

## A IMPORTÂNCIA DA INTERNET NA PRODUTIVIDADE DA AGROPECUÁRIA FAMILIAR E NÃO FAMILIAR

Augusta Pelinski Raiher<sup>1</sup>  
Alysson Luiz Stege<sup>2</sup>  
Alex Sander Souza do Carmo<sup>3</sup>

**Resumo:** O objetivo desta pesquisa consistiu em analisar o efeito da internet na produtividade da agropecuária familiar e não familiar dos municípios brasileiros. Para isso, utilizaram-se dados do Censo Agropecuário de 2017 para mensurar a produtividade e o percentual de estabelecimentos com acesso à internet, relacionando-os através de modelos de regimes espaciais. Como corolário, constatou-se que a internet exerce efeito na produtividade tanto da agropecuária familiar quanto da não familiar, com efeitos superiores para esta última. Além disso, a análise realizada demonstrou que o acesso à internet tem uma influência positiva e estatisticamente significativa na produtividade principalmente das regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste, as quais apresentam maior conectividade digital e desenvolvimento rural.

**Palavras-chave:** Produtividade da agropecuária; Internet; Regimes espaciais; Agropecuária familiar; Agropecuária não familiar.

**Abstract:** The objective of this research was to analyze the effect of the Internet on the productivity of family and non-family farming in two Brazilian municipalities. For this reason, data from the 2017 Agricultural Census will be used to measure the productivity and percentage of establishments with internet access, relating them through spatial regime models. As a corollary, I know that the Internet has an effect on the productivity of both family farming and non-family farming, as well as superior effects for the latter. Furthermore, the analysis carried out showed that Internet access has a positive and statistically significant influence on productivity, mainly in the South, Southeast and Center-West regions, as they present greater digital connectivity and rural development.

**Keywords:** Agricultural productivity; Internet; Spatial regimes; Family farming; Non-family farming.

**JEL Classification:** Q16.

**ÁREA 17: DESENVOLVIMENTO RURAL E LOCAL**

---

<sup>1</sup> Professor do Programa de Pós-Graduação em Economia, do Programa de Pós-Graduação em Ciências Sociais e do curso de Economia da Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG). Email: apelinski@gmail.com

<sup>2</sup> Professor do Programa de Pós-Graduação em Economia e do curso de Economia da Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG). Email: alyssonstege@uepg.br

<sup>3</sup> Professor do Programa de Pós-Graduação em Economia e do curso de Economia da Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG). Email: acarmo@uepg.br

## 1 INTRODUÇÃO

Em um mundo globalizado, a conectividade digital passou a impactar diretamente nas ações dos atores produtivos, permitindo a troca de informações, a ampliação do mercado e o acesso a novas tecnologias. No meio rural, a conectividade também está presente, influenciando a produtividade, facilitando o acesso às novas técnicas de manejo e maquinários, ajudando na gestão das propriedades e na compra e venda de produtos e insumos (Bolfé et al., 2020; Assad e Pancetti, 2009; Conceição e Schneider, 2019). Além disso, a tendência de preços e safras, a previsão do tempo e o contato com novos mercados são outras formas pelas quais a inclusão digital beneficia o desenvolvimento rural (Conceição e Schneider, 2019; Assad e Pancetti, 2009).

No Brasil, o acesso à internet no campo se ampliou, passando de 4% de usuários em 2008 para 51% em 2019 (CGI, 2020). Entretanto, parte dos estabelecimentos ainda não está conectada, sobretudo por conta da elevada extensão territorial do país e pela falta de infraestrutura rural. Além disso, a ampliação da internet requer elevados investimentos, o que inviabiliza a conectividade especialmente dos agricultores familiares (Iannaccone, 2019).

Esse segmento da agropecuária brasileira é importante na determinação da dinâmica econômica do país. Com efeito, a agricultura familiar está presente em cerca de 81% dos municípios brasileiros, detendo 77% dos estabelecimentos agrícolas, com aproximadamente 67% de todo o pessoal ocupado na agropecuária (IBGE, 2017). O seu valor da produção corresponde a R\$ 107 bilhões, o que equivale a 23% de toda a produção agropecuária do país.

Portanto, a intensificação da produtividade deste segmento agrícola torna-se importante no processo de desenvolvimento econômico do Brasil. A ampliação da conectividade digital dessas propriedades familiares pode contribuir diretamente para esse objetivo. Com efeito, o acesso à internet pode mitigar as distâncias espaciais e permitir que o agricultor transite entre o rural e o urbano, favorecendo a troca de informações, a ampliação de mercados, o acesso a novas técnicas produtivas, contribuindo também para a própria minimização do êxodo rural (Felippi, Guerin e Oliveira, 2019). No caso deste último, a conectividade pode favorecer novas iniciativas de produção, sobretudo em áreas desfavorecidas pela sua localização e/ou por suas características climáticas e de solo (Blanco e Cánoves, 2005).

Considerando o exposto, é possível afirmar que a internet tem potencial para influenciar a produção e a produtividade na agricultura. Um estudo realizado por Kaila e Tarp (2019) no Vietnã apontou que o uso da internet aumentou em 6,8% a produção agrícola local. Amaral (2017), que analisou uma base de dados de 212 países, constatou que um aumento de 1% no número de usuários da internet resultou em um aumento de 18-33 Kg por hectare na produtividade agrícola. LoPiccalo (2021), ao analisar os efeitos da internet de banda larga na produtividade agrícola nos Estados Unidos, concluiu que a internet teve um efeito positivo e significativo na produtividade de todas as culturas estudadas, incluindo milho, soja, feno e algodão. Stege et al (2022), por sua vez, analisando os municípios brasileiros, identificaram uma influência positiva e estatisticamente significativa da internet na produtividade rural, com uma diferença de efeito entre as diferentes regiões do país.

Diante desse contexto, o presente trabalho tem como objetivo avaliar os efeitos da internet na produtividade da agropecuária familiar e não familiar nos municípios brasileiros em 2017. É importante destacar que os agricultores familiares estão mais excluídos do acesso à internet, o que pode afetar negativamente a dinâmica produtiva dessas propriedades. Além disso, como esses agricultores estão menos inseridos no meio digital, é possível que a relação entre o acesso à internet e a produtividade seja diferente da observada nas propriedades não familiares, que geralmente têm maior acesso à tecnologia. Dessa forma, este trabalho contribui

para a literatura ao investigar as diferenças no impacto da internet na produtividade da agropecuária familiar em comparação com a não familiar.

Além da presente introdução, o trabalho possui outras quatro seções. Na seção 2, realiza-se uma breve revisão da literatura acerca dos efeitos da internet sobre a produtividade agropecuária. Na seção 3, apresenta-se a metodologia que será utilizada no presente trabalho, descrevendo as variáveis e o modelo econométrico. Na seção 4, faz-se a análise dos resultados, em que se inicia com a análise exploratória dos dados espaciais e, na sequência, estima-se o modelo econométrico. Por fim, na seção 5, discorre-se as considerações finais da pesquisa.

## **2. INTERNET NO MEIO RURAL E SUA RELAÇÃO COM O DESENVOLVIMENTO DA AGROPECUÁRIA**

A agropecuária é um setor fundamental para a economia global e desempenha um papel crucial na segurança alimentar e na subsistência de milhões de pessoas. E a tecnologia tem desempenhado um papel cada vez mais importante no aprimoramento da produtividade, eficiência e sustentabilidade deste setor. Entre as tecnologias que têm se mostrado importante para a agricultura, a internet é uma das mais relevante.

Um dos seus principais benefícios, segundo Boursianis et al (2022), refere-se ao acesso às informações. Com efeito, através da internet, os agricultores podem acessar informações atualizadas sobre o clima, previsões do mercado e técnicas agrícolas mais avançadas. Isso permite que eles tomem decisões mais assertivas sobre sua produção. Ademais, a conectividade digital também pode melhorar a eficiência e a precisão da produção agropecuária (Beaman et al., 2016), facilitando a coleta e análise dos dados sobre o solo, o clima e acerca do uso de insumos agrícolas. Todos estes fatores permitem que os agricultores ajustem sua produção visando maximizar a eficiência e minimizar os custos.

Além disso, a internet também pode melhorar a coordenação e a comunicação entre os diferentes atores da cadeia de suprimentos agropecuários (Suroso et al., 2022). Destarte, através do uso de tecnologia da informação, a eficiência da cadeia de suprimentos pode ser melhorada, reduzindo os custos (de produção e de transação) e aumentando o bem-estar dos produtores. Além do mais, Moo et al. (2012) ressaltam que o próprio melhoramento da transparência e da segurança alimentar pode ser auferido com o uso da internet, ao facilitar o rastreamento dos produtos agropecuários ao longo da cadeia de suprimento.

Outra forma que a conectividade digital pode contribuir para o desenvolvimento da agropecuária refere-se ao seu papel na promoção da sustentabilidade ambiental. Basso et al. (2017) inferem que a tecnologia da informação, incluindo a internet, pode ser usada para coletar e analisar grandes volumes de dados visando melhorar a eficiência e a sustentabilidade do setor. Os autores discutem o potencial da tecnologia da informação para aprimorar a tomada de decisões, reduzir o uso de insumos e aumentar a produtividade, enquanto minimiza o impacto ambiental decorrente das ações da agropecuária.

Portanto, há um consenso entre os pesquisadores da área acerca da importância da internet no desenvolvimento da agropecuária, com mudança significativa quanto à sua condução dado o advento da conectividade rural. O ponto a ser analisado refere-se às diferenças de impactos que podem variar quando se segmenta a agropecuária em familiar e não familiar.

