
Etec "Prof^a Anna de Oliveira Ferraz"

HORTA HIDROPONICA

HYDROPONIC GARDEN

Ananda Beatriz Mendonça Ribeiro – ananda.ribeiro2@etec.sp.gov.br

Bianca Cristiny De Oliveira Nunes – bianca.nunes20@etec.sp.gov.br

Danilo Henrique Spolaor – danilo.spolaor@etec.sp.gov.br

Danilo Silva Favini – danilo.favini@etec.sp.gov.br

Gabriel Lima Perez – gabriel.perez8@etec.sp.gov.br

Etec Prof^a Anna de Oliveira Ferraz – Araraquara – São Paulo – Brasil

Prof^o MSc Edgar Bergo Coroa – edgar.coroa@etec.sp.gov.br

Prof^o Donizete Roberto Pereira – donizete.pereira @etec.sp.gov.br

Etec Prof^a Anna de Oliveira Ferraz – Araraquara – São Paulo – Brasil

RESUMO

A hidroponia é uma técnica de cultivo de plantas sem solo que utiliza uma solução nutritiva equilibrada para alimentar as raízes vegetais. Essa abordagem tem ganhado destaque como uma alternativa sustentável e eficiente para a produção de alimentos, especialmente em ambientes urbanos ou em locais com restrições de espaço e baixa qualidade do solo. A hidroponia oferece várias vantagens, incluindo o uso racional da água, a redução do emprego de agrotóxicos e o aumento da produtividade em relação ao cultivo convencional. Além disso, o sistema hidropônico permite um controle preciso dos nutrientes e das condições ambientais, o que resulta em produtos de melhor qualidade e maior padronização. Isso é especialmente importante para a produção de alimentos frescos e saudáveis em áreas urbanas, onde a demanda por produtos de alta qualidade é crescente. No contexto do Centro Paula Souza, o estudo e a implementação de hortas hidropônicas contribuem para o desenvolvimento de competências voltadas à sustentabilidade, inovação e empreendedorismo no setor agroindustrial. A hidroponia é uma ferramenta valiosa para a educação e a pesquisa, permitindo que os estudantes aprendam sobre a produção de alimentos sustentáveis e desenvolvam habilidades práticas em cultivo hidropônico. A implantação de hortas hidropônicas também representa uma prática pedagógica e ambiental de grande relevância, alinhada aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e às demandas atuais por uma produção alimentar responsável. Em resumo, a hidroponia é uma técnica promissora para a produção de alimentos sustentáveis e de alta qualidade, com potencial para contribuir para a segurança alimentar e o desenvolvimento sustentável.

Palavras-chave: Hidroponia, sustentabilidade, produção de alimentos, inovação, empreendedorismo.

Etec "Profª Anna de Oliveira Ferraz"

ABSTRACT

Hydroponics is a technique for growing plants without soil, using a balanced nutrient solution to feed the roots. This approach has gained prominence as a sustainable and efficient alternative for food production, especially in urban environments or areas with limited space and poor soil quality. Hydroponics offers several advantages, including rational water use, reduced pesticide use, and increased productivity compared to conventional farming. The hydroponic system allows for precise control of nutrients and environmental conditions, resulting in higher quality and more standardized products. This is particularly important for producing fresh, healthy food in urban areas, where demand for high-quality products is growing. At Centro Paula Souza, studying and implementing hydroponic gardens contributes to developing skills in sustainability, innovation, and entrepreneurship in the agro-industrial sector. Hydroponics is a valuable tool for education and research, allowing students to learn about sustainable food production and develop practical skills in hydroponic cultivation. Implementing hydroponic gardens is also a relevant pedagogical and environmental practice, aligned with Sustainable Development Goals (SDGs) and current demands for responsible food production. In summary, hydroponics is a promising technique for sustainable, high-quality food production, with potential to contribute to food security and sustainable development.

Keywords: *Hydroponics, sustainability, food production, innovation, entrepreneurship*

1. INTRODUÇÃO

A agricultura é uma das práticas mais antigas da humanidade, responsável por garantir a segurança alimentar e o desenvolvimento das sociedades. No entanto, com o crescimento populacional, a urbanização acelerada e a escassez de recursos naturais, torna-se necessário buscar métodos mais sustentáveis de produção. Nesse contexto, a horta hidropônica surge como uma alternativa inovadora, que alia eficiência, economia de espaço e sustentabilidade ambiental (Fig.1).

