

Os efeitos espaciais são fatores determinantes dos preços das terras agrícolas no Brasil

Spatial effects are determinants of agricultural land prices in Brazil

Felipe César Marques^{1,2} , Tiago Santos Telles^{1,2} 

¹Universidade Estadual de Londrina (UEL), Londrina (PR), Brasil. E-mails: felipe311.marques@gmail.com; telles@idr.pr.gov.br

²Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná - IAPAR-EMATER (IDR-Paraná), Londrina (PR), Brasil.

Como citar: Marques, F. C., & Telles, T. S. (2023). Os efeitos espaciais são fatores determinantes dos preços das terras agrícolas no Brasil. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, 61(3), e262420. <https://doi.org/10.1590/1806-9479.2022.262420>

Resumo: Este estudo tem como objetivo verificar se os efeitos espaciais são fatores determinantes dos preços das terras agrícolas no Brasil. Para isso, foram utilizados dados do valor da terra nua de municípios do Brasil, para o ano de 2020, disponibilizados pela Receita Federal. Embora a base de dados tenha cobertura nacional, os dados contíguos, necessários na aplicação dos modelos econométricos espaciais, permitiram abranger a região Centro-Sul do país. Foi realizada a análise exploratória de dados espaciais e aplicado o modelo econométrico Durbin espacial. Pelos resultados obtidos verifica-se a existência de forte dependência espacial no preço da terra, manifestada tanto na variável dependente, especialmente defasada, quanto por meio de efeitos de transbordamento das variáveis independentes. Além disso, verificou-se que o grau de urbanização do município, o produto interno bruto *per capita* municipal, o tamanho médio das propriedades, a produtividade agrícola e a área dedicada ao plantio da soja, na propriedade rural, também são importantes fatores determinantes do preço das terras agrícolas. Conclui-se que efeitos espaciais têm influência na determinação dos preços das terras agrícolas no Brasil.

Palavras-chave: mercado de terras, valor da terra, econometria espacial, dinâmica de preços, planejamento do uso da terra.

Abstract: This study aims to determine whether spatial effects are determinants of agricultural land prices in Brazil. For this purpose, data on the value of the bare land in municipalities in Brazil for 2020, provided by the Federal Revenue Service, were used. Although this database has national coverage, the contiguous data necessary for the application of spatial econometric models allowed us to cover the central-south region of the country. An exploratory analysis of spatial data was performed, and the spatial Durbin econometric model was applied. Based on our results, there is a strong spatial dependence on land price, manifested both in the dependent variable, spatially lagged, and through the spillover effects of the independent variables. In addition, it was found that the degree of urbanization of a municipality, the municipal gross domestic product per capita, the average size of properties, the agricultural productivity, and the area dedicated to soybean planting in a rural property are also important determining factors in the pricing of agricultural land. Accordingly, it is possible to conclude that spatial effects influence the determination of agricultural land prices in Brazil.

Keywords: land market, agricultural land value, spatial econometrics, price dynamics, land use planning.

1. Introdução

O mercado de terras agrícolas tem despertado cada vez mais o interesse de investidores com foco na aquisição, administração e arrendamento de terras com potencial de geração de lucro por meio da produção agropecuária, da valorização das terras e da receita gerada com o arrendamento delas. De modo geral, para que um agente econômico possa empreender em atividades agropecuárias é necessário o acesso à terra, que pode se dar pela aquisição ou arrendamento de imóvel rural. Como os preços das terras agrícolas são espacialmente



heterogêneos, informações sobre o seu valor e acerca de seus determinantes são de grande relevância para o planejamento do uso da terra e para tomada de decisão dos agentes econômicos.

Por sua relevância, estudos sobre o valor das terras agrícolas e os determinantes de seus preços vêm sendo realizados ao longo de toda história do pensamento econômico (Telles et al., 2018). O interesse específico pelo assunto segue a dinâmica histórica do desenvolvimento e dos acontecimentos da economia. As principais escolas da teoria econômica que se dedicaram ao assunto partem da premissa de que o valor da terra está intrinsecamente associado à sua capacidade produtiva (Reydon & Romeiro, 1994), ou seja, de que o preço da terra seria determinado pela renda obtida com a produção agropecuária ou com o arrendamento. Todavia, na teoria keynesiana, as terras agrícolas são compreendidas como um ativo econômico, e os determinantes dos seus preços estão atrelados às expectativas dos agentes em relação aos ganhos futuros e à liquidez (Telles et al., 2016).

Na década de 1950, quando pesquisadores dos Estados Unidos verificaram que os preços das terras agrícolas apresentaram valorização acima dos seus ganhos produtivos – fenômeno classificado como paradoxo do preço da terra (Scofield, 1957) – os estudos sobre os seus determinantes passaram a incorporar variáveis que levassem em conta as características da terra como ativo econômico.

O Brasil, é um dos principais atores da produção agropecuária mundial e, portanto, informações sobre os preços de terras agrícolas são instrumentos importantes para aqueles que atuam ou investem no setor. Até por isso, há extensa literatura sobre os determinantes dos preços das terras agrícolas no país. A partir da década de 1970, marco temporal da modernização da agricultura brasileira e do acesso ao crédito rural subsidiado, a questão passa ser tema de diversos estudos, com destaque para os de Sayad (1977), Camargo & Ferreira (1989), Oliveira & Costa (1977), Pinheiro & Reydon (1981), Rezende (1982), Egler (1985), Bacha (1989), Ferro & Castro (2013), Reydon et al. (2014), Oliveira & Ferreira (2015), Malassise et al. (2015) e Telles et al. (2016). De um lado, concentram-se aqueles que argumentam que o preço da terra deriva do rendimento que se obtém a partir de seu uso produtivo; de outro, aqueles que consideram o movimento macroeconômico geral, as políticas públicas e, particularmente, a especulação no mercado de terras. O que se percebe é que não há consenso na literatura brasileira sobre os determinantes dos preços das terras agrícolas no país. Muitas são as hipóteses e inúmeros são os fatores. Mas, de forma geral, na maior parte das pesquisas realizadas não é utilizado um conjunto amplo de variáveis, que permita corroborar ou refutar uma hipótese em detrimento de outra. O que se verifica é que, embora um conjunto cada vez maior de instrumentos metodológicos e analíticos para tratamento de dados espaciais tenham surgido na literatura especializada acerca dos determinantes dos preços das terras agrícolas (Yang et al., 2019; Lehn & Bahrs, 2018a, 2018b; Wang, 2018), ainda há escassez de estudos com este enfoque para o Brasil. Dos poucos estudos em que se utilizou o instrumental analítico da econometria espacial destaca-se o de Malassise et al. (2015), que abrange apenas o estado do Paraná, e os de Uberti et al. (2018) e Santos et al. (2016), aplicados a mercados rurais locais.

Levando em conta o resultado quase unânime da vasta pesquisa empírica internacional, baseada na econometria espacial (Nickerson & Zhang, 2014; Brady & Irwin, 2011), a hipótese levantada nesta pesquisa é a de que o espaço exerce forte influência na determinação dos preços das terras agrícolas. Nesse sentido, o objetivo deste estudo é verificar se elementos espaciais, de fato, exercem influência na determinação dos preços das terras agrícolas no Brasil.

Além desta introdução, o artigo encontra-se dividido da seguinte forma: a segunda seção contém a fundamentação teórica que embasa a pesquisa; a terceira seção a descrição dos materiais e dos procedimentos metodológicos empregados na realização do estudo; a quarta

seção a análise dos resultados; a quinta seção a discussão dos resultados; e a sexta seção as conclusões.

2. Parâmetros teóricos – A dimensão espacial dos preços da terra

A incorporação da influência espacial como um fator a ser captado nos modelos de preço de terras tornou-se possível a partir da década de 1990, graças aos avanços da econometria espacial e o aumento da disponibilidade e qualidade de dados espaciais (Brady & Irwin, 2011). Benirschka & Binkley (1994) estão entre os autores pioneiros a utilizar modelos espaciais para avaliar o mercado de terras. Embora o foco principal deles fosse avaliar a influência da distância até o mercado consumidor sobre a variação dos preços das terras agrícolas na região do cinturão do milho dos Estados Unidos, os autores reconhecem a possibilidade de que os termos de erro em dois condados vizinhos possam ser correlacionados e, portanto, adotam um modelo de erros espaciais (*Spatial Error Model* – SEM).