A agricultura familiar é caracterizada por ser conduzida por famílias, com propriedade de pequeno porte (área de até quatro módulos fiscais<sup>4</sup>), cuja produção, em boa parte, se

---

<sup>4</sup> Módulo fiscal é um valor fixado pelo INCRA para cada município levando-se em conta: o tipo de exploração predominante no município; a renda obtida no tipo de exploração predominante; o conceito de propriedade familiar e suas características. A dimensão de um módulo fiscal varia de acordo com o município onde está localizada a propriedade, podendo variar de 5 a 110 hectares (Embrapa, 2021).

destinada ao consumo próprio e/ou ao mercado local. Por outro lado, a agricultura não familiar é mais voltada para a produção em grande escala (com propriedades acima de 4 módulos fiscais), com a comercialização dos produtos em níveis regionais ou internacionais. Nesse contexto, a internet pode ter impacto diferenciado dado o grau de desenvolvimento e de especificidade de cada segmento rural.

Alguns estudos (como o de Mapiye et al, 2021; Aker e Ksoll, 2016; Deichmann et al., 2016, dentre outros) inferem que a agricultura familiar é mais propensa a usar e se beneficiar da internet por meio do melhoramento da comunicação com compradores e fornecedores, via o acesso às informações sobre preços e práticas agrícolas, além de melhorar a coordenação das cadeias de suprimentos de insumos e produtos e de ter maior acesso a serviços financeiros. No entanto, a agricultura familiar pode ter menos capacidade de aproveitar os benefícios produtivos decorrentes da conectividade digital devido às limitações financeiras e de conexão à rede por se localizar, muitas vezes, em regiões menos desenvolvidas e/ou com maior dificuldade de conectividade.

Já a agricultura não familiar tende a usar a internet para acessar informações técnicas, realizar transações financeiras e comprar insumos agrícolas. Também é usada para o monitoramento remoto e controle de equipamentos agrícolas, permitindo que os operadores de equipamentos monitorem o desempenho e o status dos equipamentos de forma remota (Chung et al., 2015). A internet também é usada para permitir a comunicação e colaboração entre as equipes que trabalham nas grandes propriedades. Isso é especialmente importante em propriedades que abrangem grandes áreas geográficas, onde a comunicação pode ser desafiadora. Assim, a tecnologia permite que os membros da equipe se comuniquem em tempo real, compartilhem informações e coordenem suas atividades, além de facilitar a comunicação com serviços especializados (agrônomos, veterinários, etc) e com outros agricultores (Colussi et al., 2022).

De maneira geral, embora a internet possa ser usada em propriedades rurais de todos os tamanhos, existem algumas diferenças importantes quanto ao uso da tecnologia entre pequenas e grandes propriedades rurais. No caso destas últimas, tendem a se beneficiar mais do uso da tecnologia devido à escala de suas operações, tendo mais equipamentos, funcionários e atividades mais complexas, beneficiando da tecnologia no gerenciamento de suas operações.

Com efeito, Mishra e Park (2005), ao analisar as regiões dos Estados Unidos, identificaram que o tamanho da propriedade é um elemento importante na decisão de se conectar, especialmente porque as grandes propriedades enfrentam decisões mais complexas e, por isso, o nível de informações demandado é relativamente maior. Ademais, os produtos das grandes propriedades, em geral, enfrentam concorrência internacional e precisam adotar novas formas de produção e comercialização para se manterem competitivos. Soma-se a isso o uso mais expressivo de capital pela agropecuária não familiar, enfrentando maior risco financeiro e, conseqüentemente, utilizam mais intensamente as ferramentas de gestão.

A localização das propriedades rurais seria outro elemento determinante da conectividade, de modo que as propriedades não familiares tenderiam a se localizar em áreas mais desenvolvidas e próximas a centros urbanos, tendo acesso mais facilitado a internet de alta velocidade. Além disso, se diferenciam em termos de recursos disponíveis para investir em tecnologia e infraestrutura, o que pode facilitar o uso da internet para gerenciar suas operações.

Assim, há uma tendência maior da agropecuária não familiar de se conectar ao mundo digital e às tecnologias disponíveis. Ressalta-se que, mesmo que as propriedades de menor porte tenham acesso à internet não necessariamente teriam o mesmo impacto nas suas produtividades. Shilomboleni et al. (2020) inferem que embora as ferramentas da tecnologia, em especial a internet, disseminem informações úteis, novas técnicas de produção, novos insumos, facilitem a comercialização, o controle da produção, dentre outros, a eficácia dos seus resultados, principalmente no longo prazo, não é garantida, dado que este depende, fundamentalmente, das

características do produtor, de sua propriedade e do meio a que pertencem. Os autores inferem que a condição de pobreza existente, os valores sociais, a capacitação do agricultor, o arranjo institucional que permeia a propriedade, dentre outros, podem mitigar os efeitos decorrentes da inclusão digital da agropecuária familiar.

Em resumo, os impactos da internet na agricultura familiar e não familiar variam de acordo com as especificidades de cada propriedade e em decorrência das necessidades e condições específicas de cada tipo de agricultura. Enquanto a agricultura familiar pode se beneficiar mais da internet em termos de acesso à informação, a agricultura não familiar pode ter maior capacidade de aproveitar as inovações tecnológicas e de reduzir os custos de produção e de transação, com a aplicação da agricultura de precisão e com o melhoramento do controle produtivo como um todo.

### 3 METODOLOGIA

A presente pesquisa tem como objetivo estimar os efeitos da internet sobre a produtividade da agropecuária familiar e não familiar dos municípios brasileiros. Todos os dados utilizados neste trabalho foram coletados do Censo Agropecuário, divulgados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) para o ano de 2017.

Como estratégia empírica, inicialmente aplicou a Análise Exploratória de Dados Espaciais (AEDE)<sup>5</sup>, com o objetivo de verificar a existência de uma possível dependência espacial no percentual de estabelecimentos da agropecuária familiar e não familiar com acesso à internet e na produtividade de cada um destes segmentos agrícolas, considerando todos os municípios brasileiros.

Em seguida foi verificado empiricamente os efeitos da internet sobre a produtividade da agropecuária familiar e não familiar dos municípios brasileiros, utilizando a econometria espacial, com análise subsequente para cada grande região brasileira (via estimação por regimes espaciais). Na sequência, é apresentado maiores detalhes sobre os modelos econométricos e a estratégia empírica utilizada.

#### 3.1 MODELOS ECONOMÉTRICOS ESPACIAIS E VARIÁVEIS UTILIZADAS

Para testar os efeitos da internet sobre a produtividade da agropecuária familiar e não familiar dos municípios brasileiros, foram utilizados os modelos econométricos espaciais com regimes espaciais. Estes modelos consideram a autocorrelação espacial e a heterogeneidade espacial. De acordo com Chasco (2003) existem casos em que a hipótese de uma relação fixa entre as variáveis explicativas e a variável dependente, mantida em toda a amostra, não é sustentável, ou seja, determinados modelos não podem ser ajustados para toda a amostra, mas apenas para alguns subconjuntos desta amostra.

---

<sup>5</sup> A AEDE foi realizada por meio do I de Moran Global e do I de Moran Local. O primeiro mede o grau de correlação espacial, ou seja, se existe similaridade de valores de uma determinada variável com a similaridade da localização desta mesma variável. Já o I de Moran Local mede a contribuição individual de cada observação na estatística I de Moran Global, capturando simultaneamente as associações e heterogeneidades espaciais (MILLER, 2004), ressaltando que a forma mais eficiente de interpretar os seus valores é por meio do mapa de *clusters* LISA. Para o cálculo das estatísticas I de Moran Global Univariado e I de Moran Local é necessário a adoção de alguma matriz de peso espacial ( $W$ ). Esta matriz é uma matriz quadrada de tamanho  $n \times n$ , em que cada um dos seus elementos fornecerá o grau de conectividade entre os municípios brasileiros utilizando algum critério de proximidade, a qual apresenta a influência do município  $i$  sobre o município  $j$  (maiores detalhes, ver Anselin, 1995).

Este subconjunto, deve ser definido por algum critério geográfico, os quais são denominados regimes espaciais e que na presente pesquisa são representados pelas grandes regiões brasileiras: Região Norte (N), Nordeste (Nor), Sudeste (Sud), Sul (S) e Centro-Oeste (CO). Formalmente, este modelo em sua forma espacial e com 5 regimes espaciais é representado por:

$$\begin{bmatrix} Y_N \\ Y_{Nor} \\ Y_{Sud} \\ Y_S \\ Y_{CO} \end{bmatrix} = \rho W \begin{bmatrix} Y_N & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & Y_{Nor} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & Y_{Sud} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & Y_S & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & Y_{CO} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} X_N & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & X_{Nor} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & X_{Sud} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & X_S & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & X_{CO} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \beta_N \\ \beta_{Nor} \\ \beta_{Sud} \\ \beta_S \\ \beta_{CO} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} WX_N & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & WX_{Nor} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & WX_{Sud} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & WX_S & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & WX_{CO} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \pi_N \\ \pi_{Nor} \\ \pi_{Sud} \\ \pi_S \\ \pi_{CO} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \varepsilon_N \\ \varepsilon_{Nor} \\ \varepsilon_{Sud} \\ \varepsilon_S \\ \varepsilon_{CO} \end{bmatrix} \quad (3)$$

$$\begin{bmatrix} \varepsilon_N \\ \varepsilon_{Nor} \\ \varepsilon_{Sud} \\ \varepsilon_S \\ \varepsilon_{CO} \end{bmatrix} = \lambda W \begin{bmatrix} \varepsilon_N \\ \varepsilon_{Nor} \\ \varepsilon_{Sud} \\ \varepsilon_S \\ \varepsilon_{CO} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} u_N \\ u_{Nor} \\ u_{Sud} \\ u_S \\ u_{CO} \end{bmatrix}$$

onde  $Y_i$  é a variável dependente, aqui representada pela produtividade agropecuária;  $\rho$  é o parâmetro autorregressivo espacial;  $W$  a matriz de peso espacial;  $WY_i$  é a variável produtividade agropecuária defasada no espaço;  $X_i$  são as variáveis independentes;  $\beta_i$  e  $\pi_i$  os parâmetros a serem estimados;  $WX_i$  as variáveis independentes defasadas no espaço;  $\varepsilon_i$  o  $u_i$  os termos de erro aleatórios;  $\lambda$  é o parâmetro do erro autorregressivo espacial; e  $\lambda W$  são os erros defasados espacialmente.

