

# Inclusão digital na agricultura familiar: políticas públicas e justiça social

## Digital inclusion in family farming: public policies and social justice

Emili Everz Golombiési\*  
Maria Salete Marcon Gomes Vaz\*\*

**Resumo:** Este artigo apresenta uma pesquisa da problemática de inclusão digital na agricultura familiar, destacando os desafios enfrentados por pequenos agricultores na adoção de tecnologias digitais. Apesar do potencial das inovações tecnológicas para melhorar a produtividade e a equidade, a falta de infraestrutura, altos custos e resistência à mudança limitam sua implementação. A metodologia adotada combina revisão de literatura e análise de estudos de caso, permitindo a compreensão das práticas e políticas necessárias. Os resultados indicam que a colaboração entre governo, instituições de pesquisa e organizações de agricultores permite superar barreiras e promover a inclusão. Conclui-se que políticas públicas adaptativas, integrando suporte técnico e capacitação, garantem benefícios das tecnologias digitais, contribuindo para o desenvolvimento agrícola justo e sustentável.

**Palavras-chave:** Inovação tecnológica. Inclusão social. Sustentabilidade.

**Abstract:** This article presents research into the issue of digital inclusion in family farming, highlighting the challenges faced by small farmers in adopting digital technologies. Despite the potential of technological innovations to improve productivity and equity, the lack of infrastructure, high costs and resistance to change limit their implementation. The methodology adopted combines literature review and case study analysis, allowing an understanding of the necessary practices and policies. The results indicate that collaboration between government, research institutions and farmer organizations makes it possible to overcome barriers and promote inclusion. It is concluded that adaptive public policies, integrating technical support and training, guarantee benefits from digital technologies, contributing to fair and sustainable agricultural development.

**Keywords:** Technological innovation. Social inclusion. Sustainability.

Recebido em 23/09/2024. Aceito em 22/05/2025.

\* Mestre em Computação Aplicada pela Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG). Graduada em Engenharia da Computação (UEPG). Professora do Centro Universitário Cesumar. E-mail: emilieverz043@gmail.com.

\*\* Doutora e Mestre em Ciências da Computação pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Bacharel em informática pela Universidade Estadual de Ponta Grossa. Professora Permanente do Programa de Mestrado em Computação Aplicada da UEPG



*This content is licensed under a Creative Commons attribution-type BY*

## INTRODUÇÃO

A agricultura familiar desempenha um papel relevante na segurança alimentar e no desenvolvimento rural sustentável, especialmente em países em desenvolvimento. Os agricultores familiares enfrentam desafios, como acesso limitado a recursos, tecnologias e mercados. No entanto, a crescente aplicação de tecnologias digitais e computacionais na gestão de dados agrícolas tem potencial de transformar essa realidade e promover um desenvolvimento inclusivo e equitativo.

O avanço tecnológico tem possibilitado o desenvolvimento de ferramentas para a coleta, análise e gestão de dados agrícolas. Essas inovações incluem o uso de *big data*, inteligência artificial e sensores em internet das coisas, fornecendo informações para otimizar práticas agrícolas, melhorar a eficiência dos recursos e aumentar a produtividade. Entretanto, para que esses benefícios sejam distribuídos aos agricultores, as políticas públicas devem ser adaptativas (Oladimeji *et al.*, 2023).

A gestão de dados agrícolas contribui para a formulação de políticas públicas eficazes e direcionadas. A análise de dados pode revelar padrões e demandas específicas dos agricultores familiares, permitindo o desenvolvimento de políticas para tratar das dificuldades e oportunidades de crescimento. A inclusão de tecnologias na criação de políticas pode garantir aos pequenos produtores o atendimento de forma precisa e eficaz.

Além de influenciar as políticas públicas, a integração de tecnologias digitais pode auxiliar na redução das desigualdades sociais no setor agrícola. Ferramentas digitais podem democratizar o acesso às informações e práticas computacionais, promovendo maior equidade entre grandes e pequenos produtores. A inclusão digital e a capacitação dos agricultores familiares garantem o alcance desses benefícios.

A inovação tecnológica na agricultura impacta na melhoria da produtividade e na justiça social. As tecnologias podem identificar e abordar desigualdades estruturais e contribuir para um desenvolvimento mais justo. Ao oferecer suporte e recursos direcionados, essas tecnologias podem ajudar a superar barreiras históricas enfrentadas pelos agricultores familiares e promover distribuição equitativa de recursos e oportunidades.

A implementação bem-sucedida de tecnologias e políticas requer abordagem colaborativa entre governo, instituições de pesquisa e organizações de agricultores. É necessário a criação de um ambiente favorável à inovação tecnológica, com a proteção dos interesses dos agricultores familiares.

A eficácia das inovações tecnológicas em promover justiça social e inclusão depende da implementação e apoio contínuo às comunidades agrícolas. Medidas de acompanhamento e avaliação são necessárias para garantir a sustentabilidade e atendimento às demandas dos agricultores familiares. As políticas públicas são, portanto, centrais para garantir inovações tecnológicas implementadas para promover desenvolvimento social inclusivo. É necessário que as políticas integrem tecnologias avançadas e considerem a realidade e desafios enfrentados pelos pequenos produtores.

O principal objetivo deste artigo é analisar como a computação aplicada pode influenciar e melhorar as políticas públicas voltadas para a agricultura familiar, promovendo desenvolvimento inclusivo e equitativo. Por meio de pesquisa das inovações tecnológicas e suas aplicações práticas, o objetivo foi identificar como as tecnologias podem ser integradas nas políticas públicas para beneficiar os pequenos agricultores. Além disso, o artigo busca explorar como as tecnologias digitais podem apoiar os agricultores em situações de vulnerabilidade e promover a justiça

social no setor agrícola. Ao abordar essas questões, pretende-se fornecer recomendações para a criação de políticas que maximizem os benefícios das tecnologias e assegurem a distribuição de recursos, de forma justa e eficaz.

A relevância desta pesquisa reside na necessidade de adaptação e modernização das políticas públicas para acompanhamento das rápidas inovações tecnológicas no setor agrícola. As tecnologias digitais e computacionais têm o potencial de transformar a forma como a agricultura é praticada e gerida. Para ampla distribuição, as políticas públicas devem ser ajustadas para integrar as inovações. Esta pesquisa justifica-se, portanto, pela necessidade de explorar como as políticas podem ser adaptadas para garantir às tecnologias o aumento da produtividade e promover a inclusão e a justiça social entre pequenos produtores.

Este artigo está estruturado em cinco principais seções. Na introdução, são apresentados o contexto, a problemática e os objetivos da pesquisa. A segunda seção oferece uma revisão teórica sobre as inovações tecnológicas na agricultura familiar, destacando seu potencial de transformação social. A terceira seção descreve a metodologia, detalhando os critérios de seleção e análise das fontes e estudos de caso utilizados. Na quarta seção, são apresentados os resultados, incluindo análises de estudos de caso e discussões sobre os avanços e desafios da integração de tecnologias digitais no setor. Por fim, a quinta seção traz as considerações finais, concluindo com recomendações para formulação de políticas públicas mais eficazes e apontamentos para futuras pesquisas na área.

