

Digitalização no campo: a influência das Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) na extensão rural e seus desafios

Digitization in the field: the influence of Information and Communication Technologies (ICTs) on rural extension and its challenges

Isabel Cristina de Oliveira

Universidade Federal do Tocantins. Palmas, Tocantins (TO), Brasil

Diego Neves de Sousa

Embrapa Pesca e Aquicultura. Palmas, Tocantins (TO), Brasil

Hellen Christina de Almeida Kato

Embrapa Pesca e Aquicultura. Palmas, Tocantins (TO), Brasil

Palloma Rosa Ferreira

Universidade Federal do Tocantins. Palmas, Tocantins (TO), Brasil

Micheli Fontes Fialho

Universidade Federal do Tocantins. Palmas, Tocantins (TO), Brasil

GT 08 - Extensão rural e diálogos interculturais

Resumo: O presente artigo analisa a influência das Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) para a digitalização dos serviços de extensão rural voltados à agricultura familiar. A metodologia utiliza a revisão sistemática da literatura baseada no protocolo PRISMA, com coleta de dados realizada na base *Web of Science* no recorte temporal de 2016 a 2025. Os principais resultados demonstram que as TICs atuam como ferramentas complementares e não substitutivas à extensão presencial, funcionando como catalisadores de interação e engajamento. Identificaram-se seis categorias analíticas: 1. barreiras estruturais e exclusão digital; 2. dinâmica de gênero na extensão rural; 3. equidade geracional e redes sociais; 4. inteligência artificial e mecanismos de busca; 5. metodologias de aprendizagem e escolas digitais e 6. governança, mercado e sustentabilidade institucional. Observa-se que a efetividade digital é condicionada por fatores sociais e políticos, como o baixo letramento digital, assimetrias de gênero e a necessidade de infraestrutura física. Conclui-se que a digitalização no campo, embora promissora para ampliar a escala dos serviços de extensão rural, apresenta riscos de aprofundar desigualdades preexistentes caso não seja acompanhada por políticas públicas de formação humana e design centrado no agricultor. A sustentabilidade das inovações depende de arranjos institucionais robustos e da mediação dos extensionistas, evidenciando que a inclusão digital na agricultura familiar supera a dimensão técnica, constituindo-se como um desafio de governança e desenvolvimento territorial sustentável.

Palavras-chave: assistência técnica, desenvolvimento rural, inclusão digital, inovação agrícola, letramento digital.

Abstract: This article analyzes the influence of Information and Communication Technologies (ICTs) on the digitalization of rural extension services aimed at family farming. The methodology uses a systematic literature review based on the PRISMA protocol, with data collection carried out in the Web of Science database for the period from 2016 to 2025. The main results demonstrate that ICTs act as complementary tools and not as substitutes for face-to-face extension, functioning as catalysts for interaction and engagement. Six analytical categories are identified: 1. structural barriers and digital exclusion; 2. gender dynamics in rural extension; 3. generational equity and social networks; 4. artificial intelligence and search engines; 5. learning methodologies and digital schools; 6. governance, market and institutional sustainability. It is observed that digital effectiveness is conditioned by social and political factors, such as low digital literacy, gender asymmetries and the need for physical infrastructure. It is concluded that rural digitization, while promising for expanding the scale of rural extension services, presents risks of deepening pre-existing inequalities if it is not accompanied by public policies for human development and farmer-centered design. The sustainability of innovations depends on robust institutional arrangements and the mediation of extension workers, highlighting that full digital inclusion in family farming goes beyond the technical dimension, constituting a challenge of governance and sustainable territorial development.

Keywords: technical assistance, rural development, digital inclusion, agricultural innovation, digital literacy.

1. Introdução

A sociedade contemporânea encontra-se atualmente dominada pela era digital, em que a produção, o armazenamento e a troca de informações de forma digital têm moldado os modos de organização social, econômico, cultural e político (Castells, 2026). A transformação digital dos sistemas agroalimentares promove uma reestruturação profunda diante dos desafios globais ao elevar a produtividade e a resiliência, reduzir externalidades ambientais negativas, ampliar a transparência nas cadeias de valor e otimizar a formulação de políticas públicas (IICA, 2026). Por outro lado, esse processo também resulta em “exclusão digital”, em razão da falta de conectividade física, da disparidade nas competências cognitivas e do alto custo de manutenção das ferramentas digitais (ONU, 2021). No cenário pós-pandemia da covid-19, a aceleração dessa transição exige, portanto, uma governança estratégica que maximize os benefícios socioeconômicos e mitigue as disparidades tecnológicas, garantindo uma integração equitativa e sustentável no campo (IICA, 2026).

A expansão da conectividade global ocorre de forma assimétrica, acentuando disparidades estruturais entre diferentes regiões. Embora o número de usuários de internet tenha atingido 6 bilhões de pessoas, a exclusão digital persiste para 2,2 bilhões de indivíduos, concentrados majoritariamente em zonas rurais e países de baixa renda (ITU, 2025). No cenário brasileiro, há um avanço expressivo na digitalização do campo, com o acesso domiciliar à internet, atingindo 84,8% das propriedades rurais. No entanto, a inclusão digital plena enfrenta obstáculos, já que a rede móvel celular é funcional em apenas 65,8% dos domicílios rurais. Esta lacuna técnica, somada ao fato de que 32,6% dos excluídos digitais alegam desconhecimento sobre o uso da ferramenta, sugere que a inclusão produtiva dos agricultores familiares depende não somente da expansão da cobertura, mas de políticas de inclusão digital e da melhoria da qualidade do sinal em territórios periféricos (IBGE, 2025).

Nesse sentido, o que se observa é uma “exclusão qualitativa” em nível global, na qual o acesso às tecnologias de ponta, como o 5G, permanece restrito a estratos de rendimento elevado, enquanto populações vulneráveis enfrentam limitações econômicas e de competências digitais que impedem uma inclusão produtiva plena e significativa (ITU, 2025). Segundo levantamento realizado pelo IBGE (2025), no Brasil, a infraestrutura de conectividade rural é predominantemente de banda larga fixa, que atinge 88,9% dos domicílios conectados. Contudo, a implementação de tecnologias avançadas, como o 5G, enfrenta barreiras geográficas, visto que a rede móvel funcional opera em apenas 65,8% nessas áreas. De acordo com o Indicador de Conectividade Rural (ICR) de 2025, a cobertura de redes móveis (4G e 5G) nas regiões

agricolas no Brasil saltou de 18,7% em 2023, para 33,9% em 2025, evidenciando um crescimento na capilaridade do sinal. No entanto, apenas 48,1% dos imóveis rurais possuem conectividade plena (CONNECTARAGRO, 2026).

A superação desse cenário é condição para a sustentabilidade e para adequação da agricultura à era digital. Nesse contexto, as TICs exercem múltiplas funções, tais como, disseminação de informações, facilidades de transações via mercado, apoio à tomada de decisões produtivas e fortalecimento de redes entre agricultores e técnicos. Dessa forma, experiências como rádio comunitário, SMS (*Short Message Service*) agrícola, aplicativos móveis e plataformas de aprendizagem digital têm sido implementadas em países da África Subsaariana, Ásia e América Latina, como estratégias para ampliar o alcance dos serviços de extensão rural a baixo custo (FAO, 2019).

