INTERFACE TECNOLÓGICA

TECNOLOGIA EM INFORMÁTICA
Interface Tecnológica · v. 23, n. 1, 2026 · p. 78–87
ISSN on-line 2447-0864 · ISSN impresso 1807-3980
https://doi.org/10.31510/infa.v23i1.2449

DESENVOLVIMENTO DE MVP PARA MONITORAMENTO AUTOMATIZADO DE AGRICULTURA VERTICAL HIDROPÔNICA COM IOT

Development of an MVP for automated monitoring of hydroponic vertical farming with IoT

André Luis Ricartes da Silva[1], **Renan Guilherme Nespolo**[2]

AUTORIA

[1] **André Luis Ricartes da Silva**
Fatec Bebedouro – SP – Brasil
andrericartes@gmail.com
ORCID: https://orcid.org/0009-0001-4733-2235

[2] **Renan Guilherme Nespolo**
Fatec Bebedouro – SP – Brasil
renan.nespolo01@fatec.sp.gov.br
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-0453-497X

HISTÓRICO

Recebido	26/04/2026
Aceito	04/06/2026
Publicado	30/06/2026

COMO CITAR

SILVA, A. L. R. da; NESPOLO, R. G. Desenvolvimento de MVP para monitoramento automatizado de agricultura vertical hidropônica com IoT. **Interface Tecnológica**, Taquaritinga, v. 23, n. 1, p. 78-87, 2026. DOI: 10.31510/infa.v23i1.2449.

LICENÇA

Artigo de acesso aberto distribuído sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional.

cc BY 4.0

RESUMO

No presente estudo é apresentada a implementação de um sistema de agricultura vertical automatizado, integrado a tecnologias de Internet das Coisas (IoT), como alternativa aos métodos convencionais de cultivo. O estudo focou no desenvolvimento de um Produto Mínimo Viável (MVP) voltado à microprodução urbana, utilizando hardware de baixo custo para otimizar o consumo hídrico e monitorar variáveis ambientais em tempo real. A metodologia envolveu a seleção de sensores específicos para controle de parâmetros hidropônicos. O estudo também propôs a realização de uma pesquisa qualitativa com potenciais clientes. Os dados revelaram perfis de consumo distintos, segmentados pela frequência de respostas dos participantes, o que permitiu confrontar as funcionalidades do protótipo com as reais demandas de entusiastas do setor. Os resultados demonstram que a automação acessível não apenas mitiga falhas operacionais, mas também viabiliza a produção sustentável em espaços reduzidos. A análise conclui que o alinhamento entre hardware eficiente e o entendimento das expectativas do consumidor é o fator determinante para a comercialização de soluções tecnológicas no agronegócio doméstico.

Palavras-chave: Automação rural. IoT. Hidroponia urbana. MVP. Perfil de consumo.

ABSTRACT

This study describes the implementation of an automated vertical farming system integrated with Internet of Things (IoT) technologies as an alternative to conventional farming methods. The research focused on developing a Minimum Viable Product (MVP) designed for urban micro-production, using low-cost hardware to optimize water consumption and monitor environmental variables in real time. The methodology involved selecting specific sensors to control hydroponic parameters and conducting a qualitative survey with potential users. The data revealed distinct consumption profiles, segmented by the frequency of participants' responses, which allowed for a comparison of the prototype's functionalities with the actual demands of enthusiasts in the sector. The results demonstrate that affordable automation not only mitigates operational failures but also enables sustainable production in small spaces. The analysis concludes that the alignment between efficient hardware and an understanding of consumer expectations is the determining factor for the commercialization of technological solutions in the domestic agribusiness sector.

Keywords: Rural automation. IoT. Urban hydroponics. MVP. Consumer profile.

1 INTRODUÇÃO

O aumento populacional e o adensamento das áreas urbanas tornam modelos tradicionais de produção agrícola ineficientes e apontam sistemas hidropônicos como alternativa sustentável e eficaz pois proporcionam a produção em pequenos espaços urbanos e diminuem em até 90% o uso de água. A automação dos sistemas de produção de alimentos com uso de tecnologias como Internet das Coisas (IoT), somados a sistemas embarcados de baixo custo, permitem o controle em tempo real dos cultivos e a tomada de decisões rápidas e assertivas usando algoritmos de aprendizado de máquina (RESH, 2022; ZHANG, 2019).

O monitoramento contínuo em tempo real do sistema mostra alterações repentinas de parâmetros da solução nutritiva como grau de acidez ou alcalinidade, quantidade de nutrientes e temperatura da solução que caso estejam em níveis não indicados podem comprometer gravemente a absorção de nutrientes e crescimento do cultivo e afetar a produtividade, resultando na perda da produção ou parte dela (BRAR et al., 2024; OKTIVASARI et al., 2024).

A automação do monitoramento e controle desses fatores reduz a intervenção humana e riscos de erro, proporcionando maior eficiência operacional e sustentabilidade ao sistema produtivo (CECCARELLI et al., 2024; NASUTION et al., 2023).