Ao impor restrições nos parâmetros  $\rho$ ,  $\lambda$  e  $\pi$  geram-se diferentes formas de modelos espaciais. O modelo SAR (*Spatial Autoregressive Model*) impõe as restrições  $\rho \neq 0$  e  $\lambda = \pi = 0$ . Já o modelo SEM (*Spatial Error Model*) impõe as restrições  $\lambda \neq 0$  e  $\rho = \pi = 0$ . Com a restrições  $\rho \neq 0$ ,  $\pi \neq 0$  e  $\lambda = 0$  têm-se o modelo SDM (*Spatial Durbin Model*). As restrições  $\lambda \neq 0$ ,  $\pi \neq 0$  e  $\rho = 0$  gera o modelo SDEM (*Spatial Durbin Error Model*). E por fim, as restrições aos parâmetros  $\rho = \lambda = \pi = 0$  gera o modelo MQO (*Mínimos Quadrados Ordinários*). A escolha entre estes diferentes modelos espaciais considerou o Critério de Informação Schwarz e a eliminação do efeito espacial nos resíduos, escolhendo o SDEM como modelo espacial mais adequado (conforme resultados da Tabela 1). Ademais, a matriz de vizinhança utilizada em (3) correspondeu à 10 vizinhos, a qual melhor captou os efeitos espaciais nos resíduos<sup>6</sup>.

O uso ou não da econometria espacial com regimes espaciais se dá por meio do teste de Chow espacial, o qual compara a soma dos quadrados dos resíduos de uma regressão, usando todo o conjunto de dados (modelo irrestrito), com a soma dos quadrados dos resíduos, obtidos quando todo o conjunto de dados é dividido em regimes (modelo restrito). O teste de Chow espacial é dado por:

<sup>6</sup> O I de Moran dos resíduos da estimativa MQO da agropecuária familiar correspondeu a: rainha igual a 0,41; torre igual a 0,40; 1 vizinho igual a 0,22; 5 vizinhos igual a 0,40 e; 10 vizinhos igual a 0,53. Para a agropecuária não familiar, teve-se: rainha igual a 0,35; torre igual a 0,34; 1 vizinho igual a 0,21; 5 vizinhos igual a 0,35 e; 10 vizinhos igual a 0,44.

$$C = \left\{ \frac{(e'_R e_R - e'_{IR} e_{IR})/k}{n - 2k} \right\} \quad (4)$$

em que  $e_R$  são os resíduos do modelo restrito (modelo com regime espacial) e  $e_{IR}$  os resíduos do modelo irrestrito (modelo sem regime espacial).

A hipótese nula deste é a não existência de uma instabilidade estrutural nos parâmetros contra a hipótese alternativa da existência da instabilidade estrutural nos parâmetros. Este teste segue uma distribuição de probabilidade  $F$  com  $k$  e  $(n - k)$  graus de liberdade. De forma geral, a ideia deste teste é que se ele for estatisticamente significativo, rejeita-se a hipótese de uma regressão com todos os dados conjuntamente a favor de uma regressão com diferentes regimes espaciais. Conforme apresentado na Tabela 2, rejeitou-se a hipótese nula, havendo instabilidade estrutural nos parâmetros, sendo indicado a estimação por regimes espaciais.

Para este estudo formulou-se a variável produtividade da agropecuária familiar e não familiar seguindo os trabalhos de Hoffman e Jamas (1990), Guerreiro (1995), Felema et al. (2013) e Raiher et al. (2016). A variável é obtida da seguinte forma:

$$VA_{ij} = VBP_{ij} - CI_{ij} \quad (4)$$

$$PT_{ij} = VA_{ij} / ATE_{ij} \quad (5)$$

Em que: primeiramente, calcula-se o Valor Agregado para cada segmentos da agricultura  $j$  (familiar e não familiar) considerando cada município brasileiro  $i$  ( $VA_{ij}$ ), subtraindo do Valor Bruto da Produção Agropecuária do município  $i$  do segmento  $j$  ( $VBP_{ij}$ ) dos Custos Intermediários do município  $i$  do segmento  $j$  ( $CI_{ij}$ ). Em seguida, divide-se o Valor Agregado ( $VA_{ij}$ ) pela Área Total Explorada do segmento  $j$  do município  $i$ , obtendo-se a Produtividade Agropecuária do segmento  $j$  do município  $i$  ( $PT_{ij}$ ).

Foi utilizado como  $VBP_{ij}$  a soma dos valores das produções totais dos animais e vegetais. No caso dos animais, considera-se o valor da produção de animais de pequeno, médio, grande porte e aves; para os vegetais, utiliza-se a produção das lavouras permanentes, temporárias, horticultura, floricultura, silvicultura e extração vegetal. O valor do  $CI_{ij}$  foi mensurado pelo somatório dos gastos com adubos e corretivos, sementes e mudas, agrotóxicos, medicamentos para animais, sal, ração e outros suplementos, transporte da produção, energia elétrica, combustíveis e lubrificantes e outras despesas.

O conjunto de variáveis representadas em  $\mathbf{X}$ , formalizados na equação (3), foi composto pelas seguintes variáveis, as quais estão em linha com os trabalhos de Amaral (2017) e Kaila e Tarp (2019):

- ✓ **inter**: percentual de estabelecimentos agropecuários do segmento  $j$  que utilizam a internet, representado a *proxy* para a conectividade da internet do meio rural do segmento  $j$  (agropecuária familiar e não familiar);
- ✓ **ehae**: equivalente homem do segmento  $j$  dividido pela área explorada de  $j$ . As atividades no campo são realizadas por homens, mulheres e menores de 14 anos, os quais podem ser responsáveis e membros não remunerados da família (não empregados), empregados permanentes e temporários (assalariados) e parceiros e outra condição (empregados não assalariados). Para cada uma destas classes foi atribuído um peso e multiplicado pelo número de pessoas ocupadas em cada classe. Os pesos utilizados podem ser encontrados em Silva e Kageyama (1983). O resultado desta conversão fornece a força de trabalho em equivalente homem, sendo uma *proxy* para o trabalho.

- ✓ **trat**: corresponde a potência dos tratores de roda medida em número de cavalos (c.v.). Este número foi calculado multiplicando o número total de tratores do segmento *j* pelo valor correspondente a cada classe de potência. As classes utilizadas foram: a) tratores com até a 100 c.v.; b) acima de 100 c.v. ou mais, disponibilizadas pelo Censo Agropecuário, a *proxy* para capital
- ✓ **adu**: proporção de estabelecimentos agropecuários do segmento *j* que fizeram o uso de adubação, representando uma *proxy* para o financiamento dos estabelecimentos agropecuários.

#### **4 ACESSO À INTERNET E PRODUTIVIDADE AGROPECUÁRIA FAMILIAR E NÃO FAMILIAR NOS MUNICÍPIOS BRASILEIROS**

A conectividade digital pode afetar diretamente a competitividade da agropecuária brasileira em decorrência da ampliação do conhecimento, das trocas de informação, pelo melhoramento do gerenciamento da produção, como também em decorrência da aplicação de tecnologias habilitadoras da agricultura inteligente ou de precisão (KAILA; TARP, 2019; ASSAD; PANCETTI, 2009; CONCEIÇÃO; SCHNEIDER, 2019).

Dado que há diferenças na conectividade entre a agricultura familiar e a não familiar, bem como diferenças no uso de tecnologia, torna-se importante analisar a distribuição espacial do acesso à internet para cada um desses segmentos agrícolas em todo o território brasileiro. Essa análise ajudará a identificar possíveis vazios na conectividade digital. Para alcançar esse objetivo, inicialmente investigamos a distribuição do acesso à internet e, em seguida, analisamos seu efeito na produtividade de cada segmento da agropecuária (familiar e não familiar) em nível municipal.

##### **4.1 DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA CONECTIVIDADE DIGITAL E DA PRODUTIVIDADE DA AGROPECUÁRIA FAMILIAR E NÃO FAMILIAR**

Nos últimos anos, o acesso à internet se intensificou expressivamente no Brasil, passando de 0,1% de usuários em 1995 para 73,9% em 2019 (CGL, 2020). No meio rural a conectividade digital também se expandiu, entretanto, ficou aquém da observada para o urbano (51% de usuários em 2019).

