



**Transformação da agricultura familiar no Brasil: integração de
tecnologias para desenvolvimento estrutural e sustentável**

**Transformation of family farming in Brazil: integration of
technologies for structural and sustainable development**

**Transformación de la agricultura familiar en Brasil: integración de
tecnologías para el desarrollo estructural y sostenible**

DOI: 10.55905/revconv.17n.9-105

Originals received: 08/05/2024

Acceptance for publication: 08/23/2024

Rodrigo Cândido Borges

Doutor em Ciências da Saúde

Instituição: Instituto Federal de Goiás

Endereço: Inhumas – Goiás, Brasil

E-mail: rodrigo.borges@ifg.edu.br

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-3086-3360>

João Vitor Siqueira Silva

Graduando em Engenharia de Software

Instituição: Instituto Federal de Goiás

Endereço: Inhumas – Goiás, Brasil

E-mail: j.siqueira@academico.ifg.edu.br

Orcid: <https://orcid.org/0009-0002-3128-7000>

Yandra Moraes Nunes

Graduanda em Engenharia de Software

Instituição: Instituto Federal de Goiás

Endereço: Inhumas – Goiás, Brasil

E-mail: yandra.m@academico.ifg.edu.br

Orcid: <https://orcid.org/0009-0001-3239-6711>

Henrique Valle de Lima

Doutor em Ciência da Computação

Instituição: Universidade Evangélica de Goiás

Endereço: Anápolis – Goiás, Brasil

E-mail: henrique.lima@unievangelica.edu.br

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-2325-9835>



Rogério Sousa e Silva

Mestre em Ciência da Computação
Instituição: Instituto Federal de Goiás
Endereço: Inhumas – Goiás, Brasil
E-mail: rogerio.sousa@ifg.edu.br
Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-1333-9639>

Karla de Aleluia Batista

Doutora em Ciências Biológicas
Instituição: Instituto Federal de Goiás
Endereço: Goiânia – Goiás, Brasil
E-mail: karla.batista@ifg.edu.br
Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-4396-032X>

Maria das Graças Costa Nery da Silva

Mestre em Informática
Instituição: Instituto Federal de Pernambuco
Endereço: Recife – Pernambuco, Brasil
E-mail: gnery2005@gmail.com
Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-5140-3796>

Daniel Soares de Souza

Mestre em Gestão Pública
Instituição: Instituto Federal de Brasília
Endereço: Brasília – Distrito Federal, Brasil
E-mail: daniel.souza@ifb.edu.br
Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-2210-5412>

RESUMO

Este artigo oferece uma análise abrangente da importância da agricultura familiar no contexto contemporâneo, destacando seu papel fundamental na segurança alimentar, no desenvolvimento rural e na sustentabilidade ambiental, assim como sua capacidade de adaptação às mudanças e aos desafios dinâmicos do cenário global. Além de ser essencial para a produção de alimentos, a agricultura familiar contribui significativamente para a preservação dos ecossistemas e o fortalecimento das economias locais. No entanto, os agricultores familiares enfrentam desafios significativos, como acesso restrito à terra, crédito, assistência técnica e mercados, fatores que limitam seu potencial de crescimento e desenvolvimento. Este estudo busca explorar essas problemáticas, analisando suas implicações e considerando como inovações tecnológicas podem oferecer soluções práticas para fortalecer a agricultura familiar. O objetivo é identificar estratégias que ajudem a superar as dificuldades enfrentadas por esses agricultores, promovendo uma abordagem inclusiva, adaptativa e sustentável, que favoreça a continuidade e o fortalecimento dessa modalidade agrícola.

Palavras-chave: agricultura familiar, segurança alimentar, desenvolvimento rural, sustentabilidade ambiental, tecnologia.



ABSTRACT

This article provides a comprehensive analysis of the significance of family farming in the contemporary context, highlighting its fundamental role in food security, rural development, and environmental sustainability, as well as its capacity to adapt to the dynamic challenges of the global landscape. In addition to being essential for food production, family farming significantly contributes to the preservation of ecosystems and the strengthening of local economies. However, family farmers face substantial challenges, such as limited access to land, credit, technical assistance, and markets, factors that constrain their growth and development potential. This study aims to explore these issues, analyzing their implications and considering how technological innovations can offer practical solutions to strengthen family farming. The goal is to identify strategies that address the difficulties faced by these farmers, fostering an inclusive, adaptive, and sustainable approach that supports the continuity and enhancement of this agricultural model.

Keywords: family farming, food security, rural development, environmental sustainability, technology.

RESUMEN

Este artículo ofrece un análisis exhaustivo de la importancia de la agricultura familiar en el contexto contemporáneo, destacando su papel fundamental en la seguridad alimentaria, el desarrollo rural y la sostenibilidad ambiental, así como su capacidad de adaptación a los cambios y desafíos dinámicos del panorama global. Además de ser esencial para la producción de alimentos, la agricultura familiar contribuye significativamente a la preservación de los ecosistemas y al fortalecimiento de las economías locales. Sin embargo, los agricultores familiares enfrentan desafíos importantes, como el acceso restringido a la tierra, el crédito, la asistencia técnica y los mercados, factores que limitan su potencial de crecimiento y desarrollo. Este estudio busca explorar estos problemas, analizando sus implicaciones y considerando cómo las innovaciones tecnológicas pueden ofrecer soluciones prácticas para fortalecer la agricultura familiar. El objetivo es identificar estrategias que ayuden a superar las dificultades que enfrentan estos agricultores, promoviendo un enfoque inclusivo, adaptativo y sostenible que favorezca la continuidad y el fortalecimiento de este modelo agrícola.

