

AS TECNOLOGIAS DIGITAIS E OS IMPACTOS NO CAMPO: UMA PERSPECTIVA PARA AGRICULTORES FAMILIARES.

DIGITAL TECHNOLOGIES AND THEIR IMPACTS ON THE COUNTRYSIDE: A PERSPECTIVE FOR FAMILY FARMERS

LAS TECNOLOGÍAS DIGITALES Y LOS IMPACTOS EN EL CAMPO: UNA PERSPECTIVA PARA AGRICULTORES FAMILIARES¹

George Henrique Moura da Cunha²

Helga Cristina Hedler³

Simone de Araújo Góes Assis⁴

Resumo - A Agricultura 4.0 promete ampliar a eficiência, a produtividade e a sustentabilidade no campo, mas sua difusão evidencia desigualdades sociotécnicas e econômicas profundas. Este artigo analisa os impactos das tecnologias da informação na agricultura familiar, destacando suas formas de uso e os principais desafios enfrentados por esses produtores. Para isso, adota-se uma abordagem qualitativo-descritiva, baseada em revisão bibliográfica sistemática e análise documental de dados secundários do Censo Agropecuário do IBGE, com o propósito de contribuir para a formulação de políticas públicas voltadas ao setor. Os resultados indicam que o acesso às inovações digitais ocorre de maneira desigual quando comparado ao agronegócio patronal. Entre os principais obstáculos enfrentados pela agricultura familiar estão o “apagão de conectividade” rural, o baixo letramento digital associado ao envelhecimento da população no campo, a defasagem dos serviços de extensão rural e a limitada autonomia sobre os dados gerados pelas tecnologias digitais. Além disso, as dificuldades de acesso ao crédito rural, intensificadas pela exigência de garantias reais e pela falta de linhas de financiamento para ativos intangíveis, restringem de forma significativa a modernização desse segmento. Conclui-se que, se não for acompanhada por políticas inclusivas, a transição digital pode aprofundar as desigualdades estruturais já presentes no meio rural.

Palavras-chave: Agricultura 4.0; Agricultura Familiar; Exclusão Digital; Crédito Rural; Inovação Tecnológica.

Abstract - Agriculture 4.0 promises to enhance efficiency, productivity, and sustainability in the countryside; however, its dissemination reveals profound socio-technical and economic inequalities. This article analyzes the impacts of information technologies on family farming, highlighting their modes of use and the main challenges faced by these producers. To this end, a qualitative-descriptive approach is adopted, based on a systematic literature review and documentary analysis of secondary data from the IBGE Agricultural Census, with the aim of contributing to the formulation of public policies for the sector. The results indicate that access to digital innovations occurs unevenly when compared to large-scale agribusiness. Among the main obstacles faced by family farming are the rural "connectivity gap," low digital literacy associated with an aging rural population, the lag in rural extension services, and limited autonomy over data generated by digital technologies. Furthermore, difficulties in accessing rural credit—exacerbated by the requirement for physical collateral and the lack of financing lines for intangible assets—significantly restrict the modernization of this segment. It is concluded that, if not accompanied by inclusive policies, the digital transition may deepen the structural inequalities already present in rural areas.

¹ Este trabalho recebeu apoio do Fundo de Apoio à Pesquisa do Distrito Federal (FAP-DF), no âmbito do projeto AgroTec DF: Inovação Digital na Agricultura Familiar, vinculado à Chamada Pública 04/2024 – Agro Learning.

² Centro Universitário IESB – Brasília-DF/Brasil. E-mail: georgehmc@outlook.com ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1163-0975>

³ Centro Universitário IESB – Brasília-DF/Brasil E-mail: helga@iesb.br ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3895-5200>

⁴ Centro Universitário IESB – Brasília-DF/Brasil. E-mail: simone.a.assis@iesb.edu.br ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-9575-7341>

Keywords: Agriculture 4.0; Family Farming; Digital Divide; Rural Credit; Technological Innovation.

Resumen - La Agricultura 4.0 promete ampliar la eficiencia, la productividad y la sostenibilidad en el campo, pero su difusión evidencia profundas desigualdades sociotécnicas y económicas. Este artículo analiza los impactos de las tecnologías de la información en la agricultura familiar, destacando sus formas de uso y los principales desafíos enfrentados por estos productores. Para ello, se adopta un enfoque cualitativo-descriptivo, basado en una revisión bibliográfica sistemática y en el análisis documental de datos secundarios del Censo Agropecuario del IBGE, con el propósito de contribuir a la formulación de políticas públicas dirigidas al sector. Los resultados indican que el acceso a las innovaciones digitales ocurre de manera desigual en comparación con el agronegocio patronal. Entre los principales obstáculos que enfrenta la agricultura familiar se encuentran el “apagón de conectividad” rural, la baja alfabetización digital asociada al envejecimiento de la población en el campo, el rezago de los servicios de extensión rural y la limitada autonomía sobre los datos generados por las tecnologías digitales. Además, las dificultades de acceso al crédito rural, intensificadas por la exigencia de garantías reales y por la falta de líneas de financiamiento para activos intangibles, restringen de forma significativa la modernización de este segmento. Se concluye que, si no va acompañada de políticas inclusivas, la transición digital puede profundizar las desigualdades estructurales ya presentes en el medio rural.

Palabras clave: Agricultura 4.0; Agricultura Familiar; Exclusión Digital; Crédito Rural; Innovación Tecnológica.