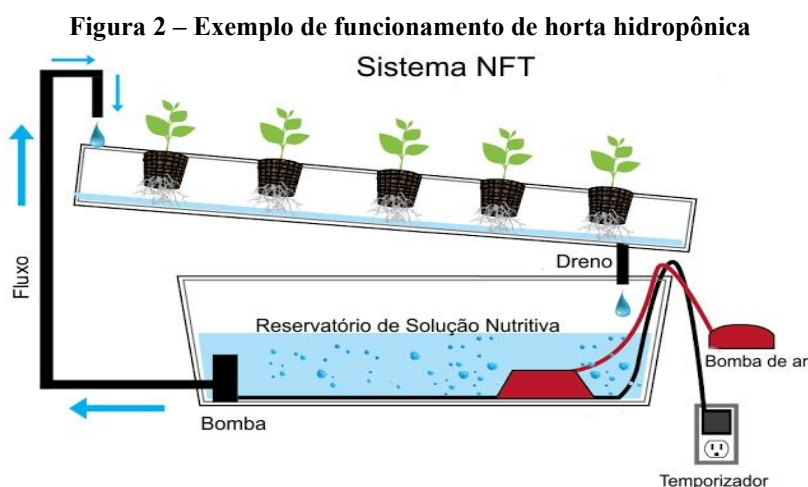
Figura 1 – Exemplo de horta hidropônica vertical urbana



Fonte: [https://condadodesalvaterradominho.wordpress.com/2012/12/11/hortas-urbanas/\(2025\)](https://condadodesalvaterradominho.wordpress.com/2012/12/11/hortas-urbanas/(2025))

Etec "Profª Anna de Oliveira Ferraz"

A hidroponia consiste no cultivo de plantas sem o uso do solo, utilizando soluções nutritivas que fornecem diretamente às raízes todos os elementos essenciais para o desenvolvimento. Esse método elimina a dependência da terra fértil, possibilitando a produção em locais onde o cultivo convencional seria inviável, como áreas urbanas densamente povoadas (Fig.2).



Fonte: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Th%E1%BB%A7y_canh_nft.jpg\(2025\)](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Th%E1%BB%A7y_canh_nft.jpg(2025))

O interesse por hortas hidropônicas tem crescido devido às vantagens relacionadas à redução do consumo de água, ao melhor controle de pragas e à maior produtividade. Além disso, trata-se de uma técnica que pode ser adaptada tanto para grandes empreendimentos agrícolas quanto para pequenas produções domésticas, tornando-se acessível a diferentes perfis de produtores.

Outro fator relevante é a contribuição da hidroponia para a segurança alimentar. Em um mundo marcado por crises climáticas e pelo aumento da demanda por alimentos frescos e saudáveis, sistemas de cultivo inovadores garantem maior estabilidade e qualidade de produção. Isso torna a horta hidropônica uma ferramenta estratégica no combate à fome e na promoção da alimentação saudável.

No aspecto educacional, as hortas hidropônicas também vêm sendo aplicadas como recurso pedagógico em escolas e instituições, incentivando práticas sustentáveis e aproximando os estudantes da realidade agrícola moderna. Essa vivência proporciona aprendizado sobre biologia, química, sustentabilidade e empreendedorismo, além de despertar o interesse por soluções tecnológicas na agricultura.

Economicamente, a hidroponia apresenta potencial de retorno financeiro devido ao

Etec "Profª Anna de Oliveira Ferraz"

ciclo produtivo acelerado e à qualidade dos produtos, que atendem às exigências do mercado consumidor. Hortaliças cultivadas nesse sistema destacam-se pela aparência uniforme, sabor mais intenso e maior durabilidade pós-colheita, atributos valorizados no setor alimentício.