Outros autores desta fase inicial, que utilizam modelos espaciais para avaliar o mercado de terras, são Hardie et al. (2001) e Lynch & Lovell (2003). No entanto, Patton & McErlean (2003) se configuram como os primeiros a apresentarem um estudo com interesse maior em avaliar a possível existência de dependência espacial no mercado de terras agrícolas, aplicado à Irlanda do Norte. Adotando um modelo autorregressivo espacial (*Spatial Autoregressive Model* – SAR), os autores concluem que, de fato, a dependência espacial é significativa, e que, portanto, sua incorporação em modelos que busquem avaliar os determinantes de preço de terras agrícolas se faz necessária, caso contrário, os resultados encontrados serão viesados (Patton & McErlean, 2003). Ainda que este estudo tenha, inicialmente, recebido críticas quanto à metodologia adotada (Maddison, 2004; Kostov, 2009b), trabalho subsequente, no contexto dos mercados de terras para o estado norte-americano de Illinois chega a resultados similares (Huang et al., 2006).

Embora a literatura a respeito dos determinantes dos preços das terras agrícolas seja vasta, a incorporação da econometria espacial neste campo de pesquisa não ocorreu de forma rápida. Na literatura acerca desta temática, somam-se aos trabalhos seminais já mencionados os de Maddison (2009) e Abelairas-Etxebarria & Astorkiza (2012). A partir deste arcabouço teórico surge um número expressivo de estudos que enfatizam a necessidade de se incorporar a dependência espacial nos modelos que lidam com o mercado de terras (Huettel et al., 2013; Wang, 2018; Lehn & Bahrs, 2018a), de tal forma que, atualmente, os modelos de econometria espacial vêm se tornando procedimento padrão na área.

Para além dos determinantes usuais do preço das terras, a econometria espacial tem sido utilizada para analisar diversos fenômenos relacionados ao mercado de terras agrícolas, como, por exemplo, avaliar de que forma os serviços ecossistêmicos, as amenidades rurais e os marcos históricos e culturais são valorados e capitalizados nos mercados (Ma & Swinton, 2011; Polyakov et al., 2015; Sardaro et al., 2020), verificar o papel da especulação imobiliária e da conversão de terras para uso urbano (Plantinga et al., 2002; Geniaux et al., 2011; Cavailhès & Thomas, 2013; Zhang & Nickerson, 2015), e analisar os efeitos de políticas ambientais (Letort & Temesgen, 2014; Myrna et al., 2019), de subsídio agrícola (Karlsson & Nilsson, 2014; Feichtinger & Salhofer, 2016) e de isenção fiscal sobre os preços de terra (Dillard et al., 2013). Estudos também têm avaliado de que forma distintos bancos de dados são capazes de captar a influência de diferentes determinantes (Lynch & Lovell, 2003; Ma & Swinton, 2012).

Além disso, recentemente, a econometria espacial também vem sendo combinada com sucesso com outras ferramentas econométricas, resultando em modelos de alto grau de

sofisticação e complexidade. Duas tendências principais se destacam nesse processo: (i) a incorporação de métodos quantílicos, que permitem analisar a contribuição detalhada de diferentes determinantes ao longo da distribuição condicional dos preços da terra (Kostov, 2009a; Lehn & Bahrs, 2018b; Sardaro et al., 2021), com a possibilidade de incorporar, até mesmo, elementos de aprendizagem de máquinas aos modelos (Córdoba et al., 2021); e (ii) a combinação da econometria espacial com a econometria de séries temporais, cujos trabalhos têm se focado na avaliação da integração espaço-temporal dos mercados de terra (Carmona & Rosés, 2012; Yang et al., 2017, 2019; Grau et al., 2020).

Na contramão da literatura internacional, a pesquisa brasileira recente em mercados de terras ainda mantém, em grande parte, uma abordagem econométrica tradicional, como aquelas realizadas, por exemplo, por Ferro & Castro (2013), Reydon et al. (2014), Oliveira & Ferreira (2015), Queiroz et al. (2018) e Palludeto et al. (2018), que desconsideram, portanto, os aspectos da espacialidade e suas possíveis consequências.

No Brasil, o estudo de Malassise et al. (2015) é um dos poucos a utilizar um modelo de painel espacial para analisar o comportamento dos preços das terras agrícolas, aplicado apenas ao estado do Paraná. Assim como nas pesquisas internacionais, os autores encontram fortes evidências de dependência espacial no mercado de terras do Paraná. Marcato (2016) também avaliou a dependência espacial no mercado de terras, cujo estudo é aplicado ao estado de Santa Catarina. Entretanto, Marcato (2016) limitou sua pesquisa à análise exploratória de dados espaciais, que identifica a existência de uma correlação espacial significativa, porém, sem maior aprofundamento econométrico. Por fim, Santos et al. (2016) e Uberti et al. (2018) utilizam, simultaneamente, a econometria tradicional e a econometria espacial para testar a adequação destes métodos como ferramentas para a elaboração de uma planta genérica de valores no contexto das terras agrícolas. Santos et al. (2016), avaliando o mercado de terras em Petrolina no estado de Pernambuco, concluíram que ambos os métodos podem igualmente ser utilizados para este fim. Já Uberti et al. (2018), que analisaram o mercado de terras agrícolas na região Norte Fluminense, no estado do Rio de Janeiro, afirmam que apenas o modelo espacial foi capaz de controlar a autocorrelação espacial, sendo seu desempenho, portanto, superior ao modelo econométrico tradicional.

3. Metodologia

3.1 Base de dados

A variável dependente utilizada no estudo foi o valor da terra nua (VTN) por hectare, do ano de 2020, de municípios das regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste do Brasil que, em conjunto, será referida ao longo deste estudo como região Centro-Sul. Os dados utilizados são os da Receita Federal do Brasil (Brasil, 2020). Desde 2019, a Receita Federal passou a divulgar dados acerca do VTN para os municípios do país. Os valores são informados por prefeituras municipais ou por órgãos da administração pública estadual e devem seguir a padronização prevista na Instrução Normativa RFB nº 1.877, de 2019.

A disponibilidade dos dados, no entanto, ainda não é homogênea, sendo que as informações não cobrem todo território brasileiro. Assim, pela insuficiência de informações, as regiões Norte e Nordeste não foram incluídas no estudo. Na região Norte há dados de VTN para 50% de seus municípios, enquanto na região Nordeste os dados estão disponíveis para apenas 12% dos municípios. Pelo mesmo motivo, os estados do Rio Grande do Sul (com informações do VTN para 37% dos municípios), Espírito Santo (com informações do VTN para 4% dos municípios),

Goiás (com informações do VTN para 63% dos municípios) e Distrito Federal (sem dados), também foram retirados da análise. Dessa forma, foram mantidos apenas os estados com informações de VTN de, no mínimo, 88% dos municípios.

O estado do Rio de Janeiro é o único com informações disponíveis para a totalidade de seus municípios, seguidos dos estados de São Paulo (com 01 município excluído), Paraná (02 municípios excluídos), Mato Grosso do Sul (02 municípios excluídos), Minas Gerais (04 municípios excluídos), Mato Grosso (13 municípios excluídos) e Santa Catarina (34 municípios excluídos). A Figura 1 apresenta o mapa dos municípios destes estados, destacando os municípios excluídos por motivo de ausência de dados, com exceção do município paulista de Ilhabela, excluído por tratar-se de um município-arquipélago, o que impede o seu uso na construção de matrizes de vizinhança, necessárias aos modelos econométricos espaciais. Verifica-se que, de um modo geral, a ausência de dados parece ocorrer de forma aleatória dentro dos estados, exceto no estado de Santa Catarina, cujos municípios retirados da pesquisa concentram-se nas mesorregiões do Oeste Catarinense, Vale do Itajaí e Grande Florianópolis.

