

DETERMINANTES DO ACESSO À INTERNET POR PRODUTORES RURAIS DO MUNICÍPIO DE CACONDE – SP

DETERMINANTS OF INTERNET ACCESS BY RURAL PRODUCERS IN THE MUNICIPALITY OF CACONDE – SP

Autores: Mateus da Mata Melo¹, Jaqueline Severino da Costa², Derick David Quintino³, Marcos de Oliveira Garcias⁴.

Filiação: Universidade Federal de Lavras^{1, 2, 3, 4}, Professor do Departamento de Gestão do Agronegócio – UFLA^{2, 4}.

E-mail: mateus17mello@gmail.com¹, jaqueline.s.costa@ufla.br², derickdq@alumni.usp.br³, marcos.garcias@ufla.br⁴.

Grupo de Trabalho (GT): GT12. Impactos socioambientais das novas tecnologias no agronegócio

Resumo

Um dos principais desafios para a consolidação da agricultura digital, também denominada agricultura 4.0, reside em aprofundar os conhecimentos nos determinantes do acesso à internet por parte dos produtores rurais, em especial os agricultores de pequeno e médio portes. Nesse sentido, objetivou-se identificar alguns determinantes da adoção de internet por produtores rurais no município de Caconde, localizado no estado de São Paulo. O método usado na estimação econométrica foi o modelo Probit, e a base de dados utilizada foi construída a partir de dados coletados no LUPA (Levantamento Censitário das Unidades de Produção Agropecuária), da Secretaria da Agricultura e Abastecimento (SAA) de São Paulo, referentes ao período de 2016/2017, sendo este o último Censo disponível. Entre os principais resultados, constatou-se que as seguintes variáveis impactam na probabilidade de adoção da internet por parte dos produtores rurais: acesso a crédito rural, posse de escritura rural, o grau de uso de computadores, uso de implementos agrícolas e o manejo de pragas. Em contraposição, não houve evidências de que as seguintes variáveis afetem a probabilidade de conectividade: escolaridade, tamanho da área da propriedade, parcela da renda agrícola do produtor que está atrelada à sua renda total, associação à cooperativa ou assistência técnica, aquisição de seguro agrícola, acesso à energia elétrica. Nesse contexto, sugere-se que políticas públicas que visem alavancar o acesso à internet por produtores rurais enfatizem as variáveis influenciadoras de conectividade supramencionadas.

Palavras-chave: conectividade, cafeicultura, agricultura digital, Distrito Agrotecnológico (DAT), pequeno produtor rural.

Abstract

One of the main challenges for the consolidation of digital agriculture, also known as Agriculture 4.0, lies in deepening the understanding of the factors that determine internet access among rural producers, especially small- and medium-sized farmers. In this regard, the objective was to identify some of the determinants of internet adoption by rural producers in the municipality of Caconde, located in the state of São Paulo. The econometric estimation method used was the Probit model, and the database was built using data collected from LUPA (Agricultural Production Units Census Survey), conducted by the São Paulo State Department of Agriculture and Supply (SAA), for the 2016/2017 period—this being the most recent census available. Among the main findings, the following variables were found to impact the likelihood of internet adoption by rural producers: access to rural credit, ownership of a land deed, the level of computer usage, the use of agricultural implements, and pest management. On the other hand, there was no evidence that the following variables affect the probability of connectivity: education level, size of the property, the share of agricultural income in the producer's total income, membership in a cooperative or access to technical assistance, acquisition of crop insurance, and access to electricity. In this context, it is suggested that public policies aimed at boosting internet access for rural producers should emphasize the connectivity-influencing variables mentioned above.

Key words: connectivity, coffee farming, digital agriculture, Agrotechnological District (DAT), small rural producer.

1. Introdução

O agronegócio é um pilar da economia brasileira, contribuindo com aproximadamente 22% do Produto Interno Bruto do país em 2024 (CEPEA, 2025). Essa participação reflete a importância do setor na geração de riquezas e no desenvolvimento econômico do Brasil. Além de sua contribuição ao PIB, o agronegócio desempenha um papel expressivo na balança comercial brasileira. O setor é responsável por quase metade das exportações nacionais, fortalecendo a economia e ampliando a presença do Brasil no mercado internacional (BRASIL, 2024).

Apesar destes números expressivos, os produtores rurais enfrentam obstáculos no seu dia a dia. Um dos desafios diz respeito à diminuição da heterogeneidade da eficiência produtiva entre agricultura de pequena e média escala e a agricultura de grande escala, capaz de impulsionar a produtividade no meio rural (Dagar *et al.*, 2021). Uma das razões para tal disparidade está associada ao grau de utilização de ferramentas que possibilitem maior eficiência, com destaque para os benefícios que a agricultura digital pode fornecer aos agricultores, em especial os de pequeno e médio portes. Estes, por sua vez, precisam estar sempre em busca de eficiência produtiva, sob o risco de serem eliminados do processo concorrencial (Gumbi; Gumbi; Twinomurinzi, 2023; Šermukšnytė-Alešiūnienė; Melnikienė, 2024).

A Agricultura Digital, ou Agricultura 4.0, envolve a aplicação de tecnologias inovadoras para apoiar os agricultores em todas as fases do ciclo produtivo, desde o planejamento inicial até a comercialização de seus produtos. Tais tecnologias incluem plataformas digitais, sistemas baseados em posicionamento por satélite, sensores avançados, softwares especializados, inteligência artificial e aplicativos móveis. Com o uso dessas ferramentas, é possível obter um controle mais preciso das atividades no campo e otimizar o uso dos recursos disponíveis, promovendo maior eficiência no processo produtivo (Basso; Antle, 2020; Bolfe *et al.*, 2020; Zhou; Yin, 2023).

No entanto, há lacunas para um diagnóstico mais preciso do perfil socioeconômico de produtores rurais mais propensos a utilizar tecnologias digitais na produção agrícola. No âmbito acadêmico, são necessárias mais pesquisas que indiquem os obstáculos e oportunidades para se alcançar a eficiência produtiva via agricultura digital. Por sua vez, com foco em apoiar os pequenos e médios agricultores na adoção de tecnologias digitais, as políticas públicas poderiam auxiliar na diminuição dos efeitos socioeconômicos adversos da alta heterogeneidade socioeconômica entre os agentes produtivos, como por exemplo auxiliar no fortalecimento de parcerias com o setor privado e no aprimoramento dos ecossistemas de inovação locais e regionais (Gazolla; Aquino, 2024).

O setor cafeeiro é um dos que pode se beneficiar das tecnologias digitais. A produção de café tem um papel fundamental no agronegócio brasileiro, já que o Brasil é o principal produtor e exportador de café no cenário mundial (Nicikava; Ferrarezi Júnior, 2022). Considerando a safra 2022/23, o Brasil produziu 62,6 milhões de sacas, bem à frente de Vietnã (27,2 milhões) e Colômbia (10,7 milhões), os principais países ofertadores mundiais (USDA, 2025). Internamente, o café é um dos principais produtos agropecuários do Brasil em Valor Bruto de Produção, e em 2023 atingiu R\$ 47,99 bilhões, atrás apenas de grãos (soja e milho), bovinos, cana-de-açúcar, frango e leite (MAPA, 2023).

Contudo, o setor apresenta limitações, como o fato da exportação ser concentrada na etapa inicial da cadeia (grão), frente às demais mais elaboradas (Soares *et al.*, 2021). As inovações, especialmente as de natureza incremental e de processos, têm sido essenciais para

aumentar a produtividade e a competitividade do setor desde a década de 1990 (Medeiros; Rodrigues, 2017).

