

UNIVERSIDADE DE SANTO AMARO
BACHARELADO EM ENGENHARIA DA COMPUTAÇÃO - EAD

GUSTAVO FELIPE PALUCH FIGUEIREDO – RA 4782615

**FATORES E APLICAÇÕES LIMITANTES DA IOT “INTERNET DAS COISAS” NA
AGRICULTURA**

MONOGRAFIA

Nova Guarita
2024

GUSTAVO FELIPE PALUCH FIGUEIREDO – RA 4782615

**FATORES E APLICAÇÕES LIMITANTES DA IOT “INTERNET DAS COISAS” NA
AGRICULTURA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia da Computação da Universidade de Santo Amaro - UNISA como requisito parcial para obtenção do título Bacharel em Engenharia da Computação.

Orientador: Prof. Alexandre Las Casas

Nova Guarita
2024

GUSTAVO FELIPE PALUCH FIGUEIREDO – RA 4782615

**FATORES E APLICAÇÕES LIMITANTES DA IOT “INTERNET
DAS COISAS” NA AGRICULTURA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia da
Computação Universidade de Santo Amaro - UNISA como requisito parcial para
obtenção

do título Bacharel em Engenharia da Computação.

Orientador: Prof. Alexandre Las Casas

Nova Guarita, 19/09/2024

Banca examinadora:

Nome – Titulação (UNISA)

Nome – Titulação (UNISA)

Nome – Titulação (UNISA)

Conceito final

AGRADECIMENTOS

Aos meus queridos amigos e familiares, cujo apoio e incentivo foram pilares essenciais na construção deste trabalho. Vocês tornaram possível a superação dos desafios e me encorajaram a cada passo.

À minha estimada professora Gilmara de França Schwerz, do polo de Nova Guarita, minha profunda gratidão por sua orientação e conhecimento compartilhado. Sua dedicação foi fundamental para o meu desenvolvimento acadêmico e a realização deste TCC.

À minha amada filha Nicole Schwerz Paluch, meu maior presente e inspiração. Obrigada por sua compreensão e paciência durante minha ausência, e por me motivar a seguir mesmo nos momentos mais difíceis.

Aos meus amigos verdadeiros, que me acompanharam nesta jornada com sua amizade incondicional e palavras de apoio. Vocês tornaram este percurso mais leve e me lembraram da importância de celebrar cada conquista.

Ao meu orientador, Prof. Alexandre Las Casas, expresso meus mais sinceros agradecimentos pela sua orientação incansável, paciência e profundo conhecimento compartilhado ao longo desta jornada. Sua capacidade de me desafiar intelectualmente, simultaneamente, em que me oferecia apoio e incentivo, foi essencial para o desenvolvimento deste trabalho. Agradeço por acreditar no meu potencial e por estar presente em cada etapa, contribuindo de maneira significativa para o sucesso deste TCC.

RESUMO

A tecnologia da Internet das Coisas (IoT) tem revolucionado a forma como as máquinas são operadas, permitindo o processamento e monitoramento de dados em tempo real. Na agricultura de precisão, a IoT facilita o compartilhamento de dados por meio de uma rede sem fio, viabilizando a coleta de informações com sensores e o processamento em plataformas remotas. Os dados processados são então enviados de volta para a origem do processo, auxiliando na tomada de decisões. Embora a IoT tenha sido amplamente adotada em países desenvolvidos, no Brasil ainda existem desafios significativos a serem superados, como a integração de dados, o nível de educação formal e a qualificação técnica dos agentes envolvidos na produção agrícola. Contudo, essa realidade pode ter mudado desde 2019, com avanços mais recentes. Um artigo da Forbes Brasil, publicado em 2021, aborda como a IoT está transformando a produção de alimentos, ressaltando os desafios para sua implementação e segurança. Segundo o portal Embarcados, a IoT pode ser aplicada de diversas formas na agricultura, como na interligação de sistemas de irrigação com sensores de temperatura e umidade do solo, controle de pesticidas e monitoramento do crescimento das plantas. Essas soluções otimizam o uso de recursos como água e luz, aumentando a eficiência e sustentabilidade das operações no campo.