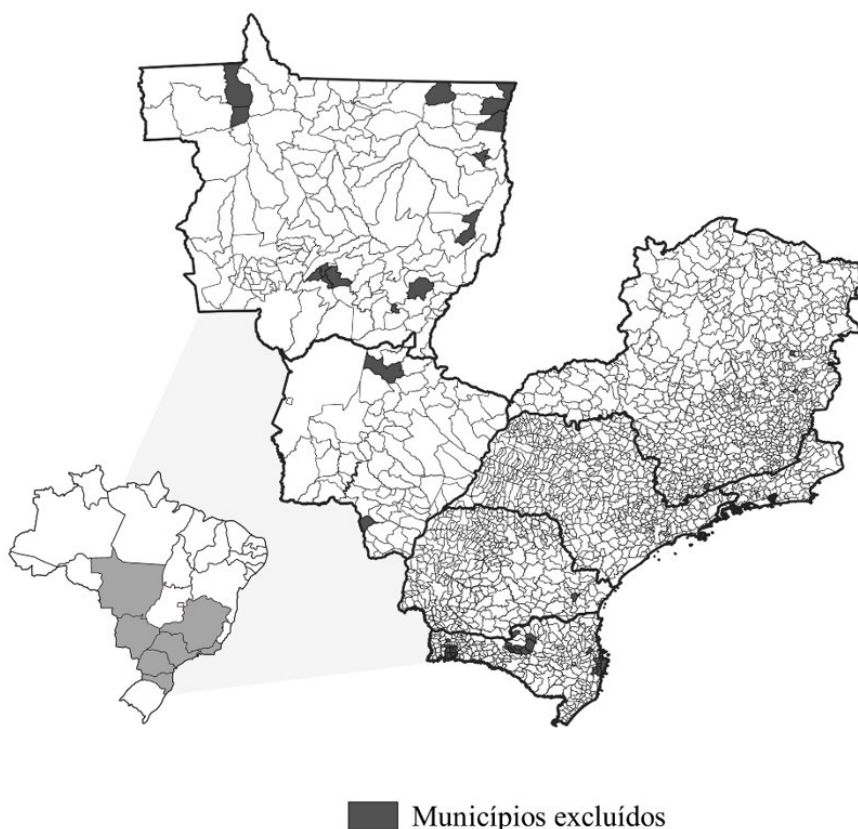


Figura 1 - Municípios da região Centro-Sul do Brasil incluídos na pesquisa. Fonte: elaborado pelos autores com base nos dados da Receita Federal do Brasil.

Com as exclusões dos municípios com ausência de dados, a amostra final foi composta por 2.448 municípios, que correspondem a 98% dos municípios dos sete estados considerados na pesquisa e a 44% do total dos municípios brasileiros. A amostra da pesquisa se destaca por sua importância relativa na agricultura brasileira, considerando que os municípios analisados foram responsáveis, em 2020, por 63% do total do valor bruto da produção (VBP) da agropecuária do Brasil (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2020).

De modo geral, os dados do VTN utilizados referem-se às terras de lavoura de aptidão boa, cuja informação está disponível para 99% da amostra. Espera-se, dessa forma, tornar os preços de terra de diferentes regiões e, portanto, de diferentes características edafoclimáticas, mais compatíveis e comparáveis entre si. Como exceção, para 19 municípios foram utilizados dados referentes às terras de aptidão regular, para quatro municípios, terra de aptidão restrita, e para seis municípios, terra para pastagem plantada. Alternativamente, testou-se ainda um modelo secundário, em que foram adotados, sempre que disponível, dados do VTN relativos às terras de aptidão regular. Os resultados, no entanto, foram quantitativamente e qualitativamente semelhantes aos iniciais e, por esse, motivo, não serão apresentados no estudo.

Ademais, os dados utilizados possuem importante alteração em relação aos dados originais da Receita Federal. As informações para os municípios de Santa Catarina, quando informados pelo estado, correspondem ao valor mínimo dos preços da terra agrícola disponibilizados pela Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI). Porém, notou-se que para o ano de 2019, os dados fornecidos pela Receita Federal equivalem não ao valor mínimo, mas ao valor mais comum dos dados disponibilizados pela EPAGRI, o que faz mais sentido em termos de padronização e uso das informações quando consolidadas com outros estados. Por esse motivo, nos casos em que a fonte de dados da Receita Federal seja a EPAGRI, optou-se por trabalhar com o valor mais comum do preço da terra agrícola.

O valor médio da terra de lavoura nos municípios que compõem a amostra é de R\$ 24.455,56, sendo que os valores possuem alto desvio-padrão (R\$ 21.614,90). A distribuição dos valores da terra entre os municípios da região Centro-Sul do Brasil é apresentada na Figura 2.

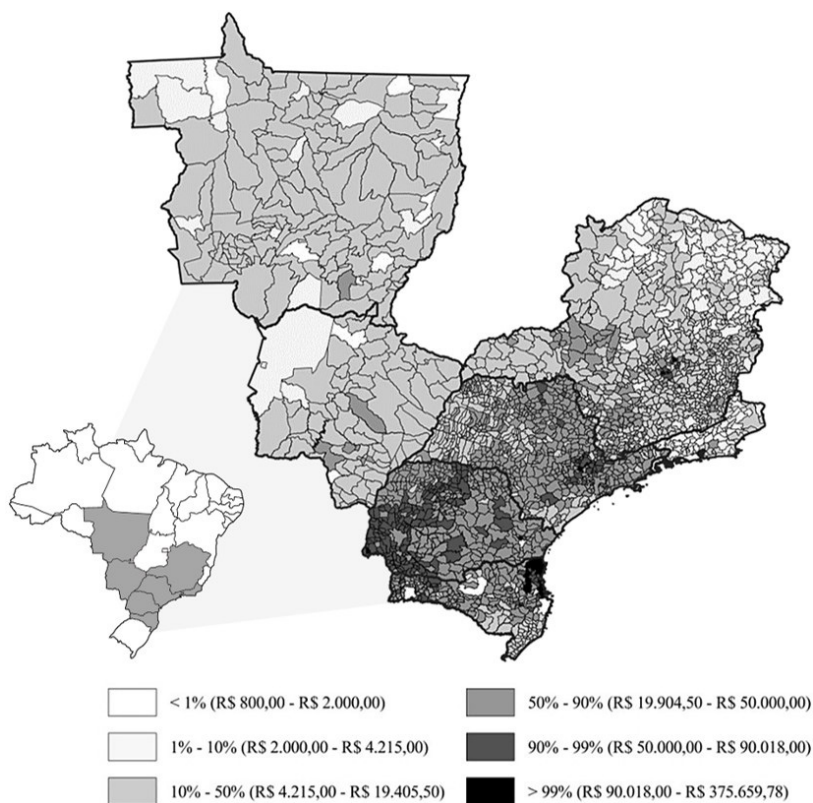


Figura 2 – Distribuição percentil dos preços das terras agrícolas dos municípios da região Centro-Sul do Brasil, em 2020. Fonte: elaborado pelos autores com base nos dados da Receita Federal do Brasil.

O estado com o menor VTN médio é o Mato Grosso (R\$ 7.808,09), ao passo que o estado com o maior valor médio do VTN é o Paraná (R\$ 46.884,73). O município com o menor valor do VTN é São Francisco no estado de Minas Gerais (R\$ 800), enquanto que o município com o VTN mais alto é Sarzedo (R\$ 375.659,78), também em Minas Gerais. Embora este valor possa, a princípio, resultar de algum erro, tendo em vista seus 17 desvios-padrão acima do valor médio da amostra, decidiu-se por manter o mesmo na pesquisa, pois este é o mesmo VTN do município informado pela Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Minas Gerais (EMATER) para os anos de 2019 e 2021, havendo, portanto, consistência na divulgação desta informação.

3.2 Modelo econométrico

Utilizou-se na pesquisa o modelo econométrico do tipo Durbin Espacial (*Spatial Durbin Model* – SDM), no qual, além da variável dependente espacialmente defasada, incorpora-se também a defasagem espacial das variáveis explicativas. A escolha deste modelo, em detrimento de outros modelos econométricos espaciais, deve-se, inicialmente, aos resultados obtidos com os testes de I de Moran e dos multiplicadores de Lagrange em suas versões robustas, que sugerem a existência da dependência espacial no modelo, manifestada por meio da variável dependente. Já a inclusão adicional das variáveis explicativas espacialmente defasadas se deve ao fato de o modelo SDM produzir parâmetros de efeitos diretos e indiretos mais flexíveis que o modelo autorregressivo espacial tradicional, além de ser um estimador capaz de gerar parâmetros não viesados, mesmo na presença de eventuais erros de especificação (LeSage & Pace, 2009; Elhorst, 2010; Halleck Vega & Elhorst, 2015).

Quanto à matriz de pesos espaciais, admite-se que, idealmente, sua escolha deve ser pautada pela teoria econômica ou devidamente justificada por meio da modelagem econométrica (Corrado & Fingleton, 2012; McMillen, 2012; Halleck Vega & Elhorst, 2015). No entanto, até o momento, uma resposta definitiva para esta questão não foi estabelecida na literatura dos mercados de terra, ainda que alguns trabalhos tenham tentado, de forma incipiente, determinar a matriz de pesos espaciais com métodos inovadores (Cotteleer et al., 2011; Wang, 2018). Dessa forma, adota-se no presente estudo uma estratégia mais pragmática, optando pela configuração matricial que mais se adéqua aos dados da pesquisa, segundo o valor do teste I de Moran, aplicado aos resíduos do modelo de mínimos quadrados ordinários.