Dentro desse contexto, a agricultura digital, emerge como uma solução potencial para elevar a produtividade e diminuir os custos (Pereira; Castro, 2022). No entanto, a ausência de infraestrutura de conectividade nas áreas rurais constitui um entrave para a implementação das tecnologias (Pereira; Castro, 2022). Apesar dos avanços na ampliação do acesso à internet em áreas rurais, incluindo melhorias na qualidade do sinal e nas tecnologias, ainda há regiões que não possuem cobertura adequada (Silva *et al.*, 2020). Essa diferença tecnológica pode intensificar as desigualdades entre grandes e pequenos produtores, dificultando que estes últimos tenham acesso às inovações e aos mercados mais lucrativos.

A falta de inclusão digital no meio rural brasileiro é realçada por desafios relacionados à infraestrutura, ausência de conhecimentos e competências, assim como pela relutância em adotar novas tecnologias, especialmente entre os agricultores de pequeno e médio porte (Leso; Enrique; Peruchi, 2022). Nesse sentido, a falta de acesso à internet é um fator limitante para a digitalização no Brasil, visto que mais de 70% das propriedades agrícolas não dispõem de acesso à internet (Gazolla; Aquino, 2024) embora os agricultores, de maneira geral, demonstrem disposição para adotar novas tecnologias (Parisoto *et al.*, 2023). Além da baixa conectividade, os obstáculos relacionados ao letramento digital também limitam a disseminação de inovações nas áreas rurais (Viero; Silveira, 2011).

Nesse sentido, foi criado o Centro de Ciência para o Desenvolvimento em Agricultura Digital - CCD-AD/SemeAr coordenado pela Embrapa Agricultura Digital, que busca desenvolver e validar um modelo para a criação de distritos agro tecnológicos, promovendo a transformação digital no meio rural como uma estratégia de desenvolvimento econômico e social, beneficiando os pequenos e médios produtores. Uma das localidades escolhidas para a atuação do projeto é o município de Caconde-SP. Localizado em uma região de altitude, Caconde se destaca na produção de café. No entanto, a geografia montanhosa e a ausência de infraestrutura tecnológica atrasaram a conectividade rural, que passou a ser melhorada a partir de 2019 (Agência FAPESP; Cavalheiro, 2023).

Nesse contexto, o presente estudo tem como objetivo identificar os principais determinantes da adoção da internet por produtores rurais de café do município de Caconde/SP.

Ao investigar esses aspectos, pretende-se fornecer uma análise dos elementos que facilitam ou dificultam a adoção da internet no ambiente agrícola, contribuindo para o desenvolvimento de políticas públicas e estratégias que promovam o uso mais eficiente de tecnologias digitais no meio rural, possibilitando elevar a competitividade econômica e mitigando os efeitos da heterogeneidade produtiva e social por parte dos pequenos e médios agricultores paulistas.

O presente artigo está organizado da seguinte maneira: após esta seção introdutória, a seção dois apresenta a revisão de literatura, discutindo a adoção da internet no setor agrícola; a seção três descreve o método e a fonte de dados utilizados; a seção quatro apresenta os principais resultados obtidos; a sessão cinco analisa e discute estes resultados; e, por fim, a seção seis traz as conclusões da pesquisa.

2. Revisão de literatura

Nesta seção, serão abordados os principais aspectos relacionados à adoção de internet no setor agrícola, destacando o papel das inovações digitais na otimização dos processos produtivos e no aumento da eficiência das atividades rurais. Serão discutidas as contribuições das tecnologias digitais e os benefícios proporcionados pela conectividade rural, além de identificar os desafios e as barreiras enfrentadas, especialmente pelos pequenos produtores.

2.1 Adoção de internet no setor agrícola

A adoção de uma tecnologia é um processo que envolve a integração dessa tecnologia às práticas já estabelecidas, precedido por um período de experimentação e acompanhado de ajustes para que o usuário se adapte às necessidades específicas de cada contexto (Loevinsohn *et al.*, 2013). As tecnologias digitais auxiliam os produtores rurais a aprimorarem seus processos produtivos explorando novos equipamentos e práticas que permitem melhorias no processo produtivo (Feyisa, 2020; Zegeye, Fikire e Meshesha, 2022). A agricultura de precisão, com suas máquinas e equipamentos, é um exemplo do quanto esses processos podem ser revolucionários para a produção agrícola, visto que otimizam o uso de insumos e, consequentemente, contribuem para aumentos de produtividade (Khan *et al.*, 2022a; Bolfe *et al.*, 2020).

O desenvolvimento da internet trouxe novas possibilidades para a agricultura. A expansão da conectividade rural, combinada com a crescente utilização de dados provenientes de sensores e dispositivos móveis, está revolucionando a agricultura, dando origem a novos conceitos como a Agricultura Digital (Ahmad *et al.*, 2024; Bolfe *et al.*, 2020; Suroso; Fahmi; Tandra, 2022; Yu; Bai; Zhang, 2024).

A adoção de tecnologias como a internet pode ser um aliado para o aumento da produção agrícola, impulsionando o crescimento e a eficiência do setor (Ahmad *et al.* 2024; Khan *et al.*, 2022a). A internet permite conectar pessoas, máquinas e dados em tempo real, otimizar a produção agrícola e a tornar mais eficiente (Khan *et al.*, 2022a). Ela também diminui os custos relativos à informação, tornando-a mais acessível (Zhong; Chen; Xie, 2023), permitindo que os agricultores compreendam os benefícios econômicos e ambientais das tecnologias, como a adoção de tecnologias agrícolas de baixo carbono, por exemplo (Zhou *et al.*, 2023).

Khan *et al.* (2022b) investigaram a adoção de internet móvel na agricultura e mostraram que, no contexto agrícola, essa tecnologia desempenha um papel estratégico na coleta de dados e na implementação de soluções tecnológicas (como sensores, dispositivos interconectados e plataformas que combinam diversas tecnologias e fontes de dados). Além disso, a internet móvel também alterou a forma como as informações e serviços são acessados e disponibilizados, contribuindo para mitigar a desigualdade digital existente entre áreas urbanas e rurais.

Uma pesquisa realizada por Bolfe *et al.* (2020) com 504 agricultores brasileiros revelou um cenário de crescente adoção de tecnologias digitais no campo. Os dados indicam que 84% dos produtores analisados utilizavam alguma ferramenta digital, com variações de acordo com o nível de complexidade da tecnologia adotada. Os principais benefícios percebidos pelos agricultores estão relacionados ao aumento da produtividade, enquanto os custos relacionados à aquisição de equipamentos, máquinas, programas e conectividade emergem como os maiores obstáculos.

Ahmad *et al.* (2024), por sua vez, apontam que a internet tem se mostrado um importante aliado para promover a agricultura sustentável e a segurança alimentar, principalmente em países em desenvolvimento. O uso da internet, neste caso, está positivamente relacionado à eficiência técnica na produção agrícola. Os agricultores que utilizam a internet obtiveram maior eficiência, em relação àqueles que não a utilizam.