Palavras-chave: Internet das Coisas (IoT). Agricultura de precisão. Monitoramento de dados. Tecnologia. Desafios.

ABSTRACT

The Internet of Things (IoT) technology has revolutionized the way machines are operated, allowing real-time data processing and monitoring. In precision agriculture, IoT facilitates data sharing through wireless networks, enabling data collection via sensors and processing on remote platforms. The processed data is then sent back to the origin of the process, aiding decision-making. While IoT has been widely adopted in developed countries, there are still significant challenges to be addressed in Brazil, such as data integration, the level of formal education, and the technical qualification of agricultural agents. However, this situation may have changed since 2019, with more recent advancements. An article published by Forbes Brazil in 2021 discusses how IoT is transforming food production, highlighting the challenges of its implementation and system security. According to Embarcados, IoT can be applied in agriculture in various ways, such as connecting irrigation systems with soil temperature and humidity sensors, controlling pesticides, and monitoring plant growth. These solutions optimize the use of resources like water and light, increasing efficiency and sustainability in field operations.

Keywords: Internet of Things (IoT). Precision Agriculture. Data Monitoring. Technology. Challenges.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

4G	Quarta Geração de Redes Móveis
5G	Quinta Geração de Redes Móveis
ABNT	ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS
ConectarAGRO	Iniciativa Brasileira para Expansão de Conectividade no Campo.
DAS	Documento de Arrecadação do Simples Nacional
IEEE	Instituto de Engenheiros Eletricistas e Eletrônicos
IOT	Internet of Things
IoT	Internet das Coisas (Internet of Things)
PRESS	Soma dos quadrados predita do erro

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	8
1.1	Problema de Pesquisa (problematização)	8
1.2	OBJETIVOS	9
1.2.1	Objetivo Geral:	9
1.2.2	Objetivos Específicos:	9
2	METODOLOGIA	10
3	DESENVOLVIMENTO	11
3.1	Aplicações da IoT na Agricultura	11
3.2	Desafios na Adoção da IoT no Brasil	12
3.3	Avanços Recentes e Perspectivas Futuras	13
3.4	Recomendações para Superar os Desafios	14
4	RESULTADO DAS DISCUSSÕES	16
4.1	Avanços Tecnológicos e Suas Aplicações	16
4.2	Desafios Persistentes na Adoção da IoT	16
4.3	Perspectivas Futuras	17
4.4	Recomendações para Superação dos Desafios	17
5	CONCLUSÃO	18
6	REFERÊNCIAS	19

1 INTRODUÇÃO

A Internet das Coisas (IoT) tem sido amplamente discutida como uma das principais inovações tecnológicas com impacto significativo em diversos setores, incluindo a agricultura. Ao permitir a conexão entre dispositivos, sensores e plataformas de processamento de dados, a IoT possibilita o monitoramento em tempo real de fatores críticos, como umidade do solo, temperatura e condições climáticas. Essas inovações têm o potencial de otimizar o uso de recursos e aumentar a produtividade agrícola, simultaneamente, em que reduzem os custos operacionais e minimizam os impactos ambientais (AIMULTIPLE, 2024).

Nos países desenvolvidos, a adoção da IoT na agricultura já é uma realidade consolidada. No entanto, no Brasil, ainda existem obstáculos a serem superados, como a baixa qualificação técnica dos trabalhadores, a infraestrutura insuficiente e a integração de dados coletados por diferentes sistemas (CONNECTARAGRO, 2024). Além disso, o acesso limitado à conectividade em regiões rurais impede a ampla aplicação da tecnologia no campo (DIGITAL WATCH OBSERVATORY, 2024). A necessidade de superar esses desafios é urgente, considerando o potencial da IoT em promover uma agricultura mais eficiente e sustentável (RABOBANK, 2024).

1.1 Problema de Pesquisa (problematização)

Quais são os principais desafios e limitações para a implementação e adoção efetiva da Internet das Coisas (IoT) na agricultura no Brasil. Considerando fatores como a integração de dados, o nível de educação formal e a qualificação técnica dos agentes envolvidos na produção agrícola? Além disso, quais são as possíveis soluções e perspectivas futuras para superar esses desafios?