Contudo, uma metanálise recente sobre os impactos de intervenções de informação digitais agrícola, demonstrou que os benefícios dessas ferramentas são altamente variáveis em diferentes contextos e tendem a se concentrar em propriedades com maior poder aquisitivo, reforçando o risco de que a digitalização da extensão rural aprofunde, em vez de reduzir, as desigualdades preexistentes no campo (Beach *et al.*, 2025). Nesse panorama, segundo a FAO (2019), faz-se necessário uma abordagem de transformação digital inclusiva, centrada não apenas na expansão da infraestrutura, mas também no fortalecimento das competências digitais dos agricultores e dos extensionistas, como condição necessária para que as TICs cumpram efetivamente seu papel no desenvolvimento rural sustentável.

A inclusão digital configura entre os compromissos estruturantes da Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, aprovada por 193 Estados-membros da Organização das Nações Unidas (ONU), em 2015. A meta 9.c do Objetivo do Desenvolvimento Sustentável (ODS) - Indústria, Inovação e Infraestrutura, estabelece o compromisso de ampliar significativamente o acesso às TICs e de oferecer internet universal e acessível aos países menos desenvolvidos (ONU, 2015). No entanto, o conceito de inclusão digital para o desenvolvimento rural supera a dimensão meramente conectiva, trata-se de garantir uma inclusão produtiva e significativa, capaz de transformar o acesso em capacidade de uso das ferramentas digitais, para fins econômicos e sociais. Essa perspectiva é especialmente crítica para os agricultores familiares, que enfrentam simultaneamente barreiras de infraestrutura, de letramento digital e de custo de acesso, comprometendo a efetividade das TICs.

Diante do exposto, o objetivo deste artigo é analisar a produção científica acerca da influência das TICs para a digitalização dos serviços de extensão rural voltados à agricultura familiar. Para tanto, o estudo encontra-se estruturado em mais quatro seções, além desta

introdução. Na segunda seção apresenta-se a revisão de literatura sobre TICs na extensão rural. Na terceira, há uma descrição da metodologia da pesquisa. Na quarta, expõem-se as principais discussões dos resultados obtidos na revisão sistemática. Por último, apresentam-se as considerações finais.

2. O uso das TICs pelos agricultores familiares nos serviços de extensão rural

A Assistência Técnica e Extensão Rural (ATER) é um serviço de educação não formal (ou extraescolar) de caráter continuado voltado para o meio rural. O conceito abrange, de forma ampla, o auxílio e a promoção de processos de gestão, produção, beneficiamento e comercialização de atividades agropecuárias e não agropecuárias, o que inclui também o agroextrativismo, a silvicultura e o artesanato (Brasil, 2010). Assim, a proposta da ATER é promover junto à comunidade tanto conhecimentos básicos, como noções de economia, obtenção de empréstimos bancários, quanto conhecimentos técnicos e tecnológicos na área agrícola. Dessa forma, a finalidade é potencializar a produção e geração de renda, contribuindo para a elevação da qualidade de vida das famílias rurais e para o bem-estar de toda a sociedade. Além disso, a extensão rural estrutura-se em duas dimensões: uma comunicacional, pautada no diálogo e outra educacional, centrada na autonomia. A dimensão comunicacional viabiliza o acesso às informações úteis e relevantes ao agricultor, enquanto a dimensão educacional o instrumentaliza e capacita para assimilação e utilização dos estratégica dessas informações (Leite *et al.*, 2021).

No cenário internacional não há diferenciação entre “assistência técnica” e “extensão rural”, mas adota-se termos comuns, tais como “*rural advisory services*”, “*agricultural extension*” ou “*rural extension*”, para designar o suporte ao homem do campo. No contexto brasileiro, é importante destacar que a Lei, que define o fornecimento desses serviços como política pública, também não apresenta distinção conceitual, porém a literatura nacional defende que ambos possuem objetivos e estratégias divergentes (Peixoto, 2022). Nesse sentido, torna-se importante diferenciar a extensão rural da simples assistência técnica para fins de compreensão desses serviços no Brasil. Enquanto a assistência técnica tem caráter mais individual e visa resolver problemas imediatos de forma objetiva, podendo gerar certa dependência por parte do agricultor, a extensão rural é contínua, educativa e busca garantir sua independência. A intenção da extensão em relação aos agricultores, portanto, é fortalecer e promover competências para que possam gerir suas propriedades e gerar renda, superando de forma resiliente futuros obstáculos (Leite *et al.*, 2021).

Nesse panorama, as tecnologias digitais e os espaços virtuais emergem como vetores de transformação da assistência técnica e da educação no campo. Ao integrarem novas tecnologias às redes já existentes de atores humanos e não humanos, reconfiguram os processos de aprendizagem criando novos “contextos materiais híbridos” e sistemas de inovação digital. Nesse processo de transformação estrutural e prática, as mudanças estruturais ocorrem em várias frentes: a) nova dinâmica de informação e mídias sociais; b) gamificação como ferramenta de aprendizado; c) aconselhamento digital integrado a modelos de negócios; d) tecnologias de realidade virtual, como drones, que aumentam as capacidades analíticas de agricultores e consultores; e) transformação da identidade profissional dos consultores e suas organizações (Klerkx, 2021).

Ainda de acordo com Klerkx (2021), essas redes humanas e não humanas interagem, evoluem e se influenciam mutuamente. Isso ocorre com a introdução de novas tecnologias, como Inteligência Artificial (IA), sensores, robótica e tecnologias da informação, que não atuam apenas como ferramentas isoladas, mas sim profundamente emaranhadas nessas redes pré-existentes que englobam elementos físicos, biológicos e tradicionais da fazenda e incluem agricultores, consultores, solos, plantas e animais. Como resultado dessa integração, o autor aponta para o surgimento de “novos contextos materiais híbridos” e a formação de “sistemas sócio-ciberfísicos”.

Nesse cenário, as TICs têm modernizado a extensão rural, substituindo métodos tradicionais, onerosos, pouco escaláveis e fortemente limitados pela dependência de interações presenciais, por soluções digitais mais eficientes (Khatri *et al.*, 2024; Priya *et al.* 2025). Para Singh (2023), ao reduzir a exclusão digital, os serviços de extensão baseados em TICs podem promover o acesso equitativo à informação, elevando a produtividade e a sustentabilidade agrícola. Além disso, o suporte em idiomas locais possibilita que agricultores de diferentes origens linguísticas possam compreender e beneficiar-se das informações fornecidas, melhorando a usabilidade e o impacto da ferramenta.

Entretanto, ainda existe um contexto de acentuada exclusão digital, caracterizada pelo acesso limitado a *smartphones*, conectividade à internet e eletricidade em áreas rurais, sobretudo em países em desenvolvimento, o que restringe o alcance dessas inovações. As disparidades de gênero e socioeconômicas potencializam esses desafios, com mulheres e grupos mais vulneráveis, frequentemente excluídos dos benefícios proporcionados pelas TICs (Byamukama, 2025; Khatri *et al.* 2024).

Desse modo, a literatura destaca que a superação dos desafios inerentes à digitalização rural exige o desenvolvimento de tecnologias de baixo custo e fácil usabilidade, aliada à

promoção da alfabetização digital e à criação de plataformas inclusivas voltadas a grupos marginalizados (Priya *et al.*, 2025). Nesse contexto, a atuação de governos e organismos internacionais torna-se determinante para o estabelecimento de políticas de apoio, fomento a parcerias público-privadas e investimentos em conectividade e infraestrutura (Byamukama, 2025; Priya *et al.*, 2025). A integração de IA, internet das coisas (IoT) e *blockchain*, fundamenta sistemas agrícolas orientados por dados e cadeias de suprimentos transparentes, enquanto iniciativas de capacitação e abordagens centradas no agricultor, garantem o sucesso das inovações a longo prazo (Byamukama, 2025). Isso evidencia que o equilíbrio entre o avanço tecnológico e a inclusão social é requisito para potencializar a produtividade e a segurança alimentar (Priya *et al.*, 2025).