Ao analisar o acesso por estabelecimentos, a inclusão digital é ainda menor: apenas 34% estavam conectados à rede mundial de computadores, sendo que as regiões Norte e Nordeste tiveram percentuais ainda menores, 18% e 24%, respectivamente. Ademais, existia uma heterogeneidade superior nestas regiões, concentrando maiores percentuais de estabelecimentos conectados em apenas alguns municípios (Tabela 1). Com efeito, apenas 14% dos municípios do Norte e 21% do Nordeste tinham um percentual de estabelecimentos com acesso à internet superior à média do Brasil, enquanto no Sul e Sudeste este percentual era de 77% e 63%, respectivamente.

Vários são os fatores que podem explicar esse baixo acesso, referindo-se especialmente à limitada oferta de conexão no campo (Milanez et al, 2020), em que, menos de 10% do território rural está conectado (BNDES, 2020).

Além dessa desigualdade regional, o acesso à internet no meio rural favorece especialmente os estabelecimentos de grande porte. Com efeito, a média municipal de conectividade da agricultura não familiar correspondeu a 42% contra 33% da agricultura familiar, chegando a se ter uma média municipal de apenas 17% e 23% de acesso no Norte e Nordeste, respectivamente (Tabela 1). Ou seja, a agricultura familiar se encontra ainda mais

excluída do mundo digital e de seus benefícios quando comparada aos demais tipos de estabelecimentos.

Tabela 1 – Estatística descritiva - estabelecimentos rurais com acesso à internet – agropecuária total, não familiar e familiar– municípios do Brasil e regiões – 2017

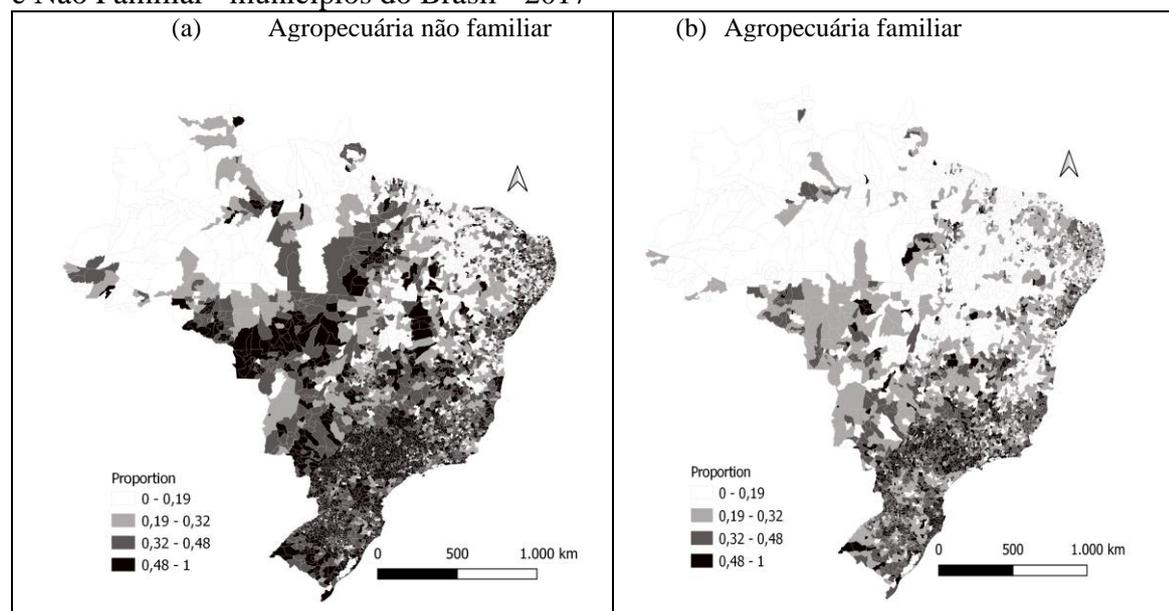
Região	Agropecuária			Não Familiar			Familiar		
	Média (%)	Desv.p.	C.V.	Média (%)	Desv.p.	C.V.	Média (%)	Desv.p.	C.V.
Norte	18	0,15	83,3	28	0,21	75,0	17	0,15	88,2
Nordeste	24	0,16	66,7	30	0,24	80,0	23	0,16	69,6
Sudeste	42	0,20	47,6	50	0,23	46,0	41	0,2	48,8
Sul	47	0,17	36,2	57	0,22	38,6	46	0,18	39,1
Centro-Oeste	30	0,15	50,0	40	0,18	45,0	27	0,15	55,6
Brasil	34	0,42	123,5	42	0,25	59,5	33	0,2	60,6

Fonte: IBGE, com dados organizados pela pesquisa.

Nota: C.V. refere-se ao coeficiente de variação (em %).

Na Figura 1a tem-se a distribuição espacial referente à proporção de estabelecimentos rurais com acesso à internet, ratificando a heterogeneidade regional relatada anteriormente, evidenciando grandes vazios nas regiões Norte e Nordeste do Brasil. Ademais, ao comparar a distribuição espacial da conectividade da agropecuária não familiar *versus* a familiar (Figuras 1a e 1b) confirma-se a desigualdade quanto ao acesso desta última, tendo uma menor proporção de estabelecimentos com internet em 72% dos municípios.

Figura 1: Proporção de estabelecimentos rurais com acesso à internet – agropecuária Familiar e Não Familiar– municípios do Brasil - 2017



Fonte: Censo Agropecuário 2017, com dados organizados pela pesquisa

Assim, o acesso à internet se faz mais presente no Sul e Sudeste do país, beneficiando especialmente os estabelecimentos de maior porte. Ademais, é possível observar (Figura 1) um padrão de distribuição espacial da conectividade rural ao longo do Brasil, de modo que, municípios com proporções maiores de estabelecimentos com acesso à internet tenderam a estar próximos de municípios com similar característica (e vice-versa). Isso é ratificado por meio da

estatística I de Moran (Tabela 2), a qual apresentou um valor positivo e estatisticamente significativo, indicando um padrão de concentração espacial da conectividade do campo tanto para a agropecuária não familiar como para a familiar.

Cabe ressaltar que a concentração de estabelecimentos conectados à internet se apresentou mais forte para a agropecuária familiar (Figura 1 e Tabela 2). Este resultado pode estar alinhado com o fato de a agropecuária de maior porte (não familiar) dispor de maiores recursos, os quais são necessários para o acesso digital em áreas de difícil conexão, tornando sua distribuição mais homogênea. Isso é ratificado por Iannaccone (2019), o qual infere que a exclusão digital de parte substancial dos agricultores familiares se dá em decorrência dos altos investimentos que são exigidos.

Tabela 2: I de Moran – proporção de estabelecimentos com acesso à internet – agropecuária familiar e não familiar – municípios do Brasil - 2017

Agricultura	Rainha	Torre	1 vizinho	5 vizinho	10 vizinho
Não familiar	0,40*	0,40*	0,44*	0,40*	0,38*
Familiar	0,52*	0,51*	0,57*	0,52*	0,49*

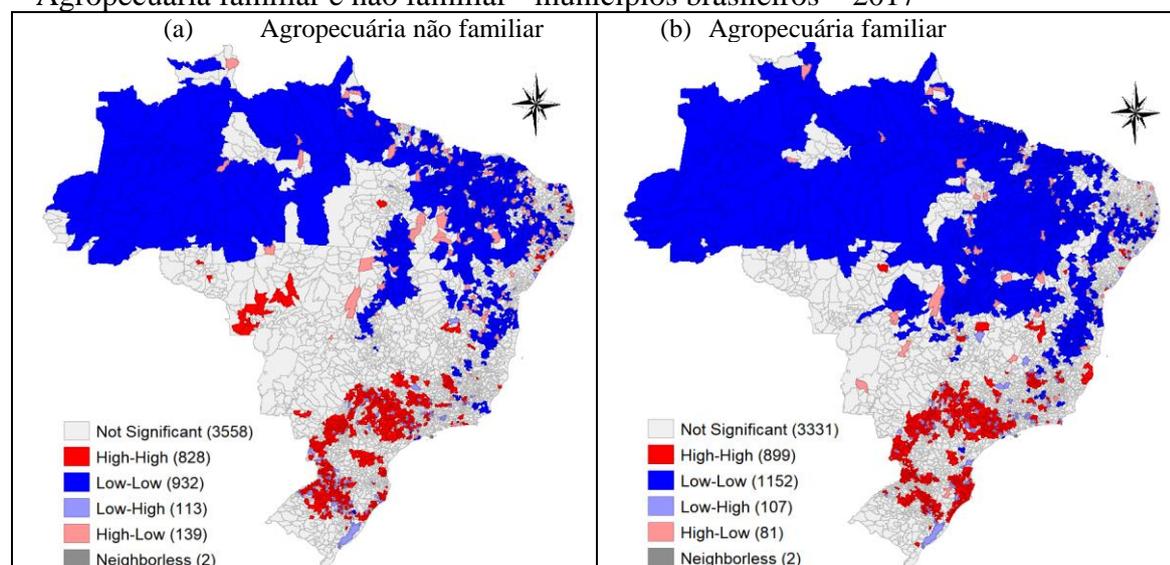
Fonte: Resultado da pesquisa

Nota: \* Significativo a um nível de significância de 1%. 999 Permutações.

Tal fato é ratificado pela Figura 2, na qual é apresentado o I de Moran Local, evidenciando uma maior formação de clusters alto-alto e baixo-baixo para a agricultura familiar. Especialmente no caso deste último, tem-se um número elevado de conglomerados formado por municípios com baixo acesso à internet rodeados por vizinhos com similar característica especialmente na região Norte e Nordeste.