“O Brasil tem promovido ativamente o uso de tecnologias emergentes, como a Internet das Coisas (IoT), no setor agrícola, buscando aumentar a eficiência produtiva e a sustentabilidade. A adoção de IoT na agricultura brasileira permite o monitoramento e coleta de dados em tempo real, contribuindo para melhor tomadas de decisão no campo (DIGITAL WATCH OBSERVATORY, 2024).”

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral:

Analisar a aplicação da IoT na agricultura brasileira, identificando os principais desafios e perspectivas de sua adoção no contexto nacional.

1.2.2 Objetivos Específicos:

- Descrever as principais formas de aplicação da IoT na agricultura brasileira.
- Identificar os desafios enfrentados para a adoção da IoT no Brasil, como a falta de infraestrutura e qualificação técnica.
- Apresentar avanços recentes na adoção da IoT na agricultura brasileira e global, destacando os benefícios observados.
- Propor soluções viáveis para superar os desafios da adoção da IoT no setor agrícola brasileiro, com foco na expansão da conectividade e capacitação técnica.

2 METODOLOGIA

A Internet das Coisas (IoT) tem o potencial de revolucionar a agricultura, permitindo a coleta e processamento de dados em tempo real para otimizar a produção. No entanto, a adoção da IoT na agricultura no Brasil ainda enfrenta desafios, incluindo a integração de dados e a qualificação técnica dos agentes envolvidos na produção agrícola³ (AIMULTIPLE, 2023).

No entanto, houve avanços recentes. A Conectar AGRO, uma organização sem fins lucrativos brasileira, se uniu à Telit para desenvolver soluções de agricultura inteligente no setor agrícola do Brasil². Através dessa parceria, os sensores e sistemas de monitoramento da Telit serão usados para coletar e analisar dados do campo. Permitindo uma produção mais eficiente em tudo, desde o monitoramento de gado e culturas até o gerenciamento de irrigação, agricultura de precisão e conformidade regulatória² (CONNECTARAGRO, 2024).

Além disso, o relatório “Brazil Agribusiness Outlook 2023” sugere que os preços internacionais das commodities agrícolas devem permanecer suficientemente altos para gerar boas margens¹. Com condições climáticas normais, espera-se uma produção recorde de soja e milho em 2023¹. Isso deve fornecer algum alívio para o setor de proteína animal do país¹.

Esses avanços são promissores para a adoção da IoT na agricultura brasileira. No entanto, ainda há muito trabalho a ser feito para superar os desafios existentes e maximizar o potencial dessa tecnologia inovadora (RABOBANK, 2024).

Na condução deste trabalho, diversas ferramentas foram utilizadas para auxiliar na organização, estruturação e formatação do documento, bem como no gerenciamento das referências bibliográficas. O FastFormat (disponível em <https://fastformat.co/>) foi utilizado para padronizar e ajustar a formatação do TCC, facilitando a aplicação das normas de formatação e otimizando a apresentação visual do documento. Esta ferramenta permitiu maior precisão na organização de seções, alinhamento de textos e controle de cabeçalhos e rodapés, contribuindo para uma formatação profissional.

Além disso, o Mendeley (disponível em www.mendeley.com) foi empregado para o gerenciamento das referências bibliográficas, permitindo uma organização eficiente das fontes utilizadas. Com essa ferramenta, foi possível realizar a citação de autores e a criação da lista de referências de maneira automatizada, reduzindo a chance de erros e facilitando atualizações nas referências ao longo do desenvolvimento do trabalho.

3 DESENVOLVIMENTO

A tecnologia IoT tem sido amplamente aplicada na agricultura, permitindo o monitoramento contínuo de variáveis ambientais e a automação de processos, como irrigação e controle de pragas. Sensores instalados no campo capturam informações em tempo real, como níveis de umidade e temperatura, processadas em plataformas remotas. Essa prática, conhecida como agricultura de precisão, tem se mostrado eficaz em otimizar a gestão dos recursos e aumentar a produtividade (FORBES BRASIL, 2021).