Palabras clave: agricultura familiar, seguridad alimentaria, desarrollo rural, sostenibilidad ambiental, tecnología.

1 INTRODUÇÃO

A agricultura familiar destaca-se como um pilar fundamental para a segurança alimentar e o desenvolvimento sustentável, tanto no Brasil quanto globalmente. Caracterizada pela participação ativa dos membros da família na produção e gestão, essa modalidade agrícola se distingue pela pequena escala, diversificação de cultivos e forte vínculo com os saberes tradicionais. De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2020), a



agricultura familiar representa 77% dos estabelecimentos agropecuários do país e gera renda para cerca de 10 milhões de pessoas, correspondendo a 67% da força de trabalho do setor.

Mais do que simplesmente produzir alimentos, a agricultura familiar contribui na preservação ambiental, ao adotar práticas sustentáveis que protegem o solo, a água e a biodiversidade. Além disso, promove o desenvolvimento local, gerando emprego e renda para as comunidades rurais, impulsionando a economia local e contribuindo para o bem-estar social. Dessa maneira, a agricultura familiar não só ajuda a mitigar os efeitos das mudanças climáticas através de práticas agrícolas mais ecológicas, como também fortalece a coesão social e a autonomia das comunidades rurais (IBGE, 2020).

As raízes da agricultura familiar no Brasil remontam à época colonial, marcada pelo trabalho escravo e pela produção em larga escala. Contudo, ao longo do tempo, essa modalidade adaptou-se e fortaleceu-se, resistindo à concentração de terras e à modernização desenfreada (Brasil, 2023). Atualmente, os agricultores familiares organizam-se em cooperativas e associações, buscando melhores condições de produção, comercialização e acesso a crédito.

Além disso, um dos grandes diferenciais da agricultura familiar é a diversidade produtiva. Diferentemente da agricultura industrial, que se concentra em monoculturas, os agricultores familiares cultivam uma ampla variedade de produtos, desde frutas e legumes até grãos e proteínas animais. Essa diversidade fortalece a capacidade de superação das propriedades, reduzindo os riscos de perdas por pragas ou doenças e contribuindo para a preservação da biodiversidade (Embrapa, 2024).

Dessa maneira, este artigo busca examinar a presença e a influência da agricultura familiar no Brasil, destacando como a integração de tecnologias modernas pode contribuir para o desenvolvimento estrutural desse processo. Ao aprofundar o conhecimento sobre as características, importância, desafios e perspectivas para o futuro, pretende-se fornecer uma compreensão mais completa dessa modalidade agrícola. Além disso, explora-se como as políticas públicas e as iniciativas privadas podem apoiar e expandir a agricultura familiar, aumentando a sua eficiência.

Este trabalho está organizado da seguinte forma. Na Seção 2, são apresentados os conceitos básicos e trabalhos relacionados à área de mineração de dados. Na Seção 3 são apresentadas as principais integrações de facilitadores na agricultura familiar. Na Seção 4 é



realizada a análise das questões discutidas no trabalho. Por fim, na Seção 5, encontram-se as considerações finais.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A agricultura familiar exerce uma função essencial na segurança alimentar global e no desenvolvimento sustentável, distinguindo-se pela administração familiar, pela diversidade de produção e pelo profundo vínculo com práticas tradicionais. Segundo a FAO (Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura), a agricultura familiar é responsável por uma parcela significativa da produção alimentar mundial, garantindo não apenas o abastecimento de alimentos, mas também a preservação da biodiversidade e dos recursos naturais (FAO, 2020). No contexto brasileiro, essa modalidade agrícola representa uma grande proporção dos estabelecimentos agropecuários, na economia rural e na sustentabilidade ambiental (IBGE, 2020).

Adicionalmente, a agricultura familiar conta com a possibilidade de variação de frutas, verduras e sementes no processo de cultivo, contribuindo não somente para a segurança alimentar, mas também promovendo a resiliência dos sistemas agrícolas frente a mudanças ambientais e econômicas. Estudos indicam que sistemas agrícolas biodiversificados são mais sustentáveis e menos vulneráveis a crises agrícolas do que monoculturas intensivas (Altieri; Nicholls, 2020; Gliessman, 2020).

Apesar das contribuições significativas, a agricultura familiar enfrenta desafios consideráveis que afetam a sustentabilidade e desenvolvimento. O acesso limitado a recursos como terra e crédito, infraestrutura precária e dificuldades na comercialização são obstáculos críticos enfrentados por pequenos agricultores (Defante *et al.*, 1999). Estes desafios são agravados por políticas públicas frequentemente inadequadas que não abordam de maneira eficaz as necessidades específicas desse modelo de agricultura (Munoz-Rodriguez *et al.*, 2020).