1. Introdução

Ao longo da história, a tecnologia tem impactado diretamente no desenvolvimento das atividades humanas, proporcionando um aumento substancial da produtividade, permitindo que as gerações que vivem no tempo presente tenham a sua disposição uma maior quantidade de bens e serviços, que as foram disponibilizadas pelas gerações anteriores. Tal movimento, tem impactado diretamente na qualidade de vida da sociedade, em particular os segmentos mais pobres. Esse movimento não tem se limitado a um setor específico ou a um segmento da economia, ele abrange as atividades humanas como um todo. É interessante destacar que tal fenômeno tem-se verificado, tanto no campo como nas cidades.

Desde o início da Revolução Industrial, a aplicação do conhecimento na elaboração de bens e serviços tem evoluído constantemente e com uma velocidade cada mais acelerada nas últimas décadas. Desde meados do século XX, a dinâmica deste processo tornou-se mais intensivo, acelerando as discrepâncias entre os setores mais modernos e os mais tradicionais, conduzindo a sociedade a uma rede de informação. Este efeito pode ser um resultado da transição da Era Industrial para a Era do Conhecimento, onde as mudanças técnicas têm impactado diretamente nas atividades desempenhadas pela força de trabalho (Schumpeter, 1984).

Em uma sociedade em rede, a dinâmica do processamento das informações e a geração do conhecimento, são o alicerce para o crescimento da produtividade com impactos diretos nas relações de trabalho. Neste novo paradigma produtivo, as

transformações nas relações de trabalho demandam que o trabalhador seja capaz de adaptar-se a fluxos constantes de mudança e incerteza, características intrínsecas deste novo modelo (Castells, 2011).

Em ambientes diferentes, porém impactados da mesma forma, trabalhadores do campo e da cidade vivenciam estas transformações nas suas estratégias de adaptação aos novos tempos. Assim, a educação é uma ferramenta fundamental para que o trabalhador do campo possa fazer uma transição pacífica ou menos turbulenta em um ambiente em constante evolução tecnológica. Se no começo da Revolução Industrial artesãos arruinados destruíam, sem resultados positivos, máquinas na esperança de deter sua eliminação econômica. Hoje, o cenário, que impacta diretamente sobre os agricultores, e em particular pequenos produtores do campo, não é muito diferente daquele manifestado há três séculos.

As mudanças que as novas tecnologias impõem ao mundo rural transformaram a agricultura que é atualmente denominada de Agricultura 4.0 ou Agricultura de Precisão. Como consequência, no ambiente organizacional, os efeitos se traduzem desde a coleta de dados básicos até a automação completa do todo o ciclo produtivo. Assim posto, a atuação do produtor rural também se metamorfoseia, de um executor de trabalhos manuais para gestor de dados. Porém, estas transformações não ocorrem de forma homogênea no mundo do campo, principalmente entre a agricultura voltada para exportação e a agricultura familiar. O uso das tecnologias de informação pode alterar o hiato entre estes dois mundos.

Diante desta questão, uma pergunta pode ser formulada: como as tecnologias da informação tem afetados os agricultores familiares em sua vida profissional. O objetivo deste trabalho é realizar um levantamento das formas como as tecnologias da informação são empregadas na agricultura familiar.

Este artigo utiliza uma abordagem metodológica qualitativo-descritiva, baseada em revisão bibliográfica sistemática e análise documental de dados secundários provenientes dos censos produzidos pelo IBGE. A partir dos referenciais teóricos da Era do Conhecimento e da Sociedade em Rede, a pesquisa procura esboçar uma análise das desigualdades sociotécnicas e econômicas associadas à passagem do modelo agrícola tradicional para a Agricultura 4.0. Assim, ao comparar indicadores estruturais da produção patronal e da pequena propriedade, o estudo organiza um conjunto dos

principais fatores que explicam as diferenças tecnológicas no campo e apresenta um diagnóstico sobre as possibilidades de inserção dos pequenos produtores nas cadeias agrícolas contemporâneas.

2. Revisão Bibliográfica

2.1 O Papel da Agricultura Familiar

A agricultura familiar desempenha papel fundamental na segurança alimentar, especialmente em um contexto de crescimento contínuo da população mundial. Essa relevância torna-se ainda mais evidente diante da projeção das Nações Unidas, segundo a qual a população global alcançou 8,2 bilhões de pessoas em 2025 (United Nations Population Fund, 2025). A distribuição da renda, porém, ocorre de forma bem heterógena, evidenciando profundas disparidades sociais na sociedade. Essa condição torna-se clara ao se observar que uma em cada cinco pessoas vive em situação de pobreza, sobretudo na África Subsaariana e no Sul da Ásia (United Nations Development Programme [UNDP] & Oxford Poverty and Human Development Initiative [OPHI], 2023) ⁵. No Brasil, esse quadro atinge 3,5% da população, o que corresponde a aproximadamente 7,35 milhões de pessoas (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística [IBGE], 2025).

A agricultura familiar uma das formas mais comuns de agricultura no mundo. Segundo Lowder et al. (2021), existem no mundo mais de 608 milhões de propriedades agrícolas, das quais mais de 90% das terras podem ser classificadas como propriedades familiares. Esse dado é bem significativo, pois essas unidades ocupam mais de dois terços das áreas destinadas à agricultura, entre 70% e 80% das terras agrícolas, e respondem por quatro de cada cinco alimentos produzidos no mundo em termos de valor.