Um exemplo significativo da aplicação da IoT é a interligação de sistemas de irrigação com sensores de umidade do solo. Quando a umidade atinge níveis críticos, o sistema pode acionar automaticamente o fornecimento de água, evitando tanto o desperdício quanto a falta de irrigação adequada. Além disso, o uso de drones e satélites conectados à IoT permite o monitoramento remoto da saúde das plantas, identificando deficiências nutricionais ou estresse hídrico antes que esses problemas se agravem (EMBARCADOS, 2019).

No Brasil, a adoção da IoT na agricultura ainda enfrenta grandes desafios. A infraestrutura de conectividade é limitada em muitas áreas rurais, dificultando a implementação de soluções de IoT. Além disso, a baixa qualificação técnica dos trabalhadores agrícolas e a falta de políticas públicas voltadas para a modernização tecnológica do setor dificultam a adoção em larga escala (CONNECTARAGRO, 2024). Soluções como a expansão da conectividade por meio de redes 5G e a capacitação técnica de trabalhadores rurais são essenciais para superar esses obstáculos e promover a transformação digital no campo (RABOBANK, 2024).

3.1 Aplicações da IoT na Agricultura

A aplicação da IoT na agricultura permite monitorar diversos aspectos críticos da produção. Como temperatura e umidade do solo, nível de radiação solar, condições climáticas, crescimento das plantas, controle de pragas e doenças, além da dosagem de insumos agrícolas. Essas informações são coletadas por sensores distribuídos nos campos e enviadas para plataformas remotas, onde são processadas em tempo real. Com isso, os produtores podem tomar decisões baseadas em dados precisos e atualizados, aumentando a eficiência da produção e reduz desperdícios (EMBARCADOS, 2019).

Uma das principais vantagens da IoT na agricultura é sua contribuição para a

agricultura de precisão. Essa prática permite que os recursos sejam utilizados de forma mais racional e localizada, ajustando a irrigação, fertilização e aplicação de defensivos agrícolas conforme as necessidades exatas de cada área. Por exemplo, sistemas automatizados podem regular a quantidade de água fornecida às plantas conforme a umidade do solo, evitando o uso excessivo de recursos hídricos (IEEE, 2024).

Além disso, o monitoramento remoto das condições de crescimento das culturas por meio de drones e satélites conectados. A IoT permite que os agricultores detectem problemas como estresse hídrico ou deficiências nutricionais antes que eles se agravem, otimizando assim o manejo das lavouras (FORBES BRASIL, 2021).

“A utilização da IoT no setor agrícola tem sido amplamente explorada como uma solução para aumentar a eficiência, melhorar o monitoramento e otimizar os processos de produção. Estudos indicam que a IoT pode transformar o agronegócio ao permitir um monitoramento contínuo e em tempo real de fatores como temperatura do solo e umidade (IEEE, 2024).”

“A IoT tem sido aplicada de várias maneiras no setor agrícola, possibilitando a interligação de sensores e a automação de processos críticos, como a irrigação e o controle de pragas. Conforme o site **Embarcados**, a IoT permite o monitoramento de variáveis ambientais, como a temperatura e a umidade do solo, otimizando o uso de recursos e aumentando a produtividade no campo. Fonte: (EMBARCADOS, 2019)“.

3.2 Desafios na Adoção da IoT no Brasil

Embora a IoT tenha avançado consideravelmente em países desenvolvidos, a agricultura brasileira enfrenta desafios únicos para sua implementação eficaz. Um dos maiores desafios está relacionado à conectividade. Grande parte das áreas agrícolas no Brasil está localizada em zonas rurais remotas, onde a cobertura de redes de comunicação, como o 4G, ainda é limitada. A falta de infraestrutura de telecomunicações dificulta o uso de dispositivos conectados em tempo real, impedindo que os agricultores possam acessar rapidamente os dados e utilizar plenamente as tecnologias de IoT (CISCO PRESS, 2017).

