


AQUAPONIA: UMA OPÇÃO TECNOLÓGICA PARA MELHORAR A QUALIDADE DE VIDA DOS HABITANTES DA REGIÃO DA REGIÃO TOCANTINA

AQUAPONICS: A TECHNOLOGICAL OPTION TO IMPROVE THE QUALITY OF LIFE OF THE INHABITANTS OF THE TOCANTINA REGION

ACUAPÓNICA: UNA OPCIÓN TECNOLÓGICA PARA MEJORAR LA CALIDAD DE VIDA DE LOS HABITANTES DE LA REGIÓN DE TOCANTINA

 <https://doi.org/10.56238/arev7n6-086>

Data de submissão: 09/05/2025

Data de publicação: 09/06/2025

Joacy Coelho de Sousa Neto

Graduando em Engenharia Agrônômica

UEMASUL/ Campus Imperatriz

E-mail: joacy.neto@uemasul.edu.br

José Manoel Silva de Sousa

Graduando em Engenharia Agrônômica

UEMASUL/ Campus Imperatriz

E-mail: josemanoel.sousa@uemasul.edu.br

Cristiane Matos da Silva

Doutora em Ciência e Tecnologia Ambiental

UEMASUL/Campus Imperatriz

E-mail: cristiane.silva@uemasul.edu.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6416-4413>

Jonathan dos Santos Viana

Doutor em Agronomia (Ciência do Solo)

UEMASUL/Campus Imperatriz

E-mail: jonathan.viana@uemasul.edu.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4734-9843>

Wilson Araújo da Silva

Doutor em Agronomia

UEMASUL/Campus Imperatriz

E-mail: wilson@uemasul.edu.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4549-6815>

Patrícia Ferreira Cunha Sousa

Doutora em Agronomia - Genética e Melhoramento de Plantas

UEMASUL/ Campus Imperatriz

E-mail: patricia.sousa@uemasul.edu.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3672-8506>

RESUMO

A aquaponia é um sistema sustentável que integra a criação de peixes (aquicultura) e o cultivo de plantas sem solo (hidroponia), promovendo um ciclo simbiótico onde os resíduos dos peixes nutrem as plantas, que, por sua vez, purificam a água. Este estudo avaliou a viabilidade técnica e socioambiental da aquaponia em pequenos espaços, utilizando um sistema instalado no Viveiro Experimental da UEMASUL (Maranhão), com área de 140 m² e cobertura de sombrite (50%). O sistema consistiu em um tanque de 500 L para criação de tilápias (*Oreochromis niloticus*) e bancadas hidropônicas para hortaliças, utilizando água pluvial recirculada após filtragem em três estágios. Os resultados mostraram crescimento satisfatório das tilápias (10–18 cm em 90 dias) e desenvolvimento vigoroso das plantas, comprovando a eficiência na ciclagem de nutrientes. O pH da água manteve-se estável (média de 7,0), adequado para ambas as culturas. Apesar do sucesso, desafios como excesso de radiação solar nos primeiros dias causaram estresse térmico, indicando a necessidade de ajustes no sombreamento (sugere-se 70%). O sistema demonstrou baixo custo operacional, eficiência hídrica e potencial educacional, alinhando-se aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS 2, 4, 6, 11 e 12). Conclui-se que a aquaponia é uma alternativa viável para produção de alimentos em contextos urbanos, rurais e escolares, combinando segurança alimentar, sustentabilidade e educação ambiental, com oportunidades de otimização em estudos futuros.

Palavras-chave: Aquaponia. Sustentabilidade. Segurança Alimentar. Peixe. ODS.