No entanto, é importante destacar que propriedades agrícolas familiares e pequenas propriedades não representam, necessariamente, a mesma realidade. Um grupo reduzido de famílias controla grandes extensões de terra, com altos rendimentos e gestão realizada por um ou dois membros da família, muitas vezes com uso de tecnologias poupadoras de mão de obra e intensivas em capital (UNDP & OPHI, 2023). Essa, porém, não é a realidade da maioria dos agricultores familiares, que possuem áreas menores,

⁵ De acordo com dados recentes do Banco Mundial, estima-se que cerca de 9,0% da população mundial — o que equivale a aproximadamente 712 milhões de pessoas — vivem na pobreza extrema, sob a linha internacional fixada em US\$ 2,15 por dia (em Paridade de Poder de Compra de 2017). Para o Brasil, estes dados representam 3,5% da população (aproximadamente 7,35 milhões de pessoas).

frequentemente insuficientes para gerar rendimentos adequados à sobrevivência e excedentes comercializáveis. É justamente neste quadro, o cenário mais frequente, que mais de um terço dos gêneros alimentícios são produzidos. Embora 84% das pequenas propriedades tenham menos de 2 hectares, elas ocupam apenas 12% das terras agricultáveis do planeta e, ainda assim, respondem por aproximadamente 35% dos alimentos produzidos (Lowder et al., 2025).

2.2 A definição da Agricultura Familiar

A agricultura familiar caracteriza-se, em geral, por propriedades rurais de pequeno porte, administradas por membros de uma mesma família e fortemente vinculadas à região em que estão inseridas, além de preservarem práticas e técnicas tradicionais. Apesar de sua importância, essas unidades produtivas enfrentam diversas barreiras, como acesso limitado a crédito e serviços financeiros, dificuldades para incorporar novas tecnologias, obstáculos para inserir seus produtos nos mercados consumidores e problemas de infraestrutura (Coca et al., 2025).

De acordo com a Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO, 2013), a agricultura familiar é definida como:

“Uma forma de organizar a produção agrícola, florestal, pesqueira, pastoril e aquícola que é gerida e operada por uma família e predominantemente dependente da mão de obra familiar, tanto de mulheres quanto de homens. A família e a fazenda estão vinculadas, coevoluem e combinam funções econômicas, ambientais, sociais e culturais.” (FAO, 2013).

2.2.1 A definição no Brasil

A definição deste conceito no Brasil, está regulamentada pela Lei nº 11.326, de 24 de julho de 2006, que estabelece parâmetros necessários para o produtor rural possa ser enquadrado nesta categoria (Brasil, 2006). A legislação estabelece o marco regulatório que define os critérios e requisitos que o produtor rural deve cumprir, para ter acesso às políticas públicas direcionadas ao pequeno produtor familiar, tais como: Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar - PRONAF, o Programa Nacional de Alimentação Escolar - PNAE e o Programa de Aquisição de Alimentos - PAA.

De acordo com a legislação brasileira, são quatro os pilares fundamentais usados como critério para um produtor rural ser classificado como agricultor familiar ou

empreendedor familiar rural⁶. Para ser enquadrado, ele deve atender, ao mesmo tempo, aos seguintes requisitos:

- a) Sua propriedade deve ter até 4 Módulos Fiscais⁷;
- b) A mão de obra que trabalha na propriedade seja composta majoritariamente por membros do núcleo familiar;
- c) A renda familiar ser predominantemente oriunda das atividades econômicas vinculadas ao próprio estabelecimento ou empreendimento.
- d) A gestão do empreendimento é realizada por membros da família que residem e trabalham na propriedade

A legislação brasileira estende o enquadramento de agricultura familiar a diferentes povos e comunidades tradicionais que desenvolvem atividades em regime de subsistência e produção familiar. Segundo o artigo 3º da Lei nº 11.326 (2006), também são equiparados aos agricultores familiares os povos e comunidades tradicionais que mantêm o trabalho e a produção centrados na dinâmica familiar. Sob esse amparo legal, enquadram-se os beneficiários da reforma agrária, comunidades quilombolas, povos indígenas, pescadores artesanais, aquicultores, silvicultores e extrativistas (Brasil, 2006).

Embora o conceito de agricultura familiar seja frequentemente associado ao pequeno agricultor e esteja amparado pela legislação brasileira, nesta pesquisa ele será utilizado de forma mais restrita, referindo-se aos resultados relacionados à pequena propriedade.

3. Agricultura 4.0

⁶ Em nosso trabalho, vamos considerar o conceito de agricultor familiar e empreendedor rural, de acordo com os parâmetros da lei, como um mesmo grupo populacional.

⁷Módulo Fiscal é a unidade de medida central para a classificação jurídica e a distribuição de terras da agricultura familiar no Brasil (conforme prevê a Lei nº 11.326/2006). Criado pela Lei nº 6.746, de 10 de dezembro de 1979 (que alterou o Estatuto da Terra), o módulo fiscal é uma unidade de medida expressa em hectares (ha). Diferente de uma medida fixa de área (como o alqueire), o módulo fiscal é variável e determinado de forma individual para cada município brasileiro pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (Incra).