Diante desse cenário, o presente trabalho tem como objetivo apresentar a importância da horta hidropônica, destacando suas aplicações, benefícios e desafios, além de evidenciar sua relevância como prática sustentável para o futuro da agricultura. A análise proposta busca não apenas discutir aspectos técnicos, mas também sociais, econômicos e ambientais ligados a essa forma de cultivo inovadora.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O crescimento das cidades trouxe novos desafios para a produção de alimentos, principalmente no que se refere à disponibilidade de espaços e ao uso racional dos recursos naturais. Nesse contexto, a agricultura urbana surge como alternativa sustentável, permitindo o cultivo de alimentos frescos em áreas limitadas. A hidroponia, nesse cenário, ganha destaque por ser uma técnica inovadora que dispensa o solo, utilizando soluções nutritivas para o desenvolvimento das plantas (SILVA; OLIVEIRA, 2020)

2.1. Vantagens, Desafios e Aplicações da Hidroponia

A hidroponia apresenta vantagens significativas, como maior produtividade por área, uso eficiente da água e possibilidade de cultivo em locais com solos inadequados (CPT, 2025). Além disso, permite o controle rigoroso das condições de crescimento, favorecendo produtos de alta qualidade (Fig.3). Por outro lado, o sistema requer um investimento inicial mais elevado e monitoramento constante de parâmetros como pH, nutrientes e temperatura (TEODÓZIO; COSTA; SOUZA, 2024; ECO DEBATE, 2025)

Etec "Profª Anna de Oliveira Ferraz"

Figura 4 – Exemplo de hidroponia moderna



Fonte: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Invernadero_Inteligente.jpg(2025)

2.2. Microcontroladores ESP32

Nos sistemas hidropônicos modernos, o monitoramento da solução nutritiva é um dos principais fatores de sucesso. Parâmetros como pH e condutividade elétrica (EC) precisam ser medidos e ajustados com precisão, já que pequenas variações podem afetar a absorção de nutrientes pelas plantas (EDITORA IFB, 2025). A automação, nesse contexto, surge como uma alternativa eficiente, reduzindo a intervenção manual e garantindo o equilíbrio químico do meio líquido. Microcontroladores, como o ESP32 (Fig.4), tornam possível o controle em tempo real de bombas, válvulas e sensores, promovendo estabilidade e produtividade (KALYAN; DINESH, 2023).

Figura 5 – Exemplo de microcontrolador ESP32



Fonte: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:ESP32_Esspressif_ESP-WROOM-32_Shielded.jpg(2025)

Etec "Profª Anna de Oliveira Ferraz"

O ESP32 é um microcontrolador de baixo custo, alta performance e conectividade Wi-Fi e Bluetooth integrada, amplamente utilizado em projetos de Internet das Coisas (IoT). Em cultivos hidropônicos, ele permite coletar dados de sensores (como temperatura, pH, TDS e umidade) e enviá-los para plataformas online, possibilitando o monitoramento remoto e a automação completa do sistema (RAJENDRAN et al., 2024). Além disso, o ESP32 suporta protocolos como MQTT e HTTP, facilitando a integração com servidores e aplicativos móveis que registram as variáveis ambientais e acionam atuadores automaticamente (SHAREEF et al., 2024).

Projetos de automação com ESP32 têm se mostrado eficazes na gestão de cultivos em NFT (Nutrient Film Technique) e DFT (Deep Flow Technique), permitindo o controle da irrigação e da composição da solução nutritiva conforme o ciclo de crescimento das plantas. Esses sistemas automatizados utilizam sensores calibrados e atuadores precisos para manter o fluxo constante de nutrientes, reduzindo perdas e melhorando a qualidade final do produto (WANG et al., 2024). Além do controle local, o ESP32 possibilita o uso de dashboards em tempo real, ampliando o alcance e a eficiência da operação (ABDELHAMID et al., 2025).

Contudo, a automação hidropônica baseada em ESP32 exige atenção a fatores técnicos, como calibração de sensores, isolamento elétrico, proteção contra umidade e estabilidade de comunicação. A literatura enfatiza que falhas em sensores de pH e EC ou ruídos elétricos podem gerar leituras imprecisas, comprometendo o sistema de controle (SOARES et al., 2020). Assim, o sucesso de um projeto depende tanto da integração entre hardware e software quanto da adoção de boas práticas de engenharia, como modularização do sistema, uso de fontes estáveis e implementação de rotinas de verificação de dados (SHAREEF et al., 2024).