3. Metodologia

Esta pesquisa caracteriza-se como uma revisão sistemática de literatura, de abordagem qualitativa e caráter descritivo. O processo segue as diretrizes do protocolo PRISMA (Itens Preferenciais de Relatos para Revisões Sistemáticas e Meta-Análises), que indica diretrizes detalhadas para execução de revisões sistemáticas, conforme (Galvão; Pensani, 2015). A seleção dos estudos foi realizada com o auxílio da plataforma digital *Rayyan*, ferramenta específica para o gerenciamento de revisões sistemáticas.

A coleta de dados ocorreu na base de dados bibliográfica *Web of Science*, no mês de março de 2026. A busca empregou descritores em língua inglesa para abranger a produção internacional, organizados em três eixos temáticos. A combinação lógica aplica-se como (Eixo 1) AND (Eixo 2) AND (Eixo 3) nos campos de busca “título, resumo e palavras-chave”, resultando na recuperação de 239 artigos no recorte temporal de 2016 a 2025. Para a referida busca utilizou-se a seguinte equação: (“*rural extension*” OR “*rural communication*” OR “*rural advisor**”) AND (“*information and communication technology*” OR ICT) AND (“*family farming*”). Com relação à descrição dos eixos temáticos, a estruturação da busca fundamentou-se na intersecção de conceitos que delimitam o escopo do estudo:

- a) Eixo 1 (Extensão Rural): utiliza os termos “*rural extension*”, “*rural communication*” e “*rural advisor**”, que identifica os processos de difusão de conhecimento e assistência técnica. O uso do termo *advisor* permite a captura de variações como *advisors* ou *advisory*, garantindo a abrangência de diferentes nomenclaturas para o serviço de extensão rural;
- b) Eixo 2 (Tecnologia): Compreende os descritores “*information and communication technology*” e a sigla ICT. A inclusão de ambos os formatos assegura a identificação de

artigos que adotam a nomenclatura técnica completa ou a abreviação padronizada internacionalmente, focando nas ferramentas digitais como mediadoras do processo;

- c) Eixo 3 (Público-Alvo): Aplica o termo “*family farming*” para restringir a amostra ao contexto da agricultura familiar.

A seleção dos estudos fundamenta-se em parâmetros que asseguram a qualidade metodológica e a adesão temática do *corpus* documental. O processo de filtragem ocorre mediante a aplicação de critérios de inclusão e exclusão, detalhados a seguir no Quadro 1.

Quadro 1- Critérios de inclusão e exclusão

Categoria	Critérios de Inclusão	Critérios de Exclusão
Tipo de Estudo	Artigos originais e estudos de caso.	Revisões de literatura (sistemáticas, integrativas ou narrativas), ensaios teóricos, dossiês, livros e capítulos de livros, teses e dissertações.
Temática	Investigações sobre o uso de ferramentas digitais (aplicativos, sensores, plataformas de ATER) na extensão rural.	Estudos que discutem TICs em contextos puramente educacionais ou urbanos, sem foco na agricultura.
Público-Alvo	Agricultores familiares ou técnicos de extensão rural (públicos e privados).	Grandes produtores rurais, agronegócio corporativo ou cadeias produtivas não familiares.
Idioma	Artigos publicados em português, inglês e espanhol.	Trabalhos em idiomas que impeçam a extração fidedigna de dados.
Recorte Temporal	Publicações indexadas (2016 a 2025).	Estudos publicados fora do intervalo determinado.

Fonte: Autores (2026).

O processo de seleção dos estudos ocorreu conforme etapas a seguir:

- Identificação: Exportação dos registros recuperados na *Web of Science* para a plataforma Rayyan. Nesta fase, o sistema executa a identificação automática e a exclusão de eventuais registros duplicados;
- Triagem: Realiza a leitura de títulos e resumos diretamente na plataforma. Utiliza as funcionalidades de “decisão individual” para classificar os artigos como “incluídos”, “excluídos” ou “em dúvida”, com base nos critérios de elegibilidade previamente estabelecidos;
- Elegibilidade: Submete os textos selecionados à leitura integral. Esta etapa verifica a presença de dados primários e a aderência total ao objetivo da pesquisa. Registra-se, no sistema, a justificativa técnica para cada exclusão realizada nesta fase;
- Inclusão: Finaliza o *corpus* documental compondo a síntese qualitativa.

A busca inicial identificou um total de 239 publicações, sendo excluídos 03 registros por duplicidade, 10 artigos de revisão, 02 dossiês, 01 capítulo de livro e 01 artigo de evento científico, em conformidade com o recorte metodológico que focou em estudos primários originais, resultando em 222 artigos. Na triagem, realizou-se a leitura do título, resumo e palavras-chave, resultando na eliminação de 174 artigos, por não atender ao escopo temático da pesquisa, restando 48 documentos. Na fase de elegibilidade, foi realizada a leitura integral

das obras, das quais foram eliminadas 36 publicações, visto não contemplarem discussões a respeito das TICs nos serviços de extensão rural. Por fim, 12 documentos foram incluídos no *corpus* para revisão sistemática.

4. Discussão dos Resultados

A digitalização dos serviços de extensão rural tem sido apresentada, no debate internacional, ora como solução para os déficits históricos de cobertura da assistência técnica, ora como vetor de novas formas de exclusão para populações rurais marginalizadas. Essa tensão estrutura o campo empírico desta revisão sistemática. Os 12 estudos selecionados abrangem contextos dos países do Sul Global (Brasil, Etiópia, Indonésia, Malawi, Tanzânia, Colômbia e Serra Leoa), territórios em que a distância entre o potencial transformador das TICs e as condições reais de acesso, uso e apropriação dessas tecnologias, se manifesta com maior nitidez. A análise categorial dos estudos revela que os determinantes da efetividade das TICs na extensão rural são predominantemente sociais, institucionais e políticos e não tecnológicos, o que desloca o foco do debate da inovação em si para as condições que permitem ou impedem que ela cumpra seu papel no desenvolvimento rural sustentável. O Quadro 2 apresenta as informações relativas aos textos selecionados para a revisão sistemática.

Quadro 2 - Informações dos textos selecionados para a revisão sistemática (n = 12)

Autores	Título	Ano	Local	Objetivo
Amadu; McNamara (2025)	Agricultural stakeholder panels and lead farmer visits: Evidence from Malawi	2025	Malawi (África Oriental)	Analisar o impacto dos Painéis de Partes Interessadas na Agricultura (PPAs) no fortalecimento da interação entre produtores e agentes locais.
Aniteneh (2025)	The use of information and communication technology (ICT) platforms in agricultural extension services: views of smallholder farmers in northwestern Ethiopia	2025	Etiópia (Noroeste da África)	Investigar o uso de plataformas de TICs por pequenos agricultores e identificar as barreiras para sua adoção na extensão agrícola.
Araújo; Zuin (2023)	Os órgãos de ATER públicos conversam com agricultores idosos nas suas mídias sociais?	2023	Brasil	Identificar e analisar como os idosos são abordados nas redes sociais (Facebook, Twitter e Youtube) dos órgãos públicos de ATER.
Estevão; Sousa (2025)	Internet e transferência de tecnologia: a Embrapa na opinião dos extensionistas rurais	2025	Minas Gerais (Brasil)	Analisar como o site da Embrapa Gado de Leite é utilizado na rotina de transferência de tecnologia por profissionais de extensão rural.
Ismail (2023)	Seeing through digitalization! The influence of entrepreneurial networks on market participation among smallholder farmers in Tanzania. The mediating role of digital technology	2023	Tanzânia (África Oriental)	Desenvolver uma compreensão empírica que revele se a tecnologia digital pode mediar a relação entre redes empreendedoras e participação no mercado.
Kabir (2025)	Sowing trust in the machine: ethical pathways for large language models in farmer-centered extension	2025	Ásia e África	Analisar a integração de Grandes Modelos de Linguagem (LLMs) na extensão agrícola, focando em benefícios potenciais e desafios éticos.

