



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

BRUNO VOLSI

**DINÂMICA DO MERCADO DE TERRAS AGRÍCOLAS
NO BRASIL**

Londrina
2024

BRUNO VOLSI

**DINÂMICA DO MERCADO DE TERRAS AGRÍCOLAS
NO BRASIL**

Tese de Doutorado apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Estadual de Londrina - UEL, como requisito para a obtenção do título de Doutor em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Tiago Santos Telles

Londrina
2024

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UEL

934 Volsi, Bruno.
Dinâmica do mercado de terras agrícolas no Brasil / Bruno Volsi. - Londrina, 2024.
93 f. : il.

Orientador: Tiago Santos Telles.
Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, 2024.
Inclui bibliografia.

1. Preço de terras agrícolas - Tese. 2. Mercado de terras agrícolas - Tese. 3. Determinantes do preço - Tese. 4. Econometria espacial - Tese. I. Telles, Tiago Santos. II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Agronomia. III. Título.

CDU 63

BRUNO VOLSI

DINÂMICA DO MERCADO DE TERRAS AGRÍCOLAS NO BRASIL

Tese de Doutorado apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Estadual de Londrina - UEL, como requisito para a obtenção do título de Doutor em Agronomia.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Tiago Santos Telles
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Prof. Dr. Claudemir Zucareli
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Prof. Dr. Carlos Eduardo Caldarelli
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Prof. Dr. Wander Plassa da Silva
Universidade Estadual do Paraná – UNESPAR

Prof. Dr. Felipe César Marques
Universidade do Estado de Santa Catarina
UDESC

Londrina, 16 de julho de 2024.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Universidade Estadual de Londrina, por me proporcionar a oportunidade de realizar a Pós-Graduação em uma das universidades de referências no país.

Ao Professor Dr. Tiago Santos Telles, pelos conhecimentos passados e pela orientação na elaboração deste trabalho.

Aos meus professores, por todos os conteúdos ministrados com sabedoria e principais responsáveis pelo profissional que irei me tornar.

Ao Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná – IAPAR-EMATER e todos os colaboradores da Área de Socioeconomia, pela oportunidade e apoio ao realizar o doutorado.

Aos meus amigos e família por todo o apoio durante a minha formação.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil – CAPES, pela concessão da bolsa de estudo.

A minha querida irmã Patrícia Volsi (*in memoriam*)

VOLSI, Bruno. **Dinâmica do mercado de terras agrícolas no Brasil**. 2024. 93 folhas. Tese de Doutorado em Agronomia – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2024.

RESUMO

A combinação entre instabilidade econômica e política no Brasil abriu espaço para que novos investidores olhassem com mais interesse para o mercado de terras agrícolas do país, tanto do ponto de vista produtivo, quanto do ponto de vista especulativo. Nesse contexto, a presente tese engloba, além de uma revisão de literatura, dois estudos sobre o mercado de terras agrícolas no país. No primeiro estudo, o objetivo foi verificar a dinâmica dos preços das terras agrícolas no Brasil, em suas grandes regiões e unidades da federação, no período de 1977 a 2022. Para tanto, foram coletados dados anuais de preços da terra agrícola de lavouras da Fundação Getúlio Vargas, do Anuário da Agricultura Brasileira e da Receita Federal do Brasil. Com base nos dados verificou-se que os preços de terras passaram por fortes oscilações nos períodos de instabilidade econômica, principalmente entre a segunda metade da década de 1980 e início de 1990, após a implantação do Plano Real em 1994 e com o boom das *commodities* na década de 2000. Em síntese, as políticas monetárias, as políticas agrícolas, a instabilidade econômica e a demanda internacional por *commodities*, junto com a especulação financeira, influenciaram os preços das terras agrícolas do país. No segundo estudo, o objetivo foi verificar se os efeitos espaciais são fatores determinantes dos preços das terras agrícolas no Brasil. Para tanto, foram utilizados os dados de preço de terra agrícola coletados na Receita Federal do Brasil dos anos de 2019 a 2023. A variável dependente utilizada no estudo foi o valor da terra nua por hectare das lavouras de aptidão boa. Já as variáveis independentes foram Valor Bruto da Produção da agricultura, cobertura agrícola, crédito rural, superfície de água, rodovia, mancha urbana e densidade populacional. Empregou-se a metodologia de dados em painel e foi aplicado o modelo econométrico Durbin Espacial. O resultado verificado foi que o parâmetro de defasagem espacial, ρ , demonstrou ser positivo e estatisticamente significativo (0,459). Tal resultado implica na existência de um *spillover* espacial no preço de terra agrícola. Além disso, verificou-se que as variáveis valor bruto da produção agrícola, crédito rural e superfície de água afetam de maneira significativa os valores das terras vizinhas. Portanto, a inclusão de variáveis espaciais é essencial para uma análise mais precisa e abrangente do mercado de terras agrícolas. Dessa forma, conclui-se que a análise dos preços das terras agrícolas no Brasil deve necessariamente considerar tanto os aspectos econômicos e políticos quanto os fatores espaciais para uma compreensão mais detalhada e precisa das dinâmicas de valorização e especulação desse mercado.

Palavras-chave: valor da terra; especulação imobiliária rural; mercado de terras; efeitos espaciais; econometria espacial.

VOLSI, Bruno. **Agricultural land market dynamics in Brazil**. 2024. 93 pages. Doctoral Thesis in Agronomy) – Center for Agricultural Sciences, State University of Londrina, Londrina, 2024.

ABSTRACT

The combination of economic and political instability in Brazil has created an opportunity for new investors to look with greater interest at the country's agricultural land market, both from a productive and speculative perspective. In this context, the present thesis encompasses, in addition to a literature review, two studies on the agricultural land market in the country. In the first study, the objective was to analyze the dynamics of agricultural land prices in Brazil, across its major regions and federative units, from 1977 to 2022. For this purpose, annual data on agricultural land prices from Fundação Getúlio Vargas, the Brazilian Agricultural Yearbook, and the Federal Revenue of Brazil were collected. Based on the data, it was observed that land prices experienced strong fluctuations during periods of economic instability, particularly between the second half of the 1980s and early 1990s, after the implementation of the Real Plan in 1994, and during the commodity boom in the 2000s. In summary, monetary policies, agricultural policies, economic instability, and international demand for commodities, along with financial speculation, influenced the prices of agricultural land in the country. In the second study, the objective was to determine whether spatial effects are determining factors for agricultural land prices in Brazil. For this purpose, agricultural land price data collected from the Federal Revenue of Brazil from 2019 to 2023 were used. The dependent variable used in the study was the bare land value per hectare of crops with good suitability. The independent variables were agricultural Gross Domestic Product., agricultural coverage, rural credit, water surface, highway, urban area, and population density. A panel data methodology was employed, and the Spatial Durbin econometric model was applied. The result found was that the spatial lag parameter, ρ , proved to be positive and statistically significant (0.459). This result implies the existence of a spatial spillover in agricultural land prices. Additionally, it was found that the variables gross agricultural production value, rural credit, and water surface significantly affect the land values of neighboring areas. Therefore, the inclusion of spatial variables is essential for a more accurate and comprehensive analysis of the agricultural land market. Thus, it is concluded that the analysis of agricultural land prices in Brazil must necessarily consider both economic and political aspects, as well as spatial factors, for a more detailed and accurate understanding of the dynamics of valuation and speculation in this market.

Keywords: value of land; rural real estate speculation; land market; spatial effects; spatial econometrics.

LISTA DE FIGURAS

ARTIGO A

- Figura 1** Linhas do tempo das leis de uso da terra, dos planos econômicos, das crises econômicas e das grandes transformações no agronegócio do Brasil.....32
- Figura 2** Preços das terras agrícolas por hectares no Brasil entre 1977 e 2022 (em US\$ de dezembro de 2023)34
- Figura 3** Evolução da taxa de inflação (IGP-DI), SELIC e câmbio37
- Figura 4** Preços das terras agrícolas por hectares nas grandes regiões do Brasil entre 1977 e 2022 (em US\$ de dezembro de 2023)39
- Figura 5** Preços das terras agrícolas por hectares nos estados da Região Sul do Brasil entre 1977 e 2022 (em milhares de USD de dezembro de 2023).....40
- Figura 6** Preços das terras agrícolas por hectares nos estados da Região Sudeste do Brasil entre 1977 e 2022 (em milhares de USD de dezembro de 2023)41
- Figura 7** Preços das terras agrícolas por hectares nos estados da Região Centro-Oeste do Brasil entre 1977 e 2022 (em milhares de USD de dezembro de 2023) ...43
- Figura 8** Preços das terras agrícolas por hectares nos estados da Região Nordeste do Brasil entre 1977 e 2022 (em milhares de USD de dezembro de 2023)44
- Figura 9** Preços das terras agrícolas por hectares nos estados da Região Norte do Brasil entre 1977 e 2022 (em milhares de USD de dezembro de 2023)45
- Figura 10** Área controlada pelos principais grupos agrícolas na região MATOPIBA ...47

ARTIGO B

- Figura 1** Municípios do Brasil incluídos na pesquisa59
- Figura 2** Análise temporal e comparativa dos preços das terras agrícolas no Brasil....66

LISTA DE QUADROS

ARTIGO B

Quadro 1	Descrição das variáveis utilizadas na análise espacial	56
-----------------	--	----

LISTA DE TABELAS

ARTIGO B

Tabela 1	Estatísticas descritivas das variáveis utilizadas na análise espacial	65
Tabela 2	Teste I de Moran para as variáveis selecionadas e sua significância estatística (p valor)	67
Tabela 3	Determinantes dos preços das terras agrícolas dos municípios do Brasil, entre 2019 e 2023	68
Tabela 4	Efeitos diretos, indiretos e totais dos determinantes dos preços das terras agrícolas dos municípios do Brasil, entre 2019 e 2023	70

APÊNDICE

Tabela A1	Estatística descritiva.....	83
Tabela A2	Escolha da matriz espacial para as regressões de convergência condicional global.....	84
Tabela A3	Determinantes dos preços das terras agrícolas dos municípios do Brasil, entre 2019 e 2023 ($k = 19$)	85
Tabela A4	Efeitos diretos, indiretos e totais dos determinantes dos preços das terras agrícolas dos municípios do Brasil, entre 2019 e 2023 ($k=19$).....	87
Tabela A5	Determinantes dos preços das terras agrícolas dos municípios do Brasil, entre 2019 e 2023 ($k=3$).....	88
Tabela A6	Efeitos diretos, indiretos e totais dos determinantes dos preços das terras agrícolas dos municípios do Brasil, entre 2019 e 2023 ($k=3$).....	90
Tabela A7	Determinantes dos preços das terras agrícolas dos municípios do Brasil, entre 2019 e 2023 ($k=6$).....	91
Tabela A8	Efeitos diretos, indiretos e totais dos determinantes dos preços das terras agrícolas dos municípios do Brasil, entre 2019 e 2023 ($k=6$).....	93

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AIC	Akaike's information criterion
BC	Banco Central do Brasil
BRL	Real brasileiro
CAR	Cadastro Ambiental Rural
DERAL	Departamento de Economia Rural
EPAGRI	Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina
FGV	Fundação Getúlio Vargas
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IEA	Instituto de Economia Agrícola
IGP-DI	Índice Nacional de Preços – disponibilidade Interna
IME	Instituto Mato-Grossense de Economia Agropecuária
INCRA	Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária
ITR	Imposto Territorial Rural
LMe	Lagrange Multiplier Error
LMI	Lagrange Multiplier Lag
MATOPIBA	Acrônimo formado pelas siglas dos estados de Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahía.
NEAD	Núcleo de Estudos Agrários e Desenvolvimento Rural
OLS	Ordinary Least Squares
PAM	Pesquisa Agropecuária Municipal
PIB	Produto Interno Bruto
PRA	Programa de Regularização Ambiental
PRONAF	Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar
PRONAMP	Programa Nacional de apoio ao Médio Produtor Rural
RFB	Receita Federal do Brasil
RLMe	Robust Lagrange Multiplier Error
RLMI	Robust Lagrange Multiplier lag
SAR	Spatial Auto Regressive
SEM	Structural Equation Modeling
SDM	Spatial Durbin Model
SEAB	Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado do Paraná

SNCR	Sistema Nacional de Cadastro Rural
URV	Unidade Real de Valor
USD	Dólares americanos
VBP	Valor Bruto da Produção
VTN	Valores de Terra Nua

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
2.1	LEI DE TERRAS NO BRASIL	15
2.2	DETERMINANTES DO PREÇO DA TERRA AGRÍCOLA NO BRASIL	18
2.3	FATORES ESPACIAIS	22
3	ARTIGO A: DINÂMICA DOS PREÇOS DAS TERRAS AGRÍCOLAS NO BRASIL	27
3.1	RESUMO	27
3.2	ABSTRACT	28
3.3	INTRODUÇÃO	29
3.4	MATERIAL E MÉTODOS	30
3.5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
3.6	CONCLUSÕES	48
4	ARTIGO B: EFEITOS ESPACIAIS NOS PREÇOS DAS TERRAS AGRÍCOLAS DO BRASIL	50
4.1	RESUMO	50
4.2	ABSTRACT	51
4.3	INTRODUÇÃO	52
4.4	REVISÃO DE LITERATURA	53
4.3	MATERIAL E MÉTODOS	55
4.3.1	BASE DE DADOS	55
4.3.2	MODELO ECONOMÉTRICO	59
4.4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	65
4.5	CONCLUSÕES	71
5	CONCLUSÃO GERAL	72
	REFERÊNCIAS	73
	APÊNDICE	82

1 INTRODUÇÃO

Na literatura econômica, sobretudo no tocante à economia agrícola, há um debate sobre quais são as variáveis que exercem maior influência sobre os preços das terras. Estas discussões têm tido como destaque a avaliação de indicadores microeconômicos associados à rentabilidade das atividades agrícolas, como produtividade da terra (MACEDO, 2015; PLATA, 2006) e preço de venda dos produtos agropecuários (DIAS; VIERA; AMARAL, 2001), ou de indicadores macroeconômicos, como taxa de juros (EGLER, 1985) e expectativas inflacionárias (OLIVEIRA; FERREIRA, 2014; REYDON; PLATA, 2006; SAYAD, 1977).

Após um período de alta instabilidade econômica, vivido entre a década de 1980 e início de 1990, as políticas econômicas pós Plano Real possibilitaram aos investidores maior segurança, tanto estrutural como econômica, que impactaram no mercado de terras agrícolas (TELLES; PALLUDETO; REYDON, 2016). Contudo, com a crise econômica de 2008 e recessão econômica de 2014-2016, uma combinação entre instabilidade política e redução da taxa básica de juros, se abriu espaço para que os investidores começassem a olhar o mercado de terras com mais interesse, tanto do ponto de vista produtivo como especulativo – sendo a terra considerada um ativo seguro em períodos de incertezas. Após a insegurança financeira da crise de 2008, causada pelo mercado imobiliário dos Estados Unidos, bancos e fundos buscaram refúgio em ativos agrícolas, tidos como mais seguros por serem cotados nas bolsas de valores e estarem valorizados em função dos preços das *commodities* (GAFFNEY, 2009). Os investimentos concentraram-se principalmente em regiões que oferecessem maior facilidade ao produtor, como acesso à infraestrutura e bons solos. Exemplo disso é que em 2008, por meio do Sistema Nacional de Cadastro Rural (SNCR), o Núcleo de Estudos Agrários e Desenvolvimento Rural (NEAD), verificou no Brasil que houve a compra por estrangeiros de cerca de 4 milhões hectares (FLEXOR; LEITE, 2017).