Uso de sensores, microcontroladores embarcados com sistemas de aprendizado de máquina, armazenamento de dados em nuvem, conhecidos como Agricultura 4.0 são a nova revolução industrial com potencial para aumentar a produtividade agrícola, minimizar desperdícios de recursos e fortalecer a produção frente às adversidades climáticas (ZHANG, 2019). Pequenos e médios produtores ainda enfrentam dificuldades na implantação desses modelos, falta de informação e altos custos de soluções comerciais complexas (DE FRANCA ARAUJO; DE ARAUJO JUNIOR; DE GODOI SANTANA, 2024).

Deste modo, os objetivos do presente estudo são:

- Desenvolver um sistema automatizado de agricultura vertical para microprodução de vegetais.
- Criação de um Produto Mínimo Viável (MVP) que represente uma solução funcional para entusiastas do setor.
- Identificar o perfil de consumo e interesse do público-alvo por meio de uma avaliação qualitativa.

O presente estudo está organizado em: 1 Introdução; 2 Fundamentação Teórica; 3 Procedimentos Metodológicos; 4 Resultados e Discussão; 5 Conclusões; além das Referências.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O desafio de suprir uma população global estimada em 9,7 bilhões de pessoas até 2050, em um cenário de escassez de terras aráveis, recursos hídricos e adensamento das regiões urbanas, a Agricultura 4.0 surge como uma opção ao integrar tecnologias digitais ao campo para otimizar a produção. A aplicação de soluções inteligentes permite o monitoramento preciso de variáveis ambientais, reduzindo desperdícios e elevando a eficiência produtiva em sistemas de agricultura vertical (ZHANG, 2019).

Os sistemas hidropônicos, fundamentais para a agricultura vertical urbana, dependem do controle rigoroso da solução nutritiva. Conforme destaca Resh (2022), a produtividade nesses sistemas é diretamente proporcional à manutenção do equilíbrio entre o pH, a Condutividade Elétrica (CE) e a temperatura da água. O pH influencia a solubilidade e a absorção de nutrientes pelas

raízes, enquanto a CE indica a concentração total de sais dissolvidos. A ausência de monitoramento constante pode levar ao stress térmico ou à toxicidade nutricional, inviabilizando a microprodução (AL-GHARIBI, 2021; BRAR et al., 2024).

A viabilização técnica desse monitoramento em escala residencial ou de pequeno porte é impulsionada pela Internet das Coisas (IoT). A arquitetura IoT para o agronegócio é geralmente estruturada em três camadas: percepção, rede e aplicação. Na camada de percepção, microcontroladores de baixo custo e alta performance, como o ESP32, permitem a leitura de sensores diversificados e a transmissão de dados via protocolos sem fio. De acordo com Nascimento et al. (2021), a democratização dessas ferramentas de hardware livre é um fator determinante para a expansão de sistemas de monitoramento automatizados, permitindo que entusiastas e pequenos produtores acessem tecnologias de agricultura de precisão antes restritas a grandes operações industriais (DEBDAS et al., 2024; KHADIJAH FEBRIANA; THAKUR; ROY, 2024; FAISAL; BACHTIAR; DARWIS, 2025; ZHANG, 2019).

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Esta pesquisa caracteriza-se como um estudo experimental de natureza aplicada, focado no desenvolvimento de um Produto Mínimo Viável (MVP) para o monitoramento de sistemas hidropônicos. A abordagem adotada foi mista, combinando o desenvolvimento técnico de hardware e software com uma análise qualitativa de mercado.