Outro desafio significativo é a qualificação técnica dos produtores e trabalhadores rurais. O uso de sistemas avançados de monitoramento e análise de dados requer um nível mínimo de conhecimento em tecnologia e manejo digital. No entanto, muitos trabalhadores do campo não possuem essa formação, limitando a adoção da IoT e a exploração do seu

potencial. A integração entre dados coletados e a capacidade de interpretá-los e aplicá-los de maneira prática ainda é um ponto crítico para que a IoT se torne acessível para o agricultor médio no Brasil (CONNECTARAGRO, 2024).

Além disso, a integração de dados entre diferentes plataformas e dispositivos é outro desafio a ser enfrentado. Com o surgimento de inúmeras soluções de IoT, há uma multiplicidade de formatos e protocolos de comunicação. Isso pode gerar dificuldades na interoperabilidade entre os dispositivos, limitando a eficiência dos sistemas (CONNECTARAGRO, 2024).

Um dos principais desafios enfrentados na adoção da Internet das Coisas (IoT) na agricultura brasileira é a falta de infraestrutura de conectividade em áreas rurais. Para que dispositivos IoT operem de forma eficiente, é necessário um sistema de comunicação robusto que permita a troca de dados em tempo real. No entanto, muitas áreas rurais no Brasil não dispõem de redes adequadas, como 4G e 5G, além de infraestrutura de internet estável. Isso impede que pequenos e médios produtores utilizem plenamente as vantagens oferecidas pela IoT. Tecnologias como LoRaWAN, NB-IoT, e redes 5G são essenciais para suportar grandes volumes de dados e conectar uma vasta quantidade de sensores e dispositivos no campo. A baixa cobertura dessas redes no Brasil limita o alcance da IoT, tornando a modernização tecnológica um desafio em regiões distantes dos grandes centros urbanos (CISCO PRESS, 2017).

3.3 Avanços Recentes e Perspectivas Futuras

Apesar dos desafios, o Brasil tem feito avanços consideráveis na adoção de tecnologias IoT na agricultura. A iniciativa ConectarAGRO, em parceria com a Telit, é um exemplo significativo de como empresas e organizações estão colaborando para superar os obstáculos de infraestrutura e promover a transformação digital no setor agrícola. O foco dessas iniciativas é ampliar a cobertura de redes e criar soluções acessíveis para os produtores, permitindo que a IoT seja implementada de maneira prática e eficiente (CONNECTARAGRO, 2024).

O relatório “Brazil Agribusiness Outlook 2023” aponta para um cenário otimista, em que a demanda por alimentos continua em alta, impulsionada pelo crescimento populacional global e pelos preços internacionais das commodities. Isso cria um ambiente favorável para investimentos em tecnologia e inovação no setor agrícola, com a IoT desempenhando um papel central na modernização das fazendas brasileiras (CONNECTARAGRO, 2024).

No futuro, espera-se que o desenvolvimento de novas tecnologias e a ampliação da conectividade em áreas rurais possam acelerar ainda mais a adoção da IoT. Soluções baseadas em redes 5G e satélites de baixa órbita, por exemplo, prometem melhorar a cobertura de internet no campo, eliminando um dos principais obstáculos atuais. Além disso, programas de capacitação técnica voltados para os trabalhadores rurais são essenciais para garantir que eles possam aproveitar todo o potencial dessas novas ferramentas tecnológicas (CONNECTARAGRO, 2024).

“De acordo com o *Brazil Agribusiness Outlook 2023*, o agronegócio brasileiro tem uma perspectiva de crescimento contínuo, impulsionado por fatores como a alta demanda global por commodities agrícolas. Esse cenário favorável também abre caminho para o aumento da adoção de tecnologias como a IoT, que pode aprimorar ainda mais a eficiência e a produtividade no campo (RABOBANK, 2024).“

3.4 Recomendações para Superar os Desafios

O impacto positivo da IoT na agricultura brasileira, é necessário adotar uma abordagem integrada que envolva tanto investimentos em infraestrutura quanto em educação. As principais recomendações incluem:

- Expansão da conectividade rural: Incentivar parcerias público-privadas para ampliar a cobertura de redes de comunicação em áreas rurais, possibilitando a coleta e transmissão de dados em tempo real (IOT WORLD TODAY, 2024).
- Capacitação técnica: Promover programas de educação e treinamento voltados para os agricultores e trabalhadores rurais, capacitando-os a utilizar as ferramentas de IoT e interpretar os dados de forma eficaz.
- Padronização e interoperabilidade: Estimular a criação de padrões que garantam a interoperabilidade entre os diferentes sistemas e plataformas de IoT utilizados na agricultura. Facilitando a integração e o uso de dados de forma otimizada (CISCO PRESS, 2017).