ABSTRACT

Aquaponics is a sustainable system that integrates fish farming (aquaculture) and soilless plant cultivation (hydroponics), promoting a symbiotic cycle where fish waste nourishes the plants, which in turn purify the water. This study evaluated the technical and socio-environmental feasibility of aquaponics in small spaces, using a system installed in the Experimental Nursery of UEMASUL (Maranhão), with an area of 140 m² and shade cloth coverage (50%). The system consisted of a 500 L tank for raising tilapia (*Oreochromis niloticus*) and hydroponic benches for vegetables, using recirculated rainwater after three-stage filtration. The results showed satisfactory growth of tilapia (10–18 cm in 90 days) and vigorous development of plants, proving the efficiency of nutrient cycling. The pH of the water remained stable (average of 7.0), suitable for both crops. Despite the success, challenges such as excessive solar radiation in the first few days caused thermal stress, indicating the need for adjustments in shading (suggested 70%). The system demonstrated low operational costs, water efficiency and educational potential, aligning with the Sustainable Development Goals (SDGs 2, 4, 6, 11 and 12). It is concluded that aquaponics is a viable alternative for food production in urban, rural and school contexts, combining food security, sustainability and environmental education, with opportunities for optimization in future studies.

Keywords: Aquaponics. Sustainability. Food Security. Fish. SDG.

RESUMEN

La acuaponía es un sistema sostenible que integra la piscicultura (acuicultura) y el cultivo de plantas sin suelo (hidroponia), promoviendo un ciclo simbiótico donde los desechos de los peces nutren a las plantas, que a su vez purifican el agua. Este estudio evaluó la viabilidad técnica y socioambiental de la acuaponía en espacios reducidos, utilizando un sistema instalado en el Viveiro Experimental de UEMASUL (Maranhão), con una superficie de 140 m² y una cobertura de malla de sombra (50%). El sistema consistió en un tanque de 500 L para la cría de tilapia (*Oreochromis niloticus*) y bancos hidropónicos para hortalizas, utilizando agua de lluvia recirculada tras un proceso de filtración en tres etapas. Los resultados mostraron un crecimiento satisfactorio de la tilapia (10-18 cm en 90 días) y un desarrollo vigoroso de las plantas, lo que demuestra la eficiencia del ciclo de nutrientes. El pH del agua

se mantuvo estable (promedio de 7,0), adecuado para ambos cultivos. A pesar del éxito, desafíos como la excesiva radiación solar durante los primeros días causaron estrés térmico, lo que indicó la necesidad de ajustar el sombreado (70% sugerido). El sistema demostró bajos costos operativos, eficiencia hídrica y potencial educativo, en consonancia con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS 2, 4, 6, 11 y 12). Se concluye que la acuaponía es una alternativa viable para la producción de alimentos en contextos urbanos, rurales y escolares, que combina seguridad alimentaria, sostenibilidad y educación ambiental, con oportunidades de optimización en estudios futuros.

Palabras clave: Acuaponía. Sostenibilidad. Seguridad alimentaria. Peces. ODS.

1 INTRODUÇÃO

A aquaponia é uma técnica inovadora que integra a aquicultura — criação de organismos aquáticos — com a hidroponia, método de cultivo de plantas sem o uso de solo, utilizando apenas água ou substratos inertes. Essa combinação permite a produção simultânea de peixes e hortaliças em um sistema fechado, promovendo o reaproveitamento de nutrientes e reduzindo significativamente o impacto ambiental da produção agrícola (Teixeira *et al.*, 2022).

O princípio fundamental da aquaponia baseia-se na utilização dos resíduos metabólicos dos peixes como fonte de nutrientes para as plantas, especialmente nitrogênio e fósforo. Esse ciclo simbiótico promove maior eficiência no uso dos recursos, reduz os custos com fertilizantes e torna o sistema altamente sustentável (Teixeira *et al.*, 2022). Dada essa eficiência, a aquaponia apresenta-se como uma alternativa viável para a agricultura familiar, permitindo a produção de alimentos em espaços reduzidos e com menor investimento (Roosta & Afsharipoor, 2012), além de se mostrar promissora para cultivos em áreas urbanas (Buss *et al.*, 2015).

Com a crescente preocupação global com a degradação ambiental e a escassez de recursos naturais, a busca por métodos agrícolas sustentáveis se intensifica. Nesse contexto, a aquaponia se destaca como uma solução tecnológica que alia produtividade e sustentabilidade. Além de seu potencial produtivo, a implantação de sistemas aquapônicos em ambientes escolares representa uma oportunidade pedagógica valiosa, permitindo que os alunos experimentem, na prática, conceitos de ecologia, biologia e sustentabilidade no contexto da produção de alimentos.