Apesar de seus benefícios, a adoção da internet no processo de produção ainda enfrenta desafios. Ahmad *et al.* (2024) chama atenção para a necessidade de os policy-makers incentivarem o uso de tecnologias no setor agrícola, visando elevar a produção e impulsionar o desenvolvimento econômico. Apesar da crescente adoção individual da internet móvel pelos produtores, governos, organizações não governamentais e entidades de extensão têm um

importante papel na promoção do uso mais eficiente e no desenvolvimento de aplicações inovadoras (Khan *et al.*, 2022a, Yang *et al.*, 2023). Para isso, é necessário investir em infraestrutura de Tecnologia da Informação (TI) nas áreas rurais e reduzir os custos de acesso à internet para os agricultores (Ahmad *et al.*, 2024, Yang *et al.*, 2023).

A inclusão digital no meio rural passa pelo treinamento dos agricultores, que precisam ser capacitados para utilizar de forma mais correta as ferramentas digitais disponíveis (Khan *et al.*, 2022a). Conforme Bolfe *et al.* (2020), a demanda por capacitação em novas tecnologias é alta no setor agrícola, com 95% dos produtores demonstrando interesse em aprender mais sobre o assunto para melhorar o desempenho de sua propriedade agrícola. Assim, o treinamento técnico pode fortalecer a educação rural, oferecendo aos agricultores as ferramentas e conhecimentos necessários para adotarem novas tecnologias e melhorarem sua produtividade (Ahmad *et al.*, 2024).

As políticas para promover novas tecnologias no campo devem ser adaptadas às necessidades dos pequenos agricultores, oferecendo acesso à informação por meio de diferentes canais, como serviços de extensão rural e plataformas digitais (Ahmad *et al.*, 2024). Esse tipo de estratégia pode facilitar o acesso dos agricultores a informações sobre novas tecnologias agrícolas (Khan *et al.*, 2022a).

Tornar as tecnologias mais acessíveis é importante, pois há uma desigualdade digital entre pequenos e grandes produtores, que impacta negativamente a produtividade e o desempenho das empresas de menor porte. Pesquisas indicam que os pequenos e médios empreendimentos no Brasil enfrentam dificuldades para adotar e utilizar de forma eficiente as tecnologias digitais, especialmente quando comparadas às empresas de maior porte (Souza *et al.*, 2017; Siqueira; Souza; Barbosa, 2019; Ximenes; Montedo; Pinto, 2022). Essa disparidade é visível em diversos setores, incluindo a agricultura, onde os grandes produtores apresentam uma adoção tecnológica mais avançada e maior qualidade na produção em relação aos pequenos produtores (Ribeiro Júnior *et al.*, 2015).

É importante ampliar os mecanismos de apoio ao produtor por meio de parcerias com instituições financeiras, centros de pesquisa, cooperativas e empresas agrícolas, com o objetivo de fornecer mais recursos e suporte técnico em questões financeiras, tecnológicas e produtivas (Ahmad *et al.*, 2024). Essas políticas e parcerias são importantes medidas para os agricultores com limitações tecnológicas solicitarem e receberem auxílio de forma ágil e eficiente (Khan *et al.*, 2022a, Zegeye, Fikire e Meshesha, 2022).

Nesse sentido, políticas que fortaleçam os serviços de extensão rural e apoiem cooperativas de agricultores podem ser aliadas para superar as barreiras informacionais e promover a adoção de tecnologias digitais. Khan *et al.* (2022a) reforçam a necessidade de um esforço conjunto entre o setor público e o privado para estimular sua adoção de novas tecnologias e o aumento do desempenho produtivo nos negócios agrícolas.

2.2 Características do produtor e da propriedade que influenciam a adoção de tecnologias

Adicionalmente aos fatores supramencionados, Rogers (2003) identificou cinco atributos que influenciam a decisão de adotar uma nova tecnologia. O primeiro é a vantagem relativa, através do qual o agente econômico precisa perceber que a tecnologia traz benefícios reais, como maior eficiência ou conveniência. O segundo é a compatibilidade, ou seja, a tecnologia precisa se encaixar em sua rotina e valores. A complexidade se refere à facilidade de entender e usar a tecnologia. A experimentação permite que a pessoa teste a tecnologia antes de adotá-la definitivamente, reduzindo o risco. Por fim, a observação trata da visibilidade dos resultados, que podem influenciar outras pessoas a adotarem a mesma tecnologia.

Diversos estudos recentes investigaram fatores associados à adoção de tecnologias por produtores rurais, ressaltando variações contextuais e fatores inter-relacionados. Por exemplo, Khan *et al.* (2022a, 2022b) analisaram a adoção da internet móvel na agricultura, identificando que fatores como idade, educação, tamanho da propriedade, acesso a serviços de apoio e percepção de riscos influenciam significativamente a decisão de adotar essa tecnologia. Em média, 55% dos produtores utilizavam internet móvel em suas práticas agrícolas, com impactos positivos na produtividade, como observado no cultivo de trigo.

De forma semelhante, estudos conduzidos na China por Yang *et al.* (2023) exploraram a relação entre o uso da internet e atributos como idade, educação e localização dos produtores, evidenciando sua influência na contratação de serviços agrícolas e no uso de máquinas. Paralelamente, Feyisa (2020) e Yokamo (2020) apresentaram revisões mais amplas, destacando fatores como nível educacional, tamanho da propriedade, acesso a serviços de crédito e extensão, e características socioeconômicas e culturais como determinantes da adoção de tecnologias agrícolas. Feyisa (2020) ainda destaca variáveis importantes como o tamanho da fazenda, a posse de gado e a associação cooperativa.

A adoção da agricultura de precisão também foi investigada por Kolady *et al.* (2021) e Nguyen; Halibas; Nguyen (2023), que identificaram fatores positivos como inovação, experiência prévia, percepção de benefícios ambientais e apoio governamental. Ambos os estudos ressaltaram que a complexidade da tecnologia e características individuais, como idade e tolerância ao risco, podem dificultar o processo de adoção.

No que se refere ao agricultor, Nguyen; Halibas; Nguyen (2023) identificou que os fatores que influenciam a adoção da tecnologia são a inovação, educação e conhecimento, observação, tolerância ao risco, experimentação, experiência do agricultor no uso da tecnologia e vantagens relativas da tecnologia. Já referente à fazenda, os autores identificaram que os fatores de adoção foram a pressão competitiva, compatibilidade tecnológica, disponibilidade de recursos, apoio governamental, influência social e necessidade percebida de características tecnológicas.

Estudos mais recentes, como os de Arhin *et al.* (2023), Fikire e Asefa (2023), Li, Zhai e Wei (2024), Pronti, Auci e Mazzanti (2024) e Zegeye, Fikire e Meshesha (2022), reforçam que a adoção de tecnologias é influenciada por uma combinação de fatores socioeconômicos, institucionais, culturais, ambientais e geográficos. Esses estudos enfatizam que as variáveis que influenciam a adoção podem variar conforme o contexto local, as condições dos produtores e o tipo de tecnologia em questão. Além disso, destacam a importância de compreender as características específicas de cada tecnologia, o nível de preparo dos agricultores e o papel das políticas públicas e de suporte técnico, evidenciando que a adoção não é um processo uniforme, mas sim uma decisão complexa, moldada por múltiplos fatores interconectados.

Dessa forma, observa-se que a adoção de tecnologias no meio rural é um processo complexo, influenciado por múltiplas variáveis interconectadas. Assim, torna-se essencial empregar uma abordagem empírica capaz de estimar os efeitos dessas variáveis e atribuir probabilidades às suas influências. A próxima seção descreve a metodologia e a base de dados utilizadas no presente estudo.