Neste contexto, pode-se inferir que, além da conexão rural não contemplar a maioria dos estabelecimentos rurais, ela tem um padrão de concentração espacial, com grandes vazios no Norte e Nordeste, existindo uma desigualdade de acesso quanto ao porte dos estabelecimentos.

Figura 2: I de Moran Local – Mapa Lisa – Proporção de estabelecimento com acesso a internet – Agropecuária familiar e não familiar - municípios brasileiros – 2017



Fonte: Resultado da pesquisa

Considerando essa heterogeneidade quanto ao acesso à internet ao longo do Brasil, sobretudo da agricultura família, questiona acerca do seu impacto na produtividade rural. Na Tabela 3 tem-se a média da produtividade obtida ao longo dos municípios brasileiros,

subdividida por porte dos estabelecimentos, existindo certa discrepância quanto à produtividade da agropecuária familiar *versus* a não familiar, cujos resultados favorecem a esta última. Ademais, a análise entre as regiões evidencia uma heterogeneidade espacial expressiva, de modo que a produtividade do Sul se apresentou quatro vezes superior à do Norte.

Tabela 3: Produtividade média dos estabelecimentos rurais – agropecuária familiar e não familiar - Regiões do Brasil – 2017 (Mil Reais/ha)

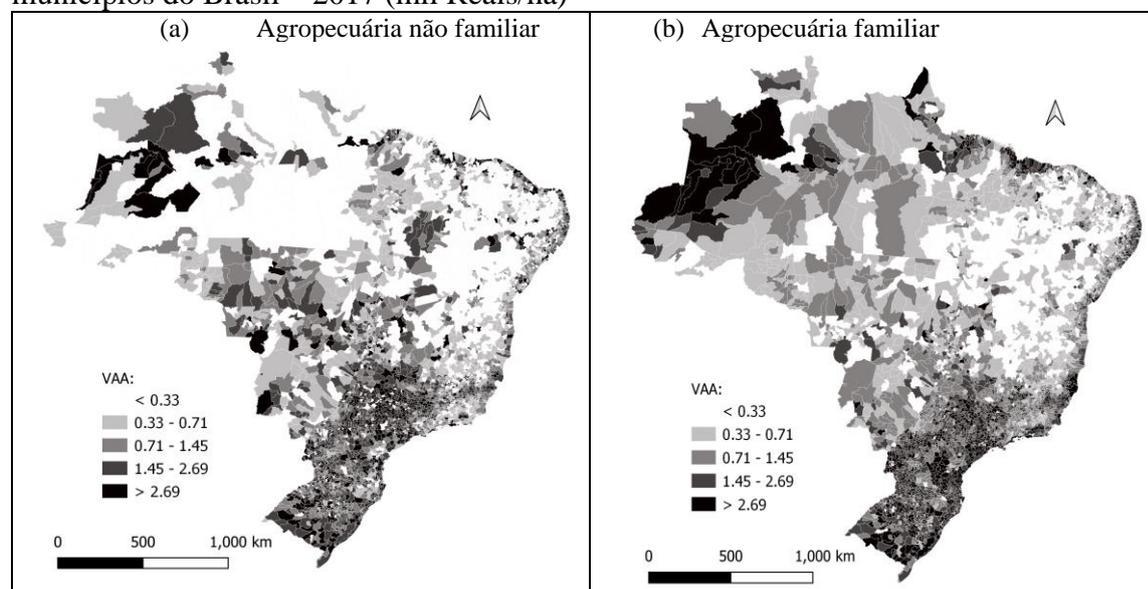
Região	Agropecuária	Agropecuária não familiar	Agropecuária familiar
Norte	0.50	0.44	0.62
Nordeste	0.62	0.69	0.49
Sudeste	1.56	1.66	1.37
Sul	2.01	1.75	2.79
Centro-Oeste	0.92	0.97	0.69
Brasil	1.06	1.08	1.05

Fonte: IBGE, com dados organizados pela pesquisa

Ao analisar as diferenças regionais, observa-se que, com exceção do Sul, a produtividade dos estabelecimentos não familiares foi superior à da agricultura familiar em todas as outras regiões (conforme indicado na Tabela 3). Parte deste resultado, teoricamente, está atrelado à tecnologia aplicada no campo. Com efeito, Souza et al (2019), ao construir um índice de utilização de tecnologia para a agricultura familiar brasileira, constataram índices superiores para os estabelecimentos do Sul do Brasil, resultado direto de algumas características, como a disponibilidade de recursos financeiros, a propriedade da terra, o maior tamanho dos estabelecimentos, a existência de forte assistência técnica, dentre outros (SOUZA et al, 2019).

Além destes fatores, a própria conexão digital no campo pode ser um diferencial nesta geração de maior tecnologia na agricultura familiar do Sul do País. Destarte, ao comparar a Figura 1 com a 3 observa-se que naquelas regiões que se tinha uma proporção maior de estabelecimentos com acesso à internet tinham-se, de maneira geral, uma produtividade da agropecuária também superior.

Figura 3: Valor agregado por área explorada – Agropecuária Familiar e Não Familiar - municípios do Brasil – 2017 (mil Reais/ha)



Fonte: Censo Agropecuário 2017, com dados organizados pela pesquisa

Ademais, percebe-se um vazio da produtividade rural em pontos específicos no Norte e Nordeste (Figura 3), formando um grande corredor no envoltório destas regiões. Este cenário se acentua quando se analisa a produtividade da agropecuária não familiar, apresentando uma maior heterogeneidade em termos de valor agregado por área explorada ao longo dos municípios brasileiros.

Outro elemento importante observado na Figura 3 refere-se à proximidade dos municípios com maior (menor) valor agregado por área explorada da agropecuária, indicando potenciais *spillovers* de produtividade para a vizinhança. Esse resultado é ratificado por meio da Tabela 4, na qual se tem a estatística I de Moran, cujo valor se apresentou positivo e estatisticamente significativo, indicando um padrão de concentração espacial da produtividade do campo tanto para agricultura não familiar como para a familiar, com a ressalva que este padrão se apresentou mais forte para esta última. Portanto, a distribuição espacial do valor agregado por área explorada tende a ser mais concentrada para a agricultura familiar do que para a agricultura não familiar.

Tabela 4: I de Moran – valor agregado por área explorada – Agropecuária familiar e não familiar - municípios do Brasil - 2017

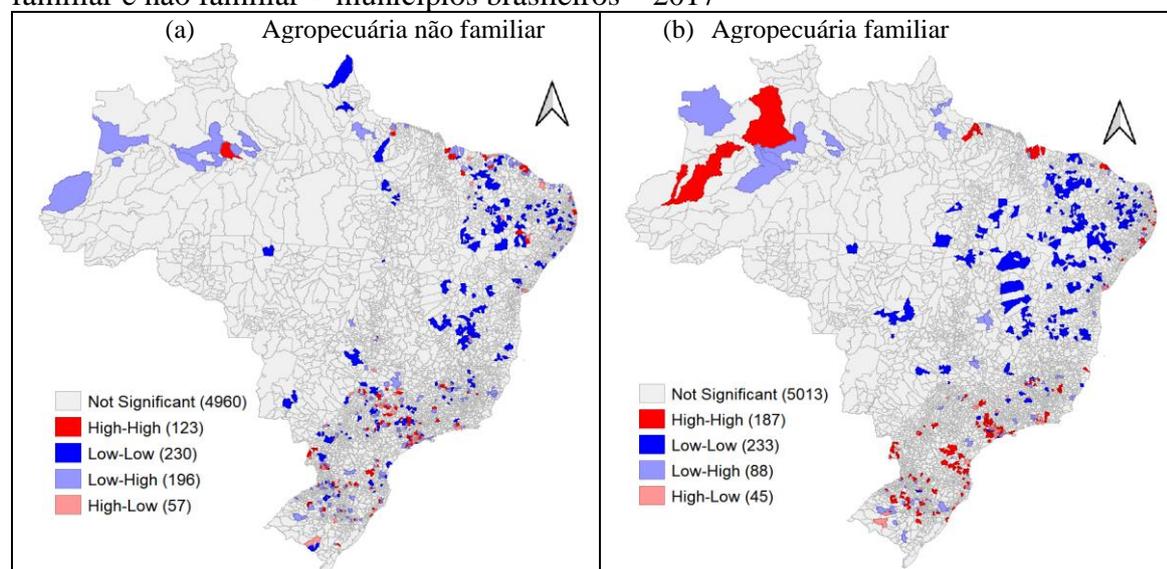
Agricultura	Rainha	Torre	1 vizinho	5 vizinho	10 vizinho
Não familiar	0,01**	0,01**	0,03**	0,01**	0,02**
Familiar	0,19*	0,19*	0,20*	0,18*	0,16*

Fonte: Resultado da pesquisa

Nota: \* Significativo a um nível de significância de 1%. \*\* Significativo a um nível de significância de 5%. 999 Permutações.

Na Figura 4 é ratificado o maior padrão de concentração espacial da produtividade da agricultura familiar em relação à não familiar, com um número superior de clusters alto-alto como também baixo-baixo. Assim, pode-se inferir que além do valor agregado por área explorada não ser tão elevado em todas as regiões brasileiras, existe lacunas da produtividade especialmente entre os municípios que compõe o Nordeste e Norte, apresentando disparidades expressivas.