O mercado de terras agrícolas está em constante transformação, e os impactos mais recentes deste processo ainda não foram amplamente investigados, tornando necessárias pesquisas mais aprofundadas sobre o tema (TELLES; REYDON; FERNANDES, 2018; TELLES; PALLUDETO; REYDON, 2016). Apesar da importância da temática do mercado de terras, que tem influência direta na produção de alimentos, fibras e combustíveis, bem como para a economia do país, ainda há poucos estudos no Brasil acerca dos determinantes e dinâmica de seus preços, sendo que maior parte deles foram realizados considerando as peculiaridades das regiões Sul e Sudeste. A nível nacional podem ser destacados os estudos de Brandão (1986), Camargo e Ferreira (1989), Reydon (1992), Dias, Viera e Amaral (2001), Oliveira e Ferreira

(2014), Bacha, Stege e Harbs (2016) e Telles, Palludeto e Reydon (2016). Para o estado de São Paulo, têm-se os de Camargo *et al.* (2004), Souza (2013) e Palludeto *et al.* (2018). Para o estado de Paraná os estudos de Michellon e Reydon (2003), Malassise, Parré e Fraga (2015) e Volsi, Telles e Reydon (2017). Podemos citar também as contribuições feitas para outras regiões do Brasil, como é o caso de Marques e Telles (2023) para as região Centro-Sul, Macedo (2015) para o estado de Goiás, Sills e Caviglia-Harris (2008) para o estado de Rondônia, Bacha (1989) para o estado de Minas Gerais, Ferro e Castro (2013) para o Sul do Maranhão, Sul do Piauí, Leste do Tocantins e Oeste da Bahia e Reydon *et al.* (2014) para o Maranhão.

É importante enfatizar que nos estudos de determinantes dos preços das terras, foram predominantemente consideradas as variáveis microeconômicas ligadas à rentabilidade das atividades agrícolas, ou então as variáveis macroeconômicas. No entanto, poucos foram os estudos que consideraram variáveis ligadas à infraestrutura, como por exemplo, distância de grandes centros urbanos, extensão de rodovias dentro da região de estudo ou eletrificação rural (MARQUES; TELLES, 2023; MALASSISE; PARRÉ; FRAGA, 2015; COTTELEER; STOBBE; KOOTEN, 2011). Estas variáveis são conjuntamente essenciais nos estudos de mercado de terras, uma vez que os efeitos espaciais influenciarão diretamente os preços. Diante disso, a hipótese deste estudo é que a dinâmica do mercado de terras agrícolas, bem como os determinante dos seus preços, pode estar relacionada às características regionais e espaciais.

Neste contexto, o objetivo deste estudo é (i) investigar a dinâmica e os determinantes dos preços das terras agrícolas em diferentes unidades da federação e regiões do Brasil, e (ii) verificar se os efeitos espaciais são fatores determinantes dos preços das terras agrícolas no país.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 LEIS DE TERRAS NO BRASIL

Em 1850, a Lei nº 601, de 18 de setembro, comumente referida como Lei de Terras Devolutas ou Lei de Terras (BRASIL, 2023a), marcou uma ruptura significativa com o sistema sesmarial ao eliminar a possibilidade de aquisição “gratuita” de terras. Até então, a aquisição de terras no Brasil era regida principalmente pelo sistema sesmarial, instituído durante o período colonial (SILVA, 2008). Nesse sistema, as sesmarias eram concessões de grandes extensões de terra feitas pela Coroa Portuguesa a particulares, como forma de incentivar a colonização e a produção agrícola, sendo geralmente gratuitas e condicionadas ao cultivo da terra e ao pagamento de tributos à Coroa (LIMA, 1990). Enormes áreas de terra foram concedidas a poucos escolhidos com a condição de serem usadas em um certo período; caso contrário, voltariam à Coroa, mas, na prática, o governo português não conseguiu administrar isso adequadamente, resultando em terras mal utilizadas nas mãos de poucos (MESZAROS, 2000).

A Lei de Terras de 1850 foi um marco na história agrária do Brasil, pois estabeleceu que a posse de novas terras só poderia se dar por meio de compra, com o intuito de organizar a propriedade fundiária e estimular a ocupação produtiva do território nacional (ROCHA *et al.*, 2019). Excetuavam-se dessa regra as terras situadas nos limites do Império com países estrangeiros, em zonas de dez léguas, que poderiam ser concedidas gratuitamente (BRASIL, 2023a). A Lei pode ser considerada o marco inaugural do latifúndio no Brasil, pois consolidou o modelo da grande propriedade rural, estabelecendo a base legal que sustenta, até os dias atuais, a estrutura desigual da propriedade de terras no país (STÉDILE, 2005). No mesmo sentido, apesar dos progressos históricos proporcionados pela Lei de Terras, a aplicação da legislação teve efeitos socioespaciais negativos, como a concentração de terras nas mãos de poucos indivíduos com recursos financeiros e a exclusão social de pessoas de baixa renda, problemas que persistem até hoje (SILVA, 2008). Ou seja, a Lei de Terras foi um marco importante para a criação e formalização do mercado de terras no Brasil, promovendo a compra e venda regulada de terras, a necessidade de registro e cadastramento, e estabelecendo uma base legal para as transações de propriedade.

Dando seguimento ao histórico de legislação agrária no Brasil e com o objetivo de promover uma reforma mais abrangente, foi promulgado o Estatuto da Terra (Lei nº 4.504, de 30 de novembro de 1964), durante o período da ditadura militar, sob a presidência

de Castello Branco (BRASIL, 2023b). Essa legislação regula os direitos e obrigações concernentes aos bens imóveis rurais, visando à execução da reforma agrária e à promoção da política agrícola.

A estrutura agrária brasileira era caracterizada por ser especulativa e concentrada nas mãos de poucos grandes proprietários, sendo vista pelas autoridades governamentais como um problema a ser resolvido (OLIVEIRA; FELICIANO, 2020). A superação dos latifúndios improdutivos era vista como um passo necessário para aumentar a produção de alimentos, controlar o êxodo rural e integrar a terra ao desenvolvimento capitalista moderno (SPAROVEK; MAULE 2009). Do ponto de vista econômico, o governo considerava a reforma fundiária essencial para aprimorar o funcionamento do capitalismo no país, superando tanto o minifúndio quanto o latifúndio improdutivo (CEHELKY, 2019).

Com o Estatuto da Terra se tentou legitimar o direito de propriedade abandonando seu caráter absoluto para incluir direitos e deveres além da produtividade, como o respeito ao meio ambiente, a garantia dos direitos trabalhistas e o bem-estar geral, atribuindo uma função social limitadora (GRACIANO; SANTOS, 2017). Contudo, essas transformações institucionais visaram apenas conter as lutas no campo, alinhando-se aos interesses do capital e relegando o pequeno agricultor aos discursos políticos, enquanto o aspecto empresarial se tornou predominante (FREITAS, 2006). Durante o regime ditatorial no Brasil, o Estatuto da Terra foi utilizado para apaziguar os conflitos de posse e propriedade de terras, com a ditadura militar, em conjunto com o legislativo, buscando ludibriar os movimentos sociais insurgentes e favorecer o empresariamento rural, em vez de promover a justiça social ou a redemocratização da terra (GRACIANO; SANTOS, 2017). Em síntese, o mercado de terras agrícolas no Brasil tornou-se mais concentrado, especulativo, juridicamente inseguro, prejudicando especialmente os pequenos agricultores e trabalhadores rurais.

Com o fim do regime militar, o debate sobre a questão agrária ressurgiu, resultando na incorporação, pela Constituição de 1988, dos princípios jurídicos da função social e ambiental da propriedade da terra, que estavam presentes no Estatuto da Terra (BRASIL, 2023b). É relevante ressaltar que o Estatuto da Terra foi recepcionado pela Constituição Federal de 1988 e, em conjunto com a legislação agrária complementar, forma um corpo jurídico que acompanha a evolução do setor agrário brasileiro (ZIBETTI; QUERUBINI, 2016).

A Constituição Federal de 1988 incluiu um capítulo específico sobre Política Agrícola, Fundiária e Reforma Agrária, estabelecendo normas de conteúdo agrário nos artigos 184 e seguintes, além de abordar direitos fundamentais, como a garantia do direito de propriedade, desde que esta atenda à sua função social (art. 5º, incisos XXII e XXIII da

Constituição Federal) (BRASIL, 2023c). O princípio visa reconhecer o direito de propriedade como fundamental, mas não absoluto, condicionando-o ao cumprimento de uma função social. Para imóveis rurais, isso está definido no artigo 186 da Constituição Federal, que exige que sejam atendidos simultaneamente os seguintes requisitos:

- I – aproveitamento racional e adequado;
- II – utilização adequada dos recursos naturais disponíveis e preservação do meio ambiente;
- III – observância das disposições que regulam as relações de trabalho;
- IV – exploração que favoreça o bem-estar dos proprietários e dos trabalhadores.

Portanto, para que um imóvel rural cumpra sua função social e legitime o direito de propriedade, o proprietário deve atender simultaneamente aos requisitos sociais, econômicos e ambientais estabelecidos na Constituição Federal de 1988. Nesse contexto, a observância e cumprimento dos preceitos da função social da propriedade são responsabilidades dos proprietários, enquanto a falta de conformidade é fiscalizada e sancionada pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária - INCRA (GRACIANO; SANTOS, 2017).

Outro marco importante para o mercado de terras agrícolas ocorreu em 25 de maio de 2012 (BRASIL, 2023), quando foi sancionado o novo Código Florestal Brasileiro, substituindo o anterior, de 1965. Uma das inovações foi a criação do Cadastro Ambiental Rural (CAR) e a previsão de implantação do Programa de Regularização Ambiental (PRA) nos Estados e no Distrito Federal. Com o CAR, o Governo passou a não apenas verificar a localização de cada imóvel rural, mas também a situação de sua adequação ambiental. Ter um título de propriedade (documento que comprova que você é o dono) pode trazer mais segurança para os proprietários, incentivando investimentos e desenvolvimento. Contudo, cumprir as exigências do Código Florestal pode ser mais difícil devido ao grande "passivo ambiental" (SPAROVEK *et al.* 2011). Isso significa que há muitas áreas que precisam ser restauradas ou protegidas, o que pode ser um processo complicado e caro. Esses desafios deveriam ser considerados, uma vez que possuem impactos tanto sociais quanto econômicos. Na Amazônia, terras que cumprem o Código Florestal são vendidas 46% mais rapidamente. No entanto, no Cerrado, essa dinâmica é o contrário, as terras com título de propriedade e em conformidade com o Código Florestal tendem a demorar mais para serem vendidas, devido à exigência de preservar uma parcela significativa da área com vegetação nativa (MOFFETTE *et al.*, 2023). Desse modo, o mercado de terras é influenciado pela necessidade de equilibrar a segurança jurídica com a conformidade ambiental, afetando tanto a velocidade quanto o valor das

transações.

Em síntese, desde a Lei de Terras de 1850, buscou-se regularizar e modernizar o mercado de terras agrícolas do Brasil. Apesar dos desafios históricos, tais como concentração fundiária, cumprimento da função social da propriedade rural e conformidade ambiental, as leis apresentadas nessa seção estabeleceram bases importantes para a segurança jurídica e a sustentabilidade ambiental. Esses esforços refletem um comprometimento com um futuro mais promissor para o mercado de terras agrícolas brasileiro, beneficiando tanto grandes quanto pequenos proprietários e promovendo um desenvolvimento rural mais inclusivo e sustentável.

2.2 DETERMINANTES DOS PREÇOS DA TERRAS AGRÍCOLAS NO BRASIL

No Brasil, país no qual a economia está fortemente atrelada ao agronegócio, a dinâmica dos preços das terras agrícolas ganha ainda mais relevância, pois tem sido cada vez mais caro entrar na agricultura ou expandir a área para produção agropecuária. A literatura sobre determinantes do preço das terras agrícolas no país tem apresentado diversas variáveis responsáveis pelas flutuações dos preços das terras no país. Por um lado, tem-se as variáveis microeconômicas como os preços relativos de produtos (DIAS; VIERA; AMARAL, 2001), índice de produtividade (MACEDO, 2015; PLATA, 2006; CASTRO; FONSECA, 1994) e as variáveis relacionadas ao solo (TELLES; REYDON; FERNADES, 2018; MALASSISE; PARRÉ; FRAGA, 2015); por outro, as variáveis macroeconômicas, como as taxas de juros e taxa de inflação (OLIVEIRA, 2014; REYDON; PLATA, 2006; EGLER, 1985; SAYAD, 1977). Existem também aquelas ligadas a políticas agrícolas como a do crédito rural (SANTOS; BRAGA, 2013; REZENDE, 1985). Essas variáveis têm sido utilizadas com mais frequência em estudos de determinantes do preço da terra agrícola.

No Brasil, desde os primeiros estudos sobre os determinantes do preço da terra agrícola, variáveis do setor financeiro já eram consideradas. Sayad (1977) foi um dos pioneiros na análise do mercado de terras brasileiro, investigando o período de 1967 a 1973. Ele defendia que muitos consideravam a terra como um investimento seguro, optando por investir seu capital nela em vez de diversificar em outros empreendimentos. Adicionalmente, as estruturas jurídicas e fiscais, combinadas com o crescimento do setor financeiro, incentivaram a concentração de riqueza no setor privado, especialmente em ativos tangíveis, como terras (TELLES, PALLUDETO; REYDON, 2016). Rezende (1985) também examinou esse período e observou um aumento nos preços de venda de terras, sendo esse ritmo de aumento duas vezes maior que os valores de arrendamento. O autor sugeriu que tal elevação

nos preços poderia ter sido motivada por expressivos investimentos em modernização agrícola, o que poderia ter reduzido riscos associados.

A produtividade é um dos fatores importantes na determinação do preço da terra agrícola. Uma terra que comprovadamente produz mais, seja em termos de volume ou qualidade, tende a ter um valor mais elevado (CASTRO; FONSECA, 1994). Isso ocorre porque a alta produtividade indica uma maior probabilidade de gerar retornos econômicos para o agricultor ou investidor. Assim, o preço das terras agrícolas está intrinsecamente conectado à capacidade de produzir de maneira eficiente.

A renda da terra, medida pelo Valor Bruto da Produção (VBP), têm impactado positivamente o preço da terra agrícola. O VBP na agricultura é um indicador econômico que representa o valor total da produção agrícola em termos monetários. Esse valor é calculado multiplicando-se a quantidade produzida de cada produto agrícola pelos preços médios de mercado desses produtos em um determinado período. No Brasil, foi observada uma relação positiva entre o VBP da agropecuária e o preço da terra agrícola no estado do Paraná (MALASSISE; PARRÉ; FRAGA, 2015). Na Alemanha e no sul da Itália, constatou-se que o VBP também exerceu influência positiva sobre os preços das terras (MENZEL *et al.*, 2017). Resultados semelhantes também foram observados na Coreia do Sul, em que os preços das terras agrícolas eram mais altos em municípios que apresentavam maiores rendas com a produção de arroz (LEE, 2021).

Sabe-se que o tipo de solo desempenha um papel fundamental na capacidade produtiva das atividades agrícolas (TELLES; REYDON; FERNANDES, 2018). Solos de melhor qualidade e maior aptidão agrícola têm maior capacidade produtiva e, portanto, tendem a garantir maiores retornos econômicos e, com isso, apresentar preços mais elevados (TELLES, 2015). No entanto, no Brasil, ainda são poucas as pesquisas que determinaram a relação entre o tipo de solo e o preço da terra agrícola (MALASSISE; PARRÉ; FRAGA, 2015).