Foram testadas as matrizes identificadas com mais frequência na literatura na área: matriz de contiguidade do tipo rainha (como em Lehn & Bahrs, 2018b; Myrna et al., 2019; Yang et al., 2019), matriz de distância inversa (como em Lehn & Bahrs, 2018a; Sardaro et al., 2020, 2021) e matriz de distância inversa quadrática (como em Abelairas-Etxebarria & Astorkiza, 2012; Cavailhès & Thomas, 2013; Letort & Temesgen, 2014). Segundo este critério, a matriz de pesos adotada foi a de contiguidade do tipo rainha.

Foi incluída, como variáveis independentes, uma série de características socioeconômicas e da produção agrícola dos municípios que, de acordo com a literatura, possam explicar o comportamento dos preços das terras agrícolas. Todas as variáveis monetárias foram corrigidas pelo Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA) para junho de 2020, último mês disponível para os estados e municípios enviarem os dados referentes ao VTN para a Receita Federal. O detalhamento das variáveis selecionadas é apresentado no Quadro 1.

Destaca-se a inclusão de variáveis pouco exploradas na pesquisa nacional, mas que se encontram já consolidadas na literatura internacional, como o nível de urbanização dos municípios, a distância até os centros urbanos e o tamanho das propriedades agrícolas. Por outro lado,

o valor do Imposto sobre a Propriedade Territorial Rural (ITR) é frequentemente incluso nos estudos nacionais sobre mercados de terra como uma variável *proxy* que representa o custo de manutenção da terra (Malassise et al., 2015). No entanto, considerando que o cálculo do ITR é realizado com base no Valor da Terra Nua divulgado, seu uso acarretaria em um problema de causalidade reversa e, portanto, foi descartado da pesquisa. Além das variáveis descritas no Quadro 1, o modelo estimado inclui também efeitos fixos para mesorregiões, visando captar, ao menos parcialmente, a influência das características edafoclimáticas e dos mercados de terra regionais sobre os preços de terra.

Quadro 1 – Descrição das variáveis utilizadas

Variável	Descrição	Ano	Fonte
In_Preço	Logaritmo natural do valor da terra nua – VTN (em reais)	2020	Receita Federal
Grau_urb	Grau de urbanização (%) do município	2017	IBGE
Acima_100ha	Proporção (%) das propriedades com mais de 100 hectares em relação ao total de propriedades	2017	IBGE – Censo Agropecuário
Produtividade	Valor da produção agrícola (em mil reais) por hectare de área plantada	2020	IBGE – Produção Agrícola Municipal
Área_soja	Proporção (%) da área plantada de soja em relação à área total plantada	2020	IBGE – Produção Agrícola Municipal
Crédito_ha	Valor do crédito agrícola para custeio na safra 2019-2020 (em mil reais) por hectare de área plantada	2019/ 2020	Banco Central e IBGE – Produção Agrícola Municipal
PIB_agropecuária	Proporção (%) do produto interno bruto (PIB) da agropecuária em relação ao PIB total municipal	2018	IBGE
PIB_per_capita	PIB <i>per capita</i> municipal (em mil reais)	2018	IBGE
Proprietário	Proporção (%) dos proprietários de terra em relação ao total de produtores agropecuários	2017	IBGE – Censo Agropecuário
Distância	Distância (em 100 km) para o município mais próximo com mais de 500 mil habitantes	2020	IBGE e DATASUS

Para a estimação do modelo, a variável dependente foi transformada na escala logarítmica. Já as variáveis independentes foram utilizadas em suas formas originais, considerando que diversas delas já estão expressas em percentual e que outras, expressas em termos monetários, possuem valor zero, impedindo sua transformação logarítmica. Portanto, o modelo estimado é do tipo log-linear, considerado o modelo mais comum para este tipo de análise (Zhang & Nickerson, 2015). Dessa forma, a equação a seguir sintetiza o modelo utilizado no estudo:

$$\ln(P) = \alpha + \rho W \ln(P) + X\beta + WX\theta + \mu + \varepsilon \quad (1)$$

sendo que $\ln(P)$ representa o logaritmo natural do VTN dos municípios analisados; X representa o conjunto de variáveis explicativas que determinam o preço da terra; μ representa os efeitos fixos das mesorregiões; W representa a matriz de pesos espaciais, definida de acordo com a matriz de contiguidade do tipo rainha; α , ρ , β e θ são os parâmetros a serem estimados; e ε representa o termo de erro aleatório do modelo. O modelo é estimado por meio de máxima

verossimilhança, com erros-padrão robustos quanto às violações da hipótese de normalidade dos erros.

Em razão da existência dos efeitos de retroalimentação e transbordamento, os parâmetros estimados por meio do modelo SDM não podem ser diretamente interpretados como os efeitos marginais das variáveis independentes sobre a variável dependente, da maneira que seria nos modelos econométricos tradicionais (Elhorst, 2010; Golgher & Voss, 2016). Por esse motivo, juntamente com os parâmetros calculados por meio da Equação 1, serão também apresentados os efeitos diretos, indiretos e totais dos parâmetros, como sugerido por LeSage & Pace (2009).

4. Resultados

4.1 Análise exploratória de dados espaciais

A análise dos preços de terras agrícolas municipais da região Centro-Sul do Brasil tem como ponto de partida a análise exploratória dos dados espaciais. Verifica-se, inicialmente, valor alto e estatisticamente significativo para o I de Moran do logaritmo dos preços da terra ($I = 0,8279$, valor- $p < 0,01$), cujo resultado é ainda reforçado por meio do diagrama de dispersão de Moran, apresentado na Figura 3, em que se observam dados, em geral, bastante concentrados em torno da linha do coeficiente angular.

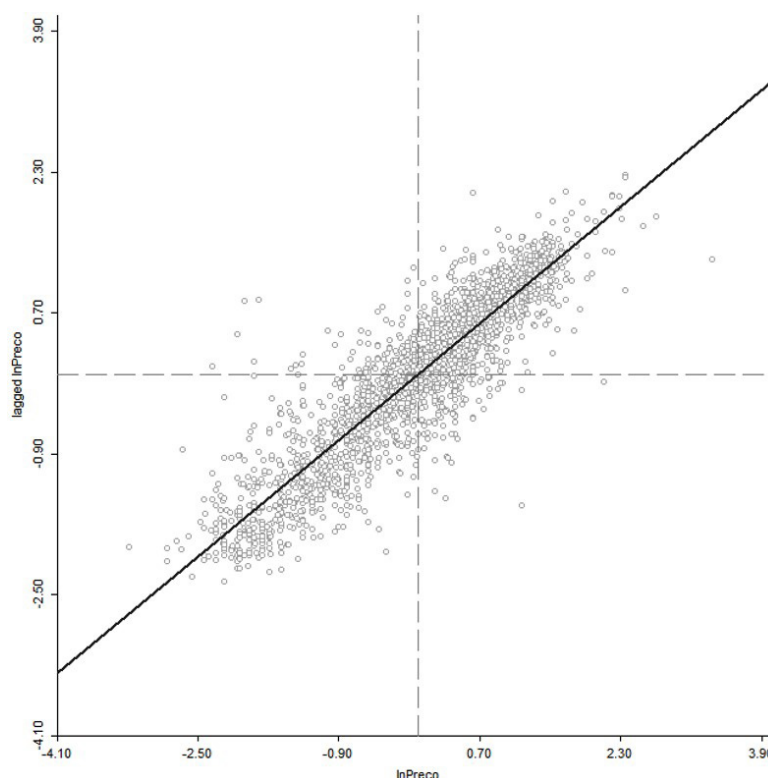


Figura 3 – Diagrama de dispersão de Moran dos preços das terras agrícolas dos municípios da região Centro-Sul do Brasil, em 2020. Fonte: elaborado pelos autores com base nos dados da Receita Federal.

Na sequência, a Figura 4 apresenta o mapa de clusters da região considerada no estudo. Do total dos municípios incluídos, apenas 18 deles faziam parte de clusters dos tipos Alto-

Baixo e Baixo-Alto. Dessa forma, para facilitar a visualização do restante dos resultados, foram destacados na Figura 4 apenas aqueles municípios que formam clusters dos tipos Alto-Alto ou Baixo-Baixo.