## REFERENCIAL TEÓRICO

A evolução tecnológica na agricultura tem sido marcada por inovações que transformam a forma como os dados são coletados, analisados e utilizados. As tecnologias digitais, como sensores na Internet das coisas, *big data* e inteligência artificial, têm sido adotadas para otimizar a gestão agrícola, aumentar a produtividade e melhorar a sustentabilidade (Huang *et al.*, 2021). A integração dessas tecnologias nas políticas públicas é essencial para garantir seus benefícios amplamente distribuídos, principalmente na agricultura familiar de forma equitativa.

A computação em nuvem e o *big data* têm possibilitado análise detalhada e precisa dos dados agrícolas. Liu *et al.* (2022) destacam que essas tecnologias permitem o processamento de grandes volumes de dados, gerados por sensores e imagens de satélite, fornecendo informações para a melhoria da tomada de decisão agrícola e a eficiência dos recursos. Para a eficácia na agricultura familiar, é necessária integração adequada com políticas públicas, considerando as especificidades dos pequenos agricultores.

Para a criação de políticas públicas eficazes, deve ser seguida uma série de marcos legais e regulatórios orientando o processo de elaboração e execução. A Lei de Diretrizes Orçamentárias (LDO) estabelece as diretrizes para a elaboração e execução do orçamento anual. A LDO define as prioridades e a alocação de recursos para diferentes áreas, incluindo as políticas públicas. Esse alinhamento orçamentário garante a viabilidade e sustentabilidade financeira das políticas.

A Lei de Responsabilidade Fiscal (LRF) estabelece normas para a gestão fiscal responsável. A LRF, instituída pela Lei Complementar nº 101/2000, define limites e regras para a execução orçamentária, contribuindo para a transparência e a eficiência na administração dos recursos públicos. A LRF influencia a criação de políticas públicas ao garantir o planejamento e implementação dentro dos limites fiscais estabelecidos.

O Plano Plurianual (PPA) desempenha um papel central na formação de políticas públicas. De acordo com a Constituição Federal e a Lei nº 101/2000, o PPA define as diretrizes, objetivos e metas de longo prazo para o governo. Este plano orienta a elaboração de políticas públicas ao fornecer uma visão estratégica e integrada para a alocação de recursos e a definição de prioridades ao longo de um período de quatro anos.

A Lei de Licitações e Contratos, Lei nº 8.666/1993, é outro componente essencial. Ela regula o processo de licitação e os contratos administrativos, garantindo que a implementação das políticas públicas, envolvendo contratações com terceiros, siga normas de transparência e eficiência, assegurando a utilização de recursos públicos, de forma adequada, com processos conduzidos de maneira justa e competitiva.

A Lei do Pregão, Lei nº 10.520/2002, contribui para a eficácia das políticas públicas. Essa lei estabelece regras para modalidade de licitação específica, facilitando a aquisição de bens e serviços de forma ágil e econômica. A aplicação do pregão pode impactar na implementação de políticas públicas ao otimizar processos de compra e contratação.

Em situações excepcionais, como emergências de saúde pública, a Lei nº 13.979/2020 é fundamental. Esta lei define medidas para o enfrentamento de crises, como a pandemia de COVID-19, e orienta a formulação de políticas públicas, respondendo às emergências de maneira rápida e eficaz. A legislação específica garante políticas públicas adaptadas às circunstâncias extraordinárias e aos desafios emergentes.

A Constituição Federal de 1988 fornece o arcabouço geral para a formulação de políticas públicas no Brasil. Ela estabelece princípios, direitos e deveres, orientando a atuação dos órgãos públicos e a elaboração de leis. A Constituição é a base para a criação de políticas, respeitando os direitos fundamentais e promovendo a justiça social.

Além dos marcos legais, a elaboração de políticas públicas também depende de diretrizes e regulamentos específicos de cada área. Esses regulamentos garantem que as políticas sejam adaptadas às demandas e contextos específicos, assegurando abordagem direcionada. As políticas públicas devem ser formuladas com base em evidências e em diálogo com a sociedade, garantindo que as necessidades e prioridades da população sejam adequadamente refletidas nas decisões políticas.

O papel das políticas públicas na promoção da inclusão digital garante que os benefícios das inovações tecnológicas alcancem todos os segmentos da agricultura. Zhang et al. (2023) ressalta a formulação de políticas que apoiem a digitalização dos pequenos produtores, podendo reduzir as desigualdades no acesso a tecnologias avançadas e contribuir para um desenvolvimento justo e sustentável. As políticas devem incentivar a adoção de novas tecnologias e fornecer suporte e capacitação para os agricultores.

Além disso, a justiça social na agricultura digital envolve a promoção de equidade no acesso a tecnologias e informações. Silva et al. (2021) destacam que a inclusão digital deve garantir aos pequenos agricultores o acesso às mesmas oportunidades que os grandes produtores. A digitalização não deve acentuar as desigualdades existentes, mas sim proporcionar ferramentas e recursos que permitam aos pequenos produtores competirem de forma justa e melhorar suas condições socioeconômicas.

As tecnologias emergentes, como Inteligência Artificial e aprendizado de máquina, têm potencial transformador junto à agricultura familiar por meio de análise preditiva e da automação. Wang et al. (2022) demonstraram que essas tecnologias podem prever padrões climáticos e doenças de culturas com alta precisão, permitindo aos agricultores a tomada de decisões e ajuste

de suas práticas de cultivo de forma proativa. No entanto, a implementação bem-sucedida dessas tecnologias requer políticas públicas para facilitar a adoção e adaptação por parte dos pequenos agricultores.

A formação e a capacitação dos agricultores familiares, para o uso de tecnologias digitais, contribuem para a integração eficaz das inovações. Johnson *et al.* (2021) destacam os programas de treinamento e suporte técnico para garantir aos agricultores a utilização de ferramentas digitais. Políticas públicas devem incluir componentes de educação e capacitação para maximizar os benefícios das tecnologias para os pequenos produtores.

A interseção entre tecnologia e políticas públicas envolve a consideração de fatores socioeconômicos e culturais, afetando a adoção de tecnologias na agricultura familiar. Kumar *et al.* (2022) abordaram como barreiras de falta de infraestrutura, custo e resistência à mudança podem influenciar a aceitação e utilização de novas tecnologias. Políticas públicas devem abordar essas barreiras de forma holística, oferecendo suporte financeiro e técnico para superar os desafios enfrentados pelos pequenos agricultores.