O tamanho das propriedades agrícolas também pode ser considerado uma variável na determinação do preço da terra. Em muitos contextos, propriedades de grande extensão podem se beneficiar das economias de escala, permitindo uma gestão mais eficiente dos recursos, redução de custos por unidade de produção e a adoção de tecnologias que podem ser menos viáveis em áreas menores (CAMARGO *et al.*, 2004). Isso pode levar a uma valorização do preço por hectare em propriedades maiores. Porém a liquidez de propriedades maiores é menor, o que pode influenciar no seu preço (SARDARO; SALA; ROSELLI, 2020).

A expansão da cobertura ou fronteira agrícola é tema recorrente nos estudos sobre o mercado de terras. Nos últimos vinte anos, os biomas Amazônia e Cerrado brasileiros

têm enfrentado uma intensa pressão da expansão agrícola, com expectativas de conversão de terras florestais em terras agrícolas ou pastoris (MIRANDA *et al.*, 2019). Em muitos desses casos, as terras convertidas foram utilizadas para expandir a produção de soja e cana-de-açúcar (SAUER, 2018; SAUER; LEITE, 2012). O interesse pela expansão de terras agrícolas tem sido principalmente impulsionado pelo aumento acentuado nos preços das *commodities*, especialmente após os anos 2000, impactando a dinâmica do mercado de terras no Brasil (FLEXOR; LEITE, 2017). Os preços das *commodities* agrícolas estão positivamente associados à expansão das terras sendo que regiões ricas em florestas são mais propensas a converter terras florestais em áreas de produção agrícola quando os preços das *commodities* aumentam significativamente (MIRANDA; BRITZ; BÖRNER, 2024). Como resultado, não é surpreendente que tenha havido um aumento no interesse do capital estrangeiro na compra de terras no Brasil.

Outra variável que pode desempenhar um papel importante na determinação dos preços das terras agrícolas é o crédito rural. Isso porque, quando o financiamento está facilmente acessível e a taxas de juros atraentes, há um aumento na demanda por terras agrícolas, visto que mais agricultores e investidores têm a capacidade de adquirir terras. Esse aumento da demanda, por sua vez, tende a elevar os preços das terras, dado que a oferta de terras é relativamente inelástica (REZENDE, 1985). Em um cenário de restrição de crédito, o efeito tende a ser o inverso, com a redução da demanda e, conseqüentemente, uma pressão descendente sobre os preços.

A taxa de juros, taxa de câmbio, o Produto Interno Bruto (PIB) e a taxa de inflação são variáveis macroeconômicas que também afetam o preço das terras agrícolas. A taxa de juros por exemplo desempenha um papel importante na capacidade de financiamento e investimento no setor agropecuário. Quando as taxas de juros são baixas, o custo de financiar a compra de terras agrícolas tende a ser menor e os investimentos em melhorias e em tecnologias tende a ser maior. Isso pode estimular uma maior demanda por terras, aumentando o seu preço (EGLER, 1985). Por outro lado, quando as taxas de juros são altas, o custo do crédito e financiamento aumenta, podendo desestimular aquisições de terras e, possivelmente, resultar em uma queda nos preços das terras agrícolas. Além disso, a taxa de juros pode influenciar a atratividade pela compra da terra por parte dos investidores em comparação a outros ativos econômicos (TELLES; PALLUDETTO; REYDON, 2016). Já com relação ao PIB *per capita*, indicador que reflete a produção econômica média por pessoa em um determinado país ou região, quando elevado geralmente indica uma economia mais robusta, com maior poder de compra e demanda por produtos agrícolas de maior valor agregado. Além disso, áreas com PIB

per capita mais alto tendem a ter melhores infraestruturas, acesso a tecnologias e crédito, tornando a atividade agrícola mais produtiva e lucrativa (CAVAILHÈS; THOMAS, 2013)

A taxa de inflação, por sua vez, pode afetar os preços da terra agrícola de duas maneiras: alterando a renda produtiva a partir do aumento de preços dos produtos e dos insumos, ou, afetando os ganhos especulativos relacionados ao uso da terra, decorrente do fato de que a terra pode ser usada como reserva de valor (PLATA, 2006). Quando um país enfrenta períodos de alta inflação, o poder de compra da moeda diminui, levando a um aumento nos preços de diversos bens e serviços, inclusive da terra agrícola. A demanda da terra em períodos de inflação pode aumentar sem que as produções agrícolas sejam necessariamente maiores, isso porque os agentes econômicos esperam que em momentos de instabilidade econômica o preço real das terras aumente ou continue constante durante o período.

No Brasil, as décadas de 1970, 1980 e início de 1990 foram marcadas por forte instabilidade inflacionária, que impactaram nos preços das terras agrícolas (REYDON; PLATA, 2006; REZENDE, 2002; DIAS; VIERA; AMARAL, 2001; REYDON, 1992; SAYAD, 1977). Após 1994, com a drástica redução da taxa de inflação, associada à recessão provocada por políticas restritivas de consumo e de crédito, o preço da terra começou a apresentar sinais de queda. Segundo Reydon *et al.* (2006), em 1994, o Plano Real apresentou grande impacto sobre o mercado de terras, especialmente por apresentar uma política de altas taxas de juros, o que gerou expectativas pessimistas de ganhos com a utilização produtiva da terra, bem como reserva de valor ou como ativo especulativo, reduzindo seu preço.

Com a estabilidade econômica obtida a partir do Plano Real, estudos apontam que os determinantes dos preços das terras agrícolas no Brasil, passaram a ser determinados principalmente pelas expectativas de ganhos produtivos, ou seja, as rendas obtidas com as atividades agropecuárias. (FERRO; CASTRO, 2013; REYDON; PLATA, 2006; PLATA, 2006). Oliveira e Ferreira (2014), por exemplo, investigaram as mudanças nos determinantes do preço da terra após a introdução do Plano Real, concluindo que a terra estava transitando de um ativo financeiro para um meio de produção, com seu valor sendo influenciado pelo potencial produtivo e destacando a importância da estabilidade econômica pós-Plano Real. Flexor e Leite (2017), por sua vez, verificaram que o aumento nos preços das *commodities* após os anos 2000 foi o principal determinante do preço das terras agrícolas no Brasil, ressaltando o interesse de investidores internacionais no setor agropecuário do país.

Vale destacar que boa parte dos estudos mais recentes acerca do mercado de terras no Brasil ainda continuaram a verificar os principais determinantes dos preços da terra, mas sem incorporar os fatores espaciais.

2.3 FATORES ESPACIAIS

Como já observado por Ricardo (1996), terras agrícolas mais próximas de grandes centros urbanos ou de distribuição tendem a ter valores mais elevados devido ao menor custo de transporte de produtos, possibilitando uma comercialização mais ágil e eficiente. Em contrapartida, terras agrícolas mais distantes desses centros podem ter seus preços reduzidos, uma vez que os custos logísticos e os desafios de acesso ao mercado consumidor podem impactar a lucratividade da atividade agrícola naquela região.

No século XIX, o economista von Thünen (2009) se destacou no âmbito da economia regional, elaborando um modelo que proporcionaria um melhor entendimento acerca da distribuição geográfica das atividades agrícolas. O modelo criado por ele, conhecido popularmente como "Anel de von Thünen", concentrou-se na análise do impacto de fatores espaciais, como a proximidade com o mercado e os gastos com transporte, demonstrando que a localização afeta o preço das terras agrícolas, ou seja, o preço pode variar de uma região para outra.

A interseção entre localização geográfica, proximidade de grandes centros urbanos ou mercados consumidores, acesso a recursos naturais ou infraestrutura, tem se mostrado essencial na determinação do preço das terras utilizadas para atividades agrícolas (MARQUES; TELLES, 2023; SKLENICKA *et al.*, 2013; HUANG *et al.*, 2006). A proximidade de mercados de grande consumo pode influenciar significativamente os custos de transporte e logística associados à comercialização dos produtos agrícolas (HARBS; BACHA, 2022; TONG *et al.*, 2013).

À medida que uma região ou país se urbaniza, há uma tendência de concentração populacional nas cidades, o que frequentemente resulta na expansão urbana e consequente redução das áreas disponíveis para atividades agrícolas (MARQUES; TELLES, 2023). Esta diminuição na oferta de terras agrícolas nas proximidades de centros urbanos tem levado a um aumento nos seus preços devido à competição com outros usos, como o setor imobiliário urbano (SEKÁČ *et al.*, 2017). Assim, a conversão de terras agrícolas para usos não agrícolas tem influenciado a variabilidade espacial dos preços das terras. Outro ponto importante é que, à medida que um município se torna mais densamente povoado, os preços das terras agrícolas mais próximas podem aumentar, como verificado na Itália e na Alemanha (MENZEL *et al.*, 2017). Isso indica que um maior número de concorrentes por terras em áreas vizinhas pode resultar em aumentos nos preços das terras agrícolas nas regiões observadas.

Os acessos aos serviços públicos, tais como vias de transporte também são

fatores importantes na determinação do preço da terra agrícola. Municípios com melhores infraestruturas têm apresentado terras agrícolas mais valorizadas (MALASSISE; PARRÉ; FRAGA, 2015). As rodovias facilitam o transporte da produção agrícola das propriedades rurais até os centros de armazenamento ou de consumo, reduzindo custos e minimizando perdas durante o processo de transporte (MOTHORPE; HANSON; SCHNIER, 2013). Foi verificado nos Estados Unidos que os investimentos em infraestrutura rodoviária têm tido impactos positivos diretos tanto na produção agrícola local quanto na dos estados vizinhos (TONG *et al.*, 2013).

Não menos importante, a disponibilidade de água proveniente de rios ou lagos, e a presença de infraestrutura de irrigação, além de apresentar impacto positivo sobre os preços das terras agrícolas, podem reduzir os riscos associados às atividades agrícolas (REYDON *et al.*, 2014). Na República Tcheca, observou-se que os preços das terras agrícolas diminuem à medida que aumenta a distância entre a propriedade rural e o rio ou lago (SEKÁČ *et al.*, 2017). Além disso, a acessibilidade à água traz alguns benefícios, como a redução dos custos de implementação de sistemas de irrigação, sendo que propriedades com esse tipo de sistema, apresentam um aumento médio de 53% no valor das terras agrícolas, se comparado com propriedades sem sistema de irrigação, conforme observado no Kansas, Estados Unidos (SAMPSON; HENDRICKS; TAYLOR, 2019). Outro benefício verificado é que a presença de rios e lagos dentro da propriedade rural pode criar oportunidades recreativas, que são valorizados pelos proprietários de terras e, conseqüentemente, refletidas nos preços de mercado dos terrenos agrícolas (MA; SWINTON, 2011).

No âmbito internacional, estudos que utilizam a econometria espacial têm sido realizados para analisar diversos fenômenos relacionados ao mercado de terras agrícolas.

No sudoeste de Michigan, Estados Unidos, Ma e Swinton (2011) avaliavam os serviços ecossistêmicos (como lagos, rios, áreas úmidas, florestas e terras de conservação) dentro das propriedades agrícolas, e como esses conseguiriam influenciar os preços das terras. O estudo mostrou que os proprietários de terras tendem a valorizar mais os benefícios da presença de rios e florestas próximas à propriedade rural, refletindo em preços de terras mais altos naquelas localizadas mais próximas dos serviços ecossistêmicos.

No oeste de Ohio, Estados Unidos, Zhang e Nickerson (2015) estimaram o impacto da crise do mercado imobiliário residencial de 2007-2008 nos valores das terras agrícolas do que estava sob pressão de urbanização. A análise apresentada foi que embora a variável de proximidades das áreas urbanas tenha tido efeito negativo sobre o preço do imóvel logo após a crise econômica global, os preços das terras não caíram na mesma proporção.

Segundo os autores, isso pode ter ocorrido porque a demanda por *commodities* no período aumentou, ajudando a manter os preços das terras estáveis durante a década de 2000.

Em Saxônia-Anhalt, Alemanha, Huettel *et al.* (2013) buscaram compreender como os preços das terras são determinados em leilões de mercado. Os autores consideraram no estudo as características da terra, o número de licitantes, presença de investidores que não são agricultores e informações sobre a região e a estrutura do mercado para complementar a análise. Os resultados mostraram que além das características das terras, o número de participantes dos leilões e a presença de investidores influenciam significativamente o preço da terra. Ainda em Saxônia-Anhalt, Alemanha, Myrna, Odening e Ritter (2019) analisaram o impacto da energia eólica e da produção de biogás nos preços de terras agrícolas. Verificou-se que parcelas de terra que estão ao lado de uma turbina eólica ou que fazem parte de um plano de desenvolvimento regional apresentam aumentos maiores dos preços das terras.

No estado de Victoria, Austrália, Polyakov *et al.* (2015) estimaram os benefícios privados da vegetação nativa em propriedades rurais, e analisaram como esses benefícios variam com a extensão da vegetação nas propriedades e entre diferentes tipos e tamanhos de propriedade. Os autores concluíram que a vegetação nativa apresenta benefícios marginais decrescentes à medida que sua proporção em uma propriedade aumenta.

Na Itália, Bruno *et al.* (2024) buscaram explicar como fatores tradicionais (como características das terras e fatores agrícolas locais) e fatores não agrícolas (como pressão populacional, mudanças climáticas e expectativas especulativas) influenciam os preços das terras agrícolas, especialmente com o aumento da demanda por terras devido à crise econômica e alimentar global. Os resultados mostraram que fatores externos como o aumento da população e as mudanças climáticas são importantes na determinação dos preços das terras.

No Brasil, estudos de mercado de terras agrícolas que se objetivaram em verificar os efeitos espaciais sobre o preço da terra ainda são incipientes.

Em estudo recente, Harbs e Bacha (2022) analisaram os diferenciais de preços de terras para lavouras no Brasil entre 2003 e 2017. Os resultados indicam indícios de convergência nos preços das terras, impulsionada principalmente pela crescente demanda internacional por *commodities* agrícolas. Fatores como a expansão da sojicultura em áreas anteriormente destinadas à pecuária extensiva, somados a investimentos em infraestrutura de transporte, como estradas e portos no Norte e Nordeste, reduziram custos e ampliaram a fronteira agrícola. Assim, o processo de valorização das terras refletiu o desenvolvimento de regiões menos favorecidas e a formação de novos clusters de preços.

Além disso, Harbs e Bacha (2023) desenvolvem um modelo teórico para

explicar a convergência dos preços da terra agrícola entre regiões, considerando o livre movimento de capital, mão de obra e tecnologia. Testaram-se econometricamente as hipóteses de convergência β e σ para os preços de terras destinadas a lavouras e pastagens em microregiões brasileiras entre 2003 e 2017. Os resultados confirmaram as hipóteses, mostrando que terras mais baratas, localizadas em regiões menos desenvolvidas, tiveram crescimento de preços mais rápido, aproximando-se dos valores das terras em regiões mais desenvolvidas.

Harbs e Bacha (2024) verificaram diferenças significativas entre os preços de terras agrícolas dos estados brasileiros. Os autores verificaram que a valorização da taxa de câmbio, fatores como o processo de desregulamentação econômica de alguns setores econômicos e a abertura comercial também desempenharam um papel relevante nesse processo de convergência de preços de terras entre os estados brasileiros. Durante o período analisado, apesar da redução geral da renda agropecuária, as culturas de exportação, concentradas no Centro-Sul, foram as mais afetadas. Isso levou a uma queda mais acentuada nos preços das terras agrícolas nessa região, resultando em uma aproximação dos valores praticados nas regiões Norte e Nordeste.