3. Metodologia

3.1 Método

Este estudo objetiva estimar os principais determinantes que influenciam a escolha do produtor em ter acesso (ou não) à internet, o que caracteriza uma escolha binária. Nesse sentido, o modelo Probit é um modelo cuja variável dependente tem caráter binário, onde em geral

atribui-se valor unitário onde há a ocorrência de um evento, e valor nulo caso contrário, ou seja, quando não há tal ocorrência. Para descrever o modelo Probit, iremos seguir a notação usada por Coelho *et al.* (2009). Assim, seja:

Seja $y_i = X_i\beta + \varepsilon_i$

Onde X_i são as variáveis explicativas (covariadas), β é o vetor de parâmetros e ε_i é o erro aleatório, onde $E(\varepsilon_i) = 0$. Tem-se uma variável discreta binária quando:

$$y_i = 1 \text{ se } y_i^* > y_i^L$$

$$y_i = 0 \text{ se } y_i^* \leq y_i^L$$

Onde y_i^L é o valor limite da ocorrência de um evento.

Dessa forma, verifica-se que:

$$P(y_i = 1) = P(y_i^* > y_i^L)$$

$$P(y_i = 0) = P(y_i^* \leq y_i^L)$$

Se considerarmos $y_i^L = 0$, tem-se que:

$$P(y_i = 1) = P(y_i^* > 0) = P(X_i\beta + \varepsilon_i > 0) = P(\varepsilon_i > -X_i\beta)$$

$$P(y_i = 0) = P(y_i^* \leq 0) = P(X_i\beta + \varepsilon_i \leq 0) = P(\varepsilon_i \leq -X_i\beta)$$

Como ε_i é uma variável aleatória com função de distribuição de probabilidade cumulativa, tem-se que:

$$P(y_i = 0) = F(-X_i\beta)$$

$$P(y_i = 1) = 1 - F(-X_i\beta)$$

Por simetria de $F(\cdot)$,

$$P(y_i = 0) = F(-X_i\beta) \equiv 1 - P_i$$

$$P(y_i = 1) = 1 - F(-X_i\beta) \equiv P_i, \text{ onde } P_i \text{ é a probabilidade de ocorrência do evento e } 0 \leq P(y_i = 1) \leq 1.$$

Supondo n_1 ocorrências do evento ($y_i = 1$) e n_2 não-ocorrências ($y_i = 0$), de uma amostra total de tamanho n , tal que $n = n_1 + n_2$, tem-se que função de verossimilhança L , que denota o total a probabilidade conjunta de ocorrências e não ocorrências, é dada por:

$$L = P(y_1, y_2, \dots, y_n), \text{ e como são eventos } y_i \text{ independentes,}$$

$$L = P(y_1) \cdot P(y_2) \cdot \dots \cdot P(y_n). \text{ Reordenando pelas } n_1 \text{ ocorrências e } n_2 \text{ não-ocorrências, tem-se:}$$

$$L = P(y_1) \cdot P(y_2) \cdot \dots \cdot P(y_{n_1}) \cdot P(y_{n_1+1}) \cdot \dots \cdot P(y_n).$$

$$L = P_1 \cdot P_2 \cdot \dots \cdot P_{n_1} (1 - P_{n_1+1}) (1 - P_{n_1+2}) \cdot \dots \cdot (1 - P_n)$$

$$L = P_1 \cdot P_2 \cdot \dots \cdot P_{n_1} (1 - P_{n_1+1}) (1 - P_{n_1+2}) \cdot \dots \cdot (1 - P_n)$$

$$L = \prod_{i=1}^{n_1} P_i \cdot \prod_{i=n_1+1}^n (1 - P_i) = \prod_{i=1}^{n_1} P_i^{y_i} (1 - P_i)^{1-y_i}.$$

Retornando à definição de P_i :

$$L = \prod_{i=1}^{n_1} [F(X_i\beta)]^{y_i} \cdot [1 - F(X_i\beta)]^{1-y_i}$$

Aplicando logaritmos, uma transformação monotônica crescente, de forma a encontrar mais facilmente a expressão que maximiza a expressão:

$$\ln L = \sum_{i=1}^n y_i \ln[F(X_i\beta)] + \sum_{i=1}^n (1 - y_i) \ln[1 - F(X_i\beta)].$$

Os estimadores de máxima verossimilhança são os valores de β que maximizam o valor de $\ln L$. No modelo Probit em questão, a função de distribuição de probabilidade cumulativa $F(\cdot)$ é a normal padrão, como se segue:

$P_i = F(X_i\beta) = \Phi(X_i\beta) = \int_{-\infty}^{X_i\beta} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-z^2/2} dz$, onde z é a distribuição normal padronizada.

3.2 Efeitos marginais das variáveis

Para avaliar a influência de cada variável na probabilidade de ter ou não conectividade, a simples análise dos coeficientes não é a abordagem mais adequada, pois eles não representam diretamente os efeitos marginais das variáveis sobre essa probabilidade. Para determinar os efeitos marginais, é fundamental diferenciar as variáveis contínuas das binárias. No caso das variáveis contínuas, como a renda, por exemplo, o efeito marginal é calculado da seguinte maneira:

$$EM_{escolaridade} = f(X_i\beta) \cdot \beta_{escolaridade}$$

Em que $EM_{escolaridade}$ é o efeito marginal da variável escolaridade; $f(X_i\beta)$ é a função densidade de probabilidade da normal padrão avaliado no ponto $I = X_i\beta$; e $\beta_{escolaridade}$ é o coeficiente da variável escolaridade.

Os efeitos marginais são calculados considerando a média da amostra. No caso de variáveis binárias (X_k , por exemplo), será calculado da seguinte maneira:

$$EM_{x_k} = P[(y_i = 1|x_k = 1)] - P[(y_i = 1|x_k = 0)] \text{ , onde:}$$

EM_{x_k} = efeito marginal da variável binária x_k ;

$P[(y_i = 1|x_k = 1)]$ é a probabilidade de apresentar conectividade quando $x_k = 1$;

$P[(y_i = 1|x_k = 0)]$ é a probabilidade de apresentar conectividade quando $x_k = 0$.

3.3 Fonte de dados

A base de dados utilizada neste trabalho tem como origem as informações estatísticas e censitárias geradas pelo Projeto LUPA (Levantamento das Unidades de Produção Agropecuária) da Secretaria da Agricultura e Abastecimento (SAA) de São Paulo para o período de 2016/2017. Constitui em uma base de dados relevante para obtenção de estatísticas agrícolas com o objetivo de gerar informações para produtores rurais e elaboração de políticas públicas por parte dos gestores públicos. A base de dados está livremente disponível em: <https://www.cati.sp.gov.br/projetolupa/>. A seguir são apresentadas as variáveis utilizadas neste estudo:

- Área: refere-se à área total da propriedade agrícola, em hectares.
- Renda: diz respeito à parcela da renda do produtor que é derivada da propriedade rural. Por exemplo: se renda do produtor derivava em 25% da renda da propriedade, a variável Renda será igual a 25.