A privacidade e a segurança dos dados são aspectos a serem considerados. Lee *et al.* (2023) exploraram os desafios inerentes à proteção de dados agrícolas e à privacidade dos agricultores. Quanto mais dados são coletados e analisados, as políticas públicas devem incluir diretrizes claras sobre como proteger as informações e garantir a segurança e ética da aplicação dos dados dos agricultores.

A colaboração entre diferentes atores permite a implementação bem-sucedida de tecnologias digitais na agricultura familiar. Singh *et al.* (2021) enfatizaram a importância de parcerias entre governo, instituições de pesquisa, empresas de tecnologia e organizações de agricultores para promover a inovação e garantir que as políticas públicas sejam eficazes. A colaboração pode facilitar o desenvolvimento de soluções adaptadas às necessidades dos pequenos produtores e promover a inclusão tecnológica.

A análise de impacto das tecnologias digitais na agricultura familiar deve considerar benefícios econômicos e impactos sociais e ambientais. O'Neill *et al.* (2022) avalia a digitalização para contribuir em práticas agrícolas sustentáveis e reduzir o impacto ambiental. Políticas públicas devem incorporar avaliações de impacto para garantir que as tecnologias promovam desenvolvimento agrícola sustentável e respeitem os princípios de justiça social.

A evolução das tecnologias digitais e a formulação de políticas públicas devem ser vistas como um processo dinâmico e adaptativo. Chen *et al.* (2023) destaca a integração de novas tecnologias e a adaptação das políticas, acompanhando as mudanças no setor agrícola e nas demandas dos agricultores. A flexibilidade e a capacidade de adaptação garantem a permanência das políticas à medida que novas tecnologias e desafios surgem.

A digitalização da agricultura tem avançado com o desenvolvimento de tecnologias como drones e imagens de satélite, oferecendo novas perspectivas para a gestão agrícola. Pereira *et al.* (2021) destacaram que essas tecnologias permitem o monitoramento em tempo real das culturas, identificando problemas como pragas e doenças antes que se tornem críticos. No entanto, a adoção dessas tecnologias em larga escala ainda enfrenta desafios, especialmente em contextos de agricultura familiar, onde a infraestrutura e o acesso às tecnologias podem ser limitados. Políticas públicas que promovam o acesso e a integração dessas tecnologias são necessárias.

As práticas agrícolas de precisão têm se mostrado promissoras na otimização do uso de insumos e na melhoria da produtividade. Zhang *et al.* (2022) destacaram que a agricultura de precisão, com suporte às tecnologias como sensores e algoritmos de Inteligência Artificial, permite



uma aplicação mais eficiente de fertilizantes e pesticidas, reduzindo desperdícios e impactos ambientais. A implementação dessas práticas exige suporte técnico adequado e adaptação das políticas públicas para garantir aos pequenos produtores a adoção dessas tecnologias de forma eficaz.

A integração de tecnologias digitais na agricultura familiar não se limita à melhoria das práticas agrícolas, mas também pode transformar a comercialização e o acesso a mercados. Patel *et al.* (2023) apresentaram plataformas digitais de *e-commerce*, oferecendo aos agricultores familiares novas oportunidades para vender seus produtos diretamente aos consumidores, aumentando sua renda e acesso a outros mercados. Políticas que incentivem e facilitem a utilização dessas plataformas podem ajudar a fortalecer a posição econômica dos pequenos agricultores e promover justiça social no setor.

A sustentabilidade é relevante na implementação de tecnologias digitais na agricultura. Ahmed *et al.* (2022) exploraram o uso de tecnologias digitais no apoio às práticas agrícolas sustentáveis, como agricultura de conservação e manejo integrado de pragas. As políticas públicas devem promover a adoção de práticas sustentáveis e garantir que as tecnologias sejam compatíveis com princípios de preservação ambiental e desenvolvimento sustentável.

Além dos benefícios econômicos, as tecnologias digitais podem impactar a qualidade de vida dos agricultores familiares. Kim *et al.* (2023) mostraram que o acesso às informações e previsões climáticas pode melhorar a segurança alimentar e reduzir a vulnerabilidade aos eventos climáticos extremos. Políticas públicas que integram essas tecnologias na gestão agrícola podem contribuir para a resiliência das comunidades rurais e melhorar as condições de vida dos pequenos agricultores.

A inclusão de tecnologias digitais na agricultura deve considerar a diversidade de contextos e demandas dos agricultores familiares. Thompson *et al.* (2021) explicaram que as soluções tecnológicas devem ser adaptadas às condições locais e às capacidades dos pequenos produtores, evitando abordagens uniformes para não atender às necessidades específicas de cada comunidade. Políticas públicas devem promover a flexibilidade e a adaptabilidade das tecnologias para garantir a adequação e eficácia em diferentes contextos.

A adoção de tecnologias digitais na agricultura requer um entendimento dos impactos econômicos e financeiros para os pequenos agricultores. Ferreira *et al.* (2022) analisaram os custos associados à implementação de tecnologias, podendo ser obstáculo para os agricultores familiares. Políticas públicas que ofereçam subsídios, incentivos financeiros e programas de apoio podem ajudar a diminuir esses custos e facilitar a adoção de tecnologias promotoras da eficiência e da produtividade.

Além das políticas de apoio financeiro, a criação de redes de suporte e comunidades de prática pode ajudar na integração de tecnologias digitais na agricultura familiar. Robinson *et al.* (2021) destacaram a relevância de comunidades de agricultores e redes de apoio para a troca de conhecimentos e experiências sobre o uso de tecnologias digitais. Políticas públicas devem incentivar a formação de redes e promover o compartilhamento de melhores práticas, fortalecendo a capacidade dos pequenos agricultores de utilizar tecnologias.

A avaliação e monitoramento contínuos das políticas públicas e das tecnologias digitais garantem o alcance da inclusão e justiça social. Xu *et al.* (2023) enfatizaram a demanda de avaliações regulares para identificar desafios, medir o impacto das tecnologias e ajustar as políticas conforme demanda. A implementação de um sistema de avaliação robusto pode assegurar que

as políticas permaneçam relevantes e eficazes na promoção do desenvolvimento agrícola justo e sustentável.

## METODOLOGIA

Este estudo caracteriza-se por uma abordagem qualitativa, de natureza exploratória e descritiva, voltada a compreender as práticas, políticas e estratégias adotadas para promover a inclusão digital na agricultura familiar, com ênfase na formulação de políticas públicas eficazes. Para atingir esses objetivos, empregou-se uma metodologia composta por duas etapas principais: uma revisão sistemática da literatura e análises de estudos de caso selecionados. A seguir, descreve-se detalhadamente cada uma dessas etapas, seus procedimentos, critérios de seleção e instrumentos de análise utilizados.