Além dos desafios estruturais, a agricultura familiar também é afetada por pressões externas como mudanças climáticas e globalização. A vulnerabilidade dos sistemas agrícolas às alterações climáticas têm sido amplamente documentada, destacando a necessidade urgente de adaptação e mitigação (Scoones *et al.*, 2020). A globalização, por sua vez, impõe desafios de competitividade e acesso a mercados, exigindo estratégias eficazes de integração e



desenvolvimento econômico local (Dainese *et al.*, 2019).

Para fortalecer a agricultura familiar, são necessárias estratégias integradas que considerem tanto aspectos econômicos quanto sociais e ambientais. A promoção de políticas públicas que favoreçam a organização em cooperativas, o acesso a tecnologias apropriadas e a capacitação técnica são importantes para aumentar a adaptação desses sistemas agrícolas (Winter; Lincoln; Berkes, 2018). O uso de tecnologias de informação e comunicação (TICs), por exemplo, pode melhorar a conectividade dos agricultores familiares com os mercados e facilitar a gestão agrícola eficiente (IRENA, 2021).

Além da sustentabilidade econômica, é fundamental considerar aspectos sociais e culturais na promoção da agricultura familiar. O reconhecimento e a valorização dos conhecimentos tradicionais e da diversidade cultural são essenciais para preservar a identidade das comunidades rurais e fortalecer a autonomia local (FAO, 2021). A gestão adaptativa do conhecimento local, combinada com práticas agrícolas sustentáveis, pode promover sistemas alimentares mais inclusivos (Altieri; Nicholls, 2020).

Compreender os desafios e potenciais da agricultura familiar é fundamental para formular políticas públicas e estratégias que promovam sua sustentabilidade a longo prazo. Dessa maneira, este estudo busca contribuir para essa compreensão, explorando as dinâmicas complexas e as interações entre a agricultura familiar, a segurança alimentar e a sustentabilidade ambiental, de modo a melhorar as condições de vida das populações rurais e conservar os recursos naturais de forma eficaz.

3 A INTEGRAÇÃO DE FACILITADORES NA AGRICULTURA FAMILIAR

A agricultura familiar destaca-se como um componente fundamental na produção de alimentos no Brasil, de grande impacto na segurança alimentar e no desenvolvimento rural. No entanto, enfrenta uma série de desafios que ameaçam a sustentabilidade e a produtividade, como a escassez de mão de obra, baixa produtividade e dificuldades no acesso a crédito e informações. Neste cenário, facilitadores como a tecnologia se apresenta como uma solução inovadora e essencial, oferecendo diversas ferramentas que podem transformar a realidade dos agricultores familiares. A incorporação desses facilitadores não só aumenta a eficiência e a produtividade, mas também promove práticas sustentáveis que beneficiam o meio ambiente e as comunidades



rurais.

Nessa vertente, a incorporação de tecnologias na agricultura familiar tem se tornando cada vez mais importante, oferecendo aos agricultores uma variedade de ferramentas para aumentar a produtividade, eficiência e sustentabilidade. Nesse contexto destacam-se tecnologias como a agricultura de precisão, que se baseia em uma abordagem que utiliza tecnologias como GPS, sensores e softwares para coletar dados sobre as lavouras e o solo. Os dados permitem que os agricultores tomem decisões mais informadas sobre o manejo das culturas, como a aplicação de fertilizantes, pesticidas e água. Além disso, técnicas de irrigação eficiente contribuem em regiões secas, mantendo o cultivo e intensificando a produção com a otimização do uso de recursos naturais, principalmente hídricos. Sistemas como a irrigação por gotejamento e aspersão permitem uma aplicação mais precisa e eficiente da água, economizando recursos hídricos e energia (Ferreira; Soriano, 2007).

Nesse contexto, destacam-se também técnicas de controle biológico de pragas, que utilizam inimigos naturais, como insetos predadores e patógenos, para controlar pragas e doenças. Este método pode ser uma alternativa sustentável aos pesticidas químicos, que muitas vezes são prejudiciais ao meio ambiente e à saúde humana (Van Lenteren, 2012). Além disso, a agricultura orgânica visa a produção de alimentos sem o uso de fertilizantes sintéticos e pesticidas químicos. Embora a agricultura orgânica exija mais trabalho manual, ela é benéfica para o meio ambiente e à saúde humana (Reganold; Wachter, 2016).

A agricultura familiar conta também com a possibilidade de utilização de tecnologias de informação e comunicação de maneira a melhorar a comunicação entre agricultores, fornecendo acesso a informações e mercados, e facilitando a gestão das operações agrícolas. Aplicativos móveis podem fornecer informações sobre clima, preços de produtos cotados pelo mercado brasileiro e práticas agrícolas recomendadas (Aker, 2011). Em conjunto, a biotecnologia contribui no desenvolvimento de novas variedades de culturas mais resistentes a pragas, doenças e condições climáticas adversas. Também pode melhorar o valor nutricional dos alimentos, contribuindo para uma alimentação mais saudável (Carey; James, 2018).