Figura 4: I de Moran Local – Mapa Lisa – Valor Agregado por Área Explorada – Agropecuária familiar e não familiar - municípios brasileiros – 2017



Fonte: Resultado da pesquisa

## 4.2 O EFEITO DA INTERNET SOBRE A PRODUTIVIDADE AGROPECUÁRIA FAMILIAR E NÃO FAMILIAR DOS MUNICÍPIOS BRASILEIROS

Os resultados apresentados na seção anterior indicam que a distribuição espacial da produtividade agropecuária e da internet não segue um padrão homogêneo e aleatório no espaço. Consequentemente, estudos econométricos que não consideram a relação espacial podem levar a resultados tendenciosos. Ademais, existem diferenças expressivas entre as regiões brasileiras e, foi necessário a estimação de modelos econométricos que consideraram tanto a dependência quanto a heterogeneidade espacial (Tabela 5).

Tabela 5 - Resultados dos modelos econométricos sem regime espacial – Agropecuária familiar e não familiar

	Agropecuária não familiar					Agropecuária Familiar				
	MQO (1)	SAR (2)	SEM (3)	SDM (4)	SDEM (5)	MQO (1)	SAR (2)	SEM (3)	SDM (4)	SDEM (5)
<i>Lnadu</i>	0,22* (0,03)	0,23* (0,03)	0,26* (0,03)	0,20* (0,03)	<b>0,22*</b> <b>(0,03)</b>	0,16* (0,01)	0,11* (0,01)	0,14* (0,02)	0,12* (0,02)	<b>0,13*</b> <b>(0,02)</b>
<i>Lninter</i>	<b>0,10*</b> (0,02)	<b>0,11*</b> (0,03)	<b>0,13*</b> (0,02)	<b>0,11*</b> (0,03)	<b>0,12*</b> <b>(0,02)</b>	<b>0,12</b> (0,01)	<b>0,09*</b> (0,01)	<b>0,08*</b> (0,02)	<b>0,08*</b> (0,02)	<b>0,08*</b> <b>(0,02)</b>
<i>Lntra</i>	0,03* (0,001)	0,04* (0,004)	0,03* (0,004)	0,03* (0,004)	<b>0,03*</b> <b>(0,004)</b>	0,03* (0,001)	0,02* (0,002)	0,02* (0,002)	0,02* (0,002)	<b>0,02*</b> <b>(0,003)</b>
<i>Lnehae</i>	0,42* (0,02)	0,35* (0,03)	0,42* (0,02)	0,40* (0,03)	<b>0,41*</b> <b>(0,02)</b>	0,79* (0,01)	0,56* (0,02)	0,64* (0,03)	0,57* (0,02)	<b>0,58*</b> <b>(0,03)</b>
<i>Norte</i>	-0,30* (0,07)	-0,21* (0,07)	-0,84* (0,14)	-0,14** (0,07)	<b>-0,41*</b> <b>(0,14)</b>	-0,53* (0,05)	-0,21* (0,05)	- (0,09)	-0,17* (0,05)	<b>-0,53*</b> <b>(0,10)</b>
<i>Nordeste</i>	-0,79* (0,06)	-0,57* (0,07)	-1,25* (0,10)	-0,45* (0,09)	<b>-0,81*</b> <b>(0,11)</b>	-1,42* (0,04)	-0,79* (0,05)	- (0,08)	-0,73* (0,08)	<b>-1,22*</b> <b>(0,09)</b>
<i>Sudeste</i>	-0,21* (0,04)	-0,16* (0,03)	-0,37* (0,08)	-0,12* (0,04)	<b>-0,25*</b> <b>(0,08)</b>	-0,42* (0,03)	-0,21* (0,03)	- (0,06)	-0,18* (0,03)	<b>-0,35*</b> <b>(0,07)</b>
<i>centro-oeste</i>	0,18* (0,06)	0,16* (0,04)	-0,14 (0,02)	0,15* (0,05)	0,08 (0,10)	-0,31* (0,04)	-0,08 (0,04)	- (0,08)	-0,08** (0,04)	<b>-0,31*</b> <b>(0,09)</b>
<i>w_lninter</i>	...	...	...	0,02 (0,04)	<b>0,11**</b> <b>(0,06)</b>	...	...	...	0,03 (0,03)	<b>0,06</b> <b>(0,04)</b>
<i>w_lnehae</i>	...	...	...	-0,02 (0,04)	<b>0,08**</b> <b>(0,04)</b>	...	...	...	-0,02 (0,05)	<b>0,23*</b> <b>(0,04)</b>
<i>w_lntra</i>	...	...	...	0,04* (0,01)	<b>0,04*</b> <b>(0,01)</b>	...	...	...	0,01** (0,004)	<b>0,02*</b> <b>(0,008)</b>
<i>w_lnadu</i>	...	...	...	0,08** (0,04)	<b>0,22*</b> <b>(0,05)</b>	...	...	...	0,04** (0,02)	<b>0,03</b> <b>(0,03)</b>
$\rho$ (rho)	...	0,43* (0,04)	...	0,36* (0,07)	...	...	0,41* (0,02)	...	0,43* (0,05)	...
$\lambda$ (lambda)	...	...	0,65* (0,02)	...	<b>0,63*</b> <b>(0,02)</b>	...	...	0,71* (0,02)	...	<b>0,68*</b> <b>(0,02)</b>
R quadrado	0,46	0,55	0,44	0,57	<b>0,46</b>		0,69		0,70	<b>0,62</b>
Crit. de Inf. Schwarz	16469	15536	1	15503	<b>15460</b>	12795	11382	11379	11352	<b>11351</b>
I de Moran Resíduos	0,44*	0,66*	0,02	0,09*	<b>0,02</b>	0,52	0,09*	0,03	0,08*	<b>0,02</b>

Fonte: estimação dos autores com os dados da pesquisa.

Nota: \* significativo a 1%, \*\* significativo a 5%; \*\*\* significativo a 10%; entre parênteses, encontra-se o desvio-padrão dos coeficientes estimados.

Inicialmente, examinou o impacto da internet sobre a produtividade da agropecuária familiar e não familiar por meio do MQO, incluindo variáveis *dummies* para cada região

brasileira, tendo a região Sul como base<sup>7</sup>. Na Tabela 5 é apresentando os resultados para diferentes modelos espaciais e a-espaciais (MQO), tanto para a agricultura familiar como também para a não familiar.

Visando ratificar a superioridade dos modelos espaciais, realizou-se o teste de I de Moran dos resíduos do modelo de MQO, tendo como hipótese nula a aleatoriedade espacial destes resíduos. A última linha da Tabela 5 apresenta o resultado deste teste, o qual apresentou um valor de 0,44, significativo a 1%, indicando que os resíduos do modelo não são aleatórios, sendo necessário o uso de modelos econométricos que acomodem a dependência espacial. E dentre os modelos espaciais testados, o Durbin Espacial dos Resíduos (SDEM) se apresentou como o mais adequado, tendo o menor critério de informação Schwarz e tornando os seus resíduos aleatórios<sup>8</sup> (Tabela 5).

Os resultados evidenciam que, em média, a utilização da internet apresenta um efeito positivo e significativo sobre a produtividade rural, tanto no âmbito da agricultura familiar quanto na não familiar. Destaca-se, ademais, que a agricultura não familiar parece colher maiores benefícios do uso da internet, tendo em vista o coeficiente mais expressivo constatado. Adicionalmente, evidencia-se efeitos de transbordamento sobre os municípios vizinhos, o que sugere que o emprego da internet na agricultura não familiar pode impactar de maneira mais ampla na produtividade da região.

Em linhas gerais, como é grande o tamanho das propriedades não familiares, é comum que suas sedes estejam situadas em um município, embora a área total cultivada possa ultrapassar as fronteiras municipais, elevando, assim, a produtividade da região como um todo. Além disso, a internet pode ser empregada não somente para fins comunicativos, mas também para promover a colaboração entre as equipes que atuam nessas propriedades e entre os produtores da região, permitindo, assim, o compartilhamento de informações e experiências (Colussi et al, 2022). Tal dinâmica justifica, em parte, a ocorrência de transbordamentos espaciais da conectividade, com reflexos positivos na produtividade dos municípios vizinhos.

Outro ponto importante decorrente dos resultados da Tabela 5 refere-se à diferença de efeito na produtividade rural quando considerada às regiões brasileiras, havendo indícios de comportamentos distintos regionalmente. Para modelar esta suposição, utilizou a metodologia da regressão espacial por regimes espaciais.

Quando se utiliza esta metodologia, está se controlando tanto a dependência quanto a heterogeneidade espacial, os quais se manifestam na diferença dos coeficientes em função das diferenças regionais. Para verificar o uso ou não desta técnica se calculou o teste de Chow em sua versão espacial, cujo resultado está reportado na Tabela 6.

Como corolário, o valor global da estatística de Chow Espacial se mostrou altamente significativo, rejeitando a hipótese nula de que os coeficientes são iguais para as grandes regiões analisadas. Isto evidencia que há instabilidade estrutural nos parâmetros estimados, isto é, os coeficientes variam significativamente entre as regiões brasileiras devido a existência de regimes espaciais.

Diante disso, o modelo SDME com regimes espaciais foi estimado e corrigidos para heterocedasticidade pelo procedimento de White, apresentando os resultados na Tabela 7.

---

<sup>7</sup> As variáveis foram transformadas em logaritmo neperiano visando aproximar a distribuição da normalidade, já que a regressão apresentou um melhor ajuste com as variáveis nesse formato

<sup>8</sup> A matriz de vinhaça utilizada correspondeu a “um vizinho mais próximo”, dado que foi a matriz que melhor captou os efeitos espaciais (verificado pelo alto valor do I de Moran dos resíduos de MQO).