Por um lado, verifica-se a existência de um cluster de preços altos para a terra agrícola ao longo de praticamente toda a extensão do Paraná. Em Santa Catarina, formam-se clusters de preços altos em algumas regiões do estado, especialmente nas mesorregiões do Vale do Itajaí, Grande Florianópolis, Norte Catarinense e Oeste Catarinense. Já no estado de São Paulo, observa-se a formação de clusters de preços altos, concentrados, principalmente, nas mesorregiões de Ribeirão Preto, Campinas, Metropolitana de São Paulo e Macro Metropolitana Paulista.

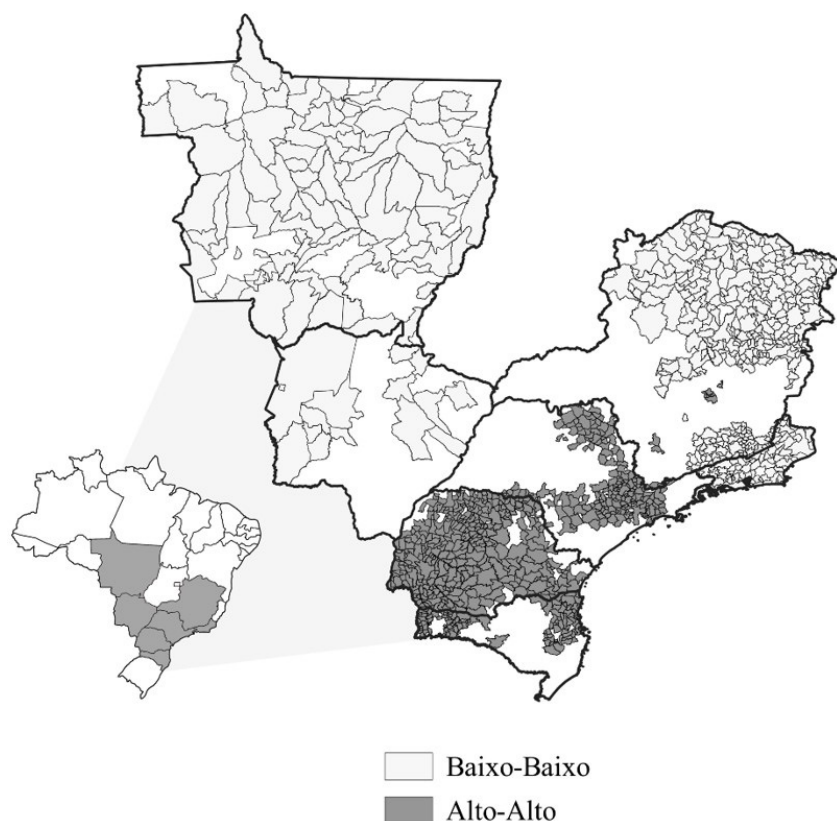


Figura 4 – Formação de clusters dos preços das terras agrícolas dos municípios da região Centro-Sul do Brasil, em 2020. Fonte: elaborado pelos autores com base nos dados da Receita Federal do Brasil.

Por outro lado, ocorre a formação de um cluster de preços baixos de terras agrícolas ao longo de boa parte do estado do Mato Grosso, especialmente nas mesorregiões Norte, Nordeste e Centro-Sul Mato-Grossense, estendendo-se até o estado de Mato Grosso do Sul, na mesorregião dos Pantanais Sul Mato-Grossenses. Forma-se também um cluster de preços baixos no estado do Rio de Janeiro, em quase sua totalidade, juntamente com os municípios mineiros próximos à fronteira fluminense. A porção norte do estado de Minas Gerais, especialmente as mesorregiões Norte de Minas, Jequitinhonha e Vale do Mucuri, também é predominantemente composta por grande cluster de preços baixos.

Dessa forma, depreende-se desta análise que a dimensão espacial parece estar fortemente atrelada ao preço das terras agrícolas dos municípios das regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste do Brasil. No entanto, não foram considerados até aqui outros importantes determinantes dos

preços das terras, que podem simultaneamente apresentar forte dependência espacial, como a produtividade do solo. Sendo assim, faz-se necessário o uso de ferramentas mais avançadas, capazes de levar em conta estas características, a fim de que seja possível isolar e mensurar adequadamente os efeitos da espacialidade sobre a variável de interesse da pesquisa.

4.2 Resultados econométricos

Os resultados do modelo econométrico tradicional, estimado por meio dos mínimos quadrados ordinários, em que são controlados os potenciais determinantes dos preços da terra, são apresentados na Tabela 1. A princípio, o modelo parece apresentar um bom ajuste ($R^2 = 0,79$), além de possuir a maior parte das variáveis estatisticamente significativas, em nível de significância de 1%.

Adicionalmente, na parte inferior da Tabela 1, é apresentado o diagnóstico espacial do modelo. Dessa forma, observa-se que, mesmo após o controle das covariadas incluídas, o termo de erro da regressão possui ainda uma estatística de I de Moran significativa em nível de 1% ($I = 0,2645$), confirmando a existência da dependência espacial sobre o preço da terra e, indicando assim, a necessidade de se estimar os modelos econométricos espaciais.

A escolha do modelo a ser estimado é baseada nos resultados dos testes dos Multiplicadores de Lagrange, presentes também na Tabela 1. Como se observa, enquanto o valor do teste é estatisticamente significativo em nível de 1%, mesmo em sua versão robusta, para o caso da presença da defasagem espacial na variável dependente, o mesmo não ocorre na versão robusta do teste para a presença da dependência espacial no termo de erro. Portanto, opta-se pelo modelo SDM em detrimento do modelo de *Spatial Durbin Error* (SDE).

Tabela 1 – Determinantes dos preços das terras agrícolas dos municípios da região Centro-Sul do Brasil, em 2020 (com base no modelo dos Mínimos Quadrados Ordinários – MQO).

Variável	Parâmetro		Erro-padrão
Grau_urb	0,002191	***	0,000310
PIB_agropecuária	0,001287		0,000872
PIB_per capita	0,001071	***	0,000398
Acima_100ha	-0,007607	***	0,000988
Proprietário	0,000070		0,000720
Produtividade	0,006085	***	0,001139
Crédito_ha	-0,000241	***	0,000052
Distância	-0,092778	***	0,016964
Área_soja	0,002493	***	0,000683
Constante	9,080633	***	0,131743
Efeitos fixos (mesorregiões)		Sim	
Observações	2.448		
R ²	0,792		
F	137,581	***	
I de Moran (erro)	0,265	***	
ML (lag)	561,852	***	
ML robusto (lag)	101,288	***	
ML (erro)	464,016	***	
ML robusto (erro)	3,452	*	

Nota: *** $p < 0,01$; * $p < 0,1$.

Os resultados do modelo SDM são apresentados na Tabela 2, com os parâmetros das variáveis espacialmente defasadas, representados pela inclusão da letra W juntamente ao nome da variável. Considerando que os parâmetros desta regressão não refletem com fidelidade os impactos marginais das variáveis incluídas no modelo, basta, a princípio, salientar que a variável dependente espacialmente defasada apresenta um sinal positivo e estatisticamente significativo ($W.\ln\text{Preco} = 0,4524$), confirmando assim todos os prognósticos iniciais a respeito de sua influência sobre a determinação do preço das terras agrícolas na região Centro-Sul do Brasil.

Tabela 2 - Determinantes dos preços das terras agrícolas dos municípios da região Centro-Sul do Brasil, em 2020 (com base nos dados obtidos pelo Spatial Durbin Model – SDM).

Variável	Parâmetro		Erro-padrão
Grau_urb	0,001217	***	0,000278
PIB_agropecuária	0,000927		0,000779
PIB_per capita	0,000227		0,000353
Acima_100ha	-0,003177	***	0,001009
Proprietário	0,000872		0,000661
Produtividade	0,004204	***	0,001079
Crédito_ha	-0,000289	***	0,000045
Distância	-0,079555		0,076594
Área_soja	0,002267	***	0,000735
W.Grau_urb	0,002173	***	0,000627
W.PIB_agropecuária	-0,000003		0,001644
W.PIB_per capita	0,001601	**	0,000773
W.Acima_100ha	-0,005236	***	0,001677
W.Proprietário	-0,002550	*	0,001337
W.Produtividade	0,003076		0,001925
W.Crédito_ha	0,000366	***	0,000134
W.Distância	0,057593		0,082199
W.Área_soja	-0,000654		0,001107
W.ln_Preco	0,452450	***	0,022425
Constante	4,942867	***	0,263286
Efeitos fixos (mesorregiões)		Sim	
Observações	2.448		
Pseudo R ²	0,812		
Wald χ^2	12568,583	***	
I de Moran (erro)	-0,018		

Nota: *** p < 0,01; ** p < 0,05; * p < 0,1.