XVI World Congress of Rural Sociology
64th Congress of the Brazilian Society of Rural
Economics, Management and Sociology

JULY 19 - 23, 2026 | PORTO ALEGRE/RS | BRAZIL | UFRGS

Lairing <i>et al.</i> (2025)	The Promise and the Paradox of Innovation: Understanding Stagnation in the Living Lab Enrekang, Indonesia	2025	Indonésia (Sul de Sulawesi)	Analisar o surgimento da estagnação no <i>Living Lab Enrekang</i> e como isso alterou a comunicação e coordenação entre os atores participantes.
Paiva <i>et al.</i> (2024)	Pathways to Rural Sustainability: Opportunities and Challenges in the Creation of an Agrotechnological District in Ingaí City, Brazil	2024	Brasil (Ingaí, MG)	Identificar oportunidades e desafios para a implementação de um Distrito Agrotecnológico (DAT) voltado à pecuária leiteira.
Rodríguez-Espinosa; Ramírez-Gómez; Restrepo-Betancur (2025)	El rol del género en las prácticas de extensión rural en Colombia	2025	Colômbia	Explorar as práticas dos extensionistas rurais sob uma perspectiva de gênero, avaliando preferências por métodos presenciais e digitais.
Vaz (2025)	Search Engine for E-Books Containing Questions and Answers About Agriculture	2025	Brasil	Desenvolver uma interface de busca (API) baseada em e-books de perguntas e respostas para democratizar o acesso ao conhecimento técnico.
Vieira; Clemente (2018)	Harvest-Expedition on Protected Cultivation: characterization and prospective study of the challenges and solutions associated with the protected cultivation of vegetable crops	2018	Brasil (Planaltina, DF)	Diagnosticar gargalos tecnológicos e de comportamento que resultaram em queda de produtividade no cultivo protegido de hortaliças.
Witteveen <i>et al.</i> (2017)	Design and development of a digital farmer field school: Experiences with a digital learning environment for cocoa production and certification in Sierra Leone	2017	Serra Leoa (África Ocidental)	Desenvolver e testar uma plataforma digital de aprendizagem (<i>tablets</i>) para produtores de cacau como resposta às restrições da epidemia de Ebola.

Fonte: Autores (2026).

A análise sistematizou os resultados em seis categorias analíticas, que permitiram identificar tanto convergências estruturais quanto tensões específicas entre os estudos, evidenciando que o tema comporta múltiplas dimensões que se inter-relacionam. As categorias são elencadas a seguir: 1. Barreiras estruturais e exclusão digital; 2. Dinâmica de gênero na extensão rural; 3. Equidade geracional e redes sociais; 4. Inteligência artificial e mecanismos de busca; 5. Metodologias de aprendizagem e escolas digitais; 6. Governança, mercado e sustentabilidade institucional, como podem ser conferidas no Quadro 3.

Quadro 3 – Categorias analíticas dos estudos mapeados

Categoria Analítica	Autores (Ano)	Foco das Investigações
1. Barreiras Estruturais e Exclusão Digital	Vieira e Clemente (2018); Estevão e Sousa (2020), Paiva <i>et al.</i> (2024); Aniteneh (2025).	Infraestrutura precária, baixo poder aquisitivo, analfabetismo digital e resistência ao uso profissional.
2. Dinâmicas de Gênero na Extensão Rural	Witteveen <i>et al.</i> (2017); Rodríguez-Espinosa <i>et al.</i> (2025); Aniteneh (2025).	Preferências metodológicas das extensionistas e exclusão/inclusão de mulheres no acesso à informação.
3. Equidade Geracional e Redes Sociais	Araújo e Zuin (2023); Paiva <i>et al.</i> (2024).	Invisibilidade de agricultores idosos e o papel estratégico de jovens na adoção de tecnologias digitais.
4. Inteligência Artificial e Busca Digital	Vaz (2025); Kabir (2025).	Uso de <i>chatbots</i> , APIs e mecanismos de busca para democratização do conhecimento técnico-científico.
5. Metodologias de Aprendizagem (ECDA)	Witteveen <i>et al.</i> (2017); Lairing <i>et al.</i> (2025); Amadu e McNamara (2025).	Escolas de Campo Digitais, uso de SMS, rádio e ferramentas <i>offline</i> para superar crises (como o Ebola) e ampliar visitas.
6. Governança, Mercado e Redes	Estevão e Sousa (2020); Ismail (2023); Lairing <i>et al.</i> (2025).	Redes de empreendedorismo, sustentabilidade institucional de laboratórios vivos e portais de divulgação (Embrapa).

Fonte: Autores (2026).

Os 12 estudos selecionados para esta revisão sistemática abrangem contextos geográficos distintos, o que confere ao *corpus* uma diversidade empírica relevante para a análise transversal das TICs na extensão rural. A sistematização dos achados em seis categorias analíticas permitiu identificar convergências estruturais e tensões específicas entre os estudos, evidenciando que o tema comporta múltiplas dimensões que se inter-relacionam. Importante informar que alguns estudos foram classificados em mais de uma categoria analítica.

Barreiras estruturais e exclusão digital

A categoria mais recorrente no *corpus* diz respeito aos obstáculos que impedem ou limitam a adoção efetiva das TICs na extensão rural. Vieira e Clemente (2018), Estevão e Sousa (2020), Paiva *et al.* (2024) e Aniteneh (2025) convergem ao demonstrar que a exclusão digital no campo é multidimensional, uma vez que não se resume à ausência de conectividade física, mas abrange o analfabetismo digital dos agricultores, o baixo poder aquisitivo para manutenção de dispositivos e planos de dados, e a resistência de extensionistas ao uso profissional de ferramentas digitais.

Paiva *et al.* (2024), por um lado, demonstram o papel fundamental da extensão rural, ao afirmarem que, quando os extensionistas simplificam as informações e capacitam os produtores, o uso da tecnologia se torna mais efetivo, o que indica que o elo humano permanece insubstituível no processo de inclusão digital rural. Por outro lado, Aniteneh (2025) acrescenta uma dimensão frequentemente negligenciada, a desmotivação dos próprios agentes de extensão, cuja atuação é limitada não apenas por falta de infraestrutura, mas também pela ausência de suporte técnico institucional e de formação continuada para o uso das TICs.

No mesmo sentido, Estevão e Sousa (2020) identificaram que mesmo portais institucionais consolidados, como o da Embrapa Gado de Leite, enfrentam barreiras de adoção entre profissionais de extensão, dado o distanciamento percebido entre o rigor científico das publicações e a aplicabilidade prática no campo. Esses achados em conjunto sugerem que políticas de expansão da conectividade rural, embora necessárias, são insuficientes, se desacompanhadas de investimentos em formação humana e em redesenho das ferramentas para maior aderência à realidade dos usuários.