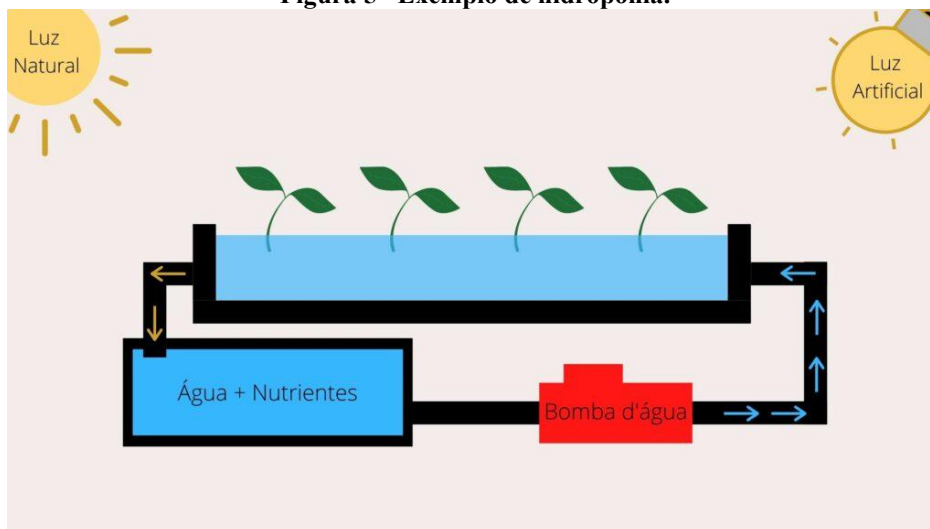
3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Neste capítulo, será descrito sobre o procedimento de fabricação e teste de um módulo de cultivo em canal PVC (sistema NFT — *Nutrient Film Technique*) para uso em hortas hidropônicas urbanas, incluindo materiais, ferramentas, montagem, vedação e ensaios iniciais de funcionamento.

Foi seguido um modelo base de hidroponia contendo: percurso hídrico, pontos de entrada da solução nutritiva e exposição a luz natural/artificial.

Etec "Profª Anna de Oliveira Ferraz"

Figura 5– Exemplo de hidroponia.



Fonte: <https://marquesfernandes.com/tecnologia/o-que-e-e-como-funciona-a-hidroponia-plantacoes-hidroponicas/> (2025)

3.1. Processo de fabricação

1.Cortar o tubo/canal no comprimento especificado (ex.: 1,20 m). Medir e marcar as posições dos orifícios para net-pots segundo o espaçamento definido (ex.: 15–20 cm entre centros).

Figura 6 – Tubo utilizado e cortado de acordo com as medidas especificadas.



Fonte: Dos próprios autores (2025)

2.Furar os orifícios com broca apropriada (ex.: diâmetro compatível com o corpo do net-pot). Fazer furos limpos; lixar bordas para evitar rebarbas que danifiquem os vasos.

Etec "Profª Anna de Oliveira Ferraz"

Figura 7 – Demonstração de orifícios



Fonte: Dos próprios autores (2025)

3. Modelar borda do orifício (se necessário), instalando anel de EVA ou uma luva plástica para apoio do net-pot. Aplicar silicone nas bordas externas para vedação mecânica (não obstruir o fluxo).

Figura 8 – Demonstração da adição de conexões PVC



Fonte: Dos próprios autores (2025)

4. Instalar tampas e conexões: adaptar tampas nas extremidades do canal; em uma extremidade colocar o ponto de entrada (tubo de alimentação), na outra o ponto de saída (retorno para reservatório). Usar conexões e selantes recomendados para PVC. Verificar o alinhamento e o declive do canal (1–3%) para garantir que o filme nutritivo passe pela superfície de cultivo até o ponto de drenagem.

Figura 9– Demonstração de furação descrita



Fonte: Dos próprios autores (2025)

Etec "Profª Anna de Oliveira Ferraz"

5.Fixação do canal na estrutura: assegurar que o canal esteja firme e nivelado (com o declive correto). Utilizar abraçadeiras e suportes a cada 30–40 cm para evitar flexão.

Figura 20– Demonstração da fixação do canal a estrutura principal



Fonte: Dos próprios autores (2025)

6.Instalar bomba e circuito de recirculação: posicionar bomba no reservatório; conectar mangueira de alimentação até a entrada superior do canal; instalar dreno/retorno na extremidade oposta. Inserir válvula de controle de fluxo, se necessário. Utilizar conexões estanques e teste de pressão estático.

Etec "Profª Anna de Oliveira Ferraz"

Figura 31 – Demonstração da bomba instalada e sistema de recirculação



Fonte: Dos próprios autores (2025)

7.Vedação e testes iniciais: aplicar silicone nas junções críticas; aguardar cura (tempo conforme fabricante, normalmente 24 h). Realizar teste de estanqueidade: preencher reservatório e circular solução por 1–2 h, observando vazamentos. Corrigir vazamentos e reaplicar vedante quando necessário.