O módulo fiscal no Brasil apresenta grandes diferenças entre regiões (Brasil, 2017). Ele varia de acordo com as características econômicas, climáticas, logísticas do país, refletindo as diferenças de produtividade. Nesse sentido, um módulo fiscal pode ter entre 5 e 110 hectares. Este instrumento também é usado para a classificação dos imóveis rurais: minifúndio (área inferior a um módulo fiscal); pequena propriedade (entre 2 e 4 módulos fiscais); média propriedade (maior que 4 até 15 módulos fiscais); e grande propriedade (acima de 15 módulos fiscais)

Ao longo do tempo, as práticas agrícolas evoluíram em estreita relação com o desenvolvimento tecnológico da sociedade. Contudo, esse processo não ocorre de maneira homogênea; ao contrário, manifesta-se no campo de forma bastante desigual. Como resultado, podem coexistir, dentro de uma mesma economia, setores que ainda utilizam técnicas consideradas obsoletas e outros que incorporam tecnologias modernas. De acordo com a literatura, essa trajetória pode ser sintetizada em quatro estágios da agricultura.

De acordo com Mihret, Takele e Mintesinott (2025), a Agricultura 1.0 corresponde a um estágio de baixa incorporação tecnológica, no qual a ampliação da produção depende principalmente do uso intensivo de trabalho, terra e instrumentos simples. Nesse estágio, ferramentas manuais, como enxada, arado tradicional, foice e forcado, além da tração animal, são empregadas no preparo da terra, no plantio e na colheita. Trata-se, portanto, de um sistema produtivo caracterizado por baixa produtividade, limitada renda por unidade de insumo e elevada dependência de mão de obra.

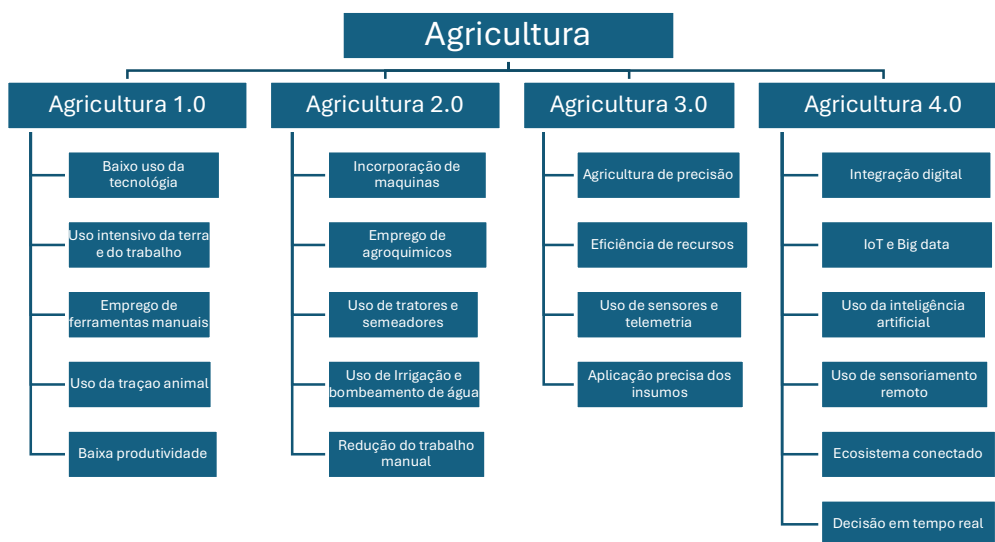
Na fase da Agricultura 2.0, observa-se a incorporação de máquinas agrícolas, agroquímicos e tecnologias mecânicas especializadas, ainda que com menor intensidade de capital quando comparada aos estágios posteriores. Nessa etapa, passam a ser utilizados tratores, pulverizadores, semeadores, aplicadores de esterco, colheitadeiras, debulhadoras, equipamentos de irrigação e sistemas de bombeamento de água, ampliando a capacidade produtiva e reduzindo parte da dependência do trabalho manual (Mihret; Takele; Mintesinott, 2025).

Na fase seguinte, a Agricultura 3.0, também denominada agricultura de precisão, busca conciliar o aumento da produtividade agrícola com maior eficiência no uso dos recursos naturais. Essa etapa incorpora máquinas guiadas, sensores, controladores, telemática, softwares de gerenciamento de dados e técnicas de melhoramento genético. Com isso, torna-se possível aplicar insumos, como fertilizantes, pesticidas e fungicidas, de forma mais precisa, considerando as necessidades específicas das culturas em determinados locais e momentos. Essa lógica contribui para elevar a eficiência, a produtividade e a rentabilidade da produção agrícola, ao mesmo tempo em que reduz desperdícios e impactos ambientais (Mihret; Takele; Mintesinott, 2025).

Por fim, a Agricultura 4.0 caracteriza-se pela integração de tecnologias digitais avançadas ao processo produtivo rural, como Internet das Coisas (IoT), Big Data, inteligência artificial, sensoriamento remoto e sistemas de automação. A agricultura digital representa a convergência de tecnologias de informação e comunicação (TIC) com práticas agrícolas tradicionais, criando paradigmas de produção, gestão e comercialização (Ibrahim e Truby, 2023). Esta transformação é caracterizada pela coleta massiva de dados agrícolas, análise preditiva, automação de processos e conectividade em tempo real entre diferentes atores da cadeia de valor agrícola. Essa integração transforma o manejo agrícola tradicional em um ecossistema conectado, no qual a coleta, o processamento e a análise de dados em tempo real passam a orientar a tomada de decisão do produtor rural (Molin; Amaral; Colaço, 2020).