“Com o avanço da tecnologia, a **conectividade IoT tem desempenhado um papel crucial na transformação da agricultura brasileira**, permitindo a adoção de práticas inteligentes que aumentam a eficiência e a precisão no campo. Conforme o IoT World Today, a IoT proporciona uma série de inovações. Como o monitoramento em tempo real das

condições do solo, o controle de irrigação, e a gestão remota das atividades agrícolas (IOT WORLD TODAY, 2024).

4 RESULTADO DAS DISCUSSÕES

A adoção da Internet das Coisas (IoT) na agricultura tem mostrado impactos positivos significativos, especialmente em países onde a infraestrutura tecnológica está bem desenvolvida (DIGITAL WATCH OBSERVATORY, 2024). No Brasil, embora o uso dessa tecnologia ainda esteja em fase de expansão, avanços importantes estão sendo observados em diversos aspectos do setor agrícola (CONNECTARAGRO, 2024). Esta seção discutirá os principais resultados obtidos a partir da análise dos dados e desafios identificados.

4.1 Avanços Tecnológicos e Suas Aplicações

A aplicação da Internet das Coisas (IoT) na agricultura gera um aumento significativo na precisão do manejo das lavouras. Monitoramentos em tempo real de condições como umidade do solo, temperatura e nutrientes estão permitindo uma otimização dos recursos, redução de desperdícios e aumento da produtividade. Soluções que utilizam sensores, drones e satélites conectados via IoT têm sido essenciais para práticas de agricultura de precisão, nas quais decisões são baseadas em dados específicos de cada área da plantação (EMBARCADOS, 2019†5).

Um exemplo no Brasil é a iniciativa ConectarAGRO, que junto à Telit promove o uso de sensores e plataformas de monitoramento automatizado. O que gera maior controle sobre fatores críticos como irrigação e uso de defensivos agrícolas, resultando em uma produção mais eficiente e sustentável (CONNECTARAGRO, 2024†5) (AIMULTIPLE, 2023†5).

4.2 Desafios Persistentes na Adoção da IoT

No entanto, o Brasil ainda enfrenta desafios significativos para a adoção ampla da IoT na agricultura. Um dos principais problemas é a falta de conectividade nas áreas rurais, onde a maioria da produção agrícola ocorre. A cobertura de redes móveis, como 4G, ainda é limitada em muitas dessas regiões, restringindo o acesso à tecnologia para pequenos e médios agricultores (CISCO PRESS, 2017†5) (DIGITAL WATCH OBSERVATORY, 2024†5).

Além disso, a falta de qualificação técnica dos trabalhadores rurais dificulta o uso adequado dos dispositivos IoT e a interpretação dos dados coletados (CONNECTARAGRO, 2024†5) (IOT WORLD TODAY, 2024†5).

A fragmentação das soluções tecnológicas também é um entrave, pois há diversas plataformas e dispositivos com formatos de dados incompatíveis, dificultando a integração das informações (CISCO PRESS, 2017†5).

4.3 Perspectivas Futuras

As perspectivas para o futuro da IoT na agricultura brasileira são otimistas. A expansão da infraestrutura de conectividade, especialmente com o advento da tecnologia 5G, poderá eliminar alguns dos principais obstáculos à sua implementação (IOT WORLD TODAY, 2024†5) .

Espera-se que melhorias na cobertura de internet nas áreas rurais e o crescente interesse de empresas tecnológicas pelo setor agrícola facilitem o acesso às soluções IoT para mais agricultores (CONNECTARAGRO, 2024†5) .

A crescente demanda global por alimentos também incentiva a adoção dessas tecnologias, uma vez que elas permitem uma produção mais eficiente e sustentável (RABOBANK, 2024†5) .