Para o estado do Paraná, Malassise, Parré e Fraga, (2015) analisaram os determinantes do preço da terra agrícola no período de 1999-2011. Os autores incluíram no estudo variáveis como o valor bruto da produção agropecuária, a valorização patrimonial, o financiamento total à agropecuária, a relação investimento-receita municipal, o percentual de área plantada com soja e a dependência espacial do preço da terra. A conclusão foi que a localização e a vizinhança dos municípios tiveram um papel importante na determinação dos preços das terras.

Para o estado de Santa Catarina, Marcato (2016) analisou os determinantes do preço da terra agrícola em municípios de Santa Catarina entre 2006 e 2011. Usando análise exploratória de dados espaciais e o Índice de Moran, constatou-se que, apesar de muitas variáveis apresentarem correlações espaciais significativas, como produtividade do milho, financiamento total, valorização patrimonial e imposto territorial rural. Por outro lado, variáveis como área colhida de milho e tipos de solo apresentaram efeitos negativos e significativos. Isso sugere que outros fatores além das variáveis agropecuárias tradicionais podem influenciar o comportamento dos preços da terra na região.

Com maior aprofundamento regional para a região Centro-Sul do Brasil, Marques e Telles (2023) avaliaram se a localização e a proximidade com outras áreas influenciam os preços das terras agrícolas no Brasil. Consideraram no estudo os municípios dos estados de Santa Catarina, Paraná, São Paulo, Minas Gerais, Rio de Janeiro, Mato Grosso e

Mato Grosso do Sul para o ano de 2020. O estudo mostrou que, além das características individuais das terras, a localização e as características das áreas vizinhas desempenham um papel importante na definição dos preços das terras agrícolas no Brasil.

Para diferentes localidades do município de Petrolina, estado de Pernambuco, Santos *et al.* (2016) combinaram técnicas de econometria espacial e geoestatística para analisar os preços das terras rurais. Os autores verificaram que a localização da terra agrícola influencia em seu preço. Além disso, eles apresentaram mapas que mostram os valores das terras em diferentes áreas do município, o que pode ajudar na avaliação dos imóveis e na informação sobre preços para diferentes regiões.

Em síntese, a utilização da econometria espacial em estudos de determinantes de preço de terras agrícolas é essencial para uma vez que essa consegue captar efeitos de vizinhança que podem influenciar diretamente os seus preços. Ignorar esses fatores pode levar a avaliações imprecisas de mercado. A econometria espacial lida com a heterogeneidade espacial, permitindo uma análise detalhada das variações regionais que impactam o mercado. Assim, esse enfoque proporciona uma base mais sólida para a formulação de políticas públicas voltadas ao desenvolvimento rural, conservação ambiental e gestão do uso da terra.

3 ARTIGO A

Dinâmica da evolução dos preços das terras agrícolas no Brasil

3.1 RESUMO

No mercado de terras agrícolas do Brasil, a compra de terras ocorre tanto para expansão das atividades agropecuárias quanto para fins especulativos. Os preços das terras agrícolas são afetados por diferentes fatores, associados tanto às variáveis microeconômicas, como uso da terra, produtividade e qualidade do solo, ou às macroeconômicas, como taxa de juros, inflação e câmbio, sendo o mercado sensível a mudanças globais pelas políticas públicas. Todavia, há poucos estudos que consolidam informações e análise da dinâmica dos preços das terras agrícolas no Brasil e suas grandes regiões no longo prazo. O objetivo do estudo foi verificar a dinâmica dos preços das terras agrícolas no Brasil, em suas grandes regiões e unidades da federação, no período de 1977 a 2022. Para tanto, foram coletados dados anuais de preços da terra agrícola de lavouras do Fundação Getúlio Vargas, do Anuário da Agricultura Brasileira e da Receita Federal do Brasil. Com base nos dados coletados, verificou-se que os preços de terras passaram por fortes oscilações nos períodos de instabilidade econômica, principalmente na segunda metade da década de 1980 e início de 1990, após a implantação do Plano Real em 1994 e com o *boom* das *commodities* na década de 2000. Nesse período, as regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste foram as que apresentaram os maiores preços de terra, enquanto o Norte e o Nordeste, os menores preços. O estado do Paraná apresentou os maiores preços, atingindo o seu pico em 2022, com preço de US\$ 14.137,49 por hectares. No Brasil, as terras agrícolas se mostraram um ativo estratégico, especialmente em tempos de alta inflação e incerteza econômica. Em síntese, verificou-se que as políticas monetárias, as políticas agrícolas, a instabilidade econômica e a demanda internacional por *commodities*, junto com a especulação financeira, influenciaram os preços das terras agrícolas no país.

Palavras-chave: mercado de terras; valor das terras agrícolas; ativo econômico; instabilidade econômica; reserva de valor.

Dynamics of the evolution of agricultural land prices in Brazil

3.2 ABSTRACT

In the Brazilian agricultural land market, land purchases occur both for the expansion of agricultural activities and for speculative purposes. As an integral part of the Brazilian economy, agricultural land prices are influenced by various factors, both microeconomic, such as land use, productivity, and soil quality, and macroeconomic, such as interest rates, inflation, and exchange rates. The market is sensitive to global changes as well as public policies. However, there are few studies that consolidate information and analyze the dynamics of agricultural land prices in Brazil and its major regions in the long term. The objective of this study was to examine the dynamics of agricultural land prices in Brazil, in its major regions and states, from 1977 to 2022. To this end, annual agricultural land price data for crops were collected from Fundação Getúlio Vargas, the Brazilian Agriculture Yearbook, and the Federal Revenue of Brazil. Based on the collected data, it was found that land prices underwent significant fluctuations during periods of economic instability, particularly in the second half of the 1980s and early 1990s, following the implementation of the Real Plan in 1994, and during the commodities boom in the 2000s. During this period, the South, Southeast, and Midwest regions showed the highest land prices, while the North and Northeast had the lowest prices. The state of Paraná recorded the highest prices, reaching its peak in 2022, with a price of US\$14,137.49 per hectare. In Brazil, agricultural land has proven to be a strategic asset, especially in times of high inflation and economic uncertainty. In summary, it was found that monetary policies, agricultural policies, economic instability, international demand for commodities, along with financial speculation, influenced agricultural land prices in the country.

Keywords: land market; value of agricultural land; economic asset; economic instability; store of value.

3.3 INTRODUÇÃO

No Brasil apenas 1% dos proprietários de terras agrícolas do país concentram quase metade da área utilizada nas atividades agropecuárias do país (IBGE, 2017). Esta concentração fundiária se relaciona à evolução dos preços das terras agrícolas no Brasil, sobretudo em função do acesso desigual dos diferentes agentes econômicos ao mercado de terras.

A evolução da dinâmica dos preços das terras agrícolas no Brasil está relacionada a diferentes fatores, sobretudo, em períodos de instabilidade e estabilidade econômica do país, e que representam de certo modo a capacidade intrínseca de investimento no setor agropecuário (TELLES; PALLUDETO; REYDON, 2016).

No Brasil, visto que a sua economia está fortemente entrelaçada com o agronegócio, as transformações econômicas e políticas monetárias ao longo da sua história, influenciaram a dinâmica do mercado de terras agrícolas. Desde a substituição do Cruzeiro pelo Cruzado, até a implementação do Plano Real, diversas medidas foram tomadas para controlar a inflação e estabilizar a economia (SALOMÃO, 2016). Estas mudanças tiveram um impacto em setores-chave da economia brasileira, como a agricultura, e sobre os preços das terras (OLIVEIRA; FERREIRA, 2014; REYDON; PLATA, 2006).

A complexidade dos fatores que moldaram os preços das terras agrícolas ao longo do tempo ilustra a interconexão entre políticas econômicas e a dinâmica do mercado de terras. O mercado de terras, como parte integrante da economia brasileira, é sensível a mudanças globais e políticas macroeconômicas locais, podendo impactar de forma distinta na evolução dos preços das terras agrícolas do país.

A alta dos preços das terras agrícolas pode resultar em uma série de consequências negativas, sobretudo para os produtores rurais de pequena e média escalas, dentre as quais vale destacar a dificuldade de acesso à terra por parte destes agricultores, com impacto sobre a segurança alimentar local e regional, uma vez que são nestas unidades produtivas que são produzidos os alimentos (não *commodities*). Com preços elevados, grandes investidores e empresas do setor tendem a adquirir mais terras agrícolas, consolidando propriedades maiores, exacerbando a concentração fundiária. E, por sua vez, a concentração fundiária, com a exclusão de pequenos agricultores, pode aumentar as disparidades socioeconômicas, aumentando a concentração de renda e comprometer o desenvolvimento de determinadas regiões.

Diante do contexto de interdependência entre atividades agrícolas, economia

e investimento, é importante analisar as flutuações nos preços das terras agrícolas em uma determinada nação estão diretamente relacionadas com sua conjuntura econômica e com o potencial especulativo associado à terra como reserva de valor.

Assim, o objetivo do estudo foi verificar a dinâmica dos preços das terras agrícolas do Brasil, em suas grandes regiões e unidades da federação no período de 1977 a 2022. Tentou-se determinar se no Brasil, e subsequentemente em suas regiões e estados, as particularidades regionais influenciam a diferenciação dos preços e das dinâmicas locais no mercado de terras agrícolas.

3.4 MATERIAL E MÉTODOS

No Brasil, há dados publicados sobre os preços das terras agrícolas pela: Fundação Getúlio Vargas (FGV); Instituto de Economia Agrícola (IEA) no estado de São Paulo; Departamento de Economia Rural – DERAL, da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado do Paraná (SEAB); Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI); o Anuário da Agricultura Brasileira (Agrianual); Instituto Mato-Grossense de Economia Agropecuária (IME), e, a partir de 2019, Receita Federal do Brasil (RFB) passou a tabular e disponibilizar o seu banco de dados de preços.

A abrangência e as metodologias das diversas fontes de dados são distintas. Algumas instituições fazem o levantamento de preços das terras baseadas em amostras intencionais, outras coletam preços em meses específicos, ou iniciam suas pesquisas em momentos diferentes, coletando informações sobre preços junto a agentes diretamente envolvidos com a agropecuária, e não necessariamente entre compradores e vendedores de terras. Devido a essa diversidade de metodologias, diversas fontes podem apresentar diferentes preços para as terras agrícolas, refletindo assim a heterogeneidade das fontes de dados.

O banco de dados da FGV coleta os preços das terras agrícolas em aproximadamente 3 mil municípios ao final de cada semestre. As informações sobre vendas de terras refletem a média das transações realizadas, considerando o preço da terra nua (sem benfeitorias) e com qualidade comum à região. Foram excluídos negócios envolvendo terras próximas às cidades, para evitar o efeito da valorização urbana, ou com qualidade excepcional (muito acima ou abaixo da média) são excluídos da análise.

O banco de dados da Agrianual apresenta cotações organizadas em 133 micro-regiões homogêneas que abrangem todo o território nacional. Os preços das terras agrícolas mais representativos de cada região são pesquisados com base em negócios

efetivamente realizados e ajustados para valores presentes.

Os dados de valores de terras agrícolas registrados no banco de dados da Receita Federal refletem os preços de mercado, apurado em 1º de janeiro de cada ano a que se refere a Declaração do Imposto sobre a Propriedade Territorial Rural (DITR), considerando critérios como localização, aptidão agrícola e tamanho do imóvel.

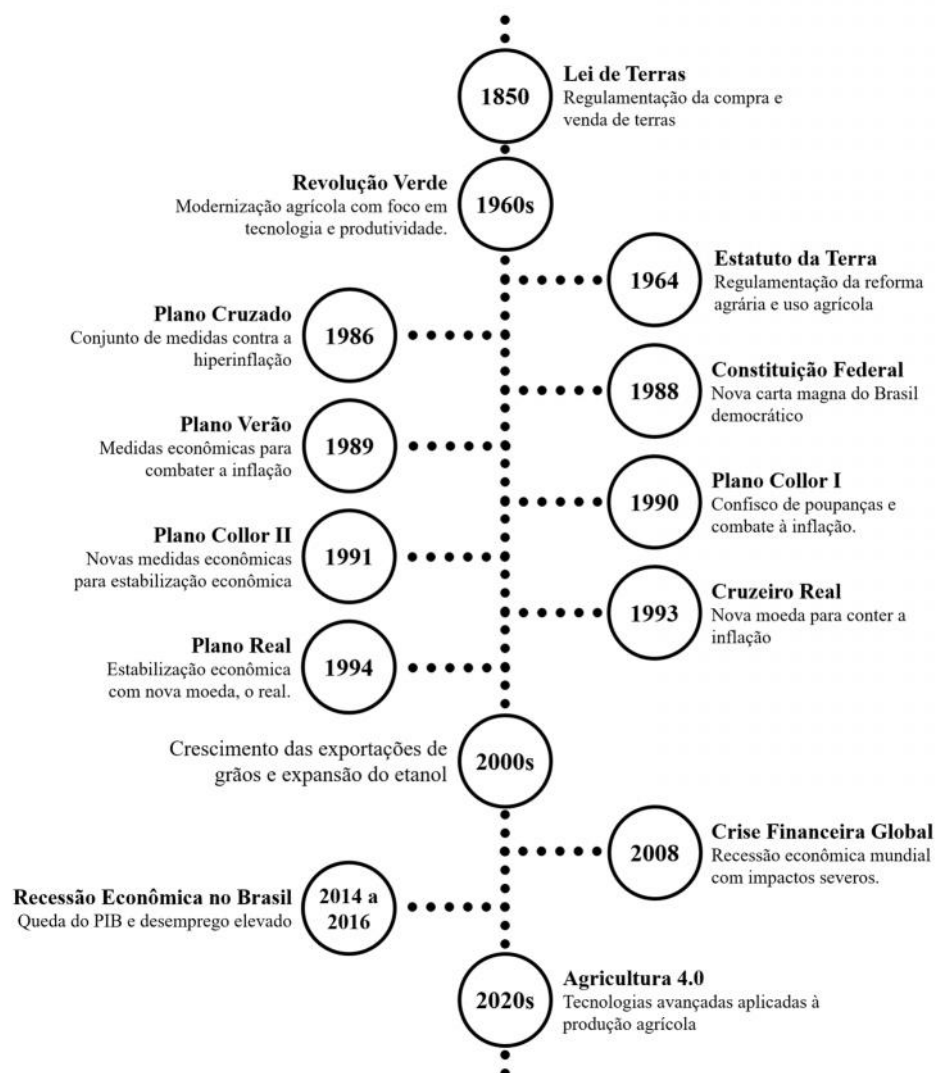
Os dados considerados no estudo foram o preço de terras agrícolas de lavoura. Devido à falta de uma fonte única contínua de dados foi necessário recorrer a diferentes fontes de dados, de diferentes instituições. Assim, os preços das terras agrícolas do período de 1977 a 2014 foram os da FGV. Os dados de preços das terras de 2015 a 2018 foram os do Agriannual. Para o período de 2019 a 2022 foram coletados os preços das terras da base de dados da RFB.

Para converter valores nominais em valores reais, todos os preços foram corrigidos para os valores de dezembro de 2023, usando o Índice Nacional de Preços – disponibilidade Interna (IGP-DI). Os valores foram convertidos para dólares americanos (USD) usando a taxa de câmbio do Banco Central (BC, 2024) de 31 de dezembro de 2023 (1 USD = BRL 4,84).

3.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O mercado de terras agrícolas no Brasil passou por diversas fases, influenciado por leis que regulamentavam o uso e a compra e venda de terras e por diferentes planos econômicos (Figura 1).