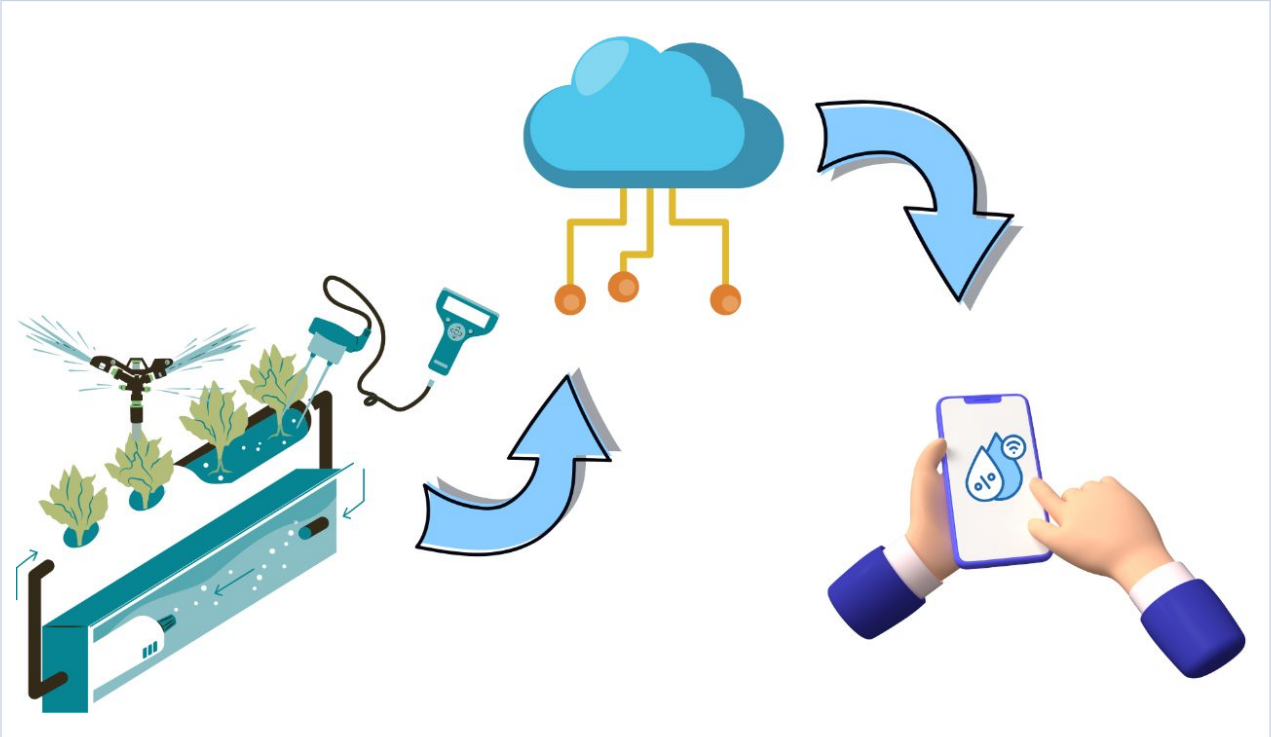
3.1 Arquitetura do sistema de hardware

A estrutura escolhida para o sistema foi em uma arquitetura de Internet das Coisas (IoT) composta por três camadas. Na camada de percepção, com o microcontrolador ESP32 devido ao seu baixo custo e conectividade Wi-Fi integrada. Os sensores selecionados para a coleta de dados foram: (a) DS18B20 para medição da temperatura da solução nutritiva; (b) DHT11 para monitoramento da temperatura e humidade relativa do ar; (c) Kit Analógico de pH para aferição do nível de acidez da água; (d) Sensor de Condutividade Elétrica (CE) para monitorar a concentração dos nutrientes (TDS).

A integração dos componentes foi realizada em uma placa de ensaios (*protoboard*), alimentada por uma fonte externa de 5 V, garantindo a estabilidade necessária para as leituras analógicas e digitais (PAREDES LUZURIAGA, 2024).

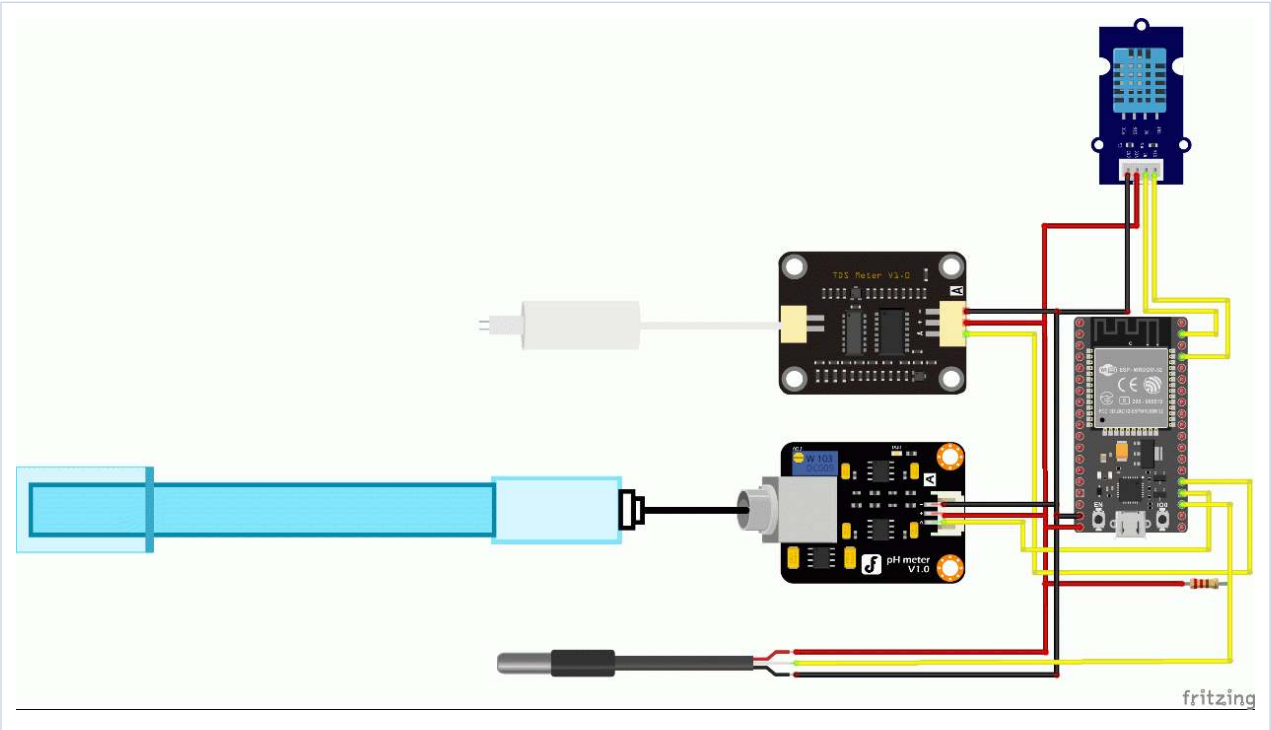
Na Figura 1 é apresentada uma representação do fluxo de dados entre os diferentes aparelhos participantes no projeto. A montagem dos componentes no microcontrolador é apresentada na Figura 2.