Podemos resumir as principais características das quatro fases da agricultura, no quadro a seguir:

Quadro 1: Quadro Comparativo da agricultura



Fonte: Elaborado pelos autores, com base em Massruhá et al. (2020) e De Clercq, Vats e Biel (2018).

4. Problemas encontrados pelos agricultores familiares

4.1 O perfil das propriedades familiares

As dificuldades encontradas pelos agricultores familiares têm uma forte correlação com aquelas encontradas pelas pequenas empresas urbanas. Há de ressaltar que, embora elas atuem em realidades diferentes, a pequena empresa urbana e a unidade familiar de produção agrícola apresentam características estruturais semelhantes. Por

exemplo: elas operam com uma pequena escala de produção, suas atividades dependem do trabalho de poucas pessoas que muitas vezes de membros da sua própria família, e também estão mais sujeitas as reações do mercado pois seu poder barganha é frequentemente reduzido. O conjunto destas adversidades limitam a capacidade de sobrevivência e restringem suas possibilidades de expansão, quando comparadas as mesmas condições que as firmas e propriedades agrícolas de maior porte.

Os agricultores familiares têm uma participação expressiva na atividade rural. Eles são a maioria dos proprietários. De acordo com o Censo Agropecuário do IBGE em 2017 (2019), três em cada quatro propriedades rurais são familiares (77%). Essas unidades ocupam quase um quarto da área plantada do país (23%), respondem por parcela semelhante da renda produzida (23%) e constituem a principal fonte de postos de trabalho no campo, com duas em cada três pessoas ocupadas no setor (Quadro 1).

Quadro 1: Indicadores estratégicos dos estabelecimentos rurais brasileiros - 2017

Indicador	Dado / Percentual	Significado e Impacto
Estabelecimentos Rurais	3.897.408 (77% do total do país)	A imensa maioria das propriedades rurais brasileiras é de base familiar.
Área Ocupada	80,9 milhões de hectares (23% da área total)	Forte concentração fundiária: usam menos de 1/4 das terras agricultáveis.
Geração de Emprego	10,1 milhões de pessoas (67% da mão de obra rural)	É a maior empregadora do meio rural brasileiro.
Valor da Produção	R\$ 107 bilhões (23% do valor total da produção agropecuária)	Altíssima eficiência por hectare ocupado.

Fonte: IBGE (2025).

De acordo com o Censo Agropecuário de 2017, a propriedade rural brasileira possuía, em média, 69 hectares. Esse dado, contudo, não reflete com precisão a imensa diversidade fundiária existente no país. No caso da agricultura familiar, a legislação estabelece que o imóvel deve ter até quatro módulos fiscais para ser enquadrado nessa categoria. Como o tamanho do módulo varia conforme o município, podendo abranger de 5 a 110 hectares, uma mesma propriedade de 69 hectares pode ou não ser classificada como familiar, a depender exclusivamente da dimensão do módulo local estipulado para a região (BRASIL, 2006).

Embora os dados do Censo Agropecuário de 2017 apontem a agricultura familiar como a principal empregadora do setor, sua participação na ocupação territorial revela um quadro bastante desproporcional. As condições de produção no campo estão longe de ser homogêneas, especialmente no que diz respeito à distribuição de terras. Segundo o

IBGE (2019), a estrutura agrária brasileira é marcada por uma profunda desigualdade: enquanto as propriedades familiares possuem, em média, apenas 20,7 hectares, os estabelecimentos não familiares alcançam a média de 257 hectares. Esse contraste expressivo escancara a histórica concentração fundiária no país (Lowder; Sánchez; Bertini, 2021).

4.2 Diferenças nas condições de produção e financiamento

Além da profunda desigualdade agrária, os agricultores familiares enfrentam uma forte restrição à sua capacidade de competir, em virtude das limitações de escala de suas áreas de cultivo frente às grandes propriedades. Essa assimetria pode ser compreendida pelo conceito clássico de economia de escala, segundo o qual o custo médio de produção por unidade tende a diminuir à medida que o volume produzido aumenta. Consequentemente, os grandes empreendimentos rurais conseguem operar a custos significativamente menores, colocando os pequenos produtores em clara desvantagem competitiva no mercado.

Esse cenário torna-se evidente ao analisarmos a dinâmica operacional dessas unidades. As pequenas propriedades adquirem insumos, produzem e comercializam suas safras em uma escala significativamente inferior à dos grandes empreendimentos rurais. Consequentemente, operam com custos mais elevados e menor força competitiva, um ciclo que restringe sua capacidade de investimento e limita suas perspectivas de expansão.

De forma geral, essas diferenças podem ser explicadas por um conjunto de fatores, tais como: a) menor poder de barganha na aquisição de insumos; b) disparidades nas escalas de produção; c) barreiras no acesso e no custo de aquisição de tecnologias mais avançadas; d) menor resiliência para absorver riscos e choques de mercado; e e) limitações no posicionamento de marca, marketing e gestão de talentos.

Além dos obstáculos já mencionados, a restrição ao crédito desponta como outro fator que limita significativamente a capacidade de expansão da agricultura familiar.