Figura 1. Linhas do tempo das leis de uso da terra, dos planos econômicos, das crises econômicas e das grandes transformações no agronegócio do Brasil



Fonte: Elaborado pelo autor.

Em 1850, foi promulgada a Lei nº 601, conhecida como Lei de Terras. Ao eliminar a aquisição "gratuita" de terras, estabeleceu-se que a posse de novas terras só poderia se dar por compra (BRASIL, 2023a; SILVA, 2008). A lei visava, além de organizar a propriedade fundiária e estimular a ocupação produtiva do território, regulamentar o mercado de terras (ROCHA *et al.*, 2019).

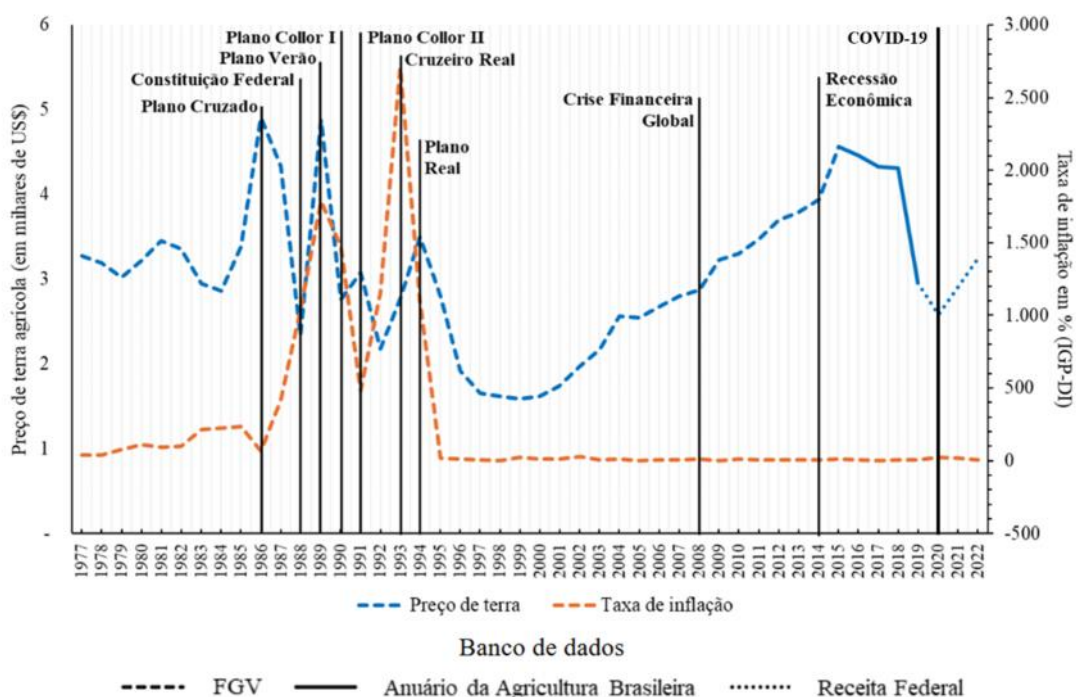
Em 1964, durante a ditadura militar no Brasil, sob a presidência de Castello Branco, foi promulgado o Estatuto da Terra, Lei nº 4.504 de 1964 (BRASIL, 2023b; NAPOLITANO, 2019). Esta legislação regulava os direitos e obrigações dos bens imóveis rurais, visando superar a estrutura agrária arcaica e concentrada, aumentar a produção de alimentos e integrar a terra ao desenvolvimento capitalista moderno (OLIVEIRA;

FELICIANO, 2020; SPAROVEK; MAULE, 2009). Com o fim do regime militar, o debate sobre a questão agrária ressurgiu, levando à incorporação dos princípios jurídicos da função social e ambiental da propriedade da terra na Constituição de 1988, já presentes no Estatuto da Terra (BRASIL, 2023b). A Constituição incluiu um capítulo específico sobre Política Agrícola, Fundiária e Reforma Agrária, estabelecendo normas e garantindo o direito de propriedade condicionado à sua função social (BRASIL, 2023c; ZIBETTI; QUERUBINI, 2016).

Com relação aos planos econômicos que o Brasil experimentou ao longo de sua história, tiveram impactos não apenas na moeda e na inflação, mas também em vários setores da economia, como a agricultura. Entre 1942 e 1986, a moeda utilizada no país era o Cruzeiro, que foi então substituída pelo Cruzado em fevereiro de 1986, com a finalidade de eliminar a inflação por meio de reforma monetária, vista naquele momento como a principal causa do aumento contínuo dos preços (SALOMÃO, 2016). Os Planos Collor I e II, de 15 de março de 1990 e 31 de janeiro de 1991, respectivamente, foram criados com o intuito de controlar a por meio de confisco de ativos financeiros (o governo bloqueou o acesso a contas bancárias, poupanças e outros ativos) e o congelamento de preços e salários. No entanto, tais planos não foram bem-sucedidas uma vez que os índices inflacionários permaneceram altos. Por último, teve-se a implantação do Plano Real, em julho de 1994.

Ao analisar os preços das terras agrícolas entre 1977 e 2022 é possível observar picos e vales que refletem o impacto destas políticas econômicas deste ciclo no comportamento dos preços das terras (Figura 2). As políticas econômicas no Brasil têm refletido nos preços de suas terras agrícolas.

Figura 2. Preços das terras agrícolas por hectares no Brasil entre 1977 e 2022 (em US\$ de dezembro de 2023)



No período entre 1977 e 2022 o maior preço de terra agrícola ocorreu no ano de 1986 (US\$ 4.910,35 por ha), e o menor no ano de 1999 (US\$ 1.583,05 por ha) (Figura 2). Ainda na década de 1980, e início dos anos de 1990, o Brasil experimentou um período de hiperinflação, onde a taxa de inflação atingiu valores altos, superando 2.700% em 1993. Durante esse período, o preço da terra apresentou grande volatilidade, com diversos picos e vales. Já em 1994 com a implementação do Plano Real, reduziu-se a inflação, e com isso estabilizou-se os preços de terras agrícolas em nível abaixo dos verificados até então no país. O preço de terra começou a apresentar crescimento somente após o ano 2000, alcançando seu pico em 2015 (US\$ 4.558,90).

Até o ano de 1977, verificava-se no Brasil estabilidade nos preços das terras agrícolas devido às políticas vigentes, garantindo preços mínimos, condições comerciais favoráveis e subsídios para insumos que impulsionavam a produtividade (OLIVEIRA; COSTA, 1977). Após a década de 1980, os preços das terras agrícola passaram a ter fortes oscilações, apresentando picos de preços em 1986 com o Plano Cruzado (US\$ 4.910,35), em 1989 antes dos Planos Collor I e II (US\$ 4.883,93), em 1994 com o Plano Real (US\$ 3.499,09), e em 2015 durante a recessão econômica (US\$ 4.558,90) (Figura 2). O preço destas terras seguiu um comportamento de altas e baixas antes dos planos econômicos. A queda no preço da terra entre

os anos de 1994 e 1997 refletiu a mudança no comportamento dos preços internos em resposta ao plano de estabilização e abertura comercial. Esse contexto reduziu os custos de produção, alterou a dinâmica de investimentos e, simultaneamente, diminuiu a competitividade dos produtos brasileiros no mercado internacional (BACHA, 2004).

Verificou-se no Brasil que em períodos de alta inflação os preços das terras agrícolas foram superiores aos valores esperados com o ganho produtivo. Na literatura este hiato ficou conhecido nos Estados Unidos como “paradoxo do preço da terra” (CHRYST, 1965), ou seja, quando os preços das terras norte-americanas na década de 1950 se elevaram muito além do que seria determinado pela renda produtiva de sua utilização (SCOFIELD, 1957; CHRYST, 1965).

A terra é destacada como um importante ativo financeiro, principalmente ao longo dos ciclos econômicos (RANGEL, 1979). Assim, quando existem incertezas relacionadas às possíveis crises econômicas, cresce a demanda por terra e conseqüentemente seu preço; e quando diminui o grau de incerteza, diminui a demanda por terra e conseqüente seu preço. Assim, os picos de preços de terras agrícolas, observados indicam que a terra representa no Brasil uma das principais maneiras pelas quais os agentes econômicos a utilizam como reserva de valor, especialmente durante momentos de alta inflação. Além disso, a terra também pode ser considerada como reserva de valor (SAYAD, 1977).

Entre 1970 e 1991 os preços das terras agrícolas no Brasil seguiram o comportamento da economia, apresentando aumentos durante os períodos de crescimento econômico (REYDON, 1992). A terra pode ser considerada uma reserva de valor, tornando-se um ativo atrativo para especulação, especialmente em momentos de inflação elevada, como ocorreu nas décadas de 1980 e 1990. Esse fenômeno foi evidente na economia brasileira durante as décadas de 1980 e 1990, quando a demanda por terra aumentou, elevando seu preço de forma substancial e tornando-a uma opção atrativa em comparação com outros ativos, especialmente no mercado financeiro (TELLES et al., 2016).

No ano de 2008 o Brasil e o mundo voltaram a passar por mais uma fase de incertezas na economia. Verificou-se que em 2008 e 2009, durante a crise econômica global, não houve queda dos preços de terras agrícolas no país, mas sim aumento (Figura 2). Mais uma vez verifica-se que os agentes econômicos utilizaram as terras como ativo de reserva de valor, buscando se proteger das incertezas geradas pela crise (TELLES; PALLUDETTO; REYDON, 2016). A crise econômica de 2008 transformou o perfil do agronegócio no Brasil, impulsionando fusões e *joint ventures* não apenas com empresas agrícolas estrangeiras, mas também com empresas do setor financeiro e petrolífero, intensificando a influência do capital

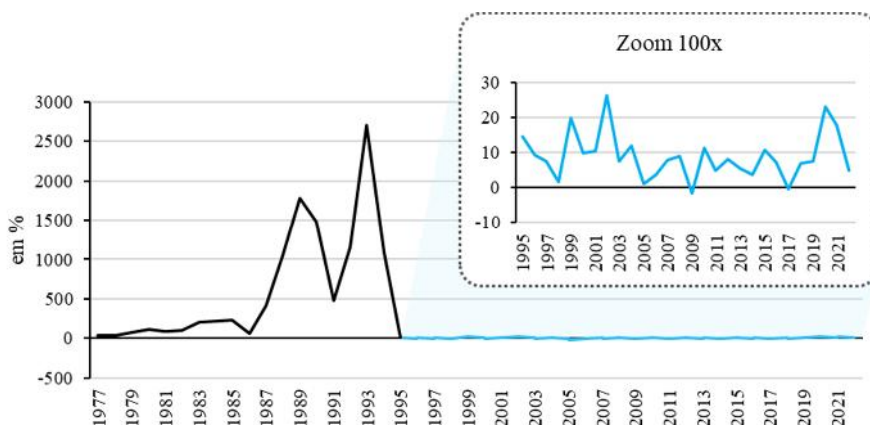
financeiro nos mercados de terras agrícolas em escala global (MENDONÇA; PITTA, 2022).

Em 2020, as medidas de isolamento social adotadas para conter a pandemia de COVID-19 geraram insegurança em relação ao futuro da economia, impactando diretamente o mercado de terras. Inicialmente, esse mercado apresentou um aumento na demanda e expectativas positivas em comparação aos anos anteriores. A obtenção de bons resultados, aliada à maior atratividade de setores específicos, como o de soja, e à redução da taxa básica de juros (Selic), contribuiu para elevar o otimismo dos investidores (RIBEIRO, 2020).

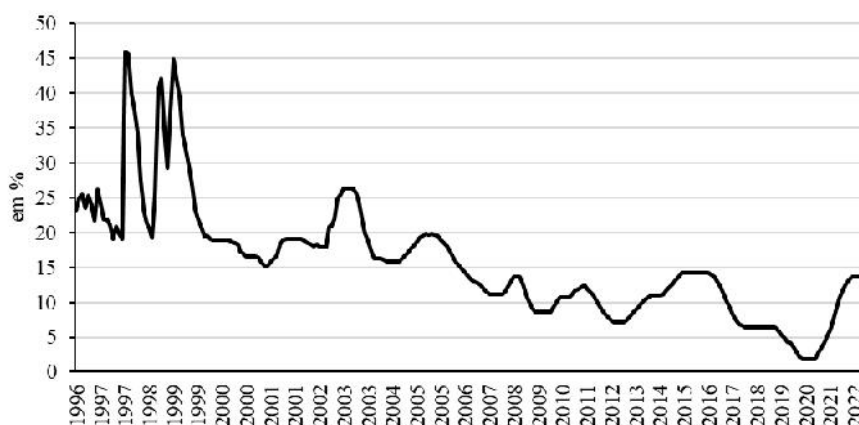
A dinâmica dos preços das terras agrícolas no Brasil está diretamente ligada com fatores macroeconômicos (Figura 3), principalmente como taxa de inflação, juros (SELIC) e câmbio. Durante períodos de hiperinflação, especialmente nos anos 1980 e início dos anos 1990, com taxas de inflação que chegaram a ultrapassar 2500% ao ano (Figura 3a), observou-se um aumento significativo nos preços das terras, refletindo a busca de proteção contra a perda do poder de compra da moeda.

Figura 3. Evolução da taxa de inflação (IGP-DI), SELIC e câmbio entre 1977 e 2022.

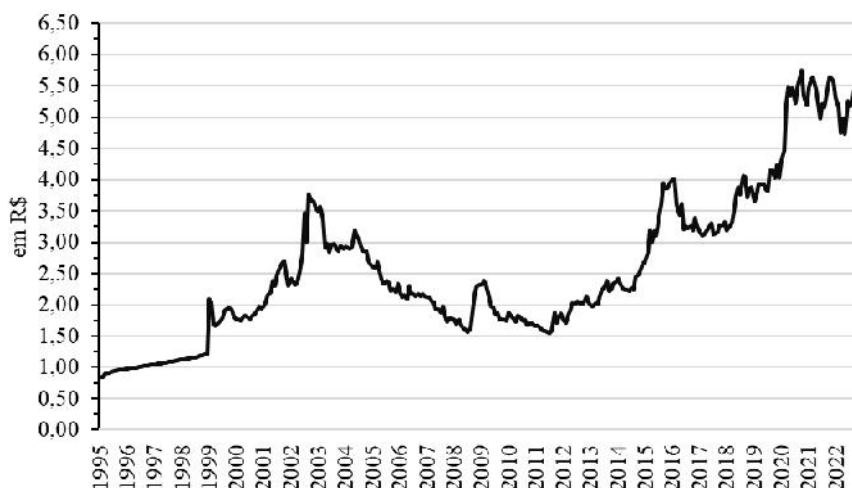
(a) taxa de inflação (IGP-DI) entre 1977 e 2022.