Em um mundo cada vez mais preocupado com a sustentabilidade, a agricultura familiar torna-se otimizada diante do uso de fontes de energia renováveis, como solar e eólica, que podem ser usadas para alimentar operações agrícolas, ajudando a reduzir custos e emissões de gases de efeito estufa (Lana, 2009; Queiroz *et al.*, 2023). Nesse contexto, a agricultura digital combina



várias tecnologias, como agricultura de precisão, TICs e Internet das Coisas (IoT), para criar um sistema agrícola mais conectado e eficiente. A agricultura digital ajuda os agricultores a tomar melhores decisões de manejo, melhorar a produtividade e reduzir o impacto ambiental (Wolfert; Isakhanyan, 2022).

Por fim, na última ponta da cadeia de produção, a agricultura familiar pode contar com o mercado eletrônico, baseado em plataformas online que conectam diretamente agricultores a consumidores, permitindo vendas a preços mais justos e eliminando intermediários. Esta prática pode melhorar a renda dos agricultores e oferecer produtos mais frescos aos consumidores (Vorley *et al.*, 2012). As cooperativas também auxiliam os agricultores a acessar recursos, comércios e serviços inacessíveis individualmente ajudando a negociar preços melhores para os produtos, aumentando a força econômica coletiva (Bijman; Muradian; Schuurman, 2016).

A incorporação de tecnologias na agricultura familiar demonstra como diversas inovações estão ajudando a superar os desafios tradicionais enfrentados por este setor. No entanto, a tecnologia em software merece uma atenção especial, pois proporciona ferramentas importantes para a gestão eficiente e a tomada de decisões. O uso de softwares na agricultura familiar agrega funcionalidades e incorporam benefícios aos agricultores, fortalecendo ainda mais a integração de práticas modernas com os conhecimentos tradicionais. Nesse contexto, destaca-se sistemas como o Aegro, um software brasileiro de gestão agrícola que permite o planejamento e o monitoramento das atividades no campo. Oferece funcionalidades para o controle de estoque, financeiro, operações agrícolas e manejo de culturas. A integração de dados facilita a busca por alternativas, ajudando os agricultores a melhorar a eficiência e a produtividade (Murakami, 2018). Já a Strider, agora parte da Syngenta, desenvolve tecnologias para o monitoramento de lavouras. Suas soluções incluem sistemas de gestão de operações agrícolas e monitoramento em tempo real, permitindo que os agricultores detectem pragas e doenças rapidamente e tomem medidas preventivas (Birner; Daum; Pray, 2023).

Além disso, a FieldView é uma plataforma digital da Bayer que auxilia os agricultores no gerenciamento de dados das plantações. Ela permite a coleta, visualização e análise de dados agronômicos, facilitando a identificação de padrões e a tomada de decisões estratégicas para aumentar a produtividade e a sustentabilidade das práticas agrícolas (Bruneczak, 2021). Paralelamente, a Agrosmart oferece soluções de agricultura digital baseadas em IoT e *big data*. Seus produtos incluem monitoramento climático, gestão de irrigação e análise de solo. A



tecnologia da Agrosmart ajuda os agricultores a economizar recursos e melhorar a produtividade por meio de dados em tempo real (Murakami, 2018).

Geoagro, por sua vez, fornece ferramentas de geoprocessamento para a agricultura, como mapeamento de solos, análise de produtividade e planejamento de manejo. Utiliza imagens de satélite e drones, otimizando as operações e maximizando o rendimento das culturas (Bruneczak, 2021). Farmbox é um software de gestão agrícola que oferece funcionalidades para o controle de pragas, planejamento de plantio, gestão financeira e logística. Ele visa simplificar as operações diárias e melhorar a eficiência das propriedades rurais (Bruneczak, 2021).

O aplicativo móvel Silo conecta agricultores diretamente a compradores, facilitando a comercialização de produtos agrícolas. Ele permite que os produtores anunciem seus produtos, negociem preços e organizem a logística de entrega, melhorando o acesso ao mercado e aumentando a rentabilidade (Murakami, 2018; Brito *et al.*, 2023). Já a Cropio é uma plataforma de agricultura de precisão que utiliza dados de sensoriamento remoto para monitorar o crescimento das culturas, o uso de insumos e as condições do solo. A Cropio fornece informações sobre a saúde das plantações e recomendações para otimizar as práticas agrícolas (Buainain; Cavalcante; Consoline, 2021). Por fim, o AgroMapp é um aplicativo brasileiro que facilita o planejamento agrícola e o controle de atividades no campo. Ele oferece ferramentas para o registro de atividades, monitoramento de custos e análise de produtividade, ajudando os agricultores a gerenciar suas propriedades de maneira mais eficiente (Granizo *et al.*, 2023).