Nesse cenário, a exigência de garantias reais constitui a principal barreira, criando um ciclo de exclusão financeira que asfixia os investimentos e trava a modernização do setor. Esse quadro é agravado pela histórica irregularidade fundiária no Brasil, visto que muitos produtores ocupam terras de herança ou assentamentos desprovidos de titulação

definitiva. Sem a devida regularização documental, as instituições financeiras recusam a propriedade como colateral, inviabilizando as operações de crédito (Mattei, 2014; Guanziroli Et Al., 2001). Ademais, mesmo quando a documentação é regular, nota-se uma forte aversão dos agricultores em hipotecar suas terras.

Como a pequena propriedade consolida, em um único espaço, a base produtiva, a fonte de sustento e a moradia da família, o temor de execução da dívida e da consequente perda do patrimônio inibe fortemente a busca por financiamentos (Abramovay, 1992).

Do ponto de vista do sistema financeiro, a agricultura de pequeno porte costuma ser vista como uma atividade de alto risco, por exemplo, devido à sua exposição a variações climáticas, pragas, oscilações nos preços das safras e garantias para empréstimos e financiamentos do sistema financeiro (Belik, 2015).

Na ausência de garantias fundiárias, com o intuito de mitigar riscos, as instituições financeiras passam a exigir colaterais alternativos, como maquinário, veículos ou avalistas com elevada capacidade de pagamento. Contudo, esses recursos raramente estão à disposição da maioria dos agricultores familiares, configurando-se como um dos principais obstáculos para o desenvolvimento desse segmento.

Ademais, a burocracia do sistema de crédito impõe a apresentação de projetos técnicos e orçamentos detalhados, exigências que frequentemente superam a capacidade técnica dos pequenos produtores, tornando-se mais um entrave ao seu crescimento. Esse cenário é agravado pela carência de assistência técnica rural continuada e pelas dificuldades na gestão contábil das propriedades, fatores que complexificam o processo e reduzem drasticamente as chances de aprovação dos financiamentos (Batalha, 2001).

Consequentemente, a escassez de garantias sólidas e de alta liquidez encarece estruturalmente o crédito e impõe restrições severas a esses produtores. As elevadas taxas de juros e as contrapartidas bancárias frequentemente inviabilizam as margens de lucro, já estreitas, da atividade familiar. Mesmo em linhas equalizadas e subsidiadas pelo governo federal, como o Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF), a relutância dos agentes financeiros locais em assumir o risco de inadimplência sem forte respaldo patrimonial perpetua a distribuição desigual dos recursos (Mattei, 2015). O debate atual sobre o tema evidencia um dilema jurídico e financeiro bastante complexo: enquanto propostas legislativas buscam proibir a penhora

de pequenas propriedades para proteger o patrimônio da família, a supressão legal dessa garantia pode retrair a oferta de crédito privado. Nesse cenário, o pequeno produtor corre o risco de se tornar dependente de forma exclusiva dos programas governamentais.

O acesso ao crédito permanece como uma barreira estrutural para a agricultura familiar, uma vez que apenas uma parcela restrita do montante nacional é destinada a esse segmento. Conforme ilustra a Tabela 2, o financiamento agropecuário no Brasil é balizado majoritariamente pelo Plano Safra, principal instrumento de política agrícola do Governo Federal. Nesse arranjo institucional, os recursos voltados aos pequenos produtores são operacionalizados pelo PRONAF, enquanto os médios e grandes agropecuaristas são atendidos pelo Programa Nacional de Apoio ao Médio Produtor Rural (PRONAMP) e por robustas linhas de crédito direcionadas ao agronegócio empresarial.

Tabela 2: Crédito Rural Brasileiro: PRONAF vs. Total (Plano Safra 2024/2025 – 2025/2026)

Programa/Categoria	Volume de Crédito Liberado	% do Total do Plano Safra	Público-Alvo Principal
PRONAF	R\$ 76,0 bilhões	16,0%	Pequenos produtores, assentados, quilombolas e agroecologia
PRONAMP	R\$ 56,2 bilhões	11,8%	Médios produtores rurais
Empresarial	R\$ 343,8 bilhões	72,2%	Grandes produtores, cooperativas e corporações
Total	R\$ 476,0 bilhões	100,0%	Todo o setor agropecuário nacional

Fonte: Brasil (2024)

5. Agricultura 4.0 e a Agricultura Familiar

A Agricultura 4.0 desperta a expectativa de tornar o campo mais eficiente, produtivo e sustentável. No entanto, quando se observa a realidade dos agricultores familiares, percebe-se que o acesso a essas tecnologias ainda ocorre de forma bastante desigual. Enquanto o agronegócio de maior porte consegue incorporar com mais facilidade ferramentas digitais, sensores, máquinas automatizadas e sistemas de gestão, muitos pequenos produtores ainda enfrentam dificuldades básicas para participar dessa transformação. Essa distância não se explica apenas pela falta de tecnologia disponível, mas também pelas condições econômicas, estruturais e sociais que limitam sua adoção.

Por isso, a digitalização do campo pode ampliar oportunidades, mas também concorre o risco de aprofundar desigualdades já existentes no meio rural, em função das dificuldades do agricultor familiar (Buainain; Cavalcante; Consoline, 2021; Klerkx;

Jakku; Labarthe, 2019). De acordo com literatura, alguns gargalos encontrados pelos agricultores familiares, seriam:

- a) Infraestrutura Deficitária e o "apagão de conectividade" rural;
- b) Déficit de Letramento Digital e envelhecimento populacional no campo;
- c) Defasagem Institucional dos Serviços de Extensão Rural;
- d) Assimetrias de Poder, Governança e Soberania dos Dados Agrícolas.