Outros estudos corroboram as informações supracitadas ao demonstrar que a digitalização dos serviços de extensão enfrenta obstáculos multidimensionais, que abrangem desde a precariedade da infraestrutura de conectividade e o alto custo de manutenção dos dispositivos, até a carência de letramento digital entre os produtores (Abdulai *et al.*, 2023; Sen *et al.*, 2025). Observa-se que, embora as ferramentas digitais possuam potencial transformador,

a realidade dos pequenos agricultores, especialmente em países em desenvolvimento, é marcada por um acesso restrito a tecnologias avançadas, limitando-se ao uso de aparelhos simples como TV, rádio e celulares básicos (Abdulai *et al.*, 2023).

Ademais, a falta de interação bidirecional nas plataformas e a ausência de redes de informação centralizadas comprometem a sustentabilidade das intervenções digitais, que frequentemente apresentam baixo engajamento, ao longo do tempo, devido às fragilidades nas competências técnicas dos usuários (Sen *et al.*, 2025). Assim, a exclusão qualitativa e técnica sugere que a inovação tecnológica, por si só, é insuficiente para promover o desenvolvimento rural sustentável, quando não acompanhadas por políticas públicas adequadas às disparidades estruturais que consideram as limitações da agricultura familiar.

Dinâmicas de gênero na extensão rural

A dimensão de gênero emerge no *corpus* como um eixo transversal de desigualdade, mas com manifestações distintas, dependendo do contexto analisado. No caso das extensionistas, Rodríguez-Espinosa *et al.* (2025) demonstram que, na Colômbia, as mulheres que atuam na extensão rural são mais jovens, têm menos experiência profissional e menor presença em entidades não públicas, o que as coloca em posição estruturalmente desvantajosa no campo. Ao mesmo tempo, o estudo revela que as extensionistas apresentam preferências metodológicas específicas por ferramentas interativas e colaborativas, como jogos educativos, diálogos técnicos e *WhatsApp*, em comparação aos homens. Essa preferência, longe de ser uma particularidade, aponta para uma oportunidade concreta de desenho de plataformas digitais mais efetivas e inclusivas sensíveis à realidade local.

Do lado das agricultoras, Aniteneh (2025) documenta uma exclusão mais severa no noroeste da Etiópia, em que mulheres casadas e solteiras são sistematicamente excluídas dos serviços de extensão, que se concentram em mulheres viúvas e divorciadas. Em contraposição, Witteveen *et al.* (2017) oferecem um exemplo de como o design inclusivo pode reverter esse padrão, como é o caso da Escola de Campo Digital desenvolvida em Serra Leoa, ao utilizar animações, vídeos em idioma local e recursos de voz, o que favorece ativamente a inclusão de mulheres agricultoras no processo de aprendizagem. A tensão entre esses estudos aponta para relevante conclusão de que a tecnologia pode tanto aprofundar quanto mitigar desigualdades de gênero na extensão rural, dependendo das escolhas de *design* e das políticas de implementação adotadas.

Estudos ratificam que as dinâmicas de gênero constituem um eixo transversal de desigualdade na extensão rural, manifestando assimetrias no acesso à informação e na adoção

tecnológica. Nyberg *et al.* (2025) afirmam que, embora as mulheres desempenhem papel central no Sul Global, enfrentam barreiras persistentes em relação à formação técnica. Além disso, intervenções focadas exclusivamente na educação básica ou na carga de trabalho feminina são insuficientes, se não considerarem as relações de poder e as normas sociais que regem o contexto familiar e comunitário. Ademais, para Beevi *et al.* (2018), a efetividade da extensão rural depende da capacidade das políticas públicas em enfrentar as desigualdades estruturais e as tradições que perpetuam condições desiguais para as agricultoras.

No que diz respeito às extensionistas, Maulida, Palaniappan e Van Bommel (2025) afirmam que vieses de carreira, papéis estereotipados e a neutralidade de gênero prejudicam o seu desempenho. Tais barreiras são agravadas por conflitos entre trabalho e família, insegurança e falhas na execução de políticas de igualdade. Dessa forma, a promoção da inclusão no sistema de extensão agrícola exige treinamentos específicos, culturas organizacionais favoráveis às mulheres e o enfrentamento de normas subjetivas que subordinam a posição feminina no ambiente de trabalho.

Equidade geracional e redes sociais

A dimensão geracional aparece no *corpus* com menor profundidade empírica, mas com implicações práticas relevantes. Araújo e Zuin (2023) evidenciam uma lacuna crítica na comunicação institucional brasileira entre os anos de 2021 e 2022 quando o conteúdo direcionado a agricultores idosos nas redes sociais dos órgãos públicos de ATER foi praticamente inexistente, apesar de esse segmento representar parcela significativa da força de trabalho rural. A aceleração digital imposta pela pandemia de covid-19 não foi acompanhada de estratégias comunicacionais que considerassem as especificidades cognitivas e culturais desse público.

Em contrapartida, Paiva *et al.* (2024) identificam nos jovens rurais um vetor estratégico de adoção tecnológica, dada sua maior familiaridade com ferramentas digitais e seu potencial papel como mediadores entre as instituições de extensão e as gerações mais velhas. A leitura conjunta desses estudos sugere que uma extensão rural digital efetiva precisa operar com distinção entre públicos geracionais, não como segmentação excludente, mas como reconhecimento das diferentes mediações necessárias para que a tecnologia cumpra seu papel educativo de forma equitativa.

Adicionalmente, Conceição e Schneider (2019) afirmam que a integração das TICs no meio rural manifesta distinções geracionais profundas na agricultura familiar. Os idosos apresentam maior resistência digital, dependendo da mediação dos descendentes para o uso de

ferramentas virtuais. Já a conectividade é determinante para a permanência da juventude no campo, pois supre demandas de comunicação, autonomia e qualificação técnica. Assim, a evidência sustenta que as tecnologias transformam o acesso à informação em um pilar estratégico para a sucessão e a continuidade das unidades produtivas. Além disso, pesquisa realizada por Ghosh *et al.* (2021) em Bangladesh, sobre o uso de mídias sociais na extensão rural, revela um abismo digital entre técnicos e produtores. Enquanto 93,3% dos extensionistas utilizam ferramentas como Facebook e YouTube para comunicação, apenas 11,7% dos agricultores as adotam efetivamente.

Inteligência artificial e mecanismos de busca

A quarta categoria reúne os estudos de fronteira do *corpus*, aqueles que exploram aplicações emergentes de inteligência artificial na extensão rural. Vaz (2025) apresenta o desenvolvimento de um mecanismo de busca semântica baseado na coleção “500 perguntas, 500 respostas” da Embrapa, integrado via API (*Application Programming Interface*) à plataforma Ater+ Digital, como exemplo de como o conhecimento técnico-científico pode ser democratizado por meio de processamento de linguagem natural.