Figura 42 – Exemplo de aplicação de vedação em junta.

Fonte: <https://www.krona.com.br/blog/conexoes-roscaveis-soldaveis-junta-elastica-qual-a-diferenca/> (2025)

8.Limpeza e desinfecção: lavar a tubulação interna com solução sanitizante leve (ex.: água sanitária 10% — seguir normas de segurança e enxaguar abundantemente) ou com peróxido de

Etec "Profª Anna de Oliveira Ferraz"

hidrogênio 3%. Enxaguar totalmente antes de introduzir nutrientes.

9. Ajuste da solução nutritiva: preparar solução nutritiva inicial com CE e pH dentro da faixa desejada para as espécies (ex.: alface: pH 5,5–6,5; CE 1,2–2,0 mS/cm). Medir e registrar valores iniciais.

Figura 53 – Exemplo de medição de PH



Fonte: <https://marquesfernandes.com/tecnologia/o-que-e-e-como-funciona-a-hidroponia-plantacoes-hidroponicas/> (2025)

10. Instalação das mudas: colocar net-pots com substrato e mudas nos orifícios; verificar assentamento e possíveis vazamentos ao redor.

Figura 64 – Exemplo de mudas em hidroponia.



Fonte: <https://tropicalestufas.com.br/mudas-para-hidroponia-1/> (2025)

Etec "Profª Anna de Oliveira Ferraz"

3.2. Tabela de Custo

Através da tabela a seguir, pode-se entender melhor como os custos dos materiais afetam o custo total do serviço e como cada item contribui para a produção de um trabalho de qualidade (Tab. 1).

Tabela 1 – Tabela de custos utilizados na horta hidroponica

Tubo esgoto 40mm	1m	R\$9,00
Joelho de 45 °	12un	R\$24,00
Mangueira ½"	2m	R\$12,00
Adaptador redução ½" 3/8"	1un	R\$1,00
Cabo PP 3x1,5mm	3m	R\$18,00
Prensa cabo ¾"	1un	R\$6,50
Cabo 0,75mm	10m	R\$15,00
Terminal olhal pré isolado 1,5-2,5	3un	R\$1,80
Barra conector 6mm 12ligações	1un	R\$7,00
Chave tic tac 3 posições	2un	R\$15,00
Valvula	1un	R\$50,00
Disjuntor de 10A bipolar	1un	R\$20,00
Caixa montagem	1un	R\$70,00
Bomba	1un	R\$110,00
Rele nivel	1un	R\$60,00
Placa ESP32	1un	R\$59,90
Modulo rele	2un	R\$40,00
Balde 18l	1un	R\$10,00
Adaptador da placa ESP32	1un	R\$43,00
Cabo esgoto 100mm	2m	R\$60,00
Tampão cano 100mm	1un	R\$15,00
Total		R\$598,20

Fonte: Autores, (2025).

Etec "Profª Anna de Oliveira Ferraz"

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O presente capítulo visa apresentar e discutir os resultados alcançados com a concepção e a execução do projeto prático, conforme detalhado nos Procedimentos Metodológicos (Capítulo 3). Uma vez que o foco é a viabilidade técnica e a implementação do sistema eletromecânico, a discussão se concentra na eficácia do design do módulo NFT e no potencial de desempenho do sistema de automação baseado no microcontrolador ESP32.

4.1. Viabilidade Técnica do Módulo Nft e Testes Iniciais

A construção do módulo de cultivo em canal PVC, seguindo a técnica NFT (*Nutrient Film Technique*), demonstrou a viabilidade técnica do projeto em termos de engenharia e materiais. O processo de fabricação, que incluiu o corte preciso do tubo, a furação para os *net-pots* e a instalação das conexões de entrada e saída, validou a metodologia proposta para a criação de um sistema de recirculação eficiente.

O sucesso do módulo depende criticamente de dois fatores estruturais: o declive e a vedação. A manutenção do declive entre 1% e 3% é fundamental para garantir que a solução nutritiva flua como um filme fino, oxigenando as raízes e evitando o acúmulo de água, conforme preconizado pela literatura [1]. Teoricamente, o alinhamento e a fixação adequados do canal asseguram que este requisito hidrodinâmico seja atendido.