(b) taxa SELIC ao ano



(c) Câmbio USD/BRL (dólar americano/real brasileiro)



Fonte: Elaborado a partir dos dados do Banco Central (BCB)

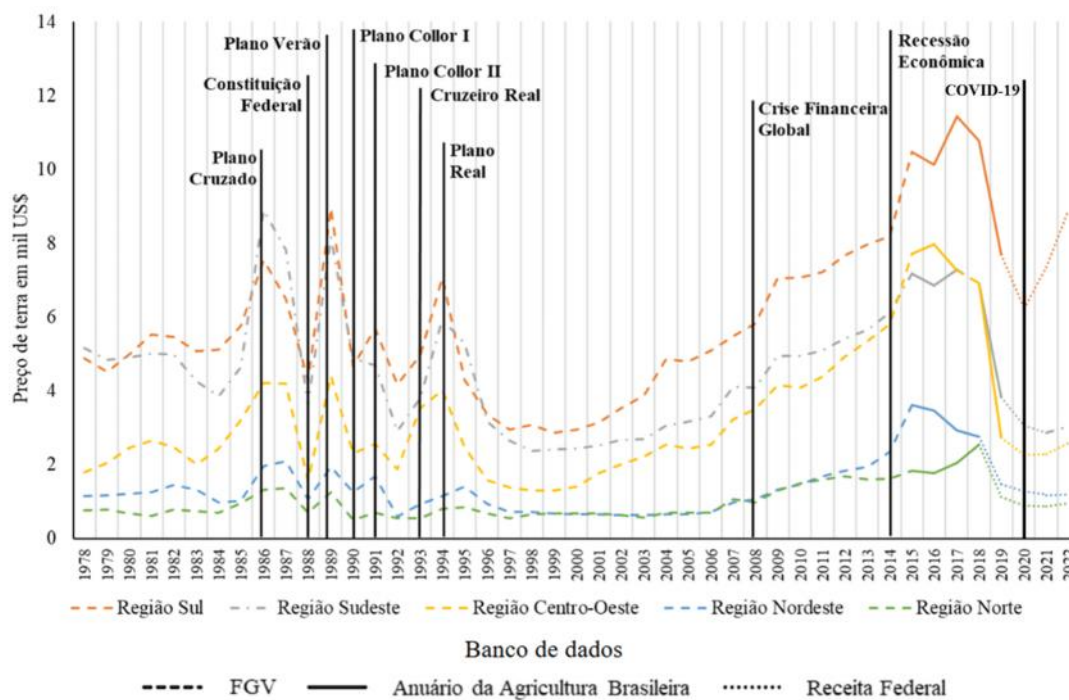
Desde a implantação do Plano Real em 1994, o setor agrícola passou por diversas transformações, como a redução das taxas de juros dos financiamentos, ampliação da

concessão do crédito rural e iniciativas voltadas para pequenos e médios produtores, como o Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF) e o Programa Nacional de Apoio ao Médio Produtor Rural - PRONAMP (PINTOR; SILVA; PIACENTI, 2015). A estabilização econômica trazida pelo Plano Real reduziu a inflação para patamares inferiores a 10% ao ano, criando um ambiente mais favorável para investimentos de longo prazo, como no mercado de terras. Esse cenário foi reforçado a partir de 2005, quando os preços das terras agrícolas começaram a crescer de forma mais consistente. A redução gradual da taxa SELIC, que caiu de 26,32% em 2003 para cerca de 7,14% em 2012 (Figura 3b), desempenhou um papel fundamental nesse processo, ao tornar o crédito mais acessível e atrativo para investimentos em ativos reais, como terras agrícolas. O câmbio (Figura 3c) também possui papel importante para a valorização das terras agrícolas no Brasil, especialmente a valorização do dólar frente ao real, que torna a exportação de *commodities* agrícolas mais competitiva e lucrativa. Durante o período de forte desvalorização cambial, como em 2002-2003, quando o dólar atingiu R\$ 3,95, os preços das terras registraram aumentos expressivos, impulsionados pela maior competitividade das exportações de *commodities*. Ainda nesse período, a desvalorização cambial favoreceu o aumento das exportações agrícolas, especialmente nos setores de soja e carne. Posteriormente, entre 2003 e 2007, mesmo com a valorização da moeda, o expressivo aumento nos preços internacionais das principais *commodities* agrícolas contribuiu significativamente para o estímulo à produção agrícola (TELLES et al., 2016). Como a demanda por terras está diretamente relacionada ao desempenho da atividade agrícola, os resultados positivos do setor influenciaram diretamente a valorização das terras.

Um movimento semelhante foi observado em 2015-2020, quando o câmbio saltou de R\$ 2,65 em 2014 para picos superiores a R\$ 5,50 em 2020. Durante esse período, o preço médio das terras na região Centro-Oeste ultrapassou US\$ 6 mil por hectare, enquanto no Sul atingiu valores próximos a US\$ 12 mil por hectare (Figura 3). Assim, o comportamento dos preços das terras agrícolas resulta de uma complexa interação entre a estabilidade macroeconômica, o ambiente de juros e o impacto do mercado internacional, evidenciando a forte correlação entre o agronegócio e os indicadores econômicos nacionais e globais.

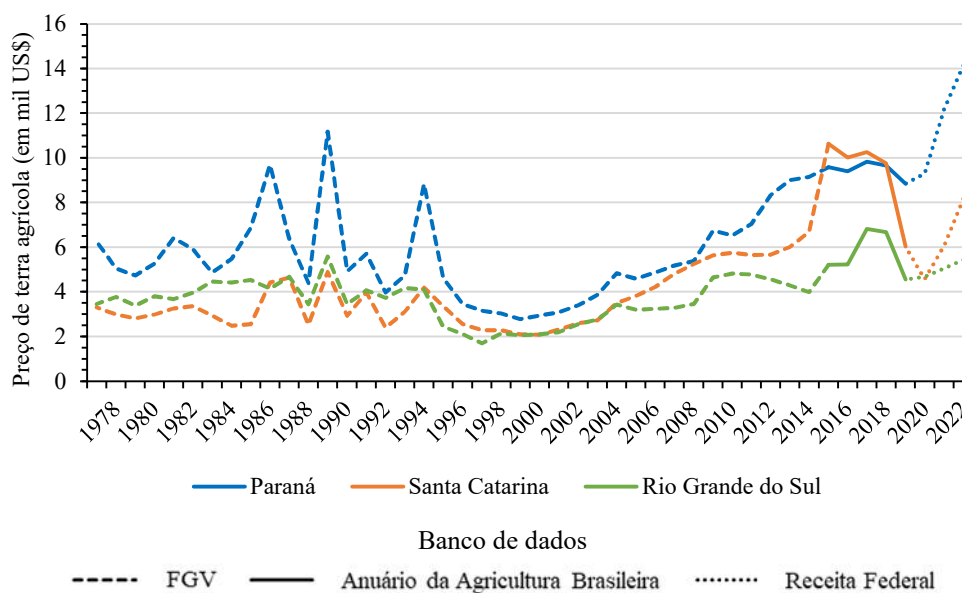
No cenário apresentado para o Brasil no período de 1977 a 2022, se observou que a elevação dos preços das terras agrícolas ocorreu principalmente nos períodos de alta inflação. O mesmo comportamento pôde ser constatado, porém com magnitudes diferentes, nas diferentes regiões do país (Figura 4), com aumento do preço em períodos de alta inflação e queda logo após implantação de medidas de estabilização econômica. As regiões Sul e Sudeste foram as que apresentaram dinâmicas dos preços das terras agrícolas mais próxima ao do Brasil.

Figura 4. Preços das terras agrícolas por hectares nas grandes regiões do Brasil entre 1977 e 2022 (em US\$ de dezembro de 2023)



A região Sul apresentou comportamento de preço de terras agrícolas bastante semelhante ao verificado para o Brasil, com fortes oscilações em períodos de alta inflação, queda após a implantação do Plano Real, e aumento gradual de seus preços após o ano de 2000 (Figura 5).

Figura 5. Preços das terras agrícolas por hectares nos estados da Região Sul do Brasil entre 1977 e 2022 (em milhares de USD de dezembro de 2023)



O estado do Paraná, na média, foi o que apresentou os maiores preços de terras agrícolas do Brasil, sendo que em 1989 atingiu um pico de US\$ 11.181,76 por ha. Seus preços apresentaram altas oscilações após a implantação do Plano Real, quando este passou a ter poucas variações até o final da década de 1990. A partir do ano de 2000, o seu preço começou a apresentar um comportamento de aumento, até que em 2022, atingiu a marca de US\$ 14.137,49 por ha. Nesse ínterim, dois períodos de estabilização dos preços das terras agrícolas no estado do Paraná podem ser destacados: o primeiro entre 1998 e 2001 e o segundo entre 2009 e 2011. Estas estabilizações podem estar associadas à renda bruta do produtor, que permaneceu constante, e à redução da demanda global pelas *commodities* (VOLSI; TELLES; REYDON, 2017). Já com relação aos seus preços de terra mais altos, o Paraná possui uma fronteira agrícola já consolidada, e um sistema de infraestrutura de transporte que proporciona uma melhor logística de sua produção (MALASSISE; PARRÉ; FRAGA, 2015).

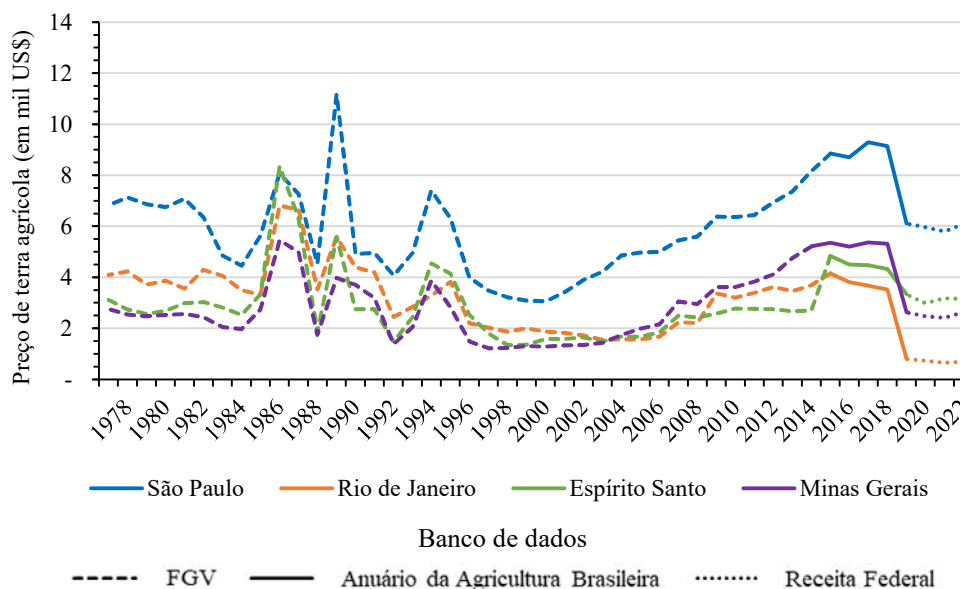
Em Santa Catarina, os preços médios das terras agrícolas apresentaram diversas oscilações durante os anos 1980 e 1990, atingindo um pico em 1989 de US\$ 4.891,86 por ha. Contudo, o mercado de terras agrícolas do estado passou a ganhar um maior destaque a partir do ano de 2010, quando começou a apresentar aumento no preço das terras agrícolas. A especulação tem se apresentado cada vez mais intensa no estado de Santa Catarina, principalmente em áreas rurais ao redor dos municípios de Joinville, Florianópolis e Itajaí (AGUIAR *et al.*, 2013). A expansão dos perímetros urbanos na maioria dos municípios tem levado à substituição de áreas anteriormente destinadas à agricultura, por áreas destinadas ao

uso comercial e imobiliário (SIMINSKI; FANTINI, 2010).

Com relação ao estado do Rio Grande do Sul, os preços das terras agrícolas, na média, foram os menores da Região Sul. Embora o Rio Grande do Sul possua menor representatividade no setor agrícola se comparado aos outros estados da região, algumas localidades merecem destaque como, por exemplo, os municípios de Caxias do Sul e Bento Gonçalves que são especializados na viticultura, e os municípios de Passo Fundo e Erechim, em que há elevada produtividade de soja (AGUIAR *et al.*, 2013).

A Região Sudeste do Brasil também apresentou uma dinâmica de preços de terras agrícolas semelhante à do Brasil (Figura 6). Os maiores preços foram verificados nos estados de São Paulo e Minas Gerais. A Região Sudeste se destaca pelo setor sucroenergético, constituído de usinas de produção de açúcar e álcool, além de serem reconhecidos pelos altos níveis de produtividade nos dois elos da cadeia produtiva, cultivo e colheita, bem como no processamento do açúcar e do álcool e seus derivados, e mais recentemente, com a produção da bioeletricidade a partir da queima do bagaço da cana (ASSUMPCÃO *et al.*, 2019).

Figura 6. Preços das terras agrícolas por hectares nos estados da Região Sudeste do Brasil entre 1977 e 2022 (em milhares de USD de dezembro de 2023)



No estado de São Paulo, o maior preço de terra agrícola do período foi no ano de 1989 (US\$ 11.181,76 por ha), seguido de queda até o ano 2000 (US\$ 3.063,02 por ha). Desde 2001, o preço de terra agrícola em São Paulo tem aumentado, com uma pequena queda durante a recessão econômica entre os anos de 2014 e 2016 (OREIRO, 2017; BARBOSA FILHO, 2017). Desde os anos 1990, São Paulo lidera o ranking de produção e processamento

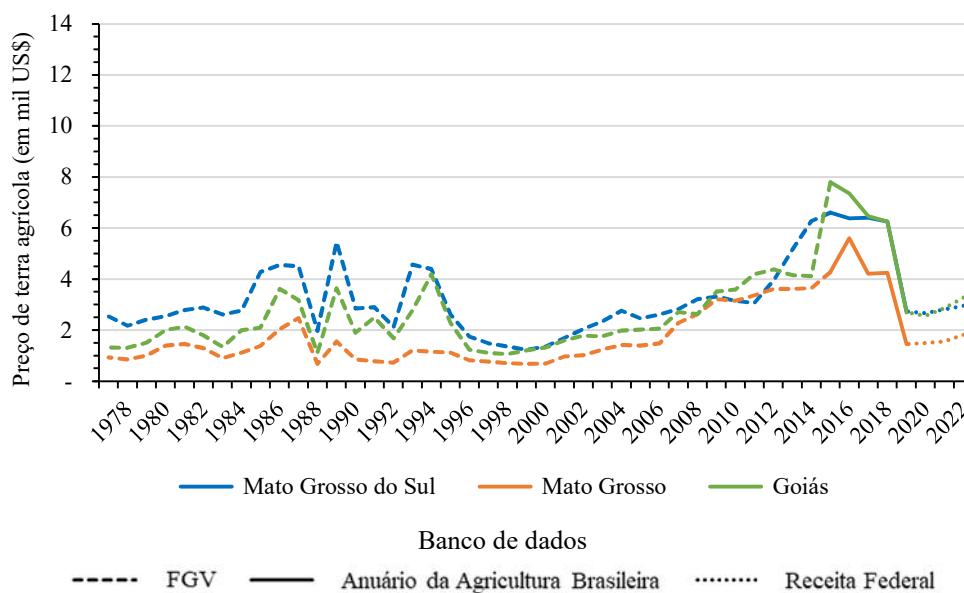
de cana-de-açúcar (CAMARA; CALDARELLI, 2016).

Para o estado de Minas Gerais, observou-se uma inversão na classificação do ranking de preço das terras agrícolas em comparação com alguns estados da região Sudeste. Até o ano de 2000, o estado de Minas Gerais, em geral, apresentava os menores preços de terras da região, mas a partir de 2003 passou a apresentar preços acima dos verificados nos estados de Rio de Janeiro e Espírito Santo, atingindo o pico de preço em 2018 (US\$ 5.310,10 por ha). Vale ressaltar que algumas localidades do estado de Minas Gerais que apresentaram os maiores preços de terras agrícolas foram a Região do Triângulo Mineiro, onde se localizam indústrias sucroenergético (AGUAIR *et al.* 2013).