Kabir (2025), por sua vez, analisa projetos-piloto com *chatbots* na Ásia e na África e demonstra que essas ferramentas têm potencial real para oferecer consultoria personalizada, multilíngue e de baixo custo, a agricultores em comunidades desatendidas. No entanto, o autor alerta para riscos éticos que não podem ser minimizados, como a injustiça epistêmica, decorrente do treinamento de modelos com dados que não representam os contextos rurais do Sul Global, a propagação de informações incorretas em contextos de alta vulnerabilidade e o risco de aprofundar a exclusão dos agricultores com menor letramento digital. A convergência entre os dois estudos aponta para uma agenda de pesquisa e desenvolvimento que precisa ser orientada pelo princípio do *design* centrado no agricultor, o que implica envolvimento ativo das comunidades rurais na concepção dessas ferramentas, e não apenas em sua adoção.

Sob o mesmo ponto de vista, estudos afirmam que a IA desempenha um papel transformador na extensão rural, ao possibilitar a disseminação de conhecimentos personalizados e o apoio à decisão em tempo real (Ibrahim, 2023). Ferramentas inovadoras, como os *chatbots* baseados em “Processamento de Linguagem Natural”, ampliam o acesso à informação em regiões carentes, contribuindo para o aumento da produtividade e a melhoria da gestão de recursos. A existência de plataformas localizadas e multilíngues, a exemplo do programa *Ama Krushi*, eleva o engajamento dos agricultores e otimiza o planejamento das culturas (Sahoo; Jena, 2025). No entanto, a efetividade dessas tecnologias depende da qualidade

dos dados e do enfrentamento de desafios éticos e da exclusão digital que ainda marginaliza mulheres e populações rurais (Ibrahim, 2023). Assim, a integração da IA no cenário agrícola exige estratégias sistêmicas e modelos híbridos que combinem a inovação digital ao suporte humano para garantir um desenvolvimento rural mais inclusivo e sustentável.

Metodologias de aprendizagem e escolas de campo digitais

A quinta categoria concentra as evidências mais consistentes do *corpus* sobre o que funciona na prática da extensão rural digital. Witteveen *et al.* (2017), Lairing *et al.* (2025) e Amadu e McNamara (2025) convergem em torno de um achado central: as TICs são mais efetivas quando operam de forma complementar ao extensionista, e não em substituição a ele. A Escola de Campo Digital desenvolvida em Serra Leoa demonstrou que plataformas *offline*, atualizadas periodicamente *online*, são socioculturalmente mais adequadas a contextos de baixa conectividade e baixo letramento do que soluções que dependem de acesso contínuo à internet. O estudo do Malawi (Amadu; McNamara, 2025) acrescentou um achado particularmente relevante, o fato de o recebimento de serviços de extensão via SMS resultar em aumento de aproximadamente duas visitas presenciais por parte dos agricultores líderes, evidenciando que as TICs podem funcionar como catalisadores do engajamento presencial, e não como substitutos.

O caso indonésio (Lairing *et al.*, 2025), por outro lado, alerta para os riscos da estagnação institucional, pois mesmo iniciativas tecnicamente promissoras podem paralisar quando a governança de inovação é frágil e os relacionamentos interpessoais que sustentam a iniciativa se rompem. Tomados em conjunto, esses estudos indicam que a efetividade das metodologias digitais de aprendizagem depende menos da sofisticação tecnológica das ferramentas e mais da robustez dos arranjos institucionais e relacionais que as sustentam.

Corroborando os estudos supracitados, Li *et al.* (2022) apresentam um aplicativo de mensagens que atua como um serviço de extensão digital de promoção da agricultura sustentável na China, baseado em *Big Data* e tecnologia 5G. Essa ferramenta converte conhecimento técnico em orientações acessíveis, integradas a plataformas populares e com recursos de voz que facilitam o uso por agricultores, inclusive idosos. O serviço eleva a adoção de práticas sustentáveis e reduz custos de pesquisa, ao otimizar a aplicação de insumos. No entanto, enfrenta limitações estruturais, como a dependência de conectividade e barreiras logísticas relacionadas à mão de obra, o que exige estratégias que considerem as restrições operacionais das unidades familiares.

Governança, mercado e sustentabilidade institucional

A sexta categoria apresenta uma abordagem sobre as condições institucionais e de mercado que condicionam a sustentabilidade das iniciativas digitais de extensão rural. Ismail (2023) demonstra que, na Tanzânia, a tecnologia digital atua como mediadora entre redes de empreendedorismo e participação de mercado de pequenos agricultores, mas apenas quando acompanhada de capacitação técnica que promova mudança de mentalidade e fortalecimento associativo. Sem esse componente educativo, o acesso digital não se traduz em melhores oportunidades comerciais.

Estevão e Sousa (2020) reforçam que portais institucionais de divulgação científica, como a Embrapa, têm potencial de atuar como canais de transferência de tecnologia. No entanto, enfrentam o desafio de consolidar redes de colaboração entre pesquisadores e extensionistas, as quais exigem tempo, confiança e rotinas compartilhadas que a plataforma tecnológica não é capaz de criar. Lairing *et al.* (2025) fecham essa categoria com a evidência contundente de que a sustentabilidade de metodologias como as de “laboratórios vivos” no meio rural, depende de ancoragem institucional robusta e de estabilidade nos relacionamentos interpessoais, entre os atores envolvidos. Inovações tecnológicas que não estão apoiadas em estruturas organizacionais sólidas tendem a não resistir a transições governamentais ou à saída de atores-chave. Essa constatação tem implicações diretas para o desenho de políticas públicas de extensão rural digital, uma vez que a tecnologia precisa ser tratada como componente de um sistema sociotécnico mais amplo, e não como solução autônoma.

Na mesma perspectiva, estudo realizado na China aponta para a ideia de que a sustentabilidade das iniciativas institucionais e de mercado depende, tanto de instituições fortes quanto de mercados e infraestrutura inclusivos, mais do que da tecnologia em si. Nesse sentido, Qin *et al.* (2022) demonstram que o avanço da digitalização no setor agrícola é acompanhado por desafios críticos de governança, tais como, a ausência de orientações estratégicas claras e respostas regulatórias insuficientes.

5. Considerações finais

Essa revisão sistemática analisou a produção científica internacional sobre o uso das TICs para a digitalização dos serviços de extensão rural voltados à agricultura familiar, com base em 12 estudos indexados na Web of Science, entre 2016 e 2025. Os achados convergem para uma compreensão central de que as TICs não substituem a extensão rural presencial, mas funcionam como ferramentas complementares, capazes de ampliar seu alcance e estimular

maior interação entre agricultores e extensionistas, padrão observado de forma consistente em contextos geográficos distintos do Sul Global.

A efetividade dessas ferramentas, contudo, é condicionada por fatores que precedem e ultrapassam a dimensão tecnológica, tais como: infraestrutura deficiente, baixo letramento digital, assimetrias de gênero e geracional, fragilidade institucional e ausência de políticas públicas sensíveis às heterogeneidades do território rural. Esse conjunto de obstáculos, quando ignorados, tendem a reproduzir e aprofundar as desigualdades já existentes no campo. A inclusão digital produtiva dos agricultores familiares é uma questão de governança, de formação humana e de proposição de políticas públicas.

Este estudo apresenta limitações que devem ser consideradas. A restrição da busca em apenas uma plataforma científica pode ter excluído publicações relevantes em outras bases, como *Scopus* ou repositórios regionais latino-americanos. O *corpus* reduzido ($n = 12$) e o recorte de uma década (2016–2025) limitam a generalização das evidências, mas apontam para a necessidade de ampliação de análises sobre a temática. Desse modo, estudos futuros poderiam ampliar a cobertura bibliográfica, incorporar literatura cinzenta e adotar abordagens quantitativas para mensurar o impacto das TICs sobre indicadores objetivos de produtividade e renda na agricultura familiar.