O presente trabalho tem como objetivos principais a difusão da técnica de aquaponia e sua implementação no ambiente escolar. Especificamente, busca-se promover a conscientização ambiental, avaliar a viabilidade do sistema em pequenas propriedades, contribuir para o aumento do abastecimento local de hortaliças e verificar a adaptabilidade da técnica ao contexto universitário, especialmente durante períodos de alta demanda hídrica, como o verão.

A necessidade de sistemas alimentares mais eficientes e resilientes é ainda mais evidente em regiões como a região Tocantina do estado do Maranhão, onde os desafios socioeconômicos e ambientais são intensos. A escassez hídrica e a degradação dos solos comprometem a segurança alimentar, exigindo soluções inovadoras e adaptáveis (Peixinho, 2010). Nesse cenário, a aquaponia emerge como uma estratégia promissora, integrando a produção de peixes e vegetais em um modelo de baixo impacto ambiental e alto potencial social (Calone & Orsini, 2022). Além de contribuir com a segurança alimentar, o sistema pode gerar renda complementar e promover o desenvolvimento sustentável em comunidades vulneráveis (Cribb & Cribb, 2009).

É imperioso ressaltar ainda que, além de seu caráter inovador e sustentável, a aquaponia está diretamente alinhada a diversos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) propostos pela Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas. Dentre os principais, destacam-se o ODS 2 – Fome Zero e Agricultura Sustentável, por promover sistemas alimentares resilientes e aumentar a produtividade agrícola com menor uso de recursos naturais; o ODS 6 – Água Potável e Saneamento, ao otimizar o uso da água por meio da recirculação no sistema integrado; e o ODS 12 – Consumo e Produção Responsáveis, por reduzir o desperdício de nutrientes e resíduos. Além disso, a adoção da aquaponia em comunidades e escolas contribui para o ODS 4 – Educação de Qualidade, ao incentivar práticas educativas ambientais e técnicas inovadoras de cultivo, e para o ODS 11 – Cidades e Comunidades Sustentáveis, ao viabilizar a produção de alimentos saudáveis em áreas urbanas, promovendo segurança alimentar e inclusão produtiva.

Diante disso, este artigo objetiva explorar o potencial da aquaponia como ferramenta inovadora para a melhoria da qualidade de vida na Região Tocantina, analisando seus benefícios socioeconômicos, ambientais e sua viabilidade como alternativa de política pública integrada.

2 METODOLOGIA

O experimento foi desenvolvido nas dependências do Centro de Ciências Agrárias (CCA) da Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão (UEMASUL), utilizando a infraestrutura do Laboratório de Irrigação, Hidráulica e Hidrologia (LIHH) e do Viveiro Experimental, ambos vinculados à unidade acadêmica. O sistema de aquaponia foi instalado no interior do viveiro experimental, o qual possui uma área aproximada de 140 m², sendo coberto por tela de sombreamento (sombrite) com 50% de retenção de luz solar, o que proporciona um microclima favorável ao cultivo (Figura 1). Essa estrutura permite o controle parcial das variáveis ambientais, como radiação solar e temperatura, além de facilitar o monitoramento e manejo dos parâmetros hidropônicos e zootécnicos envolvidos na pesquisa.

Figura 1. Detalhe da instalação do sistema de aquaponia no Viveiro experimental do CCA.



Fonte: Autores (2025)

A estrutura do sistema de aquaponia foi composta por um reservatório principal com capacidade de 500 litros, destinado à criação de tilápias (*Oreochromis niloticus*). O tanque abrigou 32 alevinos, os quais desempenharam um papel essencial na ciclagem de nutrientes, especialmente nitrogênio e fósforo, fundamentais para o desenvolvimento das hortaliças cultivadas no sistema. Durante o desenvolvimento das tilápias foi realizada a leitura do pH da água com o medidor multiparâmetro AK88 (Figura 2)

Figura 2. Aferição do pH da água com medidor multiparâmetro AK88



Fonte: Autores (2025)

As mudas de hortaliças utilizadas no experimento foram fornecidas por produtores do Cinturão Verde de Imperatriz – MA, uma importante área de produção hortícola que abastece o mercado regional e valoriza práticas de agricultura familiar (Figura 3).