Tabela 6 - Teste de Chow Espacial para o modelo econométrico de regime espacial do tipo SDME – Agropecuária Familiar e Não Familiar

Variáveis	Agropecuária não familiar	Agropecuária Familiar
<i>Constant</i>	17,02*	51,43 *
<i>Lnadu</i>	21,40*	47,60*
<i>Lnehae</i>	40,21*	30,37*
<i>Lninter</i>	7,11***	6,01***
<i>Lntra</i>	7,80***	8,63***
<i>Valor global do teste</i>	243,54*	569,19

Fonte: estimação dos autores com os dados da pesquisa.

Nota: \*significativo a 1%, \*\*significativo a 5%; \*\*\*significativo a 10%.

Com base nos resultados apresentados na Tabela 7, nota-se que a variável "proporção de estabelecimentos com internet" exibiu um coeficiente positivo e estatisticamente significativo em todas as regiões. No entanto, cada espaço respondeu de maneira distinta, demonstrando que os coeficientes não são uniformes nas principais regiões analisadas e há, portanto, uma instabilidade estrutural nos parâmetros estimados.

De maneira mais específica, o Centro-Oeste apresentou o maior impacto da internet na produtividade da agricultura não familiar, de modo que, um aumento de 1% na proporção de estabelecimentos com acesso à internet elevou, em média, a produtividade rural em 0,27%. Em contrapartida, o Nordeste (0,8%) apresentou o menor coeficiente, tendo um efeito significativamente menor quando comparado às regiões mais desenvolvidas do país.

Segundo Shilomboleni et al. (2020), embora a internet proporcione acesso a informações sobre o mercado, novas técnicas de produção, insumos e tecnologias que controlam e aprimoram o processo produtivo, a eficácia desses resultados depende essencialmente das características do produtor, sua propriedade e o ambiente em que estão inseridos. Nesse contexto, a pobreza e a capacitação dos agricultores são fatores que podem atenuar os efeitos da inclusão digital na agropecuária.

De fato, de acordo com os dados do Censo Agropecuário (IBGE, 2017), o Nordeste apresentou a menor porcentagem de agricultores com pelo menos o ensino médio completo (apenas 10% dos agricultores<sup>9</sup>), além do que, apenas 6% dos seus estabelecimentos não familiares tinham pelo menos um trator na propriedade (*proxy* para a condição financeira)<sup>10</sup>. Portanto, constata-se a menor capacitação e condição financeira no meio rural para a região nordestina, o que, em parte, pode justificar o reduzido impacto que a inclusão digital tendeu a exercer sobre a sua produtividade.

Na agricultura familiar é observado um cenário semelhante, sendo que o Nordeste apresentou novamente o menor coeficiente de efeito da internet na produtividade (0,07). Já o Sul foi a região com o maior efeito médio da conectividade rural familiar, onde o aumento de 1% na proporção de estabelecimentos com acesso à internet tendeu a elevar em 0,15% a produtividade familiar. Esta região é a que possui mais estabelecimentos familiares conectados à internet (conforme tabela 1) e apresenta, segundo Souza et al. (2019), algumas características, tais como a disponibilidade de recursos financeiros, a propriedade da terra, o maior tamanho dos estabelecimentos e a existência de forte assistência técnica, dentre outros, que podem facilitar a efetividade do acesso à internet na elevação da eficiência produtiva da agropecuária familiar.

Ressalta-se, ainda, que esse efeito da conectividade digital tende a ultrapassar os limites fronteiriços, afetando os municípios ao redor. Ou seja, no Sul, a elevação da proporção de

<sup>9</sup> Esse percentual era de 32% para o Centro-Oeste, 28% para o Sudeste, 22% para o Sul e 16% para o Norte.

<sup>10</sup> Nas demais regiões esse percentual era de: 47% para o Centro-Oeste; 45% para o Sul; 34% para o Sudeste e 21% para o Norte..

estabelecimentos com acesso à internet em um município, em média, intensifica a produtividade familiar dos municípios vizinhos, havendo *spillovers* de conhecimento e de informações. Esse resultado também foi verificado para o Centro-Oeste e para o Sudeste.

No Norte e no Nordeste esse transbordamento não foi estatisticamente significativo. Talvez o baixo percentual de estabelecimentos familiares conectados (conforme tabela 1) e as características dos produtores (especialmente em termos de capacitação para utilizar a tecnologia para o melhoramento produtivo<sup>11</sup>) inibam, em algum grau, esses efeitos de *spillovers* intermunicipais.

Tabela 7 - Resultados dos modelos econométricos - regime espacial do tipo SDME

Variáveis	Agropecuária não familiar					Agropecuária Familiar				
	NO	NORD	SUD	SUL	CO	NO	NORD	SUD	SUL	CO
<i>Lnadu</i>	0,09 (0,06)	0,20* (0,04)	0,32* (0,08)	0,50* (0,11)	0,48* (0,09)	0,06*** (0,04)	0,09** (0,03)	0,25* (0,06)	0,66* (0,10)	0,27* (0,05)
<i>Lninter</i>	<b>0,10***</b> (0,06)	<b>0,08**</b> (0,03)	<b>0,12**</b> (0,05)	<b>0,22*</b> (0,07)	<b>0,27*</b> (0,08)	<b>0,10*</b> (0,04)	<b>0,07*</b> (0,03)	<b>0,08**</b> (0,03)	<b>0,15*</b> (0,04)	<b>0,08***</b> (0,04)
<i>Lntra</i>	0,03* (0,013)	0,03* (0,01)	0,01** (0,005 %)	0,03* (0,01)	0,03* (0,01)	0,03* (0,01)	0,02* (0,01)	0,02* (0,004)	0,01** (0,005)	0,005 (0,008)
<i>Lnehae</i>	0,61* (0,06)	0,50* (0,03)	0,26* (0,05)	0,26* (0,05)	0,23* (0,07)	0,75* (0,05)	0,65* (0,05)	0,49* (0,06)	0,40* (0,07)	0,31* (0,10)
<i>w_Lninter</i>	<b>0,20**</b> (0,10)	-0,06 (0,08)	<b>0,46*</b> (0,12)	<b>0,50*</b> (0,14)	0,17 (0,18)	0,09 (0,06)	-0,06 (0,07)	<b>0,19**</b> (0,07)	<b>0,37*</b> (0,08)	<b>0,33***</b> (0,12)
<i>w_Lnehae</i>	-0,17*** (0,10)	0,10 (0,07)	0,08 (0,08)	0,11 (0,08)	0,18*** (0,11)	0,15** (0,07)	0,23* (0,07)	0,23** (0,10)	0,12 (0,12)	0,22*** (0,13)
<i>w_Lntra</i>	0,04 (0,03)	0,005 (0,02)	0,06* (0,01)	0,02 (0,02)	0,04*** (0,02)	0,02 (0,02)	-0,01 (0,02)	0,03* (0,01)	-0,005 (0,012)	-0,02 (0,02)
<i>w_Lnadu</i>	0,28** (0,09)	0,15** (0,07)	0,48* (0,18)	0,10 (0,18)	0,23*** (0,15)	-0,09 (0,06)	0,05 (0,04)	0,21** (0,11)	0,42** (0,14)	-0,02 (0,10)
$\lambda$ global	0,25*					0,32*				

Fonte: estimação dos autores com os dados da pesquisa.

Nota: \* significativo a 1%, \*\* significativo a 5%; \*\*\* significativo a 10%; entre parênteses, encontra-se o desvio-padrão dos coeficientes estimados.

Um ponto adicional que deve ser considerado a partir das estimativas apresentadas na Tabela 7 é a discrepância entre os efeitos da internet na agricultura familiar em comparação com a não familiar, com coeficientes superiores para esta última em praticamente todas as regiões.

A literatura aponta que, embora a tecnologia digital tenha o potencial de tornar os processos produtivos no campo mais eficientes, sua utilização varia consideravelmente entre diferentes segmentos rurais devido a fatores como a escala de produção, complexidade de cada propriedade e disponibilidade de recursos financeiros para investir em equipamentos que utilizem a conectividade digital para melhorar a eficiência produtiva. Assim, a internet é mais comumente utilizada na agropecuária familiar para acessar informações, enquanto nas propriedades não familiares, destina-se à agricultura de precisão, controles produtivos e gestão da propriedade (Mishra e Park, 2005; Shilomboleni et al., 2020; Mapiye et al., 2021; Aker e Ksoll, 2016; Deichmann et al., 2016; Chung et al., 2015, entre outros).

Essa diferenciação de aplicabilidade, aliada à infraestrutura digital disponível para a conectividade dos agricultores, teoricamente justifica o menor impacto da internet na produtividade da agricultura familiar.

<sup>11</sup> Conforme os dados do IBGE (2017), apenas 2% dos produtores familiares tinham pelo menos ensino médio completo no Nordeste, 3% no Norte, 6% no Sul, 7% no Sudeste e 8% no Centro-Oeste.

Por fim, todas as variáveis de controle incluídas nas estimativas da Tabela 7 se apresentaram significativas, exercendo um efeito positivo tanto na produtividade familiar como também na não familiar, estando de acordo com a expectativa teórica. O efeito espacial  $\lambda$  mostrou-se altamente significativo e positivo (0,25 para agropecuária não familiar e 0,32 para a familiar), de modo que um choque no termo de erro tende a intensificar a produtividade da agropecuária não familiar e familiar do envoltório.