No que tange as condições econômicas, a viabilidade financeira da transição digital impõe restrições severas às unidades familiares de produção. As soluções tecnológicas 4.0 — tais como estações meteorológicas integradas, drones de sensoriamento remoto, receptores GNSS de alta precisão e maquinário autônomo — são predominantemente concebidas para operar em médias e grandes extensões territoriais, apresentando custos de aquisição e manutenção incompatíveis com a capacidade de investimento do pequeno produtor. Somado a isso, nota-se a escassez de linhas de crédito rural específicas (como adaptações no âmbito do PRONAF) voltadas ao financiamento de ativos intangíveis, *softwares* e licenças digitais, limitando a capacidade de capitalização das propriedades (Buainain; Cavalcante; Consoline, 2021).

6. Conclusões

A Agricultura 4.0 apresenta um imenso potencial para reduzir desperdícios, aumentar a eficiência, elevar a produtividade e promover a sustentabilidade no campo. Todavia, a difusão dessas inovações tecnológicas e de seus benefícios não ocorre de forma homogênea. A estrutura agrária é historicamente desigual, fazendo com que nem todos os produtores disponham das mesmas condições materiais e financeiras para competir no mercado.

Enquanto as grandes propriedades do agronegócio incorporam sensores, maquinário automatizado e sistemas avançados de gestão com facilidade, a agricultura familiar lida com uma realidade bastante distinta. A maior parte desses pequenos produtores ainda esbarra em obstáculos estruturais básicos para acessar a tecnologia. Consequentemente, a digitalização do campo, em vez de atuar como vetor de inclusão, ameaça aprofundar as assimetrias socioeconômicas já consolidadas no meio rural brasileiro, caso não sejam implementadas políticas públicas direcionadas e eficazes. O risco iminente é a consolidação de um modelo agrário dual: de um lado, um setor

altamente tecnificado e integrado à cadeia comercial de exportação; de outro, um segmento defasado tecnologicamente e restrito à subsistência, cenário que inevitavelmente agravará o abismo social no campo.

Essa assimetria tecnológica não decorre apenas da indisponibilidade de inovações no mercado, mas sobretudo de barreiras estruturais e sociais persistentes. Muitos pequenos produtores convivem com a total falta de infraestrutura de internet, o que configura um verdadeiro "apagão de conectividade" no meio rural. Somam-se a esse cenário o envelhecimento da população agrícola e o déficit de letramento digital, fatores que dificultam severamente a adoção de novas ferramentas. Por fim, a fragilidade histórica dos serviços públicos de assistência técnica e as justas preocupações quanto à soberania e ao controle dos dados gerados aprofundam ainda mais a desconfiança e o isolamento tecnológico desse grupo.

A dimensão econômica atua como outro vetor determinante para explicar esse distanciamento. Grande parte das tecnologias de ponta — como drones, maquinário autônomo e estações meteorológicas integradas — foi concebida para operar em propriedades de larga escala, apresentando custos de aquisição e manutenção totalmente incompatíveis com a realidade financeira da agricultura familiar. Soma-se a isso a latente escassez de linhas de crédito específicas para a transformação digital, sobretudo para o financiamento de ativos intangíveis (tais como *softwares*, licenças e plataformas de gestão), restringindo ainda mais a inserção dos pequenos produtores nos ecossistemas de inovação.

Em última análise, os entraves para financiar a transição tecnológica escancaram um gargalo estrutural e histórico: o acesso precário ao crédito rural. O sistema financeiro exige, via de regra, garantias patrimoniais sólidas — notadamente a terra —, esbarrando na realidade de inúmeros agricultores que operam sob irregularidade fundiária ou sem titulação definitiva. Ademais, mesmo nos casos em que a regularidade documental é atestada, a propriedade rural configura-se, simultaneamente, como a base produtiva, a moradia e o esteio de subsistência da família. É nesse cenário que o receio de execução da dívida e da consequente perda desse patrimônio inibe a contratação de empréstimos por esse grupo, retroalimentando um perverso ciclo de exclusão financeira que trava, em definitivo, a modernização da agricultura familiar.

Bibliografia Consultada

ABRAMOVAY, R. Paradigmas do capitalismo agrário em questão. São Paulo: Hucitec; Unicamp, 1992.

ASSIS, S. A. G. ; CUNHA, G H M ; HEDLER, H. C. . Aplicativos móveis na agricultura familiar brasileira: produtividade, acesso a mercados, gestão de recursos e inclusão digital. REVISTA VALORE - REVISTA CIENTÍFICA DA FASF FACULDADE SUL FLUMINENSE, v. 11, p. 1-23, 2026.

BATALHA, M. O. (coord.). Gestão agroindustrial. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2001.

BELIK, W. O financiamento da agropecuária brasileira no período recente. In: Dimensões estratégicas do desenvolvimento brasileiro. Brasília: CGEE, 2015. v. 2, p. 241-268.

BRASIL. Decreto nº 9.064, de 31 de maio de 2017. Dispõe sobre a Unidade Familiar de Produção Agrária, institui o Cadastro Nacional da Agricultura Familiar e regulamenta a Lei nº 11.326, de 24 de julho de 2006. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 1 jun. 2017. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/decreto/d9064.htm. Acesso em: 21 jul. 2026.