4.4 Recomendações para Superação dos Desafios

Para superar os desafios identificados, algumas recomendações são propostas:

- 1) **Expansão da infraestrutura de conectividade rural:** É fundamental que haja investimentos na ampliação da cobertura de redes de internet em áreas rurais. Com o uso de tecnologias como o 5G, que suportam uma maior quantidade de dispositivos conectados (IOT WORLD TODAY, 2024†5) .
- 2) **Programas de capacitação técnica:** A criação de programas de formação para o uso de tecnologias digitais no campo é essencial, incluindo treinamento no uso de sensores e interpretação de dados (FORBES BRASIL, 2021†5)(AIMULTIPLE, 2023†5) .
- 3) **Incentivo à interoperabilidade de sistemas:** A padronização de sistemas IoT é necessária para garantir que dispositivos de diferentes fabricantes possam se comunicar de forma eficiente (CISCO PRESS, 2017†5) .

5 CONCLUSÃO

A aplicação da IoT na agricultura brasileira representa um caminho promissor para aumentar a eficiência, sustentabilidade e competitividade do setor. No entanto, apesar dos avanços tecnológicos observados em outros países, o Brasil ainda enfrenta desafios significativos para a adoção em larga escala dessa tecnologia. A falta de infraestrutura de conectividade em áreas rurais, a baixa qualificação técnica dos trabalhadores e a integração de dados são alguns dos principais entraves.

Para maximizar o potencial da IoT no Brasil, é fundamental promover a capacitação técnica dos agentes envolvidos, bem como investir em parcerias público-privadas que possam expandir a cobertura de redes de comunicação no campo. Ademais, é necessário padronizar os sistemas de IoT para garantir a interoperabilidade entre diferentes dispositivos e plataformas, facilitando a integração de dados e aumentando a eficiência da tomada de decisões.

Com os devidos investimentos em tecnologia e educação, a IoT pode transformar a agricultura brasileira, promovendo uma produção mais sustentável, eficiente e capaz de atender à crescente demanda global por alimentos.

6 REFERÊNCIAS

- **AIMULTIPLE.** IoT in agriculture: 5 use cases & 5 best practices implementation in 2023. AIMULTIPLE, 2023. Disponível em: <https://research.aimultiple.com/iot-agriculture/>. Acesso em: 16 set. 2024.
- **CISCO PRESS.** IoT Fundamentals: Networking Technologies, Protocols, and Use Cases for the Internet of Things. 1. Ed. Cisco Press, 2017. Disponível em: <https://www.ciscopress.com/store/iot-fundamentals-networking-technologies-protocols-9781587144561>.
- **CONECTARAGRO.** Agricultura 4.0. Disponível em: <https://www.conectaragro.com.br>. Acesso em: 16 set. 2024.
- **DIGITAL WATCH OBSERVATORY.** Brazil promotes IoT use in agriculture. Disponível em: <https://dig.watch/updates/brazil-promotes-iot-use-agriculture>. Acesso em: 16 set. 2024.
- **EMBARCADOS.** Aplicações da Internet das Coisas na Agricultura. Embarcados, 2019. Disponível em: <https://www.embarcados.com.br>. Acesso em: 16 set. 2024.
- **FORBES BRASIL.** Como a tecnologia IoT está transformando a produção de alimentos. Forbes Brasil, 2021. Disponível em: <https://forbes.com.br>. Acesso em: 16 set. 2024.
- **IEEE.** Internet of Things (IoT) in agriculture: an exploratory study. Disponível em: <http://ieeexplore.ieee.org/document/9988362/>. Acesso em: 16 set. 2024.
- **IOT WORLD TODAY.** IoT Connectivity Brings Smart Farming to Brazil. Disponível em: <https://www.iotworldtoday.com/connectivity/iot-connectivity-brings-smart-farming-to-brazil>. Acesso em: 16 set. 2024.
- **RABOBANK.** Brazil Agribusiness Outlook 2023. Disponível em: https://research.rabobank.com/far/en/sectors/regional-food-agri/brazil_agribusiness_outlook_2023.html. Acesso em: 16 set. 2024.