As demais variáveis são binárias (valor 0 ou 1): nível de escolaridade; cooperativa; assistência técnica; crédito; seguro; escritura; uso de computador; energia elétrica; implementos e internet. As definições são:

- Escolaridade: temos vários níveis, desde a ausência de escolaridade até o superior completo, e são definidas da seguinte forma: Escol_0 (sem instrução); Escol_1 (ensino fundamental I); Escol_2 (ensino fundamental II); Escol_3 (ensino médio); Escol_4 (ensino superior).
- Cooperativa: se o produtor pertence (valor 1) ou não (valor 0) a alguma cooperativa.
- Assistência técnica: se o produtor tem acesso (valor 1) ou não (valor 0) à assistência técnica.
- Crédito: se o produtor tem acesso (valor 1) ou não (valor 0) a crédito rural.
- Seguro: se o produtor tem acesso (valor 1) ou não (valor 0) a seguro rural.
- Escritura: se o produtor tem acesso (valor 1) ou não (valor 0) à escritura da propriedade.
- Uso_computador: se o produtor faz uso (valor 1) ou não (valor 0) de computador na sua propriedade;
- Energia_eletrica: se a propriedade dispõe (valor 1) ou não (valor 0) de energia elétrica;

- Implementos: originalmente, não se tratava se uma variável binária. Diz respeito à disponibilidade de implementos agrícolas na propriedade. Para fins de modelagem, foi transformada em variável binária, onde se a propriedade dispõe (valor 1) ou não (valor 0) de implementos.
- Internet: se a propriedade dispõe (valor 1) ou não (valor 0) de acesso à internet.

4. Resultados e discussão

4.1 Análise preliminar dos dados

A Tabela 1 abaixo mostra as estatísticas descritivas das variáveis de interesse. As três primeiras variáveis (Área e Renda) não são binárias e definidas da seguinte forma.

Tabela 1. Estatísticas descritivas das variáveis analisadas.

Variáveis	Média	Desvio	Coef.Var
Escol_0	0.09	0.29	3.11
Escol_1	0.49	0.50	1.02
Escol_2	0.13	0.34	2.55
Escol_3	0.14	0.34	2.53
Escol_5	0.14	0.35	2.46
Area	19.36	40.70	2.10
Renda	65.35	40.23	0.62
Cooperativa	0.36	0.48	1.32
Assis_Tecnica	0.60	0.49	0.82
Credito	0.35	0.48	1.37
Seguro	0.16	0.37	2.28
Escritura	0.21	0.40	1.97
Uso_computador	0.04	0.20	4.74
Energia_Eletrica	0.69	0.46	0.67
Implementos	0.19	0.59	3.08
Internet	0.06	0.24	3.85

As variáveis não binárias (Área e Renda) mostram uma grande dispersão (em especial as duas primeiras), mensuradas pelos valores máximos, mínimos e coeficiente de variação. Em relação às variáveis binárias, compreende-se que a maioria dos produtores dispõem do uso de energia elétrica e assistência técnica, e que menor parte não estão ligados a cooperativas, não apresentam acesso a crédito, não dispõem de seguro rural, não apresentam escritura da propriedade e não dispõem de implementos agrícolas. Ainda, apenas uma pequena parte possui acesso à internet e faz uso de microcomputador na propriedade.

A análise revela que, enquanto algumas variáveis relacionadas a acesso e características qualitativas (como o uso de computador ou acesso à internet) exibem uma alta variabilidade, dados como a renda e o acesso à energia elétrica são mais consistentes entre os observados. Isso pode indicar que certas tecnologias ou recursos, possivelmente emergentes ou menos difundidos, variam amplamente em termos de adoção, enquanto outros, essenciais, mantêm uma implantação mais uniforme.

4.2 Resultados encontrados

A Tabela 2 apresenta os efeitos marginais obtidos a partir da estimativa do modelo Probit, permitindo uma interpretação mais clara do impacto de cada variável explicativa sobre a probabilidade de adoção da internet pelos produtores rurais analisados.

Os resultados mostram como diferentes níveis de escolaridade afetam a probabilidade de acesso à internet, com a escolaridade 0 sendo a base de comparação. A variável escolaridade não apresentou significância estatística nos quatro níveis analisados. Isso pode estar relacionado ao fato de que quase totalidade de produtores já acessam a internet independentemente do seu nível de escolaridade.

Tabela 2. Efeitos Marginais da Estimativa Probit

Variáveis	dy/dx	Desvpad	z	P > z	Lim Inf (95%)	Lim Sup (95%)	X
Escolaridade_1	-0,1694	0,0122	-1,3900	0,1650	-0,4086	0,0070	0,4915
Escolaridade_2	-0,2045	0,0131	-0,0200	0,9880	-0,0259	0,0254	0,1332
Escolaridade_3	0,0333	0,0229	1,4500	0,1470	-0,0117	0,0782	0,1354
Escolaridade_4	0,0402	0,0254	1,5800	0,1140	-0,0097	0,0900	0,1419
Area	-0,0001	0,0001	-1,0600	0,2870	-0,0002	0,0000	19,3563
Renda	-0,0001	0,0001	-0,7600	0,4450	-0,0002	0,0001	65,3544
Credito	0,0237	0,0099	2,4000	0,0160	0,0044	0,0431	0,3461
Cooperativa	-0,0062	0,0064	-0,9700	0,3320	-0,0188	0,0064	0,3648
Assis_Tecnica	0,0087	0,0072	1,2200	0,2230	-0,0053	0,0227	0,5990
Seguro	-0,0029	0,0070	-0,4200	0,6780	-0,0165	0,0107	0,1615
Escritura	0,0373	0,0120	3,1200	0,0020	0,0139	0,0671	0,2051
Uso_computador	0,5613	0,0689	8,1500	0,0000	0,4263	0,6963	0,0427
Implementos	0,0085	0,0039	2,1700	0,0300	0,0008	0,0163	0,1902
Energia_eletrica	0,0043	0,0067	0,6500	0,5160	-0,0088	0,0174	0,6909

Embora seja possível observar que os coeficientes aumentam à medida que o nível de escolaridade cresce, indicando que existe uma possibilidade de produtores com maiores níveis de escolaridade possam ser mais propensos a acessar internet, contudo a falta de significância estatística pode estar relacionada ao fato de considerar apenas ciclos completos de escolaridade. Muitas vezes ao se desagregar os níveis para ciclos incompletos poderia ser possível encontrar significância estatística. Outro fator que pode ter contribuído para esse resultado é o tamanho da amostra que nesse caso foi pequena. Vale destacar que na maioria dos estudos que busca encontrar fatores que determinam acesso a internet, a variável escolaridade é importante, pois quanto maior o nível de escolaridade maior propensão a acessar internet. Assim, produtores com níveis mais altos de educação tendem a possuir maior familiaridade com tecnologias digitais e reconhecem a importância da internet como uma ferramenta para melhorar a eficiência produtiva e gerencial da propriedade (Tabela 2).

A variável “Crédito” apresenta um coeficiente positivo, o que indica que o acesso a crédito tem um impacto positivo e estatisticamente significativo na probabilidade de o produtor acessar a internet. Isso sugere que produtores que conseguem financiamento possuem maior probabilidade de ter acesso à internet, possivelmente devido à maior capacidade financeira para investir em infraestrutura tecnológica e digital. Além disso, o crédito também pode estar vinculado a uma melhor gestão dos negócios, permitindo ao produtor investir em soluções que otimizam suas operações agrícolas. O uso da internet, nesse contexto, pode ser visto como uma ferramenta estratégica para melhorar a competitividade, acessar novos mercados e obter

informações técnicas, resultando em uma operação agrícola mais eficiente. Além disso, instituições financeiras que oferecem crédito podem incentivar o uso de tecnologia digital de modo a facilitar as transações financeiras (Tabela 2). A importância do crédito também está ressaltada nas investigações de Feyisa (2020) e Yokamo (2020), os quais destacam seu papel como fundamentais para a adoção de tecnologias no meio rural.