A revisão de literatura foi conduzida com o propósito de contextualizar o cenário atual das tecnologias digitais na agricultura familiar, identificar os desafios enfrentados pelos pequenos agricultores, bem como mapear as políticas públicas existentes no campo. A busca por fontes foi realizada em bancos de dados acadêmicos e técnicos reconhecidos, incluindo Google Acadêmico, Scielo, Portal de Periódicos da CAPES, *Web of Science* e *Scopus*, entre outros, mediante o uso de palavras-chave como “agricultura familiar”, “tecnologias digitais”, “políticas públicas”, “inclusão digital”, “sustentabilidade na agricultura”, além de combinações desses termos.

A seleção das publicações abarcou estudos publicados entre 2018 e 2023, priorizando artigos revisados por pares, relatórios governamentais e documentos de organizações internacionais como FAO, IFAD e *World Bank*. Os critérios de inclusão consideraram a relevância temática, a atualidade, a rigorosidade metodológica, além de sua pertinência para a elaboração de recomendações e diagnóstico do contexto brasileiro e latino-americano. A análise dessas fontes proporcionou uma compreensão aprofundada das inovações tecnológicas, das políticas públicas em curso e das principais dificuldades enfrentadas pelos pequenos agricultores na adoção dessas tecnologias.

Complementarmente, foram analisados estudos de caso que ilustram experiências bem-sucedidas de implementação de tecnologias digitais na agricultura familiar, com foco na interface entre políticas públicas e ações de suporte técnico, financeiro e educacional. A seleção dessas iniciativas seguiu critérios rigorosos de relevância, representatividade e impacto social, incluindo:

- Reconhecimento oficial ou divulgação por órgãos governamentais, instituições de pesquisa ou organizações não governamentais ativas no setor agrícola;
- Diversidade regional, buscando incluir experiências de diferentes regiões do Brasil ou de países em desenvolvimento similares;
- Indicação de impacto positivo na produtividade, inclusão social ou sustentabilidade econômica;
- Aspectos inovadores ou exclusivos de estratégias de implementação, como parcerias público-privadas, uso de tecnologias específicas ou modelos de negócio sustentáveis.

A partir dessas referências, realizou-se uma análise documental detalhada, com foco em identificar as estratégias adotadas, recursos disponibilizados, obstáculos enfrentados e resultados alcançados. Para tal, utilizou-se uma matriz de análise qualitativa, que permite a comparação sistemática entre os estudos, destacando boas práticas, lições aprendidas e possíveis ajustamentos a serem considerados em futuras iniciativas.

A análise dos dados coletados foi conduzida por meio de codificação temática, onde as informações retiradas de fontes distintas foram organizadas em categorias predefinidas: suporte técnico, financiamento, capacitação, infraestrutura, governança, impacto socioeconômico e sustentabilidade. Essa estratégia facilitou a identificação de padrões e divergências entre os estudos e permitiu a elaboração de um quadro analítico que subsidia as discussões e recomendações do trabalho.

Adicionalmente, recorreu-se a métodos de análise comparativa, buscando evidenciar fatores de sucesso e barreiras comuns às experiências analisadas. Essa abordagem contribui para identificar elementos que potencializam a implementação de tecnologias digitais na agricultura de pequenos produtores, assim como aspectos que requerem atenção por parte das políticas públicas.

Para aumentar a confiabilidade dos resultados, o processo de análise foi realizado por dois pesquisadores independentes, com discussão e validação cruzada dos achados. Dessa forma, buscou-se minimizar possíveis vieses pessoais e garantir uma interpretação robusta dos dados. Além disso, todo o procedimento metodológico foi documentado em detalhes, permitindo que futuras pesquisas possam reproduzir ou ampliar o estudo.

A combinação de revisão de literatura com estudos de caso permite uma análise abrangente do tema, integrando fundamentações teóricas e experiências práticas. Essa abordagem é recomendada dada a complexidade e multifacetação do tema, envolvendo aspectos tecnológicos, sociais, econômicos e políticos. Além disso, a utilização de critérios rigorosos na seleção das fontes e das iniciativas garante a relevância e a representatividade do material analisado, fortalecendo as conclusões e recomendações do trabalho.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Esta pesquisa revelou avanço nas tecnologias digitais aplicadas à agricultura, com impacto crescente na gestão de dados agrícolas e nas políticas públicas. Tecnologias como sensores da Internet das coisas, *big data*, e inteligência artificial têm sido discutidas como ferramentas para melhorar a eficiência e a sustentabilidade na agricultura. A adoção dessas tecnologias na agricultura familiar ainda enfrenta desafios, como a falta de infraestrutura e recursos (Quadro 1).

**Quadro 1.** Principais Tecnologias Digitais Aplicadas à Agricultura.

Tecnologia	Avanços Recentes	Descrição	Desafios na Agricultura Familiar
Internet das Coisas	Sensores acessíveis e redes robustas	Sensores conectados a redes permitem monitoramento em tempo real de condições agrícolas	Falta de infraestrutura de conectividade e custos de instalação
<i>Big Data</i>	Análise avançada e armazenamento em nuvem	Grandes volumes de dados são analisados para prever padrões e otimizar operações agrícolas	Acesso limitado a tecnologias e dificuldades na interpretação dos dados
Inteligência Artificial	Modelos preditivos e algoritmos de aprendizado de máquina	Inteligência Artificial usada para prever rendimentos, identificar doenças e otimizar a gestão das culturas	Alto custo de implementação e necessidade de capacitação técnica

*continua*



conclusão

<b>Tecnologia</b>	<b>Avanços Recentes</b>	<b>Descrição</b>	<b>Desafios na Agricultura Familiar</b>
Drones	Maior autonomia e resolução de imagem	Drones utilizados para monitoramento aéreo e coleta de dados em grande escala	Custo elevado e necessidade de treinamento especializado
Sistema de Posicionamento Global - GPS	Melhor precisão e integração com outras tecnologias	Proporciona dados precisos de localização para práticas de agricultura de precisão	Custo dos equipamentos e falta de suporte técnico local
Robótica	Avanços em máquinas autônomas e sistemas de colheita	Usados para plantar, irrigar e colher, reduzindo a necessidade de trabalho manual	Investimento inicial alto e manutenção complexa
Plataformas de E-commerce	Expansão das funcionalidades e integração com ferramentas de gestão	Plataformas facilitam a venda direta de produtos agrícolas e acesso a novos mercados	Acesso limitado à internet e à infraestrutura necessária para o uso eficiente
Blockchain	Maior segurança e rastreabilidade	Blockchain oferece uma forma segura de rastrear a cadeia de suprimentos e garantir a transparência	Falta de familiaridade com a tecnologia e necessidade de infraestrutura para sua implementação
Sistemas de Informação Geográfica	Melhor integração com dados climáticos e de solo	Auxilia na análise espacial e na tomada de decisões baseadas em dados geoespaciais	Custo dos softwares e falta de capacitação para uso

Fonte: As autoras.