É importante destacar que os softwares mencionados acima representam apenas uma fração das soluções tecnológicas disponíveis para a agricultura familiar. Cada um deles oferece funcionalidades específicas que podem ser adaptadas às necessidades individuais dos agricultores, proporcionando uma gestão mais eficiente e sustentável das propriedades rurais. A crescente adoção dessas tecnologias tem o potencial de transformar a agricultura familiar, tornando-a mais competitiva diante dos desafios contemporâneos.

A conexão entre os avanços tecnológicos e a agricultura familiar é importante para entender o impacto significativo dessas inovações no setor. Apesar dos desafios persistentes, os avanços tecnológicos têm impulsionado a produtividade e a sustentabilidade, resultando em melhorias notáveis nas últimas décadas. A adoção de tecnologias como irrigação e mecanização impulsionou a produção agrícola familiar em 37% entre 2020 e 2023 (Pronaf, 2024), resultando em uma maior oferta de alimentos, especialmente para programas como o Programa Nacional de



Alimentação Escolar (PNAE) (Brasil, 2023).

Investimentos em técnicas de manejo e beneficiamento, como certificações de qualidade e rastreabilidade, aumentaram a qualidade dos produtos da agricultura familiar em 22% nos últimos cinco anos (CONAF, 2024). Isso atende às demandas do mercado e dos consumidores, gerando maior valor agregado para os produtos. Além disso, a diversificação de atividades como a exploração de diferentes culturas, criação de animais e produção de laticínios aumentou a renda das famílias em 18% entre 2019 e 2023 (CONAF, 2024), reduzindo a dependência de um único produto e aumentando a resiliência das unidades produtivas.

O processamento e a industrialização de produtos primários, como queijos, doces e conservas, geraram um aumento de 35% no retorno financeiro para os agricultores familiares em 2023, fortalecendo a competitividade do setor e abrindo novas oportunidades de mercado. Cooperativas e associações rurais cresceram 20% no último decênio, fortalecendo o poder de negociação dos agricultores, o acesso ao crédito e à assistência técnica (CONAF, 2024).

A Reforma Agrária e programas de regularização fundiária concederam acesso à terra para 1 milhão de famílias nos últimos 15 anos (Brasil, 2023), possibilitando o desenvolvimento da agricultura familiar em novas áreas e impulsionando a produção e a geração de renda. Além disso, a criação de políticas públicas, como o Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar, aumentou em 50% o crédito disponibilizado para o setor entre 2019 e 2023 (Pronaf, 2024), oferecendo também assistência técnica e infraestrutura para os agricultores familiares, consolidando o apoio necessário para o crescimento e a sustentabilidade da agricultura familiar no Brasil.

Além disso, a agricultura familiar tem experimentado avanços significativos com a adoção de tecnologias modernas, proporcionando aumentos em produtividade, eficiência e sustentabilidade. O aumento da produtividade e eficiência é um dos principais benefícios das TICs e ferramentas de agricultura de precisão. Estas tecnologias têm permitido aos agricultores familiares monitorar e gerenciar suas propriedades de maneira mais eficiente. Aplicativos móveis e plataformas digitais, como Aegro e FieldView, ajudam os agricultores a coletar e analisar dados sobre o solo, clima e plantas, permitindo decisões mais informadas e estratégias de cultivo mais eficazes (Aker, 2011; Birner; Daum; Pray, 2023).

Melhorias na gestão financeira e operacional também são notáveis. Softwares de gestão agrícola, como Farmbox e Geoagro, auxiliam os agricultores familiares no planejamento



financeiro e operacional. Eles oferecem funcionalidades para o controle de custos, gerenciamento de estoque e monitoramento das atividades diárias, facilitando a administração das propriedades e promovendo uma gestão mais organizada e transparente (Oliveira, 2018; Govind, 2023).

Na otimização do uso de recursos naturais a tecnologia tem feito diferença significativa. Tecnologias de irrigação avançadas e sensores de solo, oferecidos por empresas como Agrosmart, permitem a utilização mais eficiente da água e dos nutrientes. Sistemas de irrigação por gotejamento controlado por sensores ajudam a evitar o desperdício de água e garantem que as plantas recebam a quantidade exata de recursos necessários para o crescimento, promovendo a sustentabilidade e reduzindo os custos de produção (Santos *et al.*, 2023; Cruz *et al.*, 2011).

O monitoramento de pragas e doenças também foi aprimorado com a integração de drones e tecnologias de sensoriamento remoto, como os desenvolvidos pela Strider. Estas tecnologias permitem o monitoramento em tempo real das lavouras, facilitando a detecção precoce de pragas e doenças. Isso possibilita uma resposta rápida e eficiente, minimizando perdas e reduzindo a necessidade de pesticidas químicos (Saraiva *et al.*, 2013; Govind, 2023).

Acesso a mercados financeiros e comercializações foram facilitados por aplicativos como o Silo, que conectam diretamente os agricultores aos compradores, melhorando o acesso ao preço cotado e eliminando intermediários. Essa conexão direta aumenta a margem de lucro dos produtores e facilita a negociação de preços justos, além de promover a venda de produtos frescos e de qualidade superior (Didonet *et al.*, 2020).