Os estados de Rio de Janeiro e Espírito Santo foram os que apresentaram os menores preços de terras agrícolas da Região Sudeste. Com relação à dinâmica de preço no período estudado, o comportamento foi parecido com o verificado na região Sudeste, com fortes oscilações dos preços nos períodos de instabilidade econômica (principalmente entre 1986 e 1994), queda seguida de estabilidade dos preços pós o Plano Real, e aumento na década de 2000. O estado de Espírito Santo tem apresentado desde o ano de 2015 preço de terra levemente maior ao do estado de Rio de Janeiro. Um dos grandes destaques setor agrícola do estado do Espírito Santo é que este é considerado o maior produtor de café da espécie conilon no Brasil (VOLSI *et al.*, 2019).

Com relação à Região Centro-Oeste, este tem apresentado preços de terras agrícolas, em média, menores do que aqueles verificados na região Sul e Sudeste. Esta região seguiu o mesmo comportamento verificado no Brasil, com preços oscilando nos períodos de instabilidade econômica e aumento após o ano de 2000 (Figura 7). A Região Centro-Oeste possui a economia fortemente ligada ao agronegócio, um importante produtor de grãos e pecuária, sendo considerado um dos mais importantes polos agrícolas do país (FERRO; CASTRO, 2013).

Figura 7. Preços das terras agrícolas por hectares nos estados da Região Centro-Oeste do Brasil entre 1977 e 2022 (em milhares de USD de dezembro de 2023)

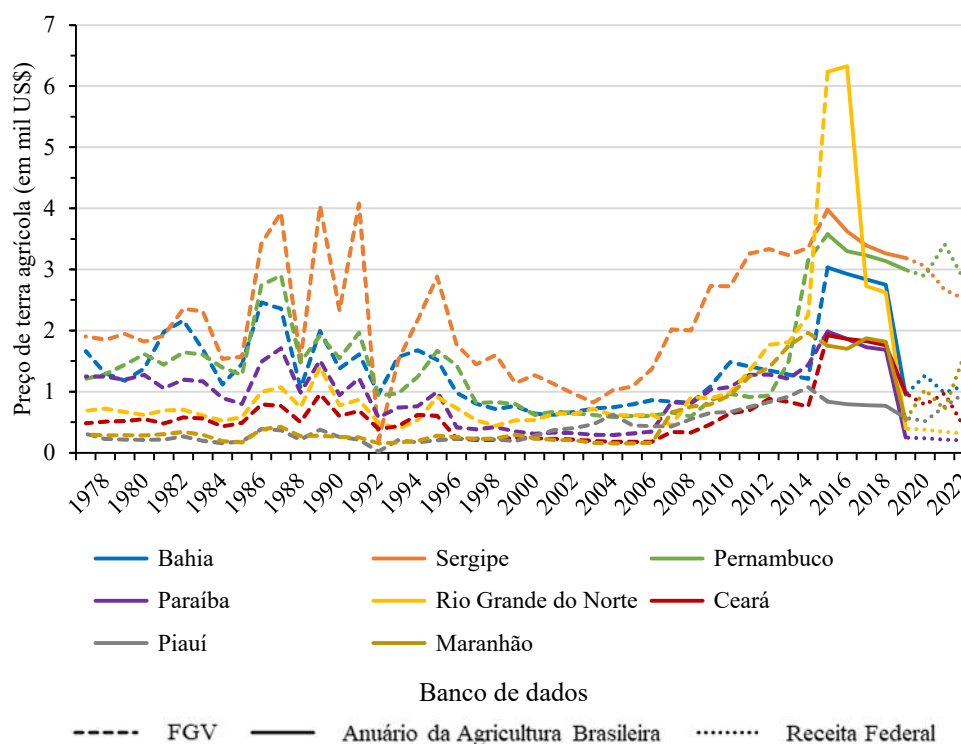


Nos estados do Mato Grosso do Sul e Goiás estão as terras mais caras do Centro-Oeste, na qual chegaram respectivamente em 2015 ao pico de preços de US\$ 6.608,27 por ha e US\$ 7.794,96 por ha, respectivamente. O estado de Mato Grosso do Sul tem atraído empresários do setor sucroenergético, especialmente em sua região nordeste, devido à disponibilidade de terras relativamente mais baratas; além disso, houve expansão da produção canieira e de grãos sobre áreas de pastagens, sendo que esta conversão (mudança no uso da terra) gerou uma valorização dos preços das terras (GUIMARÃES; TURETTA; COUTINHO, 2010). Já o estado de Goiás, suas características são favoráveis ao cultivo da cana-de-açúcar e tem se transformado em um polo de crescimento da atividade (PICANÇO FILHO; MARIN, 2012).

No estado de Mato Grosso, embora tenha-se verificado um comportamento de preço de terra agrícola semelhante ao de outros estados da mesma região, houve menos oscilações de seus preços. O Mato Grosso apresentou os menores preços de terras em quase todo o período de análise. O menor preço de terras agrícolas foi no ano de 1988 (US\$ 684,49 por ha). Desconsiderando o período de alta inflação, que ocorreu nos anos de 1980 e início dos anos de 1990, os preços de terras agrícolas no Mato Grosso apresentaram poucas variações. Contudo, a partir do ano de 2000, seus preços passaram a apresentar aumentos graduais, ano a ano. Em 2004 o estado ocupava no setor agropecuário a décima posição em valor de exportações no país, subindo para a sexta em 2014, superando Pará, Espírito Santo e Bahia, e contribuindo para os superávits da balança comercial do agronegócio brasileiro, principalmente com produção de soja, milho, carnes e algodão (HECK, 2021).

Com relação à Região Nordeste, este apresentou preço médio das terras agrícolas de US\$ 1.694,05 por ha em 1987, US\$ 1.562,57 por ha em 1989, US\$ 1.364,03 por ha em 1991, e US\$ 925,32 por ha em 1994 (Figura 8). O impacto do Plano Real sobre os preços das terras foi maior no estado do Sergipe, enquanto nos outros estados, houve pouca variabilidade no período entre 1999 e 2007. Já a crise financeira em 2008, houve aumento dos preços das terras dos estados do Região Nordeste.

Figura 8. Preços das terras agrícolas por hectares nos estados da Região Nordeste do Brasil entre 1977 e 2022 (em milhares de USD de dezembro de 2023)

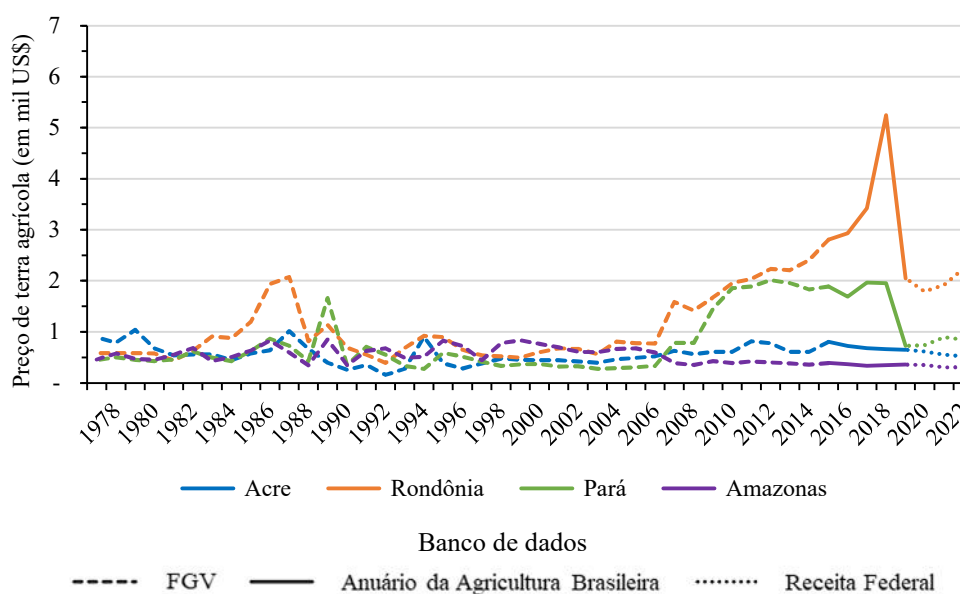


Os maiores preços das terras agrícolas da Região Nordeste foram verificados nos estados de Sergipe, Pernambuco, Bahia e Maranhão. As terras mais valorizadas do Nordeste se localizam no oeste do estado da Bahia, onde há condições favoráveis para culturas de larga escala, como soja, milho, café e algodão, e no sul do Maranhão, especificamente na área de Gerais de Balsas, que é grande produtoras de soja. Vale destacar que os estados da Bahia e Maranhão formam a região conhecida como MATOPIBA (acrônimo formado pelas siglas de quatro estados: Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia), que está em constante crescimento e desenvolvimento na produção agrícola (AGUIAR *et al.*, 2013).

A Região Norte apresentou os menores preços de terras agrícolas do Brasil. No geral, o comportamento dos preços das terras nos estados da região Norte ocorreu de maneira diferente do verificado no restante do país. Apenas os estados de Rondônia e Pará

tiveram os seus preços de terra fortemente impactados em períodos de alta inflação, como a presenciada na década de 1980 e 1990 no país (Figura 9). Além disso, estes foram os únicos que desde o ano de 2007, vem apresentando sinais de aumento de seus preços, ficando acima dos verificados no restante da região. O estado de Rondônia é o que vem apresentando os maiores preços no período, e o estado do Amazonas os com menores preços. Os estados de Rondônia e Pará, devido aos preços atraentes e pela proximidade com o estado do Mato Grosso, estão entre os estados mais procurados pelos investidores (AGUIAR *et al.*, 2013).

Figura 9. Preços das terras agrícolas por hectares nos estados da Região Norte do Brasil entre 1977 e 2022 (em milhares de USD de dezembro de 2023)



Considerando a perspectiva regional dos preços das terras agrícolas, é importante observar os fatores que influenciam nas transformações do agronegócio no Brasil. A partir de 2008, o agronegócio brasileiro passou a atrair empresas internacionais de diversos segmentos, especialmente do setor agrícola. Esse movimento, impulsionado por fundos de investimento estrangeiros buscando valorizar seus ativos, resultou na especulação com terras agrícolas como forma de empregar capitais ociosos em busca de rendimentos após o ciclo de alta das *commodities* (2003-2008), causando um aumento no preço das terras (PEREIRA, 2015). Além disso, o capital financeiro vem promovendo a “terceirização” dos negócios com terras, de modo que os fundos internacionais se isentam de responsabilidade por impactos causados com a especulação, já que não são proprietários diretos das terras, mas sócios dos negócios (PITTA; MENDONÇA, 2014).

Os empreendimentos nacionais e estrangeiros do setor agrícola no Brasil

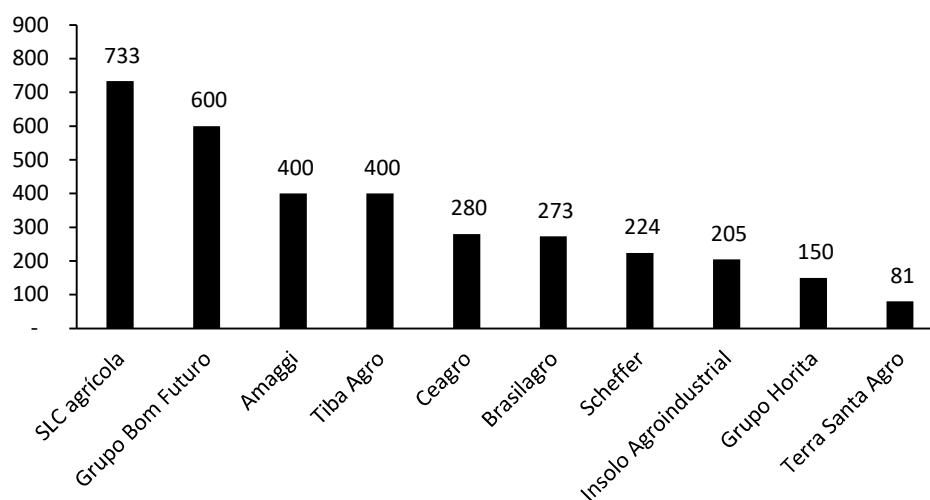
estão situados em duas áreas produtivas: os "complexos agroindustriais" e as "novas fronteiras agrícolas" (PEREIRA; OLIVEIRA, 2019). Os complexos agroindústrias abrangem as áreas das Regiões Sul e Sudeste brasileiro, da qual passaram por um processo de modernização nas décadas de 1960 e 1970 com políticas agrícolas, de modo que as linhas de crédito eram concentradas em médios e grandes produtores na consolidação destes complexos agroindustriais (PADILHA; FARIAS; ESPÍNDOLA, 2021).

As regiões denominadas de novas fronteiras agrícolas, desenvolveram-se principalmente na Região Centro-Oeste, em porções territoriais do Sudeste (sobretudo em Minas Gerais), e no Nordeste e do Norte do país, principalmente em áreas dos biomas do Cerrado (PEREIRA; OLIVEIRA, 2019). A partir da década de 1980, as regiões de cerrado se tornaram atrativas para diversas empresas, em grande medida devido às políticas governamentais de subsídios envolvendo incentivos fiscais e financeiros, o que resultou na expansão das atividades do setor agrícola por parte de empresas privadas, incluindo as *trading companies*, e aquelas vinculadas ao sistema financeiro (MATOS; PESSÔA, 2011).

Grandes corporações, empresas multinacionais e conglomerados têm desempenhado um papel central na aquisição e exploração de terras agrícolas no Brasil (Figura 10). Esses agentes econômicos frequentemente mobilizam capital por meio de fundos de investimento internacionais para viabilizar suas operações. As terras adquiridas são, em parte, fracionadas e comercializadas em lotes menores, arrendadas a terceiros ou diretamente utilizadas para atividades de produção agropecuária em larga escala. As receitas provenientes dessas operações são, predominantemente, redistribuídas entre os acionistas dos fundos de investimento associados.

Em 2013, algumas empresas como a SLC Agrícola desdobraram-se em dois ramos: produtivo (produção de grãos em áreas próprias e arrendadas) e especulativo (compra e venda de terras). Esta e outras empresas controlam uma área agricultável superior a 1 milhão de hectares na região (Figura 10). Este fenômeno tem apresentado maior incidência na região do MATOPIBA, destacando-se como um polo estratégico de expansão agropecuária e dinâmica fundiária.

Figura 10. Área controlada pelos principais grupos agrícolas no Brasil, em milhares de hectares em 2024.



Fonte. Elaborado pelo autor. Com base nos dados disponibilizados pelas empresas em 2024.

A região brasileira chamada de MATOPIBA é denominada de nova fronteira agrícola, e por possuir uma extensa área de cerrado, tem sido uma das mais atrativas. Esta região tem sido alvo da especulação imobiliária agrícola e da expansão do agronegócio, principalmente para produção de soja, milho, eucalipto, algodão e cana-de-açúcar (PITTA; BOECHAT; MENDONÇA, 2017).

As áreas de Cerrado no estado de Tocantins, por exemplo, transformaram-se em um curto espaço de tempo, em uma das principais regiões produtoras de grãos de soja devido ao baixo preço das terras (FRANÇA *et al.*, 2018). Esta expansão da fronteira agrícola está diretamente relacionada às condições climáticas do cerrado, como vastas planícies e planaltos, boas condições edafoclimáticas e mão de obra acessível (LIMA *et al.*, 2014). Nos municípios do sul do Piauí, área plantada com soja expandiu-se rapidamente, superando a taxa geral do Brasil, enquanto nos municípios do leste maranhense, a expansão da soja ocorreu em um ritmo mais moderado (CALMON, 2022).