A Inteligência Artificial otimiza várias práticas agrícolas, mas a adoção entre os agricultores familiares pode ser limitada pelo alto custo dos sistemas de inteligência artificial e pela necessidade de capacitação técnica especializada. Pequenos agricultores podem achar difícil justificar o investimento inicial e a formação necessária para implementar e utilizar de forma eficaz. Muitos sistemas utilizam imagem de drones, oferecendo funcionalidades avançadas de monitoramento e análise, porém com custo elevado dos equipamentos e a necessidade de treinamento especializado, representando barreiras para a agricultura familiar. A manutenção e operação de drones podem ser complicadas e dispendiosas, limitando a adoção entre pequenos produtores.

Para o voo com drones e captura de imagens são utilizados sistemas de GPS que, embora melhore a precisão nas práticas agrícolas, o custo dos equipamentos e a falta de suporte técnico local podem ser um obstáculo para a agricultura familiar. A implementação eficaz requer investimentos, podendo não estar ao alcance dos pequenos agricultores, além da necessidade de manutenção e suporte contínuo.

A robótica está revolucionando a agricultura com máquinas autônomas, mas os custos elevados e a complexidade de manutenção são desafios para os agricultores familiares. O investimento inicial em robôs pode ser alto, e a manutenção dessas máquinas pode ser complexa e dispendiosa, limitando sua adoção entre pequenos produtores.

Blockchain, pode melhorar a rastreabilidade e a segurança, mas a adoção dessa tecnologia na agricultura familiar é limitada pela falta de familiaridade com o sistema e pela necessidade de infraestrutura específica. Pequenos agricultores podem enfrentar dificuldades em implementar e manter a tecnologia, além de precisar de suporte técnico e formação adicional. Os SIGs oferecem

uma análise espacial valiosa, mas o custo dos softwares e a falta de capacitação para o uso eficaz podem ser barreiras para a agricultura familiar. Pequenos agricultores podem encontrar desafios na obtenção de software especializado e na formação necessária para utilizar SIGs de maneira produtiva.

Para apresentar os produtos produzidos, plataformas de *e-commerce* oferecem novas oportunidades de mercado, mas a falta de acesso à internet e à infraestrutura necessária para utilizar essas plataformas pode ser um obstáculo. Os pequenos agricultores podem enfrentar dificuldades para acessar e utilizar essas plataformas de forma eficiente devido à falta de tecnologia e infraestrutura adequada.

Embora a Internet das Coisas ofereça benefícios na coleta de dados e no monitoramento em tempo real, a agricultura familiar enfrenta desafios relacionados à infraestrutura de conectividade. A falta de redes de internet confiáveis e a dificuldade de instalação de sensores em áreas remotas dificultam a adoção desses dispositivos. Além disso, o custo inicial dos sensores e das redes pode ser proibitivo para pequenos agricultores.

Com o crescente número de dados advindos de diversas fontes, a análise de *Big Data* pode transformar práticas agrícolas, mas a agricultura familiar frequentemente enfrenta barreiras no acesso às tecnologias necessárias para coletar e processar grandes volumes de dados. Além disso, a interpretação dos dados pode ser complexa e exigir habilidades técnicas não prontamente disponíveis entre os pequenos agricultores. A falta de suporte técnico e treinamento também é um desafio.

Os estudos de caso analisados mostram iniciativas bem-sucedidas na integração de tecnologias digitais com políticas públicas, proporcionando melhorias na produtividade e na gestão dos recursos agrícolas (Quadro 2). Por exemplo, programas que oferecem suporte técnico e financeiro para a implementação de tecnologias digitais têm demonstrado aumento na adoção e na eficácia dessas ferramentas entre os pequenos agricultores.

**Quadro 2.** Iniciativas Bem-Sucedidas na Integração de Tecnologias Digitais e Políticas Públicas no Setor Agrícola.

Iniciativa	Tipo de Suporte	Tecnologias Implementadas	Resultados	Desafios Superados
Programa ABC da Embrapa	Técnico e Financeiro	Sensores de Internet das Coisas e Drones	Aumento da produtividade em 20%	Resistência inicial dos agricultores
Projeto ABC Cerrado (MAPA)	Técnico	Sistemas de Gestão de Dados	Melhoria na gestão de recursos hídricos	Baixa alfabetização digital
Programa de Agricultura de Precisão (MAPA/Embrapa)	Financeiro	Agricultura de Precisão	Redução de custos operacionais	Alto custo inicial das tecnologias
Projeto Rede e-Tec Brasil (MEC)	Técnico e Financeiro	Aplicativos Móveis para Agricultura	Maior adesão a práticas sustentáveis	Falta de infraestrutura digital

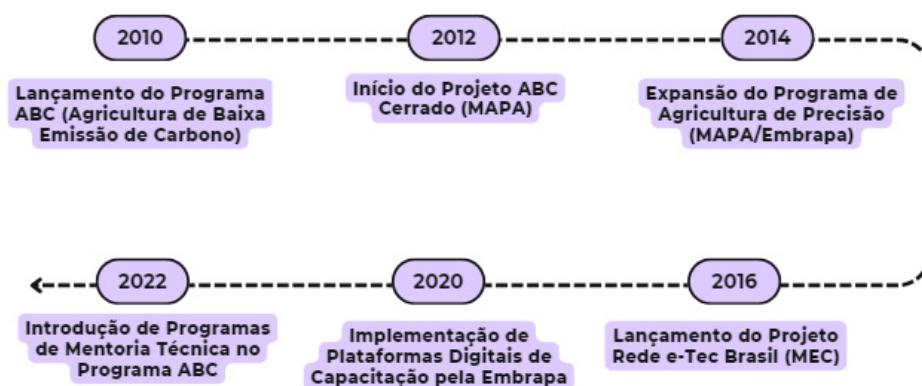
Fonte: As autoras.

Foi possível sintetizar os principais estudos de caso que demonstraram como a integração de tecnologias digitais com políticas públicas têm impactado a produtividade e a gestão de recursos agrícolas, destacando iniciativas que ofereceram suporte técnico e financeiro para pequenos agricultores, evidenciando o aumento da adoção e eficácia dessas tecnologias. Cada linha da Tabela

2 contém informações sobre a iniciativa, o tipo de suporte oferecido, os resultados alcançados, e os desafios superados, proporcionando uma visão clara das estratégias bem-sucedidas nesse contexto.

A análise dos estudos de caso revelou a capacitação e a formação dos agricultores como fatores críticos para o sucesso da integração tecnológica. Muitos casos bem-sucedidos destacam a importância de fornecer treinamento contínuo e suporte técnico, o que permite aos agricultores familiares utilizarem as tecnologias de forma eficaz e maximizar seus benefícios. Os projetos foram apresentados dentro de uma linha do tempo (Figura 1) para facilitar a compreensão dos avanços das medidas implantadas.