A posse da terra, representada pela variável "Escritura", também apresentou um coeficiente positivo e estatisticamente significativo, o que indica que produtores com a posse formal da terra têm uma probabilidade maior de acessar a internet em comparação com aqueles que não possuem a escritura. Esse resultado sugere que a segurança jurídica proporcionada pela posse formal da terra oferece um ambiente mais propício para investimentos em tecnologias digitais. Quando os produtores possuem a terra legalmente, há maior incentivo para investir em melhorias de longo prazo, visto que há mais confiança em que esses investimentos trarão retornos futuros, tanto em termos econômicos quanto de desenvolvimento tecnológico. Vale argumentar ainda que a posse formal da terra pode facilitar o acesso a financiamentos como crédito e políticas públicas direcionadas a produtores que buscam modernizar suas operações. A posse formal também pode estar associada a maiores níveis de organização e estrutura na propriedade, o que, por sua vez, pode impulsionar o uso de tecnologias para gestão, venda de produtos e acesso a informações relevantes (Tabela 2).

O uso de implementos agrícolas, que apresentou um coeficiente positivo e estatisticamente significativo, indica que produtores que utilizam essas tecnologias em suas operações têm uma maior probabilidade de acessar a internet. Esse resultado sugere uma relação direta entre a modernização das práticas agrícolas e o uso da internet. Implementos agrícolas, como tratores, colheitadeiras e outros equipamentos tecnológicos, requerem, muitas vezes, acesso a informações online, sejam elas relacionadas a manutenção, operação ou novas técnicas de uso eficiente. Produtores que investem em implementos modernos tendem a estar mais integrados a práticas agrícolas avançadas, o que demanda um uso mais intenso de internet para otimizar a produção (Tabela 2).

Essa tendência pode ser explicada pelo fato de que o uso de implementos agrícolas frequentemente envolve a adoção de softwares de gestão, monitoramento e controle de maquinários, os quais dependem do acesso à internet para funcionar de maneira eficiente. Além disso, esses produtores podem buscar informações sobre clima, preços de insumos e mercados, que são essenciais para a tomada de decisões rápidas e eficazes no campo. A internet se torna, assim, uma ferramenta complementar aos implementos, permitindo que os produtores tirem maior proveito da tecnologia e ampliem sua competitividade no setor agrícola.

O uso de computadores apresentou um coeficiente significativo na análise, indicando uma relação direta entre o uso de computadores e o acesso à internet. Produtores que utilizam computadores têm maior probabilidade de acessar a internet, o que não é surpreendente, visto que o computador é um dispositivo usado para acessar informações, gerenciar dados, operar softwares específicos para o setor agrícola, e se conectar com o mercado. O uso de computadores no campo pode facilitar diversas atividades, como a gestão financeira da propriedade, o planejamento de produção, o monitoramento de culturas e o acesso a informações de mercado e clima em tempo real. Além disso, o acesso à internet por meio de computadores não apenas otimiza a produção agrícola, mas também proporciona aos produtores uma integração mais direta com inovações tecnológicas, mercados e redes de suporte (Tabela 2).

Com relação variáveis área (tamanho da propriedade), renda do produtor, participação em cooperativa, uso de assistência técnica, energia elétrica na propriedade e se tem seguro rural não apresentaram significância estatística, logo não tem impacto sobre o acesso à internet e sobre o uso de tecnologias digitais (Tabela 2).

Nestes quesitos, nossos resultados divergem de Feyisa (2020) e Yokamo (2020), os quais apontam que o tamanho da propriedade como fatores determinantes. Ademais, Feyisa (2020) também destaca o fato de estar associado a cooperativa como relevante. A possível explicação, portanto, pode residir no fato das especificidades de cada cultura agrícola e país em consideração, pois, a princípio, espera-se que tais fatores tenham relevância na qualidade da infraestrutura digital da propriedade.

5. Conclusão

O presente artigo teve como objetivo analisar os principais determinantes de acesso à internet por parte dos produtores rurais do município de Caconde-SP. Os principais resultados encontrados mostram que as variáveis, acesso a crédito rural, posse de escritura rural, grau de uso de computadores, uso de implementos agrícolas e o manejo de pragas estão correlacionados com a possibilidade de acesso à internet.

Por outro lado, as seguintes variáveis não apresentaram evidência de elevar a probabilidade de conectividade à internet, a saber: escolaridade, tamanho da área da propriedade, parcela da renda agrícola do produtor que está atrelada à sua renda total, associação à cooperativa ou assistência técnica, aquisição de seguro agrícola e acesso à energia elétrica. Vale dizer que não encontramos evidências de que o tamanho da propriedade, e se esta possui ou não energia elétrica, ou mesmo se a renda do produtor advém principalmente da atividade agrícola (ou não) interfira na probabilidade de acessar à internet.

Os resultados desta pesquisa têm um potencial significativo para beneficiar o projeto do Centro de Ciência para o Desenvolvimento em Agricultura Digital (CCD-AD/SemeAr), principalmente por identificar determinantes do acesso à internet por produtores rurais de Caconde-SP. Ao identificar variáveis que impactam a adoção de tecnologias digitais, como o acesso a crédito rural e o uso de computadores, a pesquisa fornece informações que podem orientar a implementação de estratégias direcionadas a pequenos e médios produtores.

Além disso, compreender os fatores que facilitam a conectividade é fundamental para orientar políticas públicas e programas de capacitação voltados à inclusão digital. Nesse contexto, se o objetivo do *policy-maker* for elevar o acesso à internet por parte dos produtores rurais, encontramos evidências que apontam as principais variáveis de influência nesse sentido. Essa também seria uma contribuição do presente estudo.

Este estudo contribui ao identificar variáveis-chave que influenciam o acesso à internet por produtores rurais, oferecendo subsídios para iniciativas como educação digital e facilitação de crédito. Adicionalmente, os dados levantados podem ser utilizados para mapear áreas com maior necessidade de infraestrutura tecnológica, favorecendo a criação de Distritos Agrotecnológicos alinhados às demandas locais. A articulação entre os resultados da pesquisa e o CCD-AD/SemeAr pode, assim, viabilizar soluções práticas que promovam a transformação digital no campo, ampliando o acesso dos pequenos e médios agricultores de Caconde a inovações que impulsionem a competitividade da cafeicultura e o desenvolvimento regional.

A presente pesquisa possui limitações no sentido da temporalidade dos dados. Como o Censo foi realizado entre os anos de 2016 e 2017, eventuais alterações nas condições recentes na dinâmica dos produtores rurais podem não ter sido captadas em sua integridade. Entretanto, a base de dados é a mais recente a que se tem acesso até o presente momento desta pesquisa.

Como agenda de estudos, sugere-se a continuidade do presente trabalho, incluindo novas variáveis, bem como a utilização de novas bases de dados à medida que forem disponibilizadas à sociedade, e ampliar o estudo para outras regiões do Brasil.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com o apoio das seguintes agências: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001; Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG), (número do projeto: CSA APQ 02264/22); Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) (processo nº2023/18453-3); e Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). Agradecimentos à Universidade Federal de Lavras (UFLA) e ao AGRITECH UFLA pelo apoio técnico e didático.