Figura 1 – Fluxo de dados entre diferentes aparelhos integrados no projeto



Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

Figura 2 – Esquemático dos sensores e microcontrolador integrados no projeto



Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

3.2 Desenvolvimento de software e comunicação

A camada de rede utilizou o protocolo HTTP para o envio de dados via requisições POST para um servidor remoto. No back-end, desenvolveu-se uma API em linguagem PHP responsável por receber os dados e armazená-los em um banco de dados relacional MySQL.

Para a camada de aplicação, foi construído um dashboard responsivo utilizando HTML5, CSS3 e JavaScript. Esta interface permite a visualização em tempo real dos parâmetros monitorados, facilitando a tomada de decisão pelo utilizador final.

3.3 Métrica qualitativa e pesquisa de mercado

Paralelamente ao desenvolvimento técnico, aplicou-se um levantamento qualitativo para validar a viabilidade comercial do projeto. Utilizou-se um questionário estruturado, aplicado via plataforma digital, direcionado a um público de entusiastas em agricultura urbana e hidroponia. Os critérios de análise basearam-se em três eixos principais: (1) Nível de familiaridade com tecnologias de automação; (2) Disponibilidade financeira para investimento em sistemas residenciais; e (3) Principais dificuldades percebidas na manutenção de hortas hidropônicas.

Os dados recolhidos serviram para confrontar o custo real de produção do MVP com a expectativa de preço do mercado consumidor, cujos resultados são discutidos na seção seguinte.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A presente seção está segmentada em: 4.1 Desempenho técnico do MVP e monitoramento de dados; e 4.2 Análise da viabilidade de mercado e perfil de consumo.

4.1 Desempenho técnico do MVP e monitoramento de dados

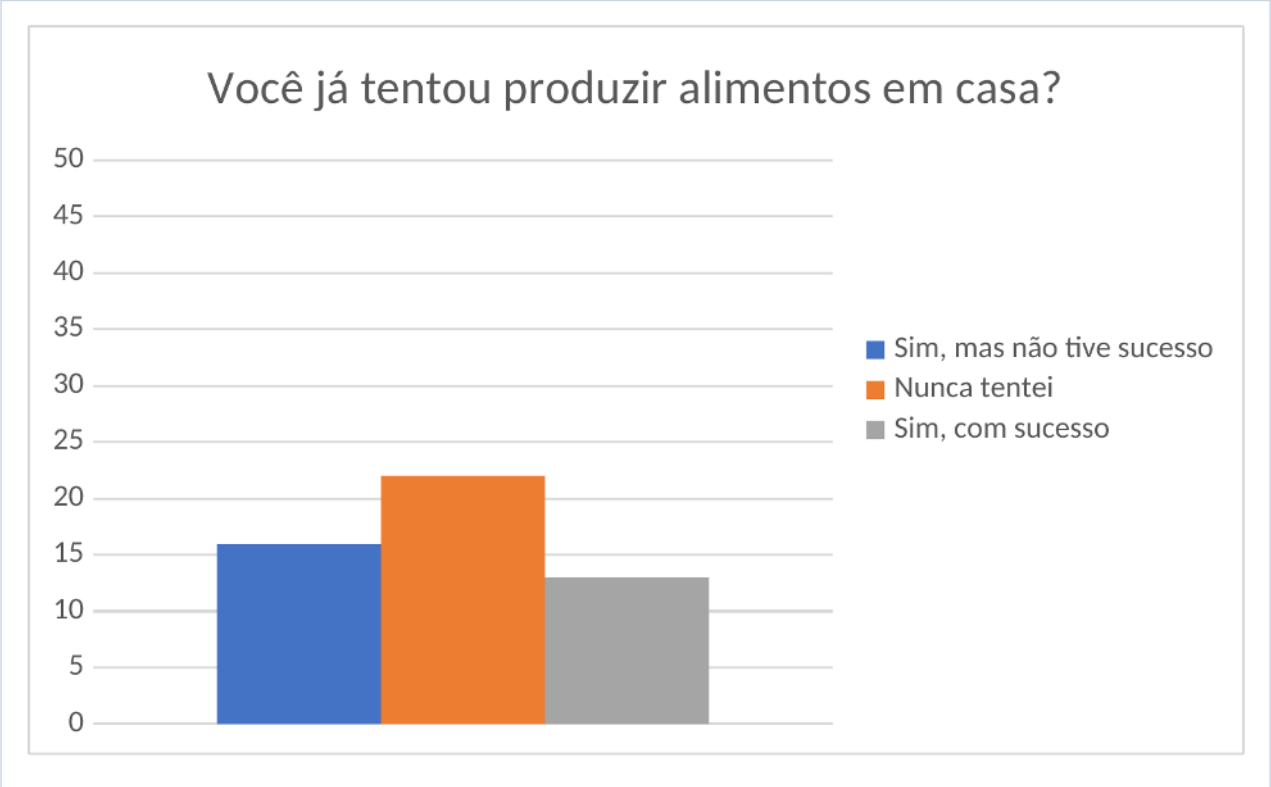
O protótipo desenvolvido demonstrou estabilidade na coleta e transmissão de dados ambientais e hídricos. A camada de percepção, ancorada no microcontrolador ESP32, operou com uma taxa de atualização de 30 segundos, intervalo considerado adequado para a inércia térmica e química de sistemas hidropônicos de pequeno porte.