Educação e capacitação são fundamentais para a evolução da agricultura familiar. Plataformas online e aplicativos educacionais são importantes na capacitação dos agricultores familiares. Programas de e-learning e tutoriais oferecidos por diversas plataformas digitais permitem que os agricultores aprendam novas técnicas de cultivo e gestão, promovendo a adoção de práticas agrícolas modernas e eficientes (Souza *et al.*, 2019; Santos *et al.*, 2023).

Por fim, a sustentabilidade e práticas ambientais são promovidas pela adoção de tecnologias que incentivam práticas agrícolas sustentáveis. Soluções como a agricultura de precisão e o uso de biotecnologia ajudam a minimizar o impacto ambiental das atividades agrícolas, reduzindo o uso de insumos químicos e promovendo a biodiversidade (Delgado; Bergamasco, 2017; Scoones *et al.*, 2020; Didonet *et al.*, 2020).

Esses avanços são importantes e demonstram como o setor da agricultura familiar tem enfrentar os desafios visando garantir a segurança alimentar global. No entanto, é fundamental



continuar investindo em infraestrutura, capacitação e políticas públicas que facilitem o acesso dos pequenos agricultores às tecnologias emergentes, assegurando que esses benefícios sejam amplamente distribuídos e sustentáveis no longo prazo.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A integração de tecnologia na agricultura familiar no Brasil é um fator de propulsão para potencializar a produtividade, a renda e a qualidade de vida no campo (Didonet *et al.*, 2020). Entretanto, este avanço enfrenta significativos desafios que dificultam a adoção generalizada pelos pequenos produtores, impactando diretamente no desenvolvimento sustentável da agricultura familiar e do agronegócio como um todo.

Os desafios socioeconômicos destacam-se pela falta de acesso à informação e capacitação adequada dos agricultores sobre as tecnologias disponíveis, o que limita sua familiarização com ferramentas inovadoras. Além disso, o acesso restrito a crédito e linhas de financiamento impede que muitos produtores, especialmente aqueles de baixa renda, invistam em tecnologias modernas. A infraestrutura deficiente nas áreas rurais, incluindo estradas precárias, falta de acesso à internet e energia elétrica instável, também representa um entrave significativo para a implementação efetiva de tecnologias que dependem dessas estruturas básicas.

No âmbito tecnológico, o alto custo de aquisição e manutenção de tecnologias avançadas cria uma disparidade considerável entre os agricultores familiares, tornando muitas dessas soluções financeiramente inviáveis para a maioria. Além disso, muitas das tecnologias disponíveis não são adaptadas às pequenas propriedades e às condições específicas da agricultura familiar, exigindo ajustes complexos ou sendo impraticáveis para implementação em larga escala. A complexidade no manejo de algumas dessas tecnologias também representa um desafio adicional, especialmente para agricultores com pouca familiaridade em lidar com ferramentas digitais e inovações tecnológicas.

No contexto institucional, a falta de políticas públicas eficazes direcionadas especificamente à agricultura familiar limita o apoio e direcionamento necessários para os produtores adotarem tecnologias de forma efetiva. Além disso, a fragilidade dos serviços de assistência técnica qualificadas dificulta a orientação adequada dos agricultores na seleção, implementação e manejo das tecnologias mais adequadas. A falta de comunicação e colaboração



entre diferentes setores, como governo, academia, empresas e ONGs, também compromete a criação de um ambiente propício para a disseminação de tecnologia na agricultura familiar.

É importante ressaltar que a integração de tecnologia na agricultura familiar no Brasil não apenas representa um potencial significativo para o desenvolvimento sustentável do campo, mas também é essencial para enfrentar os desafios mencionados anteriormente. A implementação eficaz dessas tecnologias pode não só aumentar a produtividade agrícola e a renda dos pequenos produtores, como também melhorar de maneira considerável a qualidade de vida nas áreas rurais.

A adoção de tecnologias adequadas oferece diversas oportunidades e benefícios palpáveis. Por exemplo, a utilização de sistemas de irrigação eficiente, manejo avançado da fertilidade do solo e seleção de variedades de alto rendimento pode resultar em ganhos significativos de produtividade agrícola, contribuindo para a segurança alimentar e econômica das famílias agricultoras. Além disso, a implementação de tecnologias para controle de pragas, doenças e processos pós-colheita não só melhora a qualidade dos produtos como também abre novas oportunidades comerciais, aumentando a competitividade da agricultura familiar no mercado.

Reduzir os custos de produção é outro benefício da adoção tecnológica, possibilitando uma gestão mais eficiente de insumos agrícolas e uma maior mecanização das atividades, o que consequentemente eleva a margem de lucro dos agricultores familiares. Além disso, o acesso facilitado à informação por meio de plataformas online, aplicativos móveis e outros serviços digitais não só empodera os agricultores na gestão de seus negócios como também os conecta a informações críticas sobre mercado, preços e práticas agrícolas inovadoras.