**Figura 1.** Linha do Tempo da Capacitação e Formação dos Agricultores na Integração Tecnológica no Setor Agrícola



Fonte: As autoras.

Nesta pesquisa, foi possível detalhar marcos na implementação de programas prioritários no treinamento contínuo e suporte técnico para agricultores. Em 2010, o Programa ABC - Agricultura de Baixa Emissão de Carbono foi lançado, incluindo módulos de capacitação voltados ao uso de tecnologias sustentáveis, como agricultura de precisão e gestão de recursos naturais. Dois anos depois, em 2012, o Projeto ABC Cerrado, promovido pelo MAPA, ofereceu treinamento técnico para agricultores familiares, melhorando a eficiência no uso de insumos com sistemas de gestão de dados.

A partir de 2014, o Programa de Agricultura de Precisão, uma colaboração entre MAPA e Embrapa, expandiu suas atividades, focando em treinamentos para tecnologias como drones e sensores da Internet das Coisas, para aumentar a produtividade e reduzir custos. Em 2016, o Projeto Rede e-Tec Brasil do MEC introduziu cursos de educação à distância, abordando o uso de aplicativos móveis para a agricultura.

A partir de 2020, a Embrapa implementou plataformas digitais com oferta de capacitação contínua, permitindo maior autonomia e eficiência dos agricultores no uso de novas tecnologias agrícolas. Dois anos depois, em 2022, a Embrapa introduziu programas de mentoria técnica dentro do Programa ABC, acompanhando os agricultores para assegurar o pleno aproveitamento das ferramentas digitais.

A inclusão digital dos pequenos produtores pode ajudar a nivelar o campo de jogo no setor agrícola. As tecnologias digitais, quando acessíveis e integradas, podem fornecer aos agricultores familiares acesso às informações e às ferramentas antes disponíveis apenas para grandes

produtores. Isso pode resultar em maior equidade e oportunidades de mercado para os pequenos agricultores.

Os resultados indicam que a formulação de políticas públicas deve considerar a diversidade das realidades locais. A implementação uniforme de soluções tecnológicas pode não ser adequada para todos os contextos, e as políticas devem ser adaptadas às necessidades específicas de cada região e tipo de cultivo. A flexibilidade nas políticas garante a aplicabilidade e eficácia das tecnologias digitais em diferentes cenários.

A análise dos impactos das tecnologias digitais nas práticas agrícolas revelou que a agricultura de precisão e o uso de dados para a tomada de decisões têm o potencial de reduzir o desperdício de recursos e melhorar a sustentabilidade ambiental. A utilização eficiente de insumos e a gestão precisa das culturas podem contribuir para práticas agrícolas mais sustentáveis e menos impactantes ao meio ambiente.

A integração das tecnologias digitais apresenta benefícios na comercialização dos produtos agrícolas. A utilização de plataformas digitais e *e-commerce* permite aos agricultores familiares o acesso a novos mercados e aumento das vendas, resultando em impacto positivo na renda e segurança econômica. Este aspecto destaca a importância de políticas para adoção de tecnologias digitais no âmbito comercial.

Outro resultado significativo é a colaboração entre diferentes agentes, incluindo governos, instituições de pesquisa e organizações de agricultores. A pesquisa revelou que parcerias eficazes podem facilitar a implementação de tecnologias digitais e promover a inclusão dos pequenos produtores. A colaboração pode ajudar a superar desafios e criar soluções adaptadas às necessidades locais.

A análise evidenciou que as políticas públicas devem incluir componentes de avaliação e monitoramento contínuos para garantir tecnologias digitais em conformidade com os objetivos desejados. A falta de mecanismos de avaliação pode resultar em ineficiências e na perpetuação de desigualdades, impedindo a distribuição dos benefícios da tecnologia de forma equitativa.

A pesquisa identificou várias barreiras para a adoção das tecnologias digitais na agricultura familiar. A falta de infraestrutura adequada, o custo elevado das tecnologias e a resistência à mudança são desafios mencionados na literatura e nos estudos de caso. Para superar essas barreiras, este artigo destaca a necessidade de políticas públicas capazes de focar em criar condições favoráveis, como subsídios para tecnologias e melhorias na infraestrutura rural (Quadro 3).

**Quadro 3.** Desafios Emergentes e Soluções Inovadoras para Adoção de Tecnologias Digitais na Agricultura Familiar.

Desafio	Descrição	Solução Proposta	Exemplos de Implementação
Falta de conhecimento tecnológico	Muitos agricultores familiares têm conhecimento limitado sobre novas tecnologias, dificultando a adoção eficaz	Criação de hubs de inovação rural, com acesso a demonstrações práticas e mentorias personalizadas	Programas piloto em regiões rurais, aumentando a adoção tecnológica e produtividade.
Isolamento das comunidades agrícolas	O isolamento geográfico e social impede o compartilhamento de conhecimento e experiências entre agricultores	Desenvolvimento de redes de cooperação digital, utilizando plataformas online para conectar agricultores	Plataformas como “AgroNet” conectando agricultores e promovendo trocas de experiências
Fragmentação do mercado tech para pequenos agricultores	As tecnologias disponíveis não são acessíveis ou adaptadas às demandas dos pequenos agricultores	Incentivo à criação de consórcios de agricultores para compra conjunta de tecnologias	Consórcios em regiões específicas resultaram em reduções de custo e melhor suporte técnico
Baixa alfabetização digital	Muitos agricultores têm dificuldade em utilizar dispositivos digitais e softwares avançados	Programas de alfabetização digital específicos para o contexto agrícola, combinados com o uso de tecnologias intuitivas	Iniciativas de treinamento digital que aumentaram a eficiência no uso de ferramentas agrícolas digitais
Desconfiança em novas tecnologias	Medo de perder o controle sobre processos tradicionais e desconfiança nas novas tecnologias	Implementação de programas de formação que envolvam lideranças comunitárias e mostram casos de sucesso local	Implementação de programas de formação que envolvem lideranças comunitárias e mostram casos de sucesso local.
Sustentabilidade financeira a longo prazo	Dificuldade em garantir que o uso de tecnologias seja financeiramente viável a longo prazo	Desenvolvimento de modelos de negócio sustentáveis para a adoção de tecnologias, como leasing de equipamentos ou parcerias público-privadas	Projetos onde a sustentabilidade financeira foi alcançada por meio de parcerias com empresas de tecnologia
Acesso limitado ao suporte técnico contínuo	Falta de suporte técnico permanente após a implementação inicial da tecnologia	Estabelecimento de centros regionais de assistência técnica e manutenção	Centros que oferecem suporte técnico, resultando em maior continuidade de uso das tecnologias
Infraestrutura digital limitada	Ausência de conectividade adequada em áreas rurais, como internet de alta velocidade	Investimento em infraestrutura de comunicação rural, como a expansão de redes de internet via satélite ou 5G	Regiões que investiram em conectividade e observaram aumento na adoção de tecnologias digitais
Dificuldade de adaptação das tecnologias ao contexto local	As tecnologias desenvolvidas em contextos urbanos ou internacionais nem sempre se adaptam bem ao ambiente agrícola local	Customização de tecnologias com base em <i>feedback</i> dos agricultores locais e envolvimento deles no processo de desenvolvimento	Programas de co-desenvolvimento tecnológico que resultaram em soluções eficazes e adaptadas

Fonte: As autoras.