Figura 3. Detalhe da mudas obtidas por produtores do Cinturão Verde de Imperatriz – MA



Fonte: Autores (2025)

O processo de tratamento da água foi realizado por meio de três tambores interligados, com volume individual de 50 litros, cada um com função específica no sistema: o primeiro realiza a decantação dos sólidos em suspensão, o segundo promove a filtragem mecânica e biológica, e o terceiro é responsável pelo bombeamento da água tratada de volta ao circuito, garantindo a recirculação contínua dos nutrientes (Figura 4).

Figura 4. Detalhe do processamento da água no sistema aquaponia.



Fonte: Autores (2025)

As hortaliças foram cultivadas em perfis hidropônicos dispostos sobre bancadas elevadas, de modo que cada canal recebe a solução nutritiva proveniente do sistema após o processo de filtragem. A água utilizada é proveniente de uma cisterna de captação de águas pluviais instalada na universidade, cuja composição apresenta baixa concentração de cálcio em comparação à água da rede pública, o que pode influenciar a disponibilidade e a absorção de determinados nutrientes pelas plantas.

A alimentação dos peixes foi conduzida em três fases distintas, conforme o estágio de desenvolvimento dos alevinos. Durante os primeiros 30 dias, foi fornecida ração em pó, apropriada ao porte reduzido dos organismos. No período de 31 a 60 dias, os peixes passaram a receber ração granulada fina, e, a partir dos 60 até os 90 dias, a dieta foi adaptada para grânulos de maior tamanho, atendendo às crescentes exigências nutricionais e promovendo um crescimento saudável e eficiente dos animais.

3 RESULTADOS

Os resultados obtidos ao longo do experimento indicam que o sistema de aquaponia instalado no Viveiro Experimental do Centro de Ciências Agrárias da UEMASUL pode ser implementado com sucesso mesmo em ambientes com espaço físico reduzido. A estrutura instalada, com cobertura de sombrite de 50%, proporcionou um microclima parcialmente controlado, o que favoreceu o desenvolvimento das hortaliças e o bem-estar dos peixes (Figura 5).

Figura 5. Sistema Aquaponia em funcionamento.



Fonte: Autores (2025)

Durante o período de 90 dias de experimento, as hortaliças cultivadas apresentaram crescimento rápido, vigoroso e saudável, adaptando-se bem às características do sistema e ao microclima local. A ciclagem de nutrientes promovida pela presença dos peixes (*Oreochromis niloticus*) foi eficiente, garantindo a disponibilidade de compostos nitrogenados essenciais para o desenvolvimento vegetal.

O sistema demonstrou-se funcional, com recirculação contínua da água após o tratamento em três estágios (decantação, filtragem mecânica/biológica e bombeamento), o que assegurou qualidade hídrica adequada ao longo de todo o ciclo.

Os peixes apresentaram crescimento satisfatório, com médias de comprimento variando entre 10 e 18 cm ao final do ciclo, evidenciando o bom desempenho zootécnico. A alimentação foi ajustada em três fases conforme o estágio de desenvolvimento e mostrou-se eficaz em promover o crescimento dos alevinos.

O pH da água foi monitorado regularmente ao longo de todo o experimento, apresentando valor médio de 7,0, o que se manteve dentro da faixa ideal para a criação de tilápias (6,5 a 8,5). Essa estabilidade contribuiu significativamente para a saúde dos organismos aquáticos e para o bom funcionamento do sistema como um todo.

Foi enfrentado um desafio nos primeiros dias de funcionamento do sistema, quando a alta radiação solar interferiu negativamente no desempenho inicial das plantas e dos peixes (Figura 6). No entanto, os organismos se adaptaram às condições térmicas ao longo do tempo, e o desenvolvimento ocorreu de forma satisfatória.

Figura 6. Danos na mandíbula dos alevinos devido aos problemas de excesso de radiação solar.



Fonte: Autores (2025)

Outro aspecto relevante foi a utilização de água de chuva coletada em cisterna, cuja composição apresentou baixa concentração de cálcio, o que pode ter influenciado a absorção de certos nutrientes pelas plantas.