Ademais, destaca-se que o teste I de Moran, aplicado aos resíduos do novo modelo, possui valor bem próximo de zero, não sendo estatisticamente significativo ($I = -0,0176$), sugerindo, portanto, que a dependência espacial anteriormente identificada foi adequadamente tratada, reduzindo dessa forma as preocupações a respeito de um potencial viés de variável omitida no modelo.

Finalmente, a Tabela 3 apresenta os efeitos diretos, indiretos e totais, conferindo assim a correta interpretação dos impactos marginais das variáveis independentes sobre o preço das terras agrícolas na região Centro-Sul.

Tabela 3 - Efeitos diretos, indiretos e totais dos determinantes dos preços das terras agrícolas dos municípios da região Centro-Sul do Brasil, em 2020.

Variável	Efeitos diretos		Efeitos indiretos		Efeitos totais	
Grau_urb	0,001486 (0,000284)	***	0,004706 (0,001047)	***	0,006192 (0,001145)	***
PIB_ agropecuária	0,000968 (0,0008)		0,000719 (0,002793)		0,001687 (0,003078)	
PIB_per capita	0,000395 (0,000366)		0,002944 (0,001321)	**	0,003339 (0,001465)	**
Acima_100ha	-0,003836 (0,000981)	***	-0,011529 (0,002502)	***	-0,015365 (0,002577)	***
Proprietário	0,000659 (0,000666)		-0,003724 (0,002226)	*	-0,003065 (0,002406)	
Produtividade	0,004696 (0,001068)	***	0,008601 (0,003099)	***	0,013297 (0,003303)	***
Crédito_ha	-0,000265 (0,00005)	***	0,000407 (0,000235)	*	0,000142 (0,000261)	
Distância	-0,077422 (0,072082)		0,037311 (0,084085)		-0,040110 (0,030789)	
Área_soja	0,002303 (0,000712)	***	0,000642 (0,001659)		0,002945 (0,001688)	*

Nota: *** $p < 0,01$; ** $p < 0,05$; * $p < 0,1$.

Observa-se que, do total das variáveis incluídas no modelo, apenas o grau de urbanização, a proporção de propriedades com mais de 100 hectares e a produtividade possuem efeitos totais estatisticamente significantes em nível de 1%, além do produto interno bruto (PIB) *per capita* e a proporção de área plantada com soja, significantes no limite estatístico máximo de 10%.

5. Discussão

Após a correta estimação e apresentação do modelo, bem como o devido controle da espacialidade, torna-se possível a análise pormenorizada das variáveis tratadas como determinantes dos preços das terras agrícolas do Centro-Sul do Brasil.

O grau de urbanização se mostrou uma variável estatisticamente significativa, contribuindo direta e indiretamente na formação dos preços das terras agrícolas. Tal resultado, embora não tenha sido explorado na literatura recente brasileira, está de acordo com a maior parte da literatura internacional sobre o tema, que estabelece a relevância da densidade populacional e variáveis correlatas sobre os preços de terra em outros mercados (Lehn & Bahrs, 2018a; Letort & Temesgen, 2014).

A participação do PIB do agropecuário no PIB municipal – tratada aqui como um indicativo da importância agropecuária para a economia local – não foi estatisticamente significativa no modelo. Este resultado corrobora com os achados de Karlsson & Nilsson (2014), que também verificaram que a especialização na agricultura não contribui com a formação dos preços das terras agrícolas nas diferentes regiões da Suécia.

Já o PIB *per capita* municipal é uma variável estatisticamente significativa em nível de 5%, principalmente, em razão da sua influência indireta sobre os preços de terra, tendo em vista que seus efeitos diretos não são estatisticamente significativos. Lehn & Bahrs (2018a), em um estudo aplicado ao estado alemão de Renânia do Norte-Vestfália, também afirmam que os efeitos indiretos da renda *per capita* municipal superam os seus efeitos diretos. No entanto,

sua influência sobre o preço da terra seria negativa e não significativa. Em um segundo estudo, com uma abordagem quantílica, os mesmos autores afirmam ainda que a renda *per capita*, embora exerça influência negativa sobre o preço da terra, seus efeitos são significativos apenas nos limites inferiores e superiores da distribuição de preços (Lehn & Bahrs, 2018b). Por outro lado, Cavailhès & Thomas (2013) e Huang et al. (2006) mostram que a renda está positivamente associada ao preço das terras agrícolas na Bélgica e no estado norte-americano de Illinois, respectivamente.

O tamanho das propriedades agrícolas apresenta efeitos diretos e indiretos negativos e estatisticamente significativos na determinação dos preços, por hectare, das terras agrícolas da região Centro-Sul, em que pese a limitação da variável incluída no modelo, que considera apenas o percentual de propriedades agrícolas com mais de 100 hectares nos municípios analisados. Embora a influência do tamanho da propriedade rural seja frequentemente tratada na literatura internacional a respeito do preço da terra, seu resultado nos estudos não é unânime. Sardaro et al. (2020), que encontram evidências de que o tamanho das propriedades influencia positivamente o preço das terras na Itália, atribuem este resultado à existência de economias de escala na produção agrícola local. Este resultado é compartilhado por Myrna et al. (2019) e Feichtinger & Salhofer (2016). Já Lehn & Bahrs (2018a) e Polyakov et al. (2015) mostram que o tamanho das propriedades apresenta influência em formato de parábola, sendo negativo em seus efeitos lineares, porém positivo em termos quadráticos. Já o resultado negativo da variável encontrado no presente estudo está de acordo com os resultados de Zhang & Nickerson (2015).

Apesar de Reydon et al. (2006) já abordarem a relação negativa entre tamanho das propriedades e o preço das terras agrícolas brasileiras, esta variável tem sido deixada de lado em grande parte da literatura nacional. Uma exceção, no entanto, é o trabalho de Santos et al. (2016), no qual a relação negativa entre as duas variáveis é identificada no contexto do mercado de terras rurais do município de Petrolina, no estado de Pernambuco.

A influência da estrutura fundiária local sobre o mercado de terras agrícolas no estudo é captada por meio da variável Proprietário, que mede o percentual de proprietários de terra em relação ao total de produtores agrícolas no município. O efeito desta variável, que não se mostrou estatisticamente significativa, caminha na contramão na literatura internacional. No estudo de Wang (2018), por exemplo, o percentual de terras agrícolas operadas pelos proprietários exerce forte influência positiva sobre o preço das terras agrícolas no estado norte-americano da Pensilvânia. Ao mesmo tempo, Feichtinger & Salhofer (2016) mostram que o maior percentual de terras arrendadas reduz o preço das terras agrícolas na região alemã da Bavária. Segundo os autores, isso se deve ao fato de que um alto percentual de terras arrendadas sugere a existência de um mercado de locação de terra mais desenvolvido, atuando como um bem substituto à compra de terras e, conseqüentemente, reduzindo o preço destas.

Na literatura nacional, Souza et al. (2012) não detectaram a existência de uma relação entre a concentração fundiária e o mercado de terras no estado de São Paulo, em razão do elevado índice de Gini da posse da terra ao longo de toda a série histórica analisada no estudo.

Como esperado, a produtividade da terra se mostrou importante variável na determinação dos preços da terra agrícola, levando em conta a frequência com que este tópico é abordado na literatura internacional sobre o tema (Sardaro et al., 2020; Zhang & Nickerson, 2015), seja mensurando a produtividade em termos monetários, ou em termos de produção agrícola. Da mesma forma, Malassise et al. (2015) afirmam que a produtividade da terra, medida em termos do valor bruto da produção por quilômetro quadrado, impacta positivamente o preço da terra nos municípios paranaenses.

O crédito agrícola, por sua vez, apresentou efeitos diretos negativos estatisticamente significativos, e efeitos de transbordamento positivos, estatisticamente significativos em nível de confiança de 90%. Na soma destes efeitos de sentido contrário, porém, seus efeitos totais não foram significativos. Tal resultado contrasta com aqueles apresentados por Wang (2018), Feichtinger & Salhofer (2016) e Dillard et al. (2013), nos quais tanto os efeitos diretos quanto os efeitos indiretos de diferentes subsídios governamentais têm impactos positivos sobre o preço de terras agrícolas.