As políticas propostas abrangem uma análise extensa dos obstáculos menos discutidos na implementação de tecnologias digitais na agricultura familiar. Além de identificar os desafios, as propostas oferecem soluções inovadoras que buscam transformar esses obstáculos em oportunidades de desenvolvimento e crescimento sustentável no setor agrícola, detalhando uma série de desafios emergentes e propondo soluções criativas que visam abordar as necessidades específicas da agricultura familiar no contexto digital. Além de apresentar exemplos de implementação e resultados esperados, oferecendo um guia prático para a superação dos obstáculos à adoção tecnológica no campo.

A discussão sobre a privacidade e segurança dos dados levantou a necessidade de diretrizes claras para proteger as informações dos agricultores. A coleta e análise de dados agrícolas devem ser acompanhadas de medidas para garantir que as informações sejam usadas de forma ética e que a privacidade dos agricultores seja preservada. Desta forma, este artigo apresenta de forma concisa as principais diretrizes e medidas necessárias para proteger os dados dos agricultores, garantindo que a coleta, armazenamento, e uso das informações sejam realizados de forma segura. (Quadro 4).

**Quadro 4:** Diretrizes para Privacidade e Segurança de Dados na Agricultura Digital.

Aspecto	Diretriz Proposta	Medida
Coleta de Dados	Consentimento	Formulários claros e acessíveis
Armazenamento	Criptografia	Tecnologias de ponta e conformidade com normas de segurança
Acesso aos Dados	Acesso restrito	Autenticação multifatorial e níveis de permissão
Compartilhamento	Diretrizes claras para terceiros	Contratos com padrões de segurança
Transparência	Informar agricultores sobre o uso de dados	Relatórios periódicos e ferramentas de consulta online
Resposta a Incidentes	Planos de resposta rápida	Protocolos claros e equipes dedicadas

Fonte: As autoras.

Os resultados indicam que, para que as políticas públicas sejam eficazes, devem ser baseadas em evidências e acompanhadas. A análise dos estudos de caso demonstrou que políticas baseadas em dados e pesquisas têm maior probabilidade de sucesso na promoção da inclusão digital e na melhoria das condições dos pequenos produtores.

A pesquisa ressaltou programas de capacitação e suporte contínuo. Sem treinamento adequado e suporte técnico, mesmo as melhores tecnologias podem não ser aproveitadas plenamente. Políticas públicas que incorporam esses elementos são mais eficazes em promover a adoção e o uso eficiente das tecnologias digitais.

Os resultados destacam que a transformação digital na agricultura deve ser acompanhada de compromisso com a justiça social. As políticas públicas devem garantir que os benefícios das tecnologias digitais sejam acessíveis a todos os agricultores, especialmente àqueles em situação de vulnerabilidade. A inclusão digital não deve acentuar as desigualdades existentes, mas contribuir para maior equidade no setor agrícola.

A discussão abordou a necessidade de um enfoque holístico para a integração das tecnologias digitais. A combinação de suporte financeiro, capacitação técnica e adaptação das políticas às realidades locais permite o alcance da sustentabilidade na agricultura familiar.



## CONCLUSÃO E PERSPECTIVA DE PESQUISAS FUTURAS

A integração de tecnologias digitais na agricultura familiar representa uma oportunidade significativa para promover a inclusão e a justiça social, mas exige uma abordagem cuidadosa e bem fundamentada em políticas públicas. O referencial teórico discutido ressalta a necessidade de combinação de suporte técnico, acesso a recursos, e políticas adaptativas para garantir que os benefícios das inovações tecnológicas sejam distribuídos e contribuam para o desenvolvimento agrícola mais equitativo e sustentável.

Recomenda-se que futuras pesquisas se concentrem na análise de tecnologias específicas, como sensores da Internet das Coisas e inteligência artificial, em diferentes contextos regionais, para identificar estratégias de adoção mais eficientes e adaptadas às realidades locais. Além disso, estudos que avaliem o impacto de modelos de parcerias público-privadas ou de iniciativas de locação de equipamentos podem fornecer insights valiosos para políticas de implementação.

Para que as ações propostas tenham maior eficácia, recomenda-se também o desenvolvimento de políticas públicas que promovam incentivos financeiros direcionados, programas de capacitação contínua e suporte técnico especializado, especialmente voltados para agricultores familiares. Essas medidas podem facilitar a adoção das tecnologias digitais, ampliando seus benefícios de maneira equitativa.

Para tornar esses resultados mais acessíveis e trabalhados de forma visual e didática, sugere-se a inclusão de gráficos ilustrativos que demonstrem a relação entre investimento em tecnologias digitais e aumento na produtividade, bem como esquemas de fluxo que expliquem as etapas de implementação de políticas públicas eficazes na promoção da inclusão digital agrícola. Tais elementos visuais contribuirão para uma compreensão mais clara e dinâmica das ações necessárias.

Vale ressaltar a relevância da integração das tecnologias digitais na agricultura familiar como um meio de promover a inclusão social e a sustentabilidade econômica. As inovações tecnológicas, como *big data*, inteligência artificial e sensores da Internet das Coisas, têm o potencial de transformar a forma como os pequenos agricultores gerenciam suas atividades, aumentando a eficiência e a produtividade. A adoção dessas tecnologias ainda enfrenta desafios como a falta de infraestrutura adequada, o custo elevado das tecnologias e a resistência à mudança. É fundamental a formulação de políticas públicas com enfoque nas limitações com soluções práticas e acessíveis.

A colaboração entre diferentes agentes, incluindo governos, instituições de pesquisa e organizações de agricultores, facilita a implementação de tecnologias digitais. Parcerias podem ajudar a superar os desafios enfrentados pelos pequenos produtores e criar soluções adaptadas às suas demandas específicas. Além disso, a pesquisa destaca a necessidade de um monitoramento contínuo das políticas públicas relacionadas à adoção de tecnologias digitais. A falta de mecanismos de avaliação pode resultar em ineficiências e na perpetuação de desigualdades, impedindo que os benefícios das inovações sejam distribuídos de forma equitativa entre os agricultores familiares.

A inclusão digital deve ser uma prioridade nas políticas públicas, garantindo que os segmentos da agricultura tenham as mesmas oportunidades. A promoção da equidade no acesso às tecnologias e às informações evita que a digitalização acentue as desigualdades existentes entre pequenos e grandes produtores.