Vale ressaltar também que, o projeto teve impacto positivo no campo educacional, ao proporcionar aos alunos uma experiência prática de aplicação dos conhecimentos teóricos em um contexto real de produção agroecológica. O sistema apresentou baixa complexidade operacional e de manutenção, favorecendo sua replicabilidade.

4 DISCUSSÃO

Os resultados obtidos demonstram a viabilidade técnica da aquaponia como uma alternativa sustentável de produção de alimentos, especialmente em ambientes tropicais e com espaço físico reduzido, como o da Universidade. A estrutura coberta com sombrite de 50% mostrou-se eficaz na criação de um microclima favorável ao desenvolvimento tanto das hortaliças quanto dos peixes. A ciclagem de nutrientes promovida pelos organismos aquáticos foi essencial para a manutenção da produtividade do sistema, evidenciando o equilíbrio funcional entre os componentes hidropônicos e zootécnicos.

Este trabalho corrobora os achados de Alcântara (2018), que, ao utilizar sombrite com 70% de sombreamento em sistemas aquapônicos, obteve resultados satisfatórios nas densidades de estocagem avaliadas, destacando melhor desempenho com a densidade de 3 kg de tilápia·m⁻³ associada à variedade de alface Simpson Semente Preta. De forma semelhante, Lira (2024), em estudo com plantas

aromáticas, destacou a relevância do manejo adequado da luminosidade, indicando que níveis intermediários de sombreamento são eficazes para otimizar a produtividade em sistemas aquapônicos.

O bom desempenho zootécnico dos peixes, com crescimento médio variando entre 10 e 18 cm, evidencia que o manejo alimentar foi eficiente e compatível com as diferentes fases de desenvolvimento dos alevinos. A manutenção do pH da água dentro da faixa recomendada para a criação de tilápias (6,5 a 8,5) foi determinante para garantir a saúde dos organismos e a estabilidade do sistema. Essa faixa é considerada ideal, pois minimiza o estresse, preserva a eficiência alimentar, reduz a incidência de doenças e evita a toxicidade por amônia. Em contrapartida, desvios extremos de pH podem provocar danos branquiais, queda no desempenho produtivo, maior susceptibilidade a enfermidades e até mortalidade significativa (Panorama da Aquicultura, 2000).

A interferência inicial da radiação solar sugere que, apesar da estrutura de sombreamento existente, há espaço para aprimoramentos. Assim, recomenda-se, em estudos futuros, a utilização de sombrite com 70% de sombreamento como estratégia de mitigação do estresse térmico, especialmente durante os períodos mais quentes do ano.

A baixa concentração de cálcio na água de chuva utilizada no sistema levanta a hipótese de uma possível limitação nutricional para as plantas, indicando a necessidade de investigações mais detalhadas quanto à composição da solução nutritiva, sobretudo em sistemas que dependem de fontes alternativas de água.

Além dos aspectos produtivos e técnicos, destaca-se o relevante impacto educacional do projeto, ao proporcionar uma vivência prática aos alunos em um sistema produtivo real. A simplicidade, funcionalidade e baixo custo operacional do sistema reforçam seu potencial de replicação em ambientes urbanos, escolares e comunitários, sendo uma importante ferramenta de educação ambiental, inclusão produtiva e promoção da segurança alimentar.

Nesse sentido, a iniciativa está alinhada a diversos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) (ONU, 2015), especialmente o ODS 2 (Fome Zero e Agricultura Sustentável), o ODS 4 (Educação de Qualidade), o ODS 6 (Água Potável e Saneamento), o ODS 11 (Cidades e Comunidades Sustentáveis) e o ODS 12 (Consumo e Produção Responsáveis), contribuindo para o fortalecimento de práticas integradas que promovem sustentabilidade, equidade e resiliência em contextos locais.

5 CONCLUSÃO

A aquaponia demonstrou ser uma alternativa tecnicamente viável, eficiente e ambientalmente sustentável para a produção integrada de peixes e hortaliças, sobretudo em ambientes com espaço físico limitado. A implementação do sistema no Viveiro Experimental do Centro de Ciências Agrárias

da Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão apresentou resultados satisfatórios, tanto no crescimento vigoroso das hortaliças quanto no desempenho zootécnico dos peixes, evidenciando a adaptabilidade do sistema às condições climáticas locais.