A escalada do preço da terra no MATOPIBA transformou a região em zona de interesse dos investidores. A possibilidade da compra de terras a preço baixo ocorre no processo de formação das fazendas, com desmatamento do cerrado nativo nas áreas de chapada. Após a formação da fazenda para produção de *commodities*, impulsionado por projetos de infraestrutura que conectam a região aos portos de Itaqui, Pecém e Suape no litoral do Nordeste, o preço da terra sobe (PITTA; BOECHAT; MENDONÇA, 2017).

O surgimento no MATOPIBA de novos investidores e novos modelos de negócios agrícolas, mobilizam várias fontes de recursos, inclusive de capital financeiro para

investir em aquisição de terras, inovações tecnológicas e modernização dos instrumentos de gestão, destinando a terra com principal alvo de fundos de investimento estrangeiros destinados a agricultura, pois é vista como um “ativo seguro” e com valorização contínua.

Impulsionado por um mercado favorável, o avanço da produção de grãos no Brasil abrange agora não apenas a Região Sul, mas também se estende áreas de cerrado da Região Centro-Oeste e a áreas do MATOPIBA, além de ter presença em Rondônia e em partes dos estados do Norte, como Pará, Roraima e Amapá (ARAÚJO *et al.*, 2019). Assim, o avanço da cultura de soja, por exemplo nas fronteiras agrícolas do bioma Cerrado, ajudou a alavancar os preços das terras agrícolas na região.

Em síntese, a evolução dos preços das terras agrícolas no Brasil foi marcada por uma série de fatores, incluindo política monetária, medidas voltadas ao setor agrícola, oscilações econômicas e a demanda internacional por commodities, que impactaram esses valores de forma positiva ou negativa. Observa-se também que a especulação no mercado ganhou destaque especialmente em períodos de instabilidade econômica, contribuindo para a valorização das terras. Além disso, a variação regional demonstrou a heterogeneidade desse mercado, evidenciando como aspectos geográficos, cadeias produtivas predominantes e estratégias econômicas desempenharam papéis distintos na dinâmica dos preços das terras agrícolas.

3.6 CONCLUSÕES

As mudanças econômicas influenciaram a valorização das terras agrícolas, refletindo o impacto das políticas macroeconômicas e agrícolas no mercado de terras no período de 1977 a 2022.

No Brasil, as terras agrícolas se mostraram um ativo estratégico, especialmente em tempos de alta inflação e incerteza econômica.

O aumento dos preços, especialmente nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste, demonstra o impacto da modernização da agricultura e do interesse de grandes investidores, que passaram a tratar as terras como um recurso estratégico.

A Região Sul apresentou comportamento de preço da terra agrícola semelhante ao verificado para o Brasil, com fortes oscilações nos períodos de instabilidade econômica na metade da década de 1980 e início de 1990, queda após a implantação do Plano Real em 1994 e aumento gradual de seus preços após a década de 2000.

O estado do Paraná registrou os maiores preços de terras agrícolas do Brasil,

com um preço médio de US\$ 6.427,95 por hectare e um pico de US\$ 14.137,49 por hectare em 2022.

A Região Sudeste apresentou uma dinâmica do preço da terra agrícola do Brasil. Os maiores preços foram verificados nos estados de São Paulo e Minas Gerais.

A Região Centro-Oeste seguiu o a mesma dinâmica das terras agrícolas verificada no Brasil. Os estados desta região apresentaram preços de terras, em média, menores do que aqueles verificados na região Sul e Sudeste.

Na região Nordeste, o impacto do Plano Real sobre os preços das terras foi maior no estado do Sergipe, enquanto nos estados de Ceará, Maranhão e Piauí houve pouca variação em seus preços.

A Região Norte apresentou os menores preços de terras agrícolas do Brasil. Somente os estados de Rondônia e Pará tiveram os seus preços de terra impactados no período de instabilidade econômica presenciada na década de 1980 e 1990 no país.

No Brasil, novos investidores impulsionaram a valorização das terras, com empresas controlando áreas agricultáveis superiores a 1 milhão de hectares, atuando sobretudo na financeirização do mercado de terras agrícolas.

Essa dinâmica também levanta preocupações sobre a concentração fundiária e o acesso à terra por pequenos produtores. Assim, embora a valorização das terras possa indicar um fortalecimento do setor agrícola, é essencial equilibrar o crescimento econômico com políticas que garantam um desenvolvimento sustentável e inclusivo.

4 ARTIGO B

Efeitos espaciais nos preços das terras agrícolas do Brasil

4.1 RESUMO

Estudos de preços das terras agrícolas no Brasil têm identificado diversas variáveis que determinam os seus preços. Fatores como produtividade agrícola, acesso ao crédito rural, tipo de solo e tamanho da propriedade tem sido mencionados na literatura como determinantes dos preços das terras. Contudo, apesar da vasta literatura sobre o tema no contexto brasileiro, há uma carência de estudos focados na abordagem espacial dos determinantes dos preços das terras agrícolas. Assim, o objetivo do estudo foi avaliar os efeitos espaciais como determinantes dos preços das terras agrícolas no Brasil. Para tanto, foram utilizados dados de preços das terras agrícolas da Receita Federal do Brasil, de preços de terras de lavouras de boa aptidão agrícola dos anos de 2019 a 2023. Já as variáveis independentes foram VBP (Valor Bruto da Produção) da agricultura, cobertura agrícola, crédito rural, superfície de água, rodovia, mancha urbana e densidade populacional. Empregou-se a metodologia de dados em painel e foi aplicado o modelo econométrico Durbin Espacial. O resultado verificado foi que o parâmetro de defasagem espacial ρ , demonstrou ser positivo e estatisticamente significativo ($\rho=0,456$). Tal resultado implica na existência de um *spillover* espacial no preço de terra agrícola. Além disso, verificou-se que as variáveis VBP da agricultura, crédito rural e superfície de água afetam de maneira significativa os preços das terras vizinhas. Concluiu-se que para uma compreensão mais detalhada e precisa das dinâmicas de valorização e especulação do mercado de terras agrícolas do Brasil, os fatores espaciais devem ser considerados nas análises.

Palavras-chave: econometria espacial; efeitos espaciais; dados em painel; preço de terra agrícola; mercado de terra agrícola.

Efeitos espaciais nos preços das terras agrícolas do Brasil

4.2 ABSTRACT

Agricultural land price studies in Brazil have identified various variables that determine their prices. Factors such as agricultural productivity, access to rural credit, soil type, and property size have been mentioned in the literature as determinants of land prices. However, despite the extensive literature on the subject in the Brazilian context, there is a lack of studies focused on the spatial approach to the determinants of agricultural land prices. Thus, the objective of the study was to evaluate the spatial effects as determinants of agricultural land prices in Brazil. For this purpose, data from the Federal Revenue of Brazil, land prices of crops, and good agricultural suitability from the years 2019 to 2023 were used. The independent variables were Gross Production Value (GPV) of agriculture, agricultural coverage, rural credit, water surface, highway, urban sprawl, and population density. The panel data methodology was employed, and the Spatial Durbin econometric model was applied. The verified result was that the spatial lag parameter, ρ , proved to be positive and statistically significant ($\rho=0.456$). This result implies the existence of a spatial spillover in agricultural land prices. Additionally, it was found that the variables GPV of agriculture, rural credit, and water surface significantly affect neighboring land prices. It was concluded that for a more detailed and accurate understanding of the dynamics of appreciation and speculation in the Brazilian agricultural land market, spatial factors must be considered in the analyses.

Keywords: spatial econometrics; spatial effects; panel data; agricultural land price; agricultural land market.

4.3 INTRODUÇÃO

No Brasil, país no qual a economia está fortemente atrelada ao agronegócio, a dinâmica dos preços das terras agrícolas tem grande relevância, o que fica evidente quando se verifica a extensa literatura sobre os seus determinantes: Brandão (1986), Camargo e Ferreira (1989), Reydon (1992), Dias, Viera e Amaral (2001), Oliveira e Ferreira (2014), Bacha, Stege e Harbs (2016) e Telles, Palludeto e Reydon (2016). Vários estudos foram realizados para diferentes regiões. Para o estado de São Paulo, têm-se os estudos de Camargo *et al.* (2004), Souza (2013) e Palludeto *et al.* (2018). Para o estado do Paraná, destacam-se os estudos de Michellon e Reydon (2003), Malassise, Parré e Fraga (2015) e Volsi, Telles e Reydon (2017). Outras contribuições significativas incluem Macedo (2015) para o estado de Goiás, Sills e Caviglia-Harris (2008) para Rondônia, Bacha (1989) para Minas Gerais e Ferro e Castro (2013) para regiões como Sul do Maranhão, Sul do Piauí, Leste do Tocantins e Oeste da Bahia.

Vale destacar que, mesmo com a crescente disponibilidade de um conjunto diversificado de métodos e ferramentas analíticas destinadas ao tratamento de dados espaciais, conforme evidenciado na literatura especializada sobre os determinantes dos preços das terras agrícolas (YANG; ODENING; RITTER, 2019; LEHN; BAHRS, 2018; WANG, 2018), ainda existe uma carência de estudos com essa abordagem específica voltados para o contexto brasileiro (MARQUES; TELLES, 2023).

Estudos que analisam os efeitos espaciais nos determinantes dos preços de terras agrícolas no Brasil desempenham um importante papel na compreensão das complexas interações existentes no mercado de terras no país. Ao explorar os efeitos espaciais esse tipo de análise pode proporcionar evidências valiosas sobre como, por exemplo, fatores geográficos, proximidade de infraestruturas, características topográficas e distribuição populacional contribuem na dinâmica dos preços das terras agrícolas.

O que se verifica é que o mercado de terras agrícolas está em constante transformação e os impactos mais recentes deste processo ainda não foram amplamente investigados, tornando necessárias pesquisas sobre o tema (TELLES; REYDON; FERNANDES, 2018; TELLES; PALLUDETO; REYDON, 2016). Isso porque, apesar da relevância da questão do mercado de terras, que impacta diretamente a produção de alimentos, fibras e combustíveis, bem como a economia nacional, ainda é essencial conduzir pesquisas incorporando novos parâmetros e variáveis nestes estudos.

Considerando que os efeitos espaciais influenciam os preços de terras agrícolas do Brasil, a hipótese deste estudo é que a dinâmica do mercado de terras agrícolas,

bem como o determinante dos seus preços, pode estar relacionada às características regionais. Desta forma, o espaço geográfico possui um papel importante na dinâmica dos preços das terras agrícolas no Brasil. Compreender essa dinâmica espacial é essencial para identificar como uma região afeta as regiões vizinhas e, mais importante, entender como as regiões vizinhas podem afetar uma região específica. Neste contexto, o objetivo do estudo foi avaliar os efeitos espaciais como determinantes dos preços das terras agrícolas no Brasil.

4.4 REVISÃO DE LITERATURA

Nos estudos acerca do mercado de terras agrícolas, a econometria espacial tem sido utilizada com o objetivo de verificar os efeitos espaciais sobre o preço da terra. A análise espacial vem sendo utilizada para: avaliação dos serviços ecossistêmicos de paisagens rurais (MA; SWINTON, 2011); previsões sobre a formação de preços em leilões (HUETTEL *et al.*, 2013); estimativa do impacto da crise do mercado imobiliário residencial sobre o valor das terras agrícolas (ZHANG; NICKERSON, 2015); estimativa dos benefícios privados da vegetação nativa em propriedades rurais (POLYAKOV *et al.*, 2015); investigação do impacto da energia eólica e da produção de biogás nos preços de compra de terras agrícolas (MYRNA; ODENING; RITTER, 2019), e avaliação das características tradicionais da terra, dos fatores agrícolas específicos do local, bem como dos fatores não agrícolas (BRUNO *et al.*, 2024).

No Brasil, estudos que verificaram os efeitos espaciais sobre o preço das terras ainda são incipientes, estando em destaque aqueles realizados para o estado do Paraná (MALASSISE; PARRÉ; FRAGA, 2015), estado de Santa Catarina (MARCATO, 2016) e região Centro-Sul do Brasil (MARQUES; TELLES, 2023). Malassise, Parré e Fraga (2015) verificaram que no estado do Paraná, as variáveis Valor Bruto da Produção (VBP) agropecuária, a valorização patrimonial, o financiamento total à agropecuária, a relação investimento-receita municipal, o percentual da área plantada do município com soja e a incorporação da dependência espacial do preço da terra são variáveis que explicam o preço da terra. Enquanto Marcato (2016) verificou para o estado de Santa Catarina que as variáveis determinantes dos preços das terras agrícolas foram produtividade e financiamento. Já, para a região Centro-Sul do Brasil, Marques e Telles (2023) identificaram que os efeitos espaciais, associados ao 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 foram fatores determinantes nos preços das terras agrícolas. Harbs e Bacha (2024) verificaram que a valorização da taxa de câmbio, fatores como o processo de desregulamentação econômica de alguns setores

econômicos e a abertura comercial também desempenharam um papel relevante nesse processo de convergência de preços de terras entre os estados brasileiros.

Com diferentes variáveis impactando o mercado de terras agrícolas é compreensível que ainda seja necessário a realização de estudos acerca do tema. Não são apenas as variáveis ligadas diretamente à agricultura que explicam os determinantes dos preços das terras, como o VBP (LEE, 2021), área agrícola (SAUER, 2018), disponibilidade de água na propriedade rural (SEKÁČ *et al.*, 2017), crédito rural ou outras variáveis ligadas a financiamento (MALASSISE; PARRÉ; FRAGA, 2015), mas também variáveis não diretamente ligadas à produção agrícola (SARDARO; SALA; ROSELLI, 2020), como a presença de rodovias (RACUL; CIMPOIES, 2012) e do grau de urbanização (MARQUES; TELLES, 2023; MENZEL *et al.*, 2017) dos municípios, são importantes determinantes para estudos de mercado de terras agrícolas.

Com relação às variáveis ligadas à agricultura, tem-se constatado na literatura que a o VBP agrícola, indicador econômico que representa o valor total da produção agrícola em termos monetários, tem apresentado efeito positivo sobre o preço da terra agrícola do Brasil (MALASSISE; PARRÉ; FRAGA, 2015), Coreia do Sul (LEE, 2021), Alemanha e sul da Itália (MENZEL *et al.*, 2017). Acerca da variável de área ocupada para agricultura, esta tem sido utilizada principalmente em estudos que analisam a expansão da fronteira agrícola e suas consequências no mercado de terras (SAUER, 2018; SAUER; LEITE, 2012; FLEXOR; LEITE, 2017). Com relação à variável disponibilidade de água, tem se verificado que os preços das terras agrícolas diminuem à medida que aumenta a distância entre a propriedade rural e os rios ou lagos (SEKÁČ *et al.*, 2017), ou quando a unidade produtiva não tem acesso à sistemas de irrigação (JOSHI; BERRENS, 2017). Já o crédito rural apresenta relação positiva com preço da terra, uma vez os financiamentos acessíveis, com juros baixos, permitem que mais agricultores e investidores adquiram propriedades rurais (WANG, 2018; FEICHTINGER; SALHOFER, 2016; MALASSISE; PARRÉ; FRAGA, 2015), seja porque ao financiar o custeio de sua safra maior volume de recursos para investir em terras, ou porque obtém linha de crédito de financiamento para compra de terras.

A proximidade de áreas urbanas pode influenciar o preço das terras agrícolas (MARQUES; TELLES, 2023; SKLENICKA *et al.*, 2013). Uma vez que terras mais próximas de grandes cidades tendem a ter valores