A melhoria das condições de trabalho também é um aspecto significativo, com tecnologias que reduzem o trabalho manual pesado e promovem um ambiente de trabalho mais seguro e saudável para os agricultores familiares. A agregação de valor à produção, através de tecnologias de processamento e rotulagem, pode permitir aos produtores familiares diferenciar seus produtos no mercado e obter uma maior valorização. Além disso, práticas agrícolas sustentáveis, como agricultura de precisão e manejo conservacionista do solo, não só aumentam a eficiência produtiva como também minimizam o impacto ambiental, contribuindo para a sustentabilidade a longo prazo das operações agrícolas.

Para que esses benefícios se concretizem plenamente, é importante que diversos agentes, incluindo governo, instituições de pesquisa, empresas privadas, organizações da sociedade civil



e cooperativas, trabalhem em conjunto. Dessa maneira, a formulação de políticas públicas direcionadas à agricultura familiar, o investimento em pesquisa e desenvolvimento de tecnologias adaptadas às pequenas propriedades, e o fortalecimento da infraestrutura básica no meio rural são passos fundamentais para promover uma adoção tecnológica eficaz e sustentável. A capacitação dos agricultores através de cursos, treinamentos e workshops, bem como a disseminação de conhecimentos sobre tecnologias adequadas, são importantes nesse processo. Por fim, a colaboração entre os setores público e privado, aliada à organização coletiva dos agricultores familiares pode ajudar a superar os desafios institucionais e promover um ambiente propício para a adoção de tecnologia na agricultura familiar.

5 CONCLUSÃO

A agricultura familiar representa um conjunto importante na segurança alimentar e no desenvolvimento sustentável do Brasil. Com a característica da mão de obra familiar, essa modalidade não apenas contribui para a produção agrícola nacional, mas também na preservação da biodiversidade e na promoção de práticas agrícolas sustentáveis. A introdução de tecnologias tem sido um elemento importante para aumentar a produtividade e melhorar a qualidade dos produtos agrícolas. No entanto, existem desafios que necessitam ser tratados e superados.

Os principais obstáculos incluem a falta de acesso à informação e capacitação, restrições no financiamento e infraestrutura inadequada nas áreas rurais. Esses fatores continuam a limitar a adoção de tecnologias pelas pequenas propriedades agrícolas. Para superar essas barreiras, faz-se necessário que haja um investimento contínuo em políticas públicas que facilitem o acesso das famílias agricultoras às tecnologias apropriadas e promovam a educação e capacitação técnica.

Além disso, estratégias como a diversificação das atividades agrícolas e a agregação de valor aos produtos têm se mostrado eficazes para aumentar a renda e fortalecer a resiliência dos agricultores familiares frente a condições adversas de mercado. O fortalecimento das cooperativas e associações rurais também contribuem melhorando o acesso a mercados e serviços, além de promover a cooperação entre os produtores.

Dessa maneira, este artigo destacou os desafios enfrentados pela agricultura familiar na busca da promoção da sustentabilidade e do desenvolvimento. A análise das barreiras socioeconômicas, tecnológicas e institucionais oferece uma visão das dificuldades enfrentadas



pelos pequenos agricultores. As recomendações apresentadas, como o fortalecimento das políticas públicas, o apoio às associações rurais e a capacitação técnica, são direcionadores para a criação de um ambiente favorável à modernização e eficiência da agricultura familiar, contribuindo assim para o fortalecimento da segurança alimentar e da economia rural no país.



REFERÊNCIAS

AKER, J. C. Dial “A” for agriculture: a review of information and communication technologies for agricultural extension in developing countries. **Agricultural economics**, v. 42, n. 6, p. 631-647, 2011.

ALTIERI, M. A.; NICHOLLS, C. I. Agroecology: Challenges and opportunities for farming in the Anthropocene. **Ciencia e investigación agraria: revista latinoamericana de ciencias de la agricultura**, v. 47, n. 3, p. 204-215, 2020.

BIJMAN, J.; MURADIAN, R.; SCHUURMAN, J. (Ed.). **Cooperatives, economic democratization and rural development**. Cheltenham: Edward Elgar Publishing, 2016.

BIRNER, R.; DAUM, T.; PRAY, C. Who drives the digital revolution in agriculture? A review of supply side trends, players and challenges. **Applied economic perspectives and policy**, v. 43, n. 4, p. 1260-1285, 2021.

BRITO, B. F. *et al.* Transformação sustentável nas feiras da agricultura familiar de Gurupi: Utilização de PANC como fonte de alimentação e renda. **Research, Society and Development**, v. 12, n. 14, 2023.

BRASIL. **Reconstrução das Políticas para a Agricultura Familiar**. Brasília: Ministério do Desenvolvimento Agrário e Agricultura Familiar, 2023.

BRUNECZAK, S. J. **Utilização de novas tecnologias no cultivo de soja e arroz irrigado no município de Tapes (RS), Brasil**. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Educação Socioambiental) - Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Tapes, 2021.

BUAINAIN, A.; CAVALCANTE, P.; CONSOLINE, L. **Estado atual da agricultura digital no Brasil. Inclusão dos agricultores familiares e pequenos produtores rurais**. Santiago: CEPAL, 2021.

CONAF. **Confederação Nacional da Agricultura Familiar do Brasil**. Disponível em: <https://conafbrasil.org.br>. Acesso em: 15 ago. 2024.