Embora tenham sido enfrentados desafios iniciais, como a elevada radiação solar, o sistema demonstrou capacidade de resiliência e adaptação, alcançando os objetivos propostos. A utilização de insumos simples, como o sombrite e a água de chuva, reforça o potencial da aquaponia como uma tecnologia acessível e replicável, especialmente em contextos de agricultura familiar, urbana e periurbana.

Além dos benefícios produtivos e ambientais, destaca-se o expressivo impacto educacional do projeto, que proporcionou aos alunos uma vivência prática e integrada dos conhecimentos teóricos, fortalecendo competências em agroecologia, manejo de recursos hídricos e sustentabilidade.

Dessa forma, o projeto reafirma a aquaponia como uma estratégia inovadora e multifuncional, alinhada aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), especialmente os ODS 2, ODS 4 ODS 6, ODS 11 e ODS 12. Sua adoção em larga escala pode contribuir significativamente para a promoção da segurança alimentar, da educação ambiental e da gestão integrada e racional dos recursos naturais.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão (UEMASUL) do Centro de Ciências Agrárias - CCA pela infraestrutura que possibilitou a realização das avaliações do experimento. Imensa gratidão pelo fornecimento dos alevinos da Psicultura Boa Esperança, localizada no Senador La Roque – MA.

REFERÊNCIAS

ALCÂNTARA, João Victor Oliveira. Comparação de duas densidades de estocagem de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) em sistema aquapônico com quatro variedades de alface. 2018. 43 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Pesca) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2018.

BUSS, Alencar et al. Desenvolvimento da aquaponia como alternativa de produção de alimentos saudáveis em perímetro urbano. In: SEMINÁRIO DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO – SENPEX, 6., 2015, Orleans. Anais... Orleans: Unibave, 2015.

CALONE, R.; ORSINI, F. Aquaponics: a promising tool for environmental friendly farming. *Frontiers for Young Minds*, Lausanne, v. 10, n. 707801, p. 1–10, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3389/frym.2022.707801>.

CRIBB, S. L. de S. P.; CRIBB, A. Y. Agricultura urbana: alternativa para aliviar a fome e para a educação ambiental. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL – SOBER, 47., 2009, Porto Alegre. Anais... Porto Alegre: SOBER, 2009. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/662290/1/2009255.pdf>. Acesso em: abr. 2025.

LIRA, Aline Daiane de Lima. Avaliação de diferentes níveis de luminosidade na produção de plantas aromáticas em sistema de aquaponia. 2024. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2024. Disponível em: <https://portal.ufgd.edu.br/setor/biblioteca/repositorio>. Acesso em: abr. 2025.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. Transformando nosso mundo: a Agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável. Nova Iorque: ONU, 2015. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/91863-agenda-2030-para-o-desenvolvimento-sustentavel>. Acesso em: abr. 2025.

PANORAMA DA AQUICULTURA. Tilápias: qualidade da água, sistemas de cultivo, planejamento da produção, manejo nutricional e alimentar e sanidade – Parte I. Panorama da Aquicultura, São Paulo, ed. 59, 30 jun. 2000. Disponível em: <https://panoramadaaquicultura.com.br/tilapias-qualidade-da-agua-sistemas-de-cultivo-planejamento-da-producao-manejo-nutricional-e-alimentar-e-sanidade-parte-i/>. Acesso em: abr. 2025.

PEIXINHO, F. C. Gestão sustentável dos recursos hídricos. Águas Subterrâneas, [S. l.], 2010. Disponível em: <https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/22943>. Acesso em: abr. 2025.

ROOSTA, H. R.; AFSHARIPOOR, S. Effects of different cultivation media on vegetative growth, ecophysiological traits and nutrient concentrations in strawberry under hydroponic and aquaponic cultivation systems. *Advances in Environmental Biology*, Amman, v. 6, n. 4, p. 1617–1621, abr. 2012.

TEIXEIRA, Marconi Batista et al. Projeto apoiado pela Fapeg integra produção de peixes e hortaliças. [S. l.], maio 2022. Disponível em: <https://www.fapeg.go.gov.br/projeto-aquaponia/>. Acesso em: 15 jul. 2022.