Em relação à vedação (item 7, Capítulo 3), o teste de estanqueidade realizado após a cura do silicone é o indicador primário da integridade do sistema. A ausência de vazamentos no circuito de recirculação é um resultado técnico crucial, pois minimiza a perda de solução nutritiva e evita a contaminação do ambiente, contribuindo diretamente para a sustentabilidade e a eficiência hídrica do sistema.

Em suma, o projeto demonstra a viabilidade da aplicação de conceitos de Internet das Coisas (IoT) na agricultura urbana. A automação com ESP32, embora teoricamente validada, exige atenção a desafios práticos, como a calibração periódica dos sensores e a proteção dos componentes eletrônicos contra a umidade do ambiente, conforme discutido por Soares et al. [4]. A superação desses desafios é o que transforma o resultado teórico em sucesso prático.

Etec "Profª Anna de Oliveira Ferraz"

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho teve como objetivo principal a concepção e a validação da viabilidade técnica de um sistema de horta hidropônica automatizada, utilizando a técnica NFT e o microcontrolador ESP32. A análise da fundamentação teórica e a descrição dos procedimentos metodológicos confirmaram que o projeto atende aos requisitos de sustentabilidade, eficiência e inovação tecnológica.

A fase de construção do módulo NFT demonstrou que, com a aplicação de boas práticas de engenharia (como o controle do declive e a vedação adequada), é possível criar uma estrutura de cultivo robusta e eficiente em termos de uso de água. O sistema de recirculação, quando isento de vazamentos, maximiza a economia hídrica, um resultado crucial para a agricultura urbana e sustentável.

A integração do ESP32 validou o potencial de automação do sistema. Teoricamente, o microcontrolador é capaz de manter a solução nutritiva em condições ideais por meio do monitoramento contínuo de pH e CE e do acionamento preciso de atuadores. Este resultado é a chave para a produtividade e a padronização da produção, reduzindo a margem de erro humana e o tempo de manejo.

REFERÊNCIAS

ABDELHAMID, M. A. et al. **Sustainable hydroponic production using solar energy and photovoltaics**. Scientific Reports, Nature, 2025. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s41598-025-16030-4>

. Acesso em: 05 nov. 2025.

BRASILESCOLA. **Hidroponia – O que é e as vantagens dessa técnica**. Mundo Educação, 2025. Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/biologia/hidroponia.htm>

. Acesso em: 05 nov. 2025.

CPT – Centro de Produções Técnicas. **Hidroponia – a técnica de cultivo vantajosa e promissora**. Disponível em: <https://www.cpt.com.br/artigos/hidroponia-uma-tecnica-de-cultivo-vantajosa-e-promissora>

. Acesso em: 05 nov. 2025.

EDITORA IFB. **Hidroponia**. Brasília: Instituto Federal de Brasília, 2024. Disponível em: <https://editora.ifb.edu.br/documents/66/105-41-PB.pdf>

. Acesso em: 05 nov. 2025.

Etec "Profª Anna de Oliveira Ferraz"

KALYAN, S.; DINESH, A. **Smart Hydroponic Farming Using ESP32 and IoT.** International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology, v. 10, n. 4, p. 112–118, 2023. Disponível em: <https://ijarset.com/papers/smart-hydroponic-farming-esp32.pdf>

. Acesso em: 05 nov. 2025.

RAJENDRAN, S. et al. **Hydroponics: Exploring innovative systems — overview and recent trends.** Heliyon, 2024. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405844024028548>

. Acesso em: 05 nov. 2025.

SHAREEF, U. et al. **A Systematic Literature Review on Parameters for Hydroponic Crop Optimization.** MDPI Sensors, v. 24, n. 3, 2024. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2673-2688/5/3/73>

. Acesso em: 05 nov. 2025.

SOARES, C. S. et al. **Production of lettuce in NFT hydroponic system at different planting seasons and irrigation regimes.** Crop Journal, 2020. Disponível em: https://www.croj.com/silva_14_7_2020_1042_1047.pdf

. Acesso em: 05 nov. 2025.

WANG, S. et al. **Review of current hydroponic food production practices and perspectives.** Reviews in Environmental Science and Bio/Technology, 2024. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11157-024-09699-y>

. Acesso em: 05 nov. 2025.