Por meio de análises gráficas temporais, sugere-se que o crédito agrícola esteja positivamente associado com o preço das terras agrícolas do estado de São Paulo (Souza et al., 2012) e no Paraná (Volsi et al., 2017). Tais resultados são ainda reforçados por meio da análise econométrica (Malassise et al., 2015). Ferro e Castro (2013), no entanto, mostram que, embora o crédito rural influencie positivamente o preço das terras em regiões de fronteira agrícola e de transição, o mesmo não exerce influência em regiões agrícolas desenvolvidas, o que poderia justificar o resultado encontrado no presente estudo, focado em regiões predominantemente desenvolvidas.

A distância entre a propriedade rural e os grandes centros urbanos e mercados consumidores, e sua influência na determinação dos preços das terras agrícolas é uma questão de grande interesse na literatura internacional, sendo esta inclusive a questão principal levantada por Benirschka e Binkley (1994), precursores da econometria espacial aplicada a esta temática. Ademais, de maneira quase unânime, os estudos concluem que quanto mais distantes dos centros urbanos, menores serão os preços das terras (Sardaro et al., 2020, 2021; Wang, 2018; Feichtinger & Salhofer, 2016; Zhang & Nickerson, 2015; Letort & Temesgen, 2014; Dillard et al., 2013). Apesar disso, o tema é muito pouco tratado na literatura nacional.

Verifica-se que, no contexto da região Centro-Sul brasileira, a distância dos municípios para o mais próximo município de grande porte não é uma variável estatisticamente significativa. Embora a definição de um grande município inicialmente utilizada tenha sido a de municípios com mais de 500 mil habitantes, foram testados, alternativamente, os critérios de 100 mil e 250 mil habitantes. Porém, de modo geral, as conclusões acerca desta variável não se alteraram.

Uma possível explicação para a divergência em relação aos resultados predominantemente encontrados na literatura pode ser pelo nível de desagregação dos dados. Enquanto o VTN, utilizado na pesquisa, refere-se a um valor médio municipal, grande parte da literatura internacional atual utiliza dados desagregados em nível das propriedades rurais, possibilitando assim mensurar a distância exata entre a propriedade em questão e os centros urbanos mais próximos, não somente a distância entre municípios, como é feito no presente estudo. Ressalta-se, no entanto, que Uberti et al. (2018), cuja pesquisa utilizou dados da região Norte fluminense, não encontraram evidências de que a distância entre as propriedades rurais e o centro de Campos de Goytacazes influencie o valor das mesmas.

Finalmente, a área plantada de soja, em relação ao total da área plantada no município, apresenta um impacto positivo na determinação dos preços da terra, ainda que não se observe efeitos de transbordamento espacial para esta variável. Tal resultado não é surpreendente, tendo em vista a importância da soja para a agropecuária brasileira, cuja influência sobre o preço da terra já havia sido identificada anteriormente na pesquisa nacional (Queiroz et al., 2018; Palludeto et al., 2018; Malassise et al., 2015; Ferro & Castro, 2013).

6. Considerações finais

O estudo teve por objetivo avaliar os potenciais determinantes do preço da terra agrícola no Centro-Sul do Brasil, e foi identificado, como esperado, que a espacialidade exerce de fato

forte influência na determinação dos preços da terra agrícola na região, tanto pela dependência espacial identificada na variável dependente do modelo, quanto por efeitos de transbordamento das variáveis independentes.

Além da questão espacial, o estudo testou ainda a influência de outras variáveis já consolidadas na literatura internacional, mas até então pouco exploradas na literatura nacional sobre o tema, bem como variáveis tipicamente utilizadas na área. Identificou-se que o grau de urbanização do município, o PIB *per capita* municipal, o tamanho médio das propriedades, a produtividade agrícola, e a área dedicada ao plantio da soja são variáveis significativas para a determinação dos preços da terra.

Para a continuidade de pesquisas relacionadas, espera-se que os dados da Receita Federal continuem sendo divulgados periodicamente e, mais do que isso, que sua abrangência se estenda para as demais regiões do país. Dessa forma, será possível analisar uma quantidade ainda maior de municípios, e com a aplicação dos dados em painel espacial, conferindo assim maior confiabilidade aos resultados encontrados.

Agradecimentos

Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq (315529/2020-2).

Referências

- Abelairas-Etxebarria, P., & Astorkiza, I. (2012). Farmland prices and land-use changes in periurban protected natural areas. *Land Use Policy*, 29(3), 674-683.
- Bacha, C. J. C. (1989). A determinação do preço de venda e de aluguel da terra na agricultura. *Estudos Econômicos*, 19(3), 443-456.
- Benirschka, M., & Binkley, J. K. (1994). Land price volatility in a geographically dispersed market. *American Journal of Agricultural Economics*, 76(2), 185-195.
- Brady, M., & Irwin, E. (2011). Accounting for spatial effects in economic models of land use: recent developments and challenges ahead. *Environmental and Resource Economics*, 48(3), 487-509.
- Brasil. Receita Federal. (2020). Valores de Terra Nua (VTN). Recuperado em 29 de março de 2022, de <https://www.gov.br/receitafederal/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/documentos-tecnicos/vtn>
- Camargo, A. M. M. P., & Ferreira, C. R. R. P. T. (1989). Evolução do preço da terra agrícola no Brasil 1966-1986. *Agricultura em São Paulo*, 36(1), 45-71.
- Carmona, J., & Rosés, J. R. (2012). Land markets and agrarian backwardness (Spain, 1904-1934). *European Review of Economic History*, 16(1), 74-96.
- Cavailhès, J., & Thomas, I. (2013). Are agricultural and developable land prices governed by the same spatial rules? The case of Belgium. *Canadian Journal of Agricultural Economics*, 61(3), 439-463.
- Córdoba, M., Carranza, J. P., Piumetto, M., Monzani, F., & Balzarini, M. (2021). A spatially based quantile regression forest model for mapping rural land values. *Journal of Environmental Management*, 289, 112509.
- Corrado, L., & Fingleton, B. (2012). Where is the economics in spatial econometrics? *Journal of Regional Science*, 52(2), 210-239.

- Cotteleer, G., Stobbe, T., & van Kooten, G. C. (2011). Bayesian model averaging in the context of spatial hedonic pricing: an application to farmland values. *Journal of Regional Science*, 51(3), 540-557.
- Dillard, J. G., Kuethe, T. H., Dobbins, C., Boehlje, M., & Florax, R. J. (2013). The impacts of the tax-deferred exchange provision on farm real estate values. *Land Economics*, 89(3), 479-489.
- Egler, C. A. G. (1985). Preço da terra, taxa de juros e acumulação financeira no Brasil. *Revista de Economia Política*, 5(1), 112-135.
- Elhorst, J. P. (2010). Applied spatial econometrics: raising the bar. *Spatial Economic Analysis*, 5(1), 9-28.
- Feichtinger, P., & Salhofer, K. (2016). The Fischler reform of the common agricultural policy and agricultural land prices. *Land Economics*, 92(3), 411-432.
- Ferro, A. B., & Castro, E. R. D. (2013). Determinantes dos preços de terras no Brasil: uma análise de região de fronteira agrícola e áreas tradicionais. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, 51(3), 591-609.
- Geniaux, G., Ay, J. S., & Napoléone, C. (2011). A spatial hedonic approach on land use change anticipations. *Journal of Regional Science*, 51(5), 967-986.
- Golgher, A. B., & Voss, P. R. (2016). How to interpret the coefficients of spatial models: spillovers, direct and indirect effects. *Spatial Demography*, 4(3), 175-205.
- Grau, A., Odening, M., & Ritter, M. (2020). Land price diffusion across borders—the case of Germany. *Applied Economics*, 52(50), 5446-5463.
- Halleck Vega, S., & Elhorst, J. P. (2015). The SLX model. *Journal of Regional Science*, 55(3), 339-363.
- Hardie, I. W., Narayan, T. A., & Gardner, B. L. (2001). The joint influence of agricultural and nonfarm factors on real estate values: an application to the mid-Atlantic region. *American Journal of Agricultural Economics*, 83(1), 120-132.
- Huang, H., Miller, G. Y., Sherrick, B. J., & Gomez, M. I. (2006). Factors influencing Illinois farmland values. *American Journal of Agricultural Economics*, 88(2), 458-470.
- Huettel, S., Odening, M., Kataria, K., & Balmann, A. (2013). Price formation on land market auctions in East Germany: an empirical analysis. *German Journal of Agricultural Economics*, 62, 99-115.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. (2020). *Produção agrícola municipal 2020*. Recuperado em 29 de março de 2022, de <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam>
- Karlsson, J., & Nilsson, P. (2014). Capitalisation of Single Farm Payment on farm price: an analysis of Swedish farm prices using farm-level data. *European Review of Agriculture Economics*, 41(2), 279-300.
- Kostov, P. (2009a). A spatial quantile regression hedonic model of agricultural land prices. *Spatial Economic Analysis*, 4(1), 53-72.
- Kostov, P. (2009b). Spatial dependence in agricultural land prices: does it exist? *Agricultural Economics*, 40(3), 347-353.
- Lehn, F., & Bahrs, E. (2018a). Analysis of factors influencing standard farmland values with regard to stronger interventions in the German farmland market. *Land Use Policy*, 73, 138-146.
- Lehn, F., & Bahrs, E. (2018b). Quantile regression of German standard farmland values: do the impacts of determinants vary across the conditional distribution? *Journal of Agricultural and Applied Economics*, 50(4), 453-477.