## CONCLUSÃO

Esta pesquisa teve como objetivo analisar o efeito da internet na produtividade da agropecuária familiar e não familiar dos municípios brasileiros. A conectividade digital tem se mostrado cada vez mais crucial para a competitividade das propriedades rurais, tanto na otimização do gerenciamento da produção como na troca de informações e conhecimento, além da aplicação de tecnologias habilitadoras. Esses efeitos podem ser diferenciados em decorrência das características das propriedades, especialmente no que se refere ao seu tamanho, foco de produção e nível de recursos financeiros, entre outros.

Neste sentido, este trabalho identificou que o acesso à internet é importante, em média, para todas as propriedades rurais; no entanto, seus efeitos são mais fortes, especialmente para a agropecuária não familiar. Isso pode decorrer da estrutura já existente neste tipo de propriedade, com alto investimento em novas máquinas/equipamentos, softwares, dentre outros, que conduzem a uma utilização mais eficaz da internet visando a elevação da produtividade rural.

Além disso, os efeitos da conectividade digital, tanto para a agropecuária familiar como para a não familiar, também são mais elevados para as regiões do Brasil que possuem um nível de desenvolvimento do campo mais intenso. Nessas regiões, em geral, tem-se uma maior capacitação do agricultor, um maior nível de investimento no campo, uma produção voltada não apenas para o mercado local e uma agroindústria que demanda eficiência produtiva, entre outros fatores. Portanto, tanto para a agropecuária familiar como para a não familiar, a influência da internet na produtividade depende não apenas do acesso, mas também das características locais e do agricultor.

Isto posto, não se nega a importância de se fomentar um maior acesso à conectividade do campo, especialmente para os estabelecimentos familiares e para as regiões com menor desenvolvimento rural. Ao contrário, infere-se a necessidade de ampliar a disponibilidade de conexão no meio rural brasileiro, dado que esta exerce efeito na produtividade. Somado a isso, é necessário implementar políticas voltadas à utilização da internet como meio para se auferir maior competitividade, especialmente das regiões menos desenvolvidas e dos agricultores mais vulneráveis, que em geral são da agricultura familiar.

## REFERÊNCIA

- Aker, J. C., Ksoll, C. (2016). Can mobile phones improve agricultural outcomes? Evidence from a randomized experiment in Niger. *Food Policy*, 60, 44–51. doi.org/10.1016/j.foodpol.2015.03.006
- ANSELIN, L. Local indicators of spatial association - LISA. *Geographical Analysis*, v. 27, n. 2, p. 93-115, 1995.
- ASSAD, L.; PANCETTI, A. A silenciosa revolução das TICs na agricultura. *ComCiência*, n. 110, p. 0-0, 2009.

BASSO, B., DOBROWOLSKI, J., & MCKAY, C.. From the Dust Bowl to Drones to Big Data: The Next Revolution in Agriculture. *Georgetown Journal of International Affairs*, 18(3), 158–165, 2017.

BEAMAN, L.; BENYISHAY, A.; FATCH, P.; MAGRUDER, J.; MOBARAK, A. *Impact Evaluation Report 43 Making networks work for policy Evidence from agricultural technology adoption in Malawi*, 2016.

BLANCO, A.; CÀNOVES, G. Las tecnologías de la información y la comunicación en el desarrollo del turismo rural. *Documents d'Anàlisi Geogràfica*, n. 46, p.105-117, 2005.

BOURSIANIS, D; PAPADOPOULOU, M; DIAMANTOULAKIS, P; LIOPA-TSAKALIDI, A.; BAROUCHAS, P.; SALAHAS, G.; KARAGIANNIDIS, G.; WAN, S.; GOUDOS, S. Internet of Things (IoT) and Agricultural Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) in smart farming: A comprehensive review. *Internet of Things*, v. 18, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.iot.2020.100187>.

CHUNG, S.O.; KANG, S.; BAE, K.; RYU, M.; KIM, Y. The Potential of Remote Monitoring and Control of Protected Crop Production Environment using Mobile Phone under 3G and Wi-Fi Communication Conditions. *Engineering in Agriculture, Environment and Food*, v.8, 2015.

COLUSSI, J.; M., E.L.; S., G.D.; P., A.D. How Communication Affects the Adoption of Digital Technologies in Soybean Production: A Survey in Brazil. *Agriculture*, v. 12, p. 611-631.

COMITÊ GESTOR DA INTERNET NO BRASIL (CGI). *TIC domicílios: pesquisa sobre o uso das tecnologias de informação e comunicação nos domicílios brasileiros – 2019*. São Paulo: Comitê Gestor da Internet no Brasil, 1ª Ed., 2020.

CONCEIÇÃO, A. F.; SCHNEIDER, S. Internet e Agricultura Familiar: algumas percepções sobre as mudanças no meio rural. *Revista Margens Interdisciplinar*, p. 59-71, 2019.

Deichmann, U., Goyal, A., & Mishra, D. (2016). Will digital technologies transform agriculture in developing countries? (Policy Research Working Paper 7669). Washington, DC: World Bank Group. Retrieved from <https://elibrary.worldbank.org/doi/abs/10.1596/1813-9450-7669>

EMBRAPA. *Módulos Fiscais no Brasil*. 2023. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/codigo-florestal/area-de-reserva-legal-arl/modulo-fiscal>>. Acesso mar. 2023.

FELEMA, J.; RAIHER, A, P.; FERREIRA, C, R. Agropecuária brasileira: desempenho regional e determinantes de produtividade. *Revista de Economia e Sociologia Rural*. v.51, n. 3, p.555-573, 2013.

FELIPPI, A. C. T.; GUERIN, Y. S.; OLIVEIRA, V. G. Jovens rurais de Vale do Sol e suas práticas com as TICs. In: ESCOSTEGUY, A. C. D.; FELIPPI, A. C. T.; SIFUENTES, L. (et al.). *As tecnologias de comunicação no cotidiano de famílias rurais: (re) configurações de uma ruralidade*. Santa Cruz do Sul: EDUNISC, 2019, p. 168-181.

GUERREIRO, E. *Produtividade do trabalho e da terra na agropecuária paranaense, 1995*. 136 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Departamento de Economia, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

HOFFMANN, R.; JAMAS, A. L. A produtividade da terra e do trabalho na agricultura de 332 microrregiões do Brasil. In: *Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia Rural (SOBER)*, 28, Florianópolis, 1990. Anais... Brasília: SOBER, v. 2, p. 21-40, 1990.

IANNACCONE, F. M. *Inclusão Digital no Campo: Por uma política pública para acesso à informação na agricultura familiar*. . Dissertação. Programa de Pós-Graduação em Agroecologia, Universidade Estadual de Maringá. 2019.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Agropecuário 2017. Rio de Janeiro: IBGE, 2017.

KAILA H.; TARP, F. Can the Internet improve agricultural production? Evidence from Viet Nam. *Agricultural Economics*. v. 50, p. 675–691, 2019.

Mapiye, O., Makombe, G., Molotsi, A., Dzama, K., & Mapiye, C. (2021). Information and communication technologies (ICTs): The potential for enhancing the dissemination of agricultural information and services to smallholder farmers in sub-Saharan Africa. *Information Development*, 0(0). <https://doi.org/10.1177/02666669211064847>

MILANEZ, A. Y. MANCUSO, R.V.; MAIA, G.B.; GUIMARÃES, D. D.; ALVES, C.E.A; MADEIRA, R.F. Conectividade rural: situação atual e alternativas para superação da principal barreira à agricultura 4.0 no Brasil. *BNDES Setorial*, Rio de Janeiro, v. 26, n. 52, p. 7-43, set. 2020.

MILLER, H. J. Tobler's first law and spatial analysis. *Annals of the Association of American Geographers*, v.94, n. 2, p. 284–289, 2004.

Mishra, A., & Park, T. (2005). An Empirical Analysis of Internet Use by U.S. Farmers. *Agricultural and Resource Economics Review*, 34(2), 253-264. doi:10.1017/S1068280500008406

Moon, J., Hossain, Md. D., Kang, H. G., & Shin, J. (2012). An analysis of agricultural informatization in Korea: the government's role in bridging the digital gap. *Information Development*, 28(2), 102–116.

RAIHER, A. P.; OLIVEIRA, R. A. D.; CARMO, A. S. S. D.; STEGE, A. L. Convergência da Produtividade Agropecuária do Sul do Brasil: uma análise espacial. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, vo. 54, n. 3, p. 517-536, 2016.

SILVA, J. G.; KAGEYAMA, A. Emprego e relações de trabalho na agricultura brasileira: uma análise dos dados censitários de 1960, 1970, e 1975. *Pesquisa e Planejamento Econômico*, v. 13, n. 1, p. 235-266, 1983.

Shilomboleni, H., Pelletier, B., & Gebru, B. (2020). ICT4Scale in smallholder agriculture: Contributions and challenges. *Information Technologies & International Development*, 16, 47–65.

SOUZA, Paulo Marcelo de Souza; FORNAZIER, Armando; SOUZA, Hadma Milaneze; PONCIANO, Niraldo José. Diferenças regionais de tecnologia na agricultura familiar no Brasil. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, v. 57, n. 7, p.594-617, 2019.

SUROSO, A.I.; FAHMI, I.; TANDRA, H. The Role of Internet on Agricultural Sector Performance in Global World. *Sustainability*, v.14, 2022. <https://doi.org/10.3390/su141912266>.