidade Federal do Pará, Belém-PA, 2020. Disponível em: <https://repositorio.ufpa.br/items/ef2f61a3-eb01-4ebc-b713-5c0a7c1e57ef/full>.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA PISCICULTURA. **Anuário Brasileiro da Piscicultura da Peixes BR 2026.** Peixes BR, 2026. Disponível em: <https://www.peixebr.com.br/anuario-2026>.

BNDES. **Panorama da aquicultura no Brasil: desafios e oportunidades.** 2012. - BNDES, 2012. Disponível em: <http://www.bndes.gov.br/bibliotecadigital>.

BUCKUP, Paulo; MENEZES, Naercio; GHAZZI, Miriam. **Catálogo das Espécies de Peixes de Água Doce do Brasil.** 2007. v. 1

CARNEIRO, Paulo *et al.* Produção Integrada de Peixes e Vegetais em Aquaponia. Embrapa Tabuleiros Costeiros, n. Online 2015, 2015. Disponível em: <chrome-extension://efaidnbmninnnigbpccajpcgclcfndmkaj/https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net>.

KUBITZA, Fernando. Aquicultura no Brasil: Conquistas e desafios. **Panorama da Aquicultura**, v. 25, n. 150, p. 10–11, 2015.

MENEZES, Vilany. **Aplicação da aquaponia no nordeste brasileiro, uma revisão.** 2023. 57 f. Monografia (Graduação em Engenharia de Pesca) - Universidade Federal de Fortaleza, Fortaleza-CE, 2023. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/64817>. Acesso em: 18 jul. 2026.

NASCIMENTO, Ana Juvelina da Silva; DENADAI, Marcelo Scantamburlo. Piscicultura no Brasil. **Tekhne e Logos**, v. 15, n. 1, p. 15–24, 2024.

RIBEIRO, Vinícius *et al.* Tilapicultura no Brasil: Uma análise regional a partir de indicadores de upgrading. **Informe GEPEC**, v. 28, n. 1, p. 366–383, 2024.

SÁTIRO, Thaise Mota; XAVIER COSTA RAMOS NETO, Kélvia; DELPRETE, Sâmila Esteves. Aquaponia: Sistema que integra produção de peixes com produção de vegetais de forma sustentável. **Revista Brasileira de Engenharia de Pesca**, v. 11, n. 1, p. 38–54, 2018a.

SÁTIRO, Thaise Mota; XAVIER COSTA RAMOS NETO, Kélvia; DELPRETE, Sâmila Esteves. AQUAPONIA: SISTEMA QUE INTEGRA PRODUÇÃO DE PEIXES COM PRODUÇÃO DE VEGETAIS DE FORMA SUSTENTÁVEL. **Revista Brasileira de Engenharia de Pesca**, v. 11, n. 1, p. 38–54, 2018b.

ANAIS

TYSON, Richard V.; TREADWELL, Danielle D.; SIMONNE, Eric H. Opportunities and challenges to sustainability in aquaponic systems. **HortTechnology**, v. 21, n. 1, p. 6–13, 2011.