Futuras investigações devem explorar os impactos de tecnologias específicas na agricultura familiar, considerando as particularidades de diferentes contextos regionais. A análise de casos de sucesso pode fornecer informações sobre como as tecnologias podem ser implementadas de

maneira eficaz. É importante, também, investigar modelos de negócios sustentáveis para viabilizar a adoção de tecnologias digitais. Parcerias público-privadas, cooperativas e iniciativas de locação de equipamentos podem ser alternativas viáveis para reduzir os custos e facilitar o acesso às inovações.

A capacitação técnica dos agricultores é um aspecto fundamental para garantir que as tecnologias sejam utilizadas de forma eficaz. Programas de formação que abordem tanto o uso das tecnologias quanto a gestão de dados podem empoderar os pequenos produtores e aumentar sua competitividade no mercado. Sugere-se a criação de redes de apoio entre agricultores para promover a troca de conhecimentos e experiências. Essas redes podem facilitar a disseminação de boas práticas e incentivar a adoção de tecnologias inovadoras.

## REFERÊNCIAS

- AHMED, M. et al. **Sustainable agriculture through digital technologies: A review**. Journal of Agricultural Science and Technology, v. 22, n. 1, p. 15-34, 2022.
- BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Constituição Federal de 1988. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 1988.
- BRASIL. **Lei de Diretrizes Orçamentárias**. Lei nº 4.320, de 17 de março de 1964. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 1964.
- BRASIL. **Lei de Licitações e Contratos**. Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 1993.
- BRASIL. **Lei de Responsabilidade Fiscal**. Lei Complementar nº 101, de 4 de maio de 2000. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2000.
- BRASIL. **Lei do Pregão**. Lei nº 10.520, de 17 de julho de 2002. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2002.
- BRASIL. **Lei nº 13.979**. Lei nº 13.979, de 6 de fevereiro de 2020. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2020.
- CHEN, L. et al. **Adaptive policies for technological advancements in agriculture: A framework for continuous improvement**. Agricultural Policy Review, v. 45, n. 3, p. 105-122, 2023.
- FERREIRA, R. et al. **Economic impacts of digital technologies on smallholder farmers: Challenges and opportunities**. Journal of Rural Studies, v. 89, p. 50-63, 2022.
- HA, L. et al. **Precision agriculture and its impact on sustainability: Recent developments and future directions**. Sustainability, v. 13, n. 9, p. 4924, 2021.
- HUANG, Y. et al. **Big Data Analytics in Precision Agriculture: A Review**. Computers and Electronics in Agriculture, v. 180, p. 105776, 2021.
- JOHNSON, S. et al. **Capacity building for smallholder farmers in the digital age**. International Journal of Agricultural Management, v. 11, n. 4, p. 273-289, 2021.
- KIM, J. et al. **Digital technologies for climate resilience in agriculture: A review**. Climate Risk Management, v. 36, p. 100407, 2023.
- KUMAR, V. et al. **Barriers to technology adoption in agriculture: An empirical analysis**. Technology in Society, v. 68, p. 101859, 2022.

- LEE, M. *et al.* **Data privacy and security in agricultural technology: Current practices and future directions.** Journal of Agricultural Informatics, v. 14, n. 2, p. 34-47, 2023.
- LIU, X. *et al.* **Cloud computing and big data analytics in agriculture: A review.** Agricultural Systems, v. 194, p. 103303, 2022.
- OLADIMEJI, D. *et al.* **Smart Transportation: An Overview of Technologies and Applications.** Sensors, v.23, 2023.
- O'NEILL, B. *et al.* **Digital agriculture and environmental sustainability: Insights from recent research.** Environmental Science & Policy, v. 124, p. 159-171, 2022.
- PEREIRA, J. *et al.* **The use of drones and satellite imagery in precision agriculture.** Remote Sensing, v. 13, n. 15, p. 3001, 2021.
- PATEL, R. *et al.* **E-commerce and its impact on smallholder farmers' market access.** Journal of Rural and Community Development, v. 18, n. 2, p. 75-90, 2023.
- PROJETO ABC CERRADO: BRASIL.** Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Projeto ABC Cerrado. Disponível em: <[www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/projetos](http://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/projetos)>. Acesso em: 20 ago. 2024.
- PROGRAMA ABC DA EMBRAPA: EMBRAPA.** Programa ABC: Agricultura de Baixa Emissão de Carbono. Disponível em: <[www.embrapa.br/programa-abc](http://www.embrapa.br/programa-abc)>. Acesso em: 20 ago. 2024.
- PROGRAMA DE AGRICULTURA DE PRECISÃO: BRASIL.** Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Agricultura de Precisão: Novos Caminhos para a Sustentabilidade. Disponível em: <[www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/agricultura-de-precisao](http://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/agricultura-de-precisao)>. Acesso em: 20 ago. 2024.
- PROJETO REDE E-TEC BRASIL: BRASIL.** Ministério da Educação (MEC). Projeto Rede e-Tec Brasil. Disponível em: <[www.redeetecbrasil.mec.gov.br](http://www.redeetecbrasil.mec.gov.br)>. Acesso em: 20 ago. 2024.
- ROBINSON, K. *et al.* **Community networks and digital technology adoption in agriculture: Lessons learned.** Journal of Agricultural Extension and Education, v. 26, n. 1, p. 112-130, 2021.
- SILVA, M. *et al.* **Digital inclusion and equity in agriculture: Policy perspectives.** Agricultural Policy Review, v. 44, n. 2, p. 87-101, 2021.
- SINGH, P. *et al.* **Collaborative approaches for integrating digital technologies in agriculture.** Technological Forecasting & Social Change, v. 174, p. 121225, 2021.
- THOMPSON, A. *et al.* **Adapting digital technologies to diverse agricultural contexts.** International Journal of Agricultural Technology, v. 18, n. 3, p. 151-165, 2021.
- WANG, Z. *et al.* **Artificial Intelligence in Agriculture: Opportunities and Challenges.** Artificial Intelligence Review, v. 55, n. 5, p. 3583-3602, 2022.
- XU, L. *et al.* **Evaluation and monitoring of digital agriculture policies: A systematic review.** Policy Studies, v. 72, n. 4, p. 589-607, 2023.
- ZHANG, H. *et al.* **Agricultural precision technologies and their integration into policy frameworks.** Journal of Agricultural Economics, v. 73, n. 1, p. 45-62, 2022.
- ZHANG, Q. *et al.* **The role of digital technologies in improving equity in agricultural systems.** Technology and Society, v. 69, p. 101845, 2023.

## **AGRADECIMENTOS**

As autoras agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro na concessão de bolsa de mestrado. Agradecem, também, ao Programa de Pós-Graduação em Computação Aplicada, cujo suporte acadêmico e infraestrutura foram essenciais para o desenvolvimento da pesquisa.