Referências

- AGÊNCIA FAPESP; CAVALHEIRO, G. *Conectividade muda cenário de trabalho para agricultores do interior de São Paulo*. **Canal Rural**, 2023. Disponível em: <https://www.canalrural.com.br/agricultura/conectividade-muda-cenario-de-trabalho-para-agricultores-do-interior-de-sao-paulo/>. Acesso em: 14 dez. 2024.
- AHMAD, B., ZHAO, Z., JILE, X., GULTAJ, H., KHAN, N., & YUNXIAN, Y. Exploring the influence of internet technology adoption on the technical efficiency of food production: insight from wheat farmers. **Frontiers in Sustainable Food Systems**, [s.l], v. 8, p. 1-15, 2024. DOI 10.3389/fsufs.2024.1385935. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fsufs.2024.1385935>. Acesso em: 04 out. 2024.
- ARHIN, I. *et al.* Analysis of the determinants of sustainable agricultural technologies adoption in tea production in China: a systematic review. **International Journal of Agricultural Sustainability**, [s.l], v. 21, n. 1, p. 2239047, 2023. DOI 10.1080/14735903.2023.2239047. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/14735903.2023.2239047>. Acesso em: 05 out. 2024.
- BASSO, B.; ANTLE, J. Digital agriculture to design sustainable agricultural systems. **Nature Sustainability**, v. 3, n. 4, p. 254-256, 2020. DOI 10.1038/s41893-020-0510-0. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41893-020-0510-0>. Acesso em: 13 dez. 2024.
- BOLFE, É. L. *et al.* Precision and digital agriculture: Adoption of technologies and perception of Brazilian farmers. **Agriculture**, [s.l], v. 10, n. 12, p. 653, 2020. DOI 10.3390/agriculture10120653. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/agriculture10120653>. Acesso em: 04 out. 2024.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Exportações do agronegócio fecham 2023 com US\$ 166,55 bilhões em vendas. 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/exportacoes-do-agronegocio-fecham-2023-com-us-166-55-bilhoes-em-vendas>. Acesso em: 17 dez. 2024.
- CEPEA (2025). PIB do Agronegócio Brasileiro. Disponível em: https://cepea.esalq.usp.br/upload/kceditor/files/CT-PIB-AGRO_23.JAN.25.pdf. Acesso em 07 de fevereiro de 2025.
- COELHO, A. B.; AGUIAR, D. R. D. D.; FERNANDES, E. A. Padrão de consumo de alimentos no Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, 47, 335-362, 2009.

Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0103-20032009000200002>. Acesso em: 20 out. 2024.

DAGAR, V.; KHAN, M. K.; ALVARADO, R.; USMAN, M.; ZAKARI, A.; REHMAN, A.; MURSHED, M.; TILLAGUANGO, B. Variations in technical efficiency of farmers with distinct land size across agro-climatic zones: Evidence from India. **Journal of Cleaner Production**, v. 315, p. 128109, 2021. DOI 10.1016/j.jclepro.2021.128109. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.128109>. Acesso em: 10 dez. 2024.

FEYISA, B. W. Determinants of agricultural technology adoption in Ethiopia: A meta-analysis. **Cogent food & agriculture**, [s.l.], v. 6, n. 1, p. 1855817, 2020. DOI 10.1080/23311932.2020.1855817. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/23311932.2020.1855817>. Acesso em: 04 out. 2024.

FIKIRE, A. H.; ASEFA, A. B. Determinants of teff row planting technology adoption on small farms yield in North Shewa zone, Amhara region, Ethiopia. **Cogent Social Sciences**, [s.l.], v. 9, n. 1, p. 2202022, 2023. DOI 10.1080/23311886.2023.2202022. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/23311886.2023.2202022>. Acesso em: 06 out. 2024.

GAZOLLA, M.; AQUINO, J. R. A dívida digital no campo brasileiro: uma análise nacional e regional a partir do censo agropecuário 2017. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, [S. l.], v. 20, n. 1, 2024. DOI: 10.54399/rbgdr.v20i1.7333. Disponível em: <https://www.rbgdr.net/revista/index.php/rbgdr/article/view/7333>. Acesso em: 18 dez. 2024.

GUMBI, N.; GUMBI, L.; TWINOMURINZI, H. Towards sustainable digital agriculture for smallholder farmers: A systematic literature review. **Sustainability**, v. 15, n. 16, p. 12530, 2023. DOI10.3390/su151612530. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su151612530>. Acesso em: 10 dez. 2024.

KHAN, N. *et al.* Does the adoption of mobile internet technology promote wheat productivity? Evidence from rural farmers. **Sustainability**, [s.l.], v. 14, n. 13, p. 7614, 2022a. Acesso em: 06 out. 2024. DOI 10.3390/su14137614. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su14137614>. Acesso em: 05 out. 2024.

KHAN, N. *et al.* Mobile internet technology adoption for sustainable agriculture: Evidence from wheat farmers. **Applied Sciences**, [s.l.], v. 12, n. 10, p. 4902, 2022b. DOI 10.3390/app12104902. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/app12104902>. Acesso em: 04 out. 2024.

KOLADY, D. E. *et al.* Determinants of adoption and adoption intensity of precision agriculture technologies: evidence from South Dakota. **Precision Agriculture**, [s.l.], v. 22, p. 689-710, 2021. DOI 10.1007/s11119-020-09750-2. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11119-020-09750-2>. Acesso em: 05 out. 2024.

LESO, B. H.; ENRIQUE, D. V.; PERUCHI, D. F. O papel do ecossistema de inovação para desenvolver uma agricultura inteligente. **Exacta**, [S. l.], v. 20, n. 1, p. 140–158, 2022. DOI: 10.5585/exactaep.2021.17362. Disponível em: <https://periodicos.uninove.br/exacta/article/view/17362>. Acesso em: 18 dez. 2024.

LI, K.; ZHAI, R.; WEI, J. Examining the Determinants of Green Agricultural Technology Adoption Among Family Farms: Empirical Insights from Jiangsu, China. **Polish Journal of Environmental Studies**, [s.l.], v. 33, n. 1, 2024. DOI 10.15244/pjoes/171579. Disponível em: <https://doi.org/10.15244/pjoes/171579>. Acesso em: 05 out. 2024.

LOEVINSOHN, M.; SUMBERG, J.; DIAGNE, A.; WHITFIELD, S. **Under what circumstances and conditions does adoption of technology result in increased agricultural productivity? A systematic review prepared for the Department for International Development**. 2013. Disponível em: <https://opendocs.ids.ac.uk/opendocs/handle/20.500.12413/3208>. Acesso em: 08 out. 2024.

MAPA - Ministério da Agricultura e Pecuária. Valor Bruto da Produção atinge R\$ 1,151 trilhão em 2023. 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/valor-bruto-da-producao-atinge-r-1-151-trilhao-em-2023>. Acesso em: 30 de março de 2025.

MEDEIROS, R. V. V.; RODRIGUES, P. M. A. A economia cafeeira no brasil e a importância das inovações para essa cadeia. **A Economia em Revista - AERE**, v. 25, n. 1, p. 1-12, 5 out. 2017.

NGUYEN, L. L. H.; HALIBAS, A.; NGUYEN, T. Q. Determinants of precision agriculture technology adoption in developing countries: a review. **Journal of Crop Improvement**, [s.l.], v. 37, n. 1, p. 1-24, 2023. DOI 10.1080/15427528.2022.2080784. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/15427528.2022.2080784>. Acesso em: 04 out. 2024.

NICIKAVA, A. C.; FERRAREZI JUNIOR, E. . HISTÓRIA E CONSUMO DO CAFÉ NO BRASIL E NO MUNDO. **Revista Interface Tecnológica**, [S. l.], v. 19, n. 2, p. 713–722, 2022. DOI: 10.31510/inf.v19i2.1496. Disponível em: <https://revista.fatectq.edu.br/interfacetecnologica/article/view/1496>. Acesso em: 13 dez. 2024.