Observou-se que os sensores de temperatura (DS18B20) e humidade (DHT11) apresentaram variações dentro da margem de erro técnica dos fabricantes, permitindo o acompanhamento em tempo real através do dashboard desenvolvido. A integração com o banco de dados MySQL via API PHP garantiu a integridade dos dados, essencial para futuras análises de correlação produtiva em ambientes de agricultura vertical.

4.2 Análise da viabilidade de mercado e perfil de consumo

A validação do MVP não se restringiu à sua funcionalidade técnica, mas estendeu-se à análise de sua aceitação e viabilidade frente ao público-alvo. Os dados apresentados são correspondentes a 50 pessoas, e revelaram que 56,86% dos respondentes já tentaram cultivar vegetais em ambientes urbanos sendo 31,37% sem sucesso e 25,49% com sucesso, contudo, a conversão desse interesse em prática efetiva é barrada por fatores estruturais.

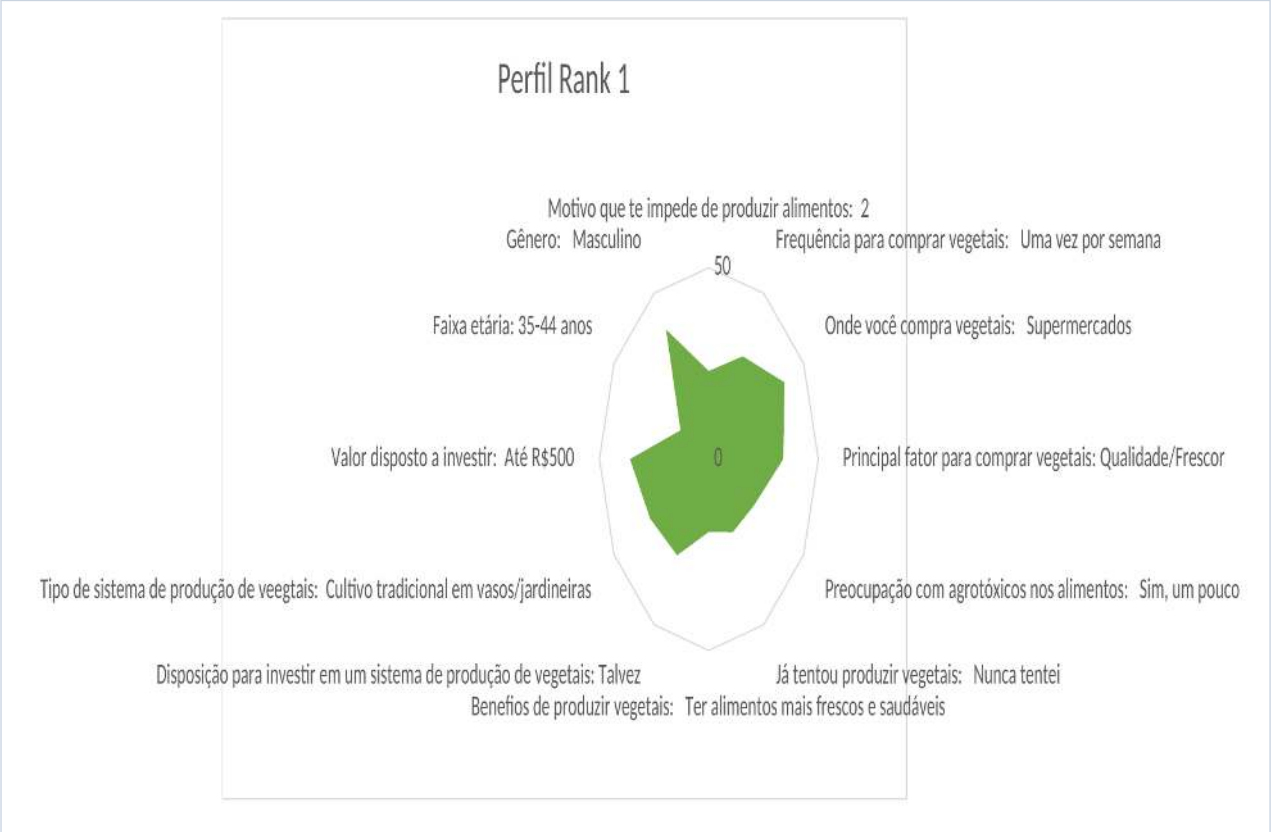
Gráfico 1 – Resultado da questão: Você já tentou produzir alimentos em casa?



Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

De acordo com o levantamento de dificuldades (Rank 1), a "falta de conhecimento técnico" e a "falta de tempo para manutenção" surgiram como os principais entraves. Este achado justifica diretamente o desenvolvimento de um sistema baseado em IoT: a automação via ESP32 e o monitoramento remoto permitem que o usuário delegue a supervisão constante de variáveis críticas (pH e Condutividade) ao sistema, mitigando a barreira do conhecimento técnico especializado e da disponibilidade de tempo.