Mesmo diante dessas limitações, os artigos analisados mostraram-se relevantes e consistentes ao evidenciar as situações de exclusão enfrentadas pelos agricultores familiares no contexto da emergência de novas tecnologias no meio rural. Destacam-se, nesse sentido, as dificuldades de acesso aos meios digitais, bem como a insuficiência de processos formativos que os capacitem a operar as inovações atualmente disponíveis no campo. Adicionalmente, observa-se, a partir das seis categorias analisadas, a presença de particularidades relacionadas à assistência técnica e à orientação produtiva, o que reforça a necessidade de formulação e implementação de políticas públicas sensíveis às especificidades de cada território.

Agradecimentos

Este trabalho recebeu apoio da FAPT, CNPq e CAPES.

Referências

ABDULAI, Abdul-Rahim; QUARSHIE, Philip Tetteh; DUNCAN, Emily; Fraser, Evan.. Is agricultural digitization a reality among smallholder farmers in Africa? Unpacking farmers' lived realities of engagement with digital tools and services in rural Northern Ghana. **Agriculture & Food Security**, v. 12, n. 1, p. 11, 2023. <https://doi.org/10.1186/s40066-023-00416-6>.

AMADU, Festus O.; MCNAMARA, Paul E. Agricultural stakeholder panels and lead farmer visits: Evidence from Malawi. **World development perspectives**, v. 39, p. 100716, 2025. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S245229292500061X>. Acesso: 01 abr. 2026.

ANITENEH, Chalachew Tarekegne. The use of information and communication technology (ICT) platforms in agricultural extension services: views of smallholder farmers in northwestern Ethiopia. **Development in Practice**, p. 1-14, 2025. <https://doi.org/10.1080/09614524.2025.2606843>.

BEACH, Robert H.; MILLIKEN, Caleb; FRANZEN, Kirsten; LAPIDUS, Daniel. Meta-analysis of the impacts of digital information interventions on agricultural development. **Global Food Security**, v. 45, p. 100866, 2025. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2211912425000410>. Acesso: 01 abr. 2026.

BEEVI, C. N. Anshida; WASON, Monika; PADARIA, R. N; SINGH, Premrata. Gender sensitivity in agricultural extension. **Current science**, v. 115, n. 6, p. 1035, 2018. <https://doi.org/10.18520/cs/v115/i6/1035-1036>.

BYAMUKAMA, Willbroad, SSEMAKULA, Edward; SSEKANDI, Joesph; ARINDA, Shaman; BUSINGE, Phelix; KALIBWANI, Rebecca; ATUKUNDA, Christian; TURUYASINGURA, Benson. A review of ICT integration in agricultural extension services. **A global perspective**. 2025. Disponível em: <https://agris.fao.org/search/en/providers/125583/records/6878fb695d9ad5f58d60959e>. Acesso em: 06 abr. 2026.

BRASIL. **Lei nº 12.188, de 11 de janeiro de 2010**. Institui a Política Nacional de Assistência Técnica e Extensão Rural [...] e o PRONATER. Brasília, DF: Presidência da República, [2010]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/12188.htm. Acesso em: 6 abr. 2026.

CARVALHO, Mariana A. de; ZUIN, Luís Fernando Soares. Os órgãos de ATER públicos conversam com agricultores idosos nas suas mídias sociais? **Revista Ciências Humanas**, v. 16, n. 1, 2023. <https://doi.org/10.32813/2179-1120.2023.v16.n1.a966>.

CASTELLS, Manuel. **Sociedade Digital**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2026. 210p.

CONCEIÇÃO, Ariane Fernandes da; SCHNEIDER, Sergio. Internet e agricultura familiar: algumas percepções sobre as mudanças no meio rural. **Margens**, v. 13, n. 20, p. 59-71, 2019. Disponível em: <https://periodicos.ufpa.br/index.php/revistamargens/article/view/9335>. Acesso em: 03 abr. 2026.

ESTEVÃO, Pricila; SOUSA, Diego Neves de. Internet e transferência de tecnologia: a Embrapa na opinião dos extensionistas rurais. **Revista Tecnologia e Sociedade**, v. 16, n. 45, p. 56-75, 2020. <http://dx.doi.org/10.3895/rt.s.v16n45.11597>.

FAO. **Digital technologies in agriculture and rural areas**: briefing paper. Roma: FAO, 2019. Disponível em: <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/885161de-dccf-4589-8376-07fe37b68799/content>. Acesso em: 1 abr. 2026

GALVÃO, Taís F.; PANSANI, Thais. de S. A.; HARRAD, David. Principais itens para relatar Revisões sistemáticas e Meta-análises: A recomendação PRISMA. **Epidemiol Serv Saúde** [Internet]. 2015; 24 (2): 335–42 [em linha]. Disponível em: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.scielo.org/article/ssm/content/aw/?resource_ssm_path=/media/assets/ress/v24n2/2237-9622-ress-24-02-00335.pdf. Acesso: 06 abr. 2026.

GHOSH, Mithun Kumar, MARIA, Ummey; Ali, Hossain; NOMAN, Abdullah A.; HASAN, Shaikh S.; AKON, Safayet; MOHEUDDIN, Moheuddin. Social media in agricultural extension services: farmers and extension agents perspective. **European Journal of Humanities and Social Sciences**, v. 1, n. 5, p. 36-43, 2021.

<https://doi.org/10.24018/ejsocial.2021.1.5.143>.

IBGE (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA). **PNAD Contínua TIC 2024**: Acesso à internet e à televisão e posse de telefone móvel celular para uso pessoal. Rio de Janeiro: IBGE, 2025. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/44031-internet-chega-a-74-9-milhoes-de-domicilios-do-pais-em-2024>. Acesso em: 26 fev. 2026.

IBRAHIM, U. **Artificial Intelligence in Agricultural Extension for Sustainable Development**. International Journal of Applied and Scientific Research, [s. l.], v. 1, n. 3, p. 259-268, nov. 2023. <https://doi.org/10.59890/ijasr.v1i3.740>.

IICA (INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERAÇÃO PARA A AGRICULTURA). **A transformação digital dos sistemas agroalimentares nas Américas: produtividade, resiliência e transparência**. San José, Costa Rica: IICA, 2026. Disponível em: <https://iica.int/pt/digitalizacion-agroalimentaria-pt/>. Acesso em: 25 fev. 2026.

ISMAIL, Ismail J. Seeing through digitalization! The influence of entrepreneurial networks on market participation among smallholder farmers in Tanzania. The mediating role of digital technology. **Cogent Food & Agriculture**, v. 9, n. 1, p. 2171834, 2023. <https://doi.org/10.1080/23311932.2023.2171834>.

ITU (UNIÃO INTERNACIONAL DE TELECOMUNICAÇÕES). **Measuring digital development: Facts and figures 2025**. Genebra: International Telecommunication Union, 2025. Disponível em: <https://www.itu.int/ff2025>. Acesso em: 25 fev. 2026.

KABIR, Khondokar H. Sowing trust in the machine: ethical pathways for large language models in farmer-centered extension. **AI & SOCIETY**, p. 1-12, 2025. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00146-025-02788-8>. Acesso: 30 mar. 2026.

KHATRI, Aastha; LALLAWMKIMI, Michelle C.; RANA, Pratima; PANIGRAHI, Chandan Kumar; MINJ, Akanksha; KOUSHAL, Sanjay; ALI, Mohammed Umar. Integration of ICT in agricultural extension services: A review. **Journal of Experimental Agriculture International**, v. 46, n. 12, p. 394-410, 2024. <https://doi.org/10.9734/jeai/2024/v46i123146>.