PARISOTO, G. J.; PALHARES, G. C.; DOS SANTOS, K. R.; GIL, S. O.; PILAU, F. G.; DA SILVA, L. X.; VIDAL, L. M. O. Adoção de inovações tecnológicas no meio rural brasileiro e principais fatores influenciadores dessa transformação. **International Journal of Scientific Management and Tourism**, [S. l.], v. 9, n. 3, p. 1727–1747, 2023. DOI: 10.55905/ijsmvtv9n3-016. Disponível em: <https://ojs.scientificmanagementjournal.com/ojs/index.php/smj/article/view/467>. Acesso em: 18 dec. 2024.

PEREIRA, C. N.; CASTRO, C. N. expansão da produção agrícola, novas tecnologias de produção, aumento de produtividade e o desnível tecnológico no meio rural. In IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Texto para discussão. Brasília : Rio de Janeiro: Ipea , 2022.

PRONTI, A.; AUCI, S.; MAZZANTI, M. Adopting sustainable irrigation technologies in Italy: a study on the determinants of inter-and intra-farm diffusion. **Economics of Innovation and New Technology**, [s.l.], v. 33, n. 2, p. 299-322, 2024. DOI 10.1080/10438599.2023.2183854. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/10438599.2023.2183854>. Acesso em: 04 out. 2024.

RIBEIRO JUNIOR, J. C.; TOMANINI, R.; SILVA, L. C. C.; BELOTI, V. Quality of milk produced by small and large dairy producers. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, n. 2, p. 883-888, 2015. DOI 10.5433/1679-0359.2015v36n2p883. Disponível em: <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2015v36n2p883>. Acesso em: 12 dez. 2024.

ROGERS, E. M. **Difusão de inovações**. 5. ed. New York: Free Press, 2003. 551 p.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo. Instituto de Economia Agrícola. Coordenadoria de Desenvolvimento Rural Sustentável. **Projeto LUPA [2016/2017]: Censo Agropecuário do Estado de São Paulo**. São Paulo: SAA: IEA: CDRS, [2019].

ŠERMUKŠNYTĖ-ALEŠIŪNIENĖ, K.; MELNIKIENĖ, R. The Effects of Digitalization on the Sustainability of Small Farms. **Sustainability**, v. 16, n. 10, p. 4076, 2024. DOI 10.3390/su16104076. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su16104076>. Acesso em: 10 dez. 2024.

SOUZA, C. A.; SIQUEIRA, É. S.; REINHARD, N. Digital divide of small and medium-sized enterprises: An analysis of influencing factors using the toe theory. **RAM. Revista de Administração Mackenzie**, v. 18, n. 02, p. 15-48, 2017. DOI 10.1590/1678-69712017/administracao.v18n2p15-48. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1678-69712017/administracao.v18n2p15-48>. Acesso em: 12 dez. 2024.

SILVA, J. M.; COLLING, J.; MUELLER, S. Inclusão Digital no campo: implantação e expansão da Internet no meio rural da região extremo oeste catarinense. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE SOFTWARE LIVRE E TECNOLOGIAS ABERTAS (LATINOWARE), 17. , 2020, Online. **Anais [...]**. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2020 . p. 141-146. DOI: <https://doi.org/10.5753/latinoware.2020.18621>.

SIQUEIRA, E. S.; SOUZA, C. A.; BARBOSA, A. F. Using a digital divide index among enterprises in the context of public policies in Brazil. **The Electronic Journal of Information Systems in Developing Countries**, v. 85, n. 3, p. e12088, 2019. DOI 10.1002/isd2.12088. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/isd2.12088>. Acesso em: 12 dez. 2024.

SOARES, L. S.; AMARAL, A. M. S.; REZENDE, T. T.; PUTTI, F. F.; GÓES, B. C. Export behavior of the Brazilian coffee agribusiness and interactions with production elements. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 10, n. 3, p. e39210313503, 2021. DOI: 10.33448/rsd-v10i3.13503. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/13503>. Acesso em: 13 dec. 2024.

SUROSÓ, A.I.; FAHMI, I.; TANDRA, H. The Role of Internet on Agricultural Sector Performance in Global World. **Sustainability**, v. 14, n. 19, 12266, 2022. DOI 10.3390/su141912266. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su141912266>. Acesso em: 14 dez. 2024.

USDA - UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. Relatórios. c2025. Disponível em: <https://usdabrazil.org.br/relatorios/>. Acesso em: 01 abr. 2025.

VIERO, V. C.; SILVEIRA, A. C. M. Apropriação de tecnologias de informação e comunicação no meio rural brasileiro. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v. 28, n. 1, p. 257-277, 2011. DOI 10.35977/0104-1096.cct2011.v28.12042. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.35977/0104-1096.cct2011.v28.12042>. Acesso em: 14 dez. 2024.

XIMENES, E. F. T.; MONTEDO, U. B.; PINTO, L. A. Transformação no trabalho de pequenos produtores agrícolas no contexto da digitalização da agricultura. **Revista Ação Ergonômica**, v. 16, n. 2, e202217, 2022. DOI 10.4322/rae.v16n2.e202217. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.4322/rae.v16n2.e202217>. Acesso em: 12 dez. 2024.

YANG, C. *et al.* Research on the impact of internet use on farmers' adoption of agricultural socialized services. *Sustainability*, [s.l.], v. 15, n. 10, p. 7823, 2023. DOI 10.3390/su15107823. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su15107823>. Acesso em: 04 out. 2024.

YOKAMO, S. Adoption of improved agricultural technologies in developing countries: Literature review. **Int. J. Food Sci. Agric.**, [s.l.], v. 4, n. 2, p. 183-190, 2020. DOI 10.26855/ijfsa.2020.06.010. Disponível em: <https://doi.org/10.26855/ijfsa.2020.06.010>. Acesso em: 05 out. 2024.

YU, H.; BAI, X.; ZHANG, H. Strengthen or weaken? Research on the influence of internet use on agricultural green production efficiency. **Frontiers in Environmental Science**, v. 10, p. 1018540, 2022. DOI 10.3389/fenvs.2022.1018540. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fenvs.2022.1018540>. Acesso em 14 dez. 2024.

ZHONG, W.; CHEN, Y.; XIE, L. How does internet use promote joint adoption of sustainable agricultural practices? Evidence from rice farmers in China. **International Journal of Agricultural Sustainability**, [s.l.], v. 21, n. 1, p. 2270244, 2023. DOI 10.1080/14735903.2023.2270244. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/14735903.2023.2270244>. Acesso em: 06 out. 2024.

ZEGEYE, M. B.; FIKIRE, A. H.; MESHESHA, G. B. Determinants of multiple agricultural technology adoption: evidence from rural Amhara region, Ethiopia. **Cogent Economics & Finance**, [s.l.], v. 10, n. 1, p. 2058189, 2022. DOI 10.1080/23322039.2022.2058189. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/23322039.2022.2058189>. Acesso em: 05 out. 2024.

ZHOU, R.; YIN, Y. Digital agriculture: Mapping knowledge structure and trends. **IEEE Access**, v. 11, 2023. DOI 10.1109/ACCESS.2023.3315606. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/10251496>. Acesso em: 13 dez. 2024.

ZHOU, W. *et al.* How does Internet use affect farmers' low-carbon agricultural technologies in southern China?. **Environmental science and pollution research**, [s.l.], v. 30, n. 6, p. 16476-16487, 2023. DOI 10.1007/s11356-022-23380-3. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11356-022-23380-3>. Acesso em: 06 out. 2024.