- LeSage, J., & Pace, R. K. (2009). *Introduction to spatial econometrics*. Boca Raton: CRC Press.
- Letort, É., & Temesgen, C. (2014). Influence of environmental policies on farmland prices in the Bretagne region of France. *Revue d'Etudes en Agriculture et Environnement*, 95(1), 77-109.
- Lynch, L., & Lovell, S. J. (2003). Combining spatial and survey data to explain participation in agricultural land reservation programs. *Land Economics*, 79(2), 259-276.
- Ma, S., & Swinton, S. M. (2011). Valuation of ecosystem services from rural landscapes using agricultural land prices. *Ecological Economics*, 70(9), 1649-1659.
- Ma, S., & Swinton, S. M. (2012). Hedonic valuation of farmland using sale prices versus appraised values. *Land Economics*, 88(1), 1-15.
- Maddison, D. (2004). Spatial effects within the agricultural land market in Northern Ireland: a comment. *Journal of Agricultural Economics*, 55(1), 123-125.
- Maddison, D. (2009). A spatio-temporal model of farmland values. *Journal of Agricultural Economics*, 60(1), 171-189.
- Malassise, R. L. S., Parré, J. L., & Fraga, G. J. (2015). O Comportamento do Preço da Terra Agrícola: um modelo de painel de dados espaciais. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, 53(4), 645-666.
- Marcato, A. (2016). Os fatores determinantes do preço da terra agrícola no estado de Santa Catarina. *Textos de Economia*, 19(1), 48-72.
- McMillen, D. P. (2012). Perspectives on spatial econometrics: linear smoothing with structured models. *Journal of Regional Science*, 52(2), 192-209.
- Myrna, O., Odening, M., & Ritter, M. (2019). The influence of wind energy and biogas on farmland prices. *Land*, 8(1), 19.
- Nickerson, C. J., & Zhang, W. (2014). Modeling the determinants of farmland values in the United States. In J. Duke & J. Wu (Eds.), *The Oxford handbook of land economics* (pp. 111-138). Oxford: Oxford University Press.
- Oliveira, J. T., & Costa, I. D. N. (1977). Evolução recente do preço de terra no Brasil: 1966-1974. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, 15(3), 259-276.
- Oliveira, N. A. P., & Ferreira, L. R. (2015). Determinantes do preço da terra no Brasil. *Revista de Política Agrícola*, 23(4), 58-75.
- Palludeto, A. W. A., Telles, T. S., Souza, R. F., & de Moura, F. R. (2018). Sugarcane expansion and farmland prices in São Paulo State, Brazil. *Agriculture & Food Security*, 7(1), 1-12.
- Patton, M., & McErlean, S. (2003). Spatial effects within the agricultural land market in Northern Ireland. *Journal of Agricultural Economics*, 54(1), 35-54.
- Pinheiro, F. A., & Reydon, B. P. (1981). O preço da terra e a questão agrária: algumas evidências empíricas relevantes. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, 19(1), 5-15.
- Plantinga, A. J., Lubowski, R. N., & Stavins, R. N. (2002). The effects of potential land development on agricultural land prices. *Journal of Urban Economics*, 52(3), 561-581.
- Polyakov, M., Pannell, D. J., Pandit, R., Tapsuwan, S., & Park, G. (2015). Capitalized amenity value of native vegetation in a multifunctional rural landscape. *American Journal of Agricultural Economics*, 97(1), 299-314.
- Queiroz, A. M., Ferreira, J. B., & de Paula, J. S. (2018). O setor sucroalcooleiro e o valor da terra agrícola em Goiás e em Minas Gerais: uma análise econométrica. *Revista Estudo & Debate*, 25(1), 86-107.
- Reydon, B. P., & Romeiro, A. (1994). *O mercado de terras*. Brasília: IPEA.

- Reydon, B. P., Plata, L. E. A., Sparovek, G., Goldszmidt, R. G. B., & Telles, T. S. (2014). Determination and forecast of agricultural land prices. *Nova Economia*, 24(2), 389-408.
- Reydon, B. P., Plata, L. E., Bueno, A. K., & Itria, A. (2006). A relação inversa entre a dimensão e o preço da terra rural. In B. P. Reydon & F. N. M. Cornélio (Eds.), *Mercados de terras no Brasil: estrutura e dinâmica*. Brasília (pp. 207-225). Brasília: NEAD.
- Rezende, G. C. (1982). Crédito rural subsidiado e preço da terra no Brasil. *Estudos Econômicos*, 12(2), 117-137.
- Santos, H. G., Moura, J. A., Sá, L. A. C. M., & Portugal, J. L. (2016). Efeitos espaciais em mercados de terras rurais: modelagem, validação e avaliação de desempenho. *Revista Brasileira de Cartografia*, 68(4), 759-777.
- Sardaro, R., De Pascale, G., Ingraio, C., & Faccilongo, N. (2021). Latent relationships between environmental impacts of cultivation practices and land market: Evidences from a spatial quantile regression analysis in Italy. *Journal of Cleaner Production*, 279, 123648.
- Sardaro, R., La Sala, P., & Roselli, L. (2020). How does the land market capitalize environmental, historical and cultural components in rural areas? Evidences from Italy. *Journal of Environmental Management*, 269, 110776.
- Sayad, J. (1977). Preço da terra e mercados financeiros. *Pesquisa e Planejamento Econômico*, 7(3), 623-662.
- Scofield, W. H. (1957). Prevailing land market forces. *Journal of Farm Economics*, 39(5), 1500-1510.
- Souza, J. G., Nascimento, R. F., & Gebara, J. J. (2012). Mercados de terras no estado de São Paulo: determinações de preços pós-plano real. *GEOSABERES: Revista de Estudos Geoeducacionais*, 3(6), 40-49.
- Telles, T. S., Palludeto, A. W. A., & Reydon, B. P. (2016). Price movement in the Brazilian land market (1994-2010): an analysis in the light of post-Keynesian theory. *Revista de Economia Política*, 36(1), 109-129.
- Telles, T. S., Reydon, B. P., & Fernandes, V. B. (2018). Os determinantes do preço das terras agrícolas na história do pensamento econômico. *Economia e Sociedade*, 27(2), 525-545.
- Uberti, M. S., Antunes, M. A. H., Debiasi, P., & Tassinari, W. (2018). Mass appraisal of farmland using classical econometrics and spatial modeling. *Land Use Policy*, 72, 161-170.
- Volsi, B., Telles, T. S., & Reydon, B. P. (2017). Evolução dos preços das terras agrícolas no Paraná entre 1998 e 2015. *Revista de Ciências Agrárias*, 40(3), 670-682.
- Wang, H. (2018). The spatial structure of farmland values: a semiparametric approach. *Agricultural and Resource Economics Review*, 47(3), 568-591.
- Yang, X., Odening, M., & Ritter, M. (2019). The spatial and temporal diffusion of agricultural land prices. *Land Economics*, 95(1), 108-123.
- Yang, X., Ritter, M., & Odening, M. (2017). Testing for regional convergence of agricultural land prices. *Land Use Policy*, 64, 64-75.
- Zhang, W., & Nickerson, C. J. (2015). Housing market bust and farmland values: identifying the changing influence of proximity to urban centers. *Land Economics*, 91(4), 605-626.

Recebido: Março 29, 2022;

Aceito: Agosto 01, 2022.

JEL Classification: C31, Q11, Q15, Q24.