KLERKX, Laurens. Digital and virtual spaces as sites of extension and advisory services research: social media, gaming, and digitally integrated and augmented advice. **The Journal of Agricultural Education and Extension**, v. 27, n. 3, p. 277-286, 2021. <https://doi.org/10.1080/1389224x.2021.1934998>.

LAIRING, Nurdahalia; Salman, Darmawan; Amrawaty, A. Amidah; Witteveen, Loes. The Promise and the Paradox of Innovation: Understanding Stagnation in the Living Lab Enrekang, Indonesia. **Societies**, v. 16, n. 1, p. 7, 2025. <https://doi.org/10.3390/soc16010007>.

LEITE, M. J. de H., de Andrade, N. A., Brilhante, J. C. de A., Neto, A. C. N., Bezerra, D. H. S., Castro, L. M. D. de; Santos, Denise M. Extensão rural e comunicação no ambiente rural. **Brazilian Applied Science Review**, Curitiba, v. 5, n. 1, p. 440-466, jan./fev. 2021. <https://doi.org/10.34115/basrv5n1-029>.

LI, Baozhi; ZHUO, Ni; JI, Chen; ZHU, Qibiao. Influence of smartphone-based digital extension service on farmers' sustainable agricultural technology adoption in China.

International Journal of Environmental Research and Public Health, v. 19, n. 15, p. 9639, 2022. <https://doi.org/10.3390/ijerph19159639>.

MAULIDA, Yuhan Farah; PALANIAPPAN, Gomathy; VAN BOMMEL, Severine. What impact do gender differences have on agricultural extension organizations? A critical review. **Gender, Technology and Development**, v. 29, n. 3, p. 414-437, 2025. <https://doi.org/10.1080/09718524.2025.2563819>.

NYBERG, Ylva; MACKAY, Heather; WILSON, Merezia; SAMKUNDE, Mohamed; WETTERLIND, Johanna. Supporting access and implementation of agricultural extension services for female smallholder farmers—a systematic review. **International Journal of Agricultural Sustainability**, v. 23, n. 1, p. 2505387, 2025. <https://doi.org/10.1080/14735903.2025.2505387>.

ONU. **Transformando nosso mundo: a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável**. [S. l.]: ONU, 2015. Disponível em: <https://brasil.un.org/sites/default/files/2020-09/agenda2030-pt-br.pdf>. Acesso em: 1 abr. 2026.

ONU-HABITAT. **Assessing the digital divide: digital landscape and world city report**. Nairobi: United Nations Human Settlements Programme, 2021. 36 p. Disponível em: https://unhabitat.org/sites/default/files/2021/11/assessing_the_digital_divide.pdf. Acesso em: 4 abr. 2026.

PAIVA, Caroline Mendonça Nogueira; QUINTINO, Derick David; MORAIS, Thacyo Bruno Custódio de; COZADI, Elisa Guimarães; COSTA, Jaqueline Severino da; LEME, Paulo Henrique Montagnana Vicente; SCOLFORO, José Roberto Soares. Pathways to Rural Sustainability: Opportunities and Challenges in the Creation of an Agrotechnological District in Ingaí City, Brazil. **Agriculture**, v. 14, n. 12, p. 2185, 2024. <https://doi.org/10.3390/agriculture14122185>.

PEIXOTO, Marcus. Financiamento da assistência técnica e extensão rural: análise dos marcos legais, de políticas públicas transversais e proposições legislativas (Financing of technical assistance and rural extension: analysis of legais frameworks, transversal public policies and legislative proposals). **Emancipação**, n. 22, p. 7, 2022. <https://doi.org/10.5212/emancipacao.v.22.2220508.001>.

PRIYA, N Krishna; PATIL, Shrikant Sheshrao; VISHWAKARMA, Santosh Kumar; SAIKANTH, D R K; MISHRA, Ishita; TRIPATHI, Somdutt; PATHAK, Ayush Kumar; SHASTRI, Sakshi. Digital innovations in extension education: A review of emerging technologies and their impact on agricultural knowledge dissemination. **Journal of Experimental Agriculture International**, v. 47, n. 5, p. 408-423, 2025. <https://doi.org/10.9734/jeai/2025/v47i53430>.

QIN, Tianyu; WANG, Lijun; ZHOU, Yanxin; GUO, Liyue; JIANG, Gaoming; ZHANG, Lei. Digital technology-and-services-driven sustainable transformation of agriculture: Cases of China and the EU. **Agriculture**, v. 12, n. 2, p. 297, 2022. <https://www.mdpi.com/2077-0472/12/2/297>.

RODRÍGUEZ-ESPINOSA, Holmes; RAMÍREZ-GÓMEZ, Carlos Julián; RESTREPO-BETANCUR, Fernando. El rol del género en las prácticas de extensión rural en Colombia. **Mundo Agrario**, v. 26, n. 61, 2025. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=10246476>. Acesso: 30 mar. 2025.

SAHOO, Soubhagya Kumar; JENA, Anshuman. Harnessing Artificial Intelligence for Agricultural Advisory Services: A Critical Review of Farmer Led Experiences with the ‘Ama

Krushi'Chatbot in Odisha. **Archives of Current Research International**, v. 25, n. 8, p. 600-608, 2025. <https://doi.org/10.9734/acri/2025/v25i81443>.

SEN, Le Thi Hoa; PHUONG, Le Thi Hong; CHOU, Phanith; DACUAN, Flordeliz B.; NYBERG, Ylva; WETTERLIND, Johanna. The opportunities and barriers in developing interactive digital extension services for smallholder farmers as a pathway to sustainable agriculture: A systematic review. **Sustainability**, v. 17, n. 7, p. 3007, 2025. <https://doi.org/10.3390/su17073007>.

SINGH, N. K.; SUNITHA, N. H.; TRIPATHI, Gagan; SAIKANTH, D. R. K.; SHARMA, Akanksha; JOSE, Asha Elizabeth; MARY, M. V. Karuna Jeba. Impact of digital technologies in agricultural extension. **Asian Journal of Agricultural Extension, Economics & Sociology**, v. 41, n. 9, p. 963-970, 2023. <https://doi.org/10.9734/ajaees/2023/v41i92127>.

VAZ, Glauber José. Search Engine for E-Books Containing Questions and Answers About Agriculture. **International Journal of Agricultural and Environmental Information Systems (IJAEIS)**, v. 16, n. 1, p. 1-20, 2025. Disponível em: <https://www.igi-global.com/article/search-engine-for-e-books-containing-questions-and-answers-about-agriculture/376171>. Acesso: 30 mar. 2026.

VIEIRA, Débora de FA; CLEMENTE, Flávia Maria VT. Harvest-Expedition on Protected Cultivation: characterization and prospective study of the challenges and solutions associated with the protected cultivation of vegetable crops. **Horticultura Brasileira**, v. 36, n. 4, p. 431-438, 2018. <https://doi.org/10.1590/S0102-053620180402>.

WITTEVEEN, Loes; LIE, Rico; GORIS, Margriet; INGRAM, Verina. Design and development of a digital farmer field school. Experiences with a digital learning environment for cocoa production and certification in Sierra Leone. **Telematics and Informatics**, v. 34, n. 8, p. 1673-1684, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.tele.2017.07.013>.