BRASIL. Lei nº 11.326, de 24 de julho de 2006. Estabelece as diretrizes para a formulação da Política Nacional da Agricultura Familiar e Empreendimentos Familiares Rurais. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 25 jul. 2006. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/lei/l11326.htm. Acesso em: 20 jul. 2026.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA). Programa Nacional de Apoio ao Médio Produtor Rural (PRONAMP): Diretrizes e Regras de Enquadramento. Brasília, DF: MAPA, 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura>. Acesso em: 20 jun. 2026.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Agrário e Agricultura Familiar (MDA). Plano Safra da Agricultura Familiar: Recursos e Linhas de Crédito. Brasília, DF: MDA, 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/mda>. Acesso em: 20 jul. 2026.

BUAINAIN, A. M.; CAVALCANTE, P.; CONSOLINE, L. Estado Atual da Agricultura Digital no Brasil: Inclusão dos Agricultores Familiares e Pequenos Produtores Rurais. Santiago: CEPAL; FAO, 2021.

CASTELLS, M. A sociedade em rede: A era da informação: economia, sociedade e cultura. 14. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2011. v. 1.

COCA, E. L. F.; BRANNSTROM, C.; ALVES, F. D. Imagining agri-food futures across digital divides: Agribusiness and family farmers in Minas Gerais, Brazil. Digital Geography and Society, [S. l.], v. 8, 100139, 2025. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.diggeo.2025.100139>.

DE CLERCQ, M.; VATS, A.; BIEL, A. Agriculture 4.0: The future of farming technology. In: World Government Summit, Dubai, 2018.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). Why a FAO definition of family farming? Roma: FAO, 2013. Disponível em: https://www.fao.org/fileadmin/templates/gender/docs/FAO_FAMILYFARMING_DEFINITION_ENGLISH.pdf. Acesso em: 12 jun. 2026.

GUANZIROLI, C. E.; ROMEIRO, A.; BALIZA, M.; GARCEZ, S. N.; FRANCHINI, J. C. Agricultura familiar e transição agroecológica. Rio de Janeiro: FASE, 2001.

IBRAHIM, I. A.; TRUBY, J. M. FarmTech: Regulating the use of digital technologies in the agricultural sector. *Food and Energy Security*, [S. l.], v. 12, n. 4, art. e483, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1002/fes3.483>. Acesso em: 12 jun. 2026.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Censo Agropecuário 2017: Resultados Definitivos. Rio de Janeiro: IBGE, 2019. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-agropecuario/censo-agropecuario-2017>. Acesso em: 12 jul. 2026.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Síntese de indicadores sociais: Trabalho, padrão de vida e distribuição de rendimentos no Brasil. Rio de Janeiro: IBGE, 2025. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/45344-8-6-milhoes-de-pessoas-sairam-da-pobreza-entre-2023-e-2024>. Acesso em: 15 jun. 2026.

KLERKX, L.; JAKKU, E.; LABARTHE, P. A review of social science on digital agriculture, smart farming and agriculture 4.0: New contributions and a future research agenda. *Sociologia Ruralis*, v. 59, n. 3, p. 557-587, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1111/soru.12245>.

LOWDER, S. K.; SÁNCHEZ, M. V.; BERTINI, R. Which farms feed the world and has farmland become more concentrated? *World Development*, [S. l.], v. 142, 105455, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2021.105455>.

MATTEI, L. O papel e a importância da agricultura familiar no desenvolvimento rural brasileiro contemporâneo. *Revista Econômica do Nordeste*, v. 45, n. 5, p. 71-79, 2014.

MATTEI, L. Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf): uma análise dos seus impactos nas diferentes regiões do país. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, v. 53, n. 2, p. 241-256, 2015.

MIHRET, Y. C.; TAKELE, M. M.; MINTESINOT, S. M. Advancements in Agriculture 4.0 and the Needs for Introduction and Adoption in Ethiopia: A Review. *Advances in Agriculture*, [S. l.], 8828400, 23 p., 2025. DOI: <https://doi.org/10.1155/aia/8828400>.

MOLIN, J. P.; AMARAL, L. R.; COLAÇO, A. F. Agricultura de Precisão. São Paulo: Oficina de Textos, 2020.

SCHUMPETER, J. A. Capitalismo, Socialismo e Democracia. Rio de Janeiro: Zahar, 1984.

UNITED NATIONS DEVELOPMENT PROGRAMME (UNDP); OXFORD POVERTY AND HUMAN DEVELOPMENT INITIATIVE (OPHI). Unpacking deprivation bundles to reduce multidimensional poverty: Global Multidimensional Poverty Index 2023. Nova York: UNDP, 2023. Disponível em: <https://hdr.undp.org/content/2023-global-multidimensional-poverty-index-mpi>. Acesso em: 13 jun. 2026.

UNITED NATIONS POPULATION FUND (UNFPA). World Population Dashboard: World Overview. Nova York: UNFPA, 2025. Disponível em: <https://www.unfpa.org/data/world-population/WORLD>. Acesso em: 19 jun. 2026.

ZHAI, Z.; MARTÍNEZ, J. F.; BELTRAN, V.; MARTÍNEZ, N. L. Decision support systems for agriculture 4.0: Survey and challenges. *Computers and Electronics in Agriculture*, v. 170, p. 105256, 2020.