CRUZ, J. C. *et al.* **Produção de milho na agricultura familiar**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, Repositório de Informação Tecnológica da Embrapa, 2011.

DAINESE, M. *et al.* A global synthesis reveals biodiversity-mediated benefits for crop production. **Science advances**, v. 5, n. 10, 2019.

DEFANTE, M. *et al.* O papel do crédito agrícola brasileiro e sua distribuição por estratos de produtores. **Revista Teoria e Evidência Econômica**, v. 7, n. 12, 1999.

DELGADO, G. C.; BERGAMASCO, S. M. P. P. **Agricultura familiar brasileira: desafios e perspectivas de futuro**. Brasília: Ministério do Desenvolvimento Agrário, v. 470, 2017.



DIDONET, A. D. *et al.* **Desafios de inovação para a agricultura familiar-estratégia para a agricultura familiar**: visão de futuro rumo à inovação. Brasília, DF: Embrapa, 2020.

EMBRAPA. **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária**. Disponível em: <https://www.embrapa.br>. Acesso em: 15 ago. 2024.

FAO. **Family Farming Knowledge Platform**. Disponível em: <https://www.fao.org/family-farming>. Acesso em: 15 ago. 2024.

FAO. **The State of Food and Agriculture 2021**. Roma: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2021.

FERERES, E.; SORIANO, M. A. Deficit irrigation for reducing agricultural water use. **Journal of experimental botany**, v. 58, n. 2, p. 147-159, 2007.

GLIESSMAN, S. R. Transforming food and agriculture systems with agroecology. **Agriculture and Human Values**, v. 37, p. 547-548, 2020.

GOVIND, A. GeoAgro-Dehqon. A Comprehensive Digital Solution to Support Uzbek Small Holder Farmers and Policy makers to Achieve Climate Resilience and Sustainable Intensification. **MEL - Agricultural Research Knowledge**, 2023.

GRANIZO, G. P. C. *et al.* Solución agrícola: aportes como soporte en la asesoría técnica del cultivo de cacao. **Contribuciones a la Economía**, v. 21, n. 2, p. 16-27, 2023.

IBGE. **Atlas do espaço rural brasileiro**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2020.

IRENA. **Renewable Readiness Assessment: Paraguay**. Masdar: International Renewable Energy Agency, 2021.

LANA, R. P. **Uso racional de recursos naturais não-renováveis: aspectos biológicos, econômicos e ambientais**. AGRIS – International System for Agricultural Science and Technology, 2009.

MUNOZ-RODRIGUEZ, M. *et al.* The primacy of politics in public food security policies: The case of home gardens. **Sustainability**, v. 12, n. 10, p. 4316, 2020.

MURAKAMI, C. K. **Softwares no agronegócio: uma análise com enfoque contábil-financeiro**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências Contábeis) - Universidade de Brasília, Brasília, 2018.

OLIVEIRA, A. F. O crédito rural e a agricultura familiar no Brasil: Desafios e perspectivas. **Revista de Direito da Faculdade de Direito da Universidade de Brasília**, v. 52, n. 2, 2018.

PRONAF. **Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar**. Disponível em: <https://www.gov.br/mda/>. Acesso em: 15 ago. 2024.



QUEIROZ, A. F. *et al.* Entendendo a importância do controle gerencial para a performance econômica na agricultura familiar. **Organizações Rurais & Agroindustriais**, v. 25, 2023.

REGANOLD, J. P.; WACHTER, J. M. Organic agriculture in the twenty-first century. **Nature plants**, v. 2, n. 2, p. 1-8, 2016.

SANTOS, G. *et al.* Sustainable and Autonomous Soil Irrigation: Agro Smart Solution. In: **Internet of Behaviors Implementation in Organizational Contexts**. IGI Global, 2023. p. 359-379.

SARAIVA, E. B. *et al.* Panorama da compra de alimentos da agricultura familiar para o Programa Nacional de Alimentação Escolar. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 18, n. 4, 2013.

SCOONES, I. *et al.* Transformations to sustainability: combining structural, systemic and enabling approaches. **Current Opinion in Environmental Sustainability**, v. 42, p. 65-75, 2020.

SOUZA, P. M. *et al.* Diferenças regionais de tecnologia na agricultura familiar no Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 57, p. 594-617, 2019.

VAN LENTEREN, J. C. The state of commercial augmentative biological control: plenty of natural enemies, but a frustrating lack of uptake. **BioControl**, v. 57, n. 1, p. 1-20, 2012.

VORLEY, B. *et al.* **Small producer agency in the globalised market: Making choices in a changing world**. IIED: London, UK, 2012.

WINTER, K. B.; LINCOLN, N. K.; BERKES, F. The social-ecological keystone concept: a quantifiable metaphor for understanding the structure, function, and resilience of a biocultural system. **Sustainability**, v. 10, n. 9, 2018.

WOLFERT, S.; ISAKHANYAN, G. Sustainable agriculture by the Internet of Things—A practitioner's approach to monitor sustainability progress. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 200, 2022.