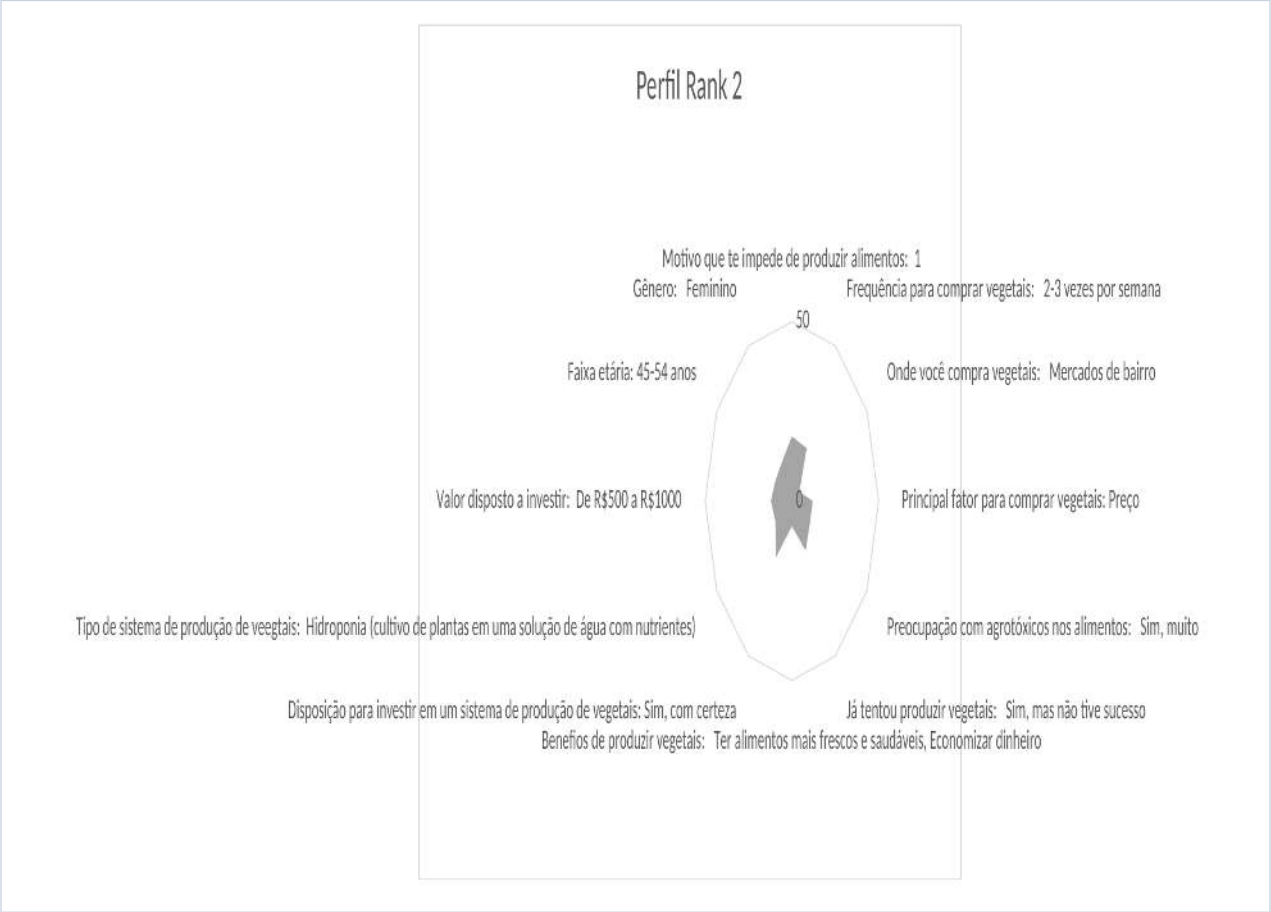
Gráfico 2 – Perfil de consumo *rank* 1



Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

Complementarmente, a análise dos fatores decisivos para a aquisição de um sistema de microprodução (Rank 2) evidenciou que o público prioriza a "facilidade de operação" e o "baixo custo de implementação". Tais dados revelam uma tensão importante para o agronegócio digital urbano: o usuário deseja a tecnologia de ponta, mas exige que ela seja transparente em sua operação.

Gráfico 3 – Perfil de consumo *rank* 2



Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

Sobre a disposição financeira, constatou-se que a maioria dos potenciais clientes está na faixa de investimento de até R$ 500. Ao confrontar este dado com o custo real de prototipagem do MVP, observa-se que a solução técnica é viável, porém opera próxima ao teto do orçamento do consumidor doméstico. Isso sugere que a viabilidade comercial do projeto em larga escala dependeria da otimização da lista de materiais (BOM – *Bill of Materials*) ou da integração de sensores em placas de circuito impresso (PCI) personalizadas para reduzir o custo final sem comprometer a integridade dos dados coletados.

5 CONCLUSÕES

O desenvolvimento deste estudo permitiu a criação e validação de um Produto Mínimo Viável (MVP) funcional para o monitoramento automatizado de sistemas hidropônicos em agricultura vertical. A integração bem-sucedida entre o microcontrolador ESP32, sensores de precisão e uma interface de dados em tempo real demonstrou que a tecnologia de Internet das Coisas (IoT) é uma ferramenta acessível para democratizar o controle de variáveis críticas, como pH e Condutividade Elétrica, antes restritos a operações de grande porte.

A aplicação da métrica qualitativa foi determinante para alinhar o desenvolvimento técnico às expectativas de mercado. Os resultados revelaram que, embora exista um alto interesse por parte de entusiastas urbanos, a viabilidade comercial depende de uma solução de baixíssimo custo e alta facilidade de manutenção. O protótipo atendeu aos requisitos de funcionalidade, mas a

discussão dos dados apontou que a escala comercial exigirá a substituição de componentes de prateleira por hardware customizado para otimizar o preço final ao consumidor.

Conclui-se que o projeto cumpre seu objetivo de fornecer uma solução prática para a microprodução de vegetais, unindo o Big Data ao cotidiano urbano. Como sugestão para trabalhos futuros, recomenda-se a implementação de algoritmos de aprendizado de máquina para prever anomalias na solução nutritiva e a integração de sistemas de dosagem automática, tornando a intervenção humana ainda menos necessária e aumentando a resiliência do ecossistema produtivo.

REFERÊNCIAS

AL-GHARIBI, R. S. IoT-based hydroponic system. *In*: **2021 International Conference on System, Computation, Automation and Networking (ICSCAN)**. [*S. l.*]: IEEE, 2021. p. 1-6. Disponível em: https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9526391/. Acesso em: 21 nov. 2025.

BRAR, G. S.; KUMAR, A.; SINGH, G.; KAUSHAL, S. Optimisation of advanced nutrient solutions for escalating crop production under hydroponic systems: a comprehensive review. **International Journal of Plant & Soil Science**, v. 36, n. 6, p. 165-177, 2024.

CAMERON, N. ESP32 microcontroller. *In*: CAMERON, N. **ESP32 formats and communication**. Berkeley, CA: Apress, 2023. p. 1-54. (Maker Innovations Series). DOI: https://doi.org/10.1007/978-1-4842-9376-8_1. Disponível em: https://link.springer.com/10.1007/978-1-4842-9376-8_1. Acesso em: 27 nov. 2025.

CECCARELLI, M.; BOVO, M.; SANTOLINI, E.; TASSINARI, P.; TORREGGIANI, D.; BARBARESI, A. Enhancing sensor precision through calibration: a case study in agricultural monitoring systems. *In*: **2024 IEEE International Workshop on Metrology for Agriculture and Forestry (MetroAgriFor)**. [*S. l.*]: IEEE, 2024. p. 366-370. Disponível em: https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/10948761/. Acesso em: 21 nov. 2025.

CRESWELL, J. W.; HANSON, W. E.; CLARK PLANO, V. L.; MORALES, A. Qualitative research designs: selection and implementation. **The Counseling Psychologist**, v. 35, n. 2, p. 236-264, mar. 2007. DOI: https://doi.org/10.1177/0011000006287390.

DE FRANCA ARAUJO, F. B.; DE ARAUJO JUNIOR, O. R.; DE GODOI SANTANA, G. Tecnologias na agricultura 4.0. **Facit Business and Technology Journal**, v. 1, n. 53, 2024. Disponível em: http://revistas.faculdadefacit.edu.br/index.php/JNT/article/view/2929. Acesso em: 24 nov. 2025.

DEBDAS, S.; JAIN, A.; MARIAM, A.; MAITI, A.; BORAH, A. Enhancing hydroponic systems with IoT: optimizing pH, temperature, and humidity parameters. *In*: **2024 3rd Odisha International Conference on Electrical Power Engineering, Communication and Computing Technology (ODICON)**. [*S. l.*]: IEEE, 2024. p. 1-7. Disponível em: https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/10797531/. Acesso em: 21 nov. 2025.

FAISAL, M.; BACHTIAR, A. N.; DARWIS, M. IoT implementation for hydroponic water monitoring using web-based pH and TDS sensors with Node-RED. **JISA (Jurnal Informatika dan Sains)**, v. 8, n. 1, p. 81-91, 2025.

GAY, W. DHT11 sensor. *In*: GAY, W. **Advanced Raspberry Pi**. Berkeley, CA: Apress, 2018. p. 399-418. DOI: https://doi.org/10.1007/978-1-4842-3948-3_22. Disponível em: http://link.springer.com/10.1007/978-1-4842-3948-3_22. Acesso em: 28 nov. 2025.

JORGE CARLOS SOUZA JUNIOR, F.; CASTRO ASSUNÇÃO, M.; SANTOS DA SILVA, T. **Avanços da pesquisa e inovação em sistemas agrícolas**: conjunturas da ciências agrárias. [*S. l.*]: Científica Digital, [*s. d.*]. Disponível em: https://biblioteca.unisced.edu.mz/bitstream/123456789/3201/1/AVAN%C3%87OS%20DA%20PESQUISA%20E%20INOVA%C3%87%C3%83O%20EM%20SISTEMAS%20AGR%C3%8DCOLAS.pdf. Acesso em: 24 nov. 2025.

KHADIJAH FEBRIANA, R.; THAKUR, R.; ROY, S. Enhancing hydroponic farming productivity through IoT-based multi-sensor monitoring system. *In*: **IoTBDS 2024**. [*S. l.*: *s. n.*], 2024. p. 351-357. Disponível em: https://www.scitepress.org/Papers/2024/127413/127413.pdf. Acesso em: 21 nov. 2025.

MANJARRÉS, C.; GARIZADO, D.; OBREGON, M.; SOCARRAS, N.; CALLE, M.; JIMENEZ-JORQUERA, C. Chemical sensor network for pH monitoring. **Journal of Applied Research and Technology**, v. 14, n. 1, p. 1-8, 2016.

MERCALDI, H. V.; FUJIWARA, C. H.; PENALOZA, E. A.; OLIVEIRA, V. A.; CRUVINEL, P. E. Smart and customized electrical conductivity sensor for measurements of the response time from sprayers based on direct injection. **Sensors & Transducers**, v. 193, n. 10, p. 1, 2015.

NASCIMENTO, A. P. S.; DANTAS, A. B. A.; ARAÚJO, B. A.; LIRA, V. V. Utilizando a hidroponia para produção agrícola residencial. **Revista Práxis**: saberes da extensão, v. 1, n. 1, p. 3-10, 2021.

NASUTION, I. S.; SATRIYO, P.; DHAFIR, M.; ISWANDA, A.; RANI, S.; FITRIA, S. R.; MUNAWAR, A. A. Embedded fuzzy logic for controlling pH and nutrition in hydroponic cultivation. **IOP Conference Series: Earth and Environmental Science**, v. 1183, n. 1, p. 012113, 2023. Disponível em: https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/1183/1/012113/meta. Acesso em: 24 nov. 2025.

NIERADKA, I. **Estudo sobre produção de biogás a partir dos dejetos de um módulo de aquaponia e automação do biodigestor**. [*S. l.*], 2023. Disponível em: https://dspace.unila.edu.br/items/0614f046-080e-4df3-8a32-dde4ec18b7c6. Acesso em: 24 nov. 2025.

NUNES, N. T. **Sistema de monitoramento para identificação de contaminantes apolares em águas subterrâneas via condutividade elétrica**. [*S. l.*], 2019. Disponível em: https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/200132. Acesso em: 27 nov. 2025.

OKTIVASARI, P.; PASAI, M. W. S.; MUSTOFA, M.; ROYHAN, R.; KURNIAWAN, A. Nutrition, pH, temperature, and humidity monitoring hydroponics system based on Android. **Jurnal Elektronika dan Telekomunikasi**, v. 24, n. 1, p. 31-37, 2024.

PAREDES LUZURIAGA, R. X. **Creación de un prototipo de monitoreo de agricultura inteligente utilizando equipos de desarrollo de bajo costo y comunicación LoRaWAN y WiFi**: creación de dispositivos IoT de un prototipo de monitoreo de agricultura inteligente utilizando equipos de bajo costo y tecnología WiFi. [*S. l.*], 2024. Disponível em: https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/26165. Acesso em: 27 nov. 2025.

PILANIA, U.; KUMAR, M. Automated monitoring of hydroponic system using IoT and cloud based technology for sustainable agriculture. *In*: **2024 1st International Conference on Advanced Computing and Emerging Technologies (ACET)**. [*S. l.*]: IEEE, 2024. p. 1-7. Disponível em: https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/10729937/. Acesso em: 21 nov. 2025.

RESH, H. M. **Hydroponic food production**: a definitive guidebook for the advanced home gardener and the commercial hydroponic grower. [*S. l.*]: CRC Press, 2022. Disponível em: https://www.taylorfrancis.com/books/mono/10.1201/9781003133254/hydroponic-food-production-howard-resh. Acesso em: 21 nov. 2025.

RITCHIE, J.; ORMSTON, R.; MCNAUGHTON NICHOLLS, C.; LEWIS, J. **Qualitative research practice**: a guide for social science students and researchers. [*S. l.*], 2013. Disponível em: https://www.torrossa.com/gs/resourceProxy?an=5017584&publisher=FZ7200. Acesso em: 24 nov. 2025.

SENOO, E. E. K.; ANGGRAINI, L.; KUMI, J. A.; KAROLINA, L. B.; AKANSAH, E.; SULYMAN, H. A.; MENDONÇA, I.; ARITSUGI, M. IoT solutions with artificial intelligence technologies for precision agriculture: definitions, applications, challenges, and opportunities. **Electronics**, v. 13, n. 10, p. 1894, 2024.

SNEINEH, A. A.; SHABANEH, A. A. Design of a smart hydroponics monitoring system using an ESP32 microcontroller and the Internet of Things. **MethodsX**, v. 11, p. 102401, 2023.

TERRA, F. P. **Desenvolvimento de um protótipo de baixo custo para automação de pulverizadores agrícolas**. 2020. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Computação) – Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 2020. Disponível em: https://sistemas.furg.br/sistemas/sab/arquivos/bdtd/0000013599.pdf. Acesso em: 27 nov. 2025.

THOHA, A. S.; DWIRASTIAJI, B.; SAMSUGI, S. Monitoring dan kontrol suhu aquascape menggunakan Arduino dengan sensor suhu DS18B20. **Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kendali dan Listrik**, v. 2, n. 2, p. 2723-598, 2021.

WU, Y. X.; LIU, D.; KUANG, X. H. A temperature detecting system based on DS18B20. **Advanced Materials Research**, v. 328, p. 1806-1809, 2011.

ZHANG, Y. IoT-based smart agriculture: toward making the fields talk. **IEEE Internet of Things Journal**, 2019.

ZTT, F.; MASHONJOWA, E.; MATANDIROTYA, E. DHT11 based temperature and humidity measuring system. **Journal of Electrical Engineering and Electronic Technology**, p. 5, 2022.

Os conceitos e as opiniões expressos neste artigo são de responsabilidade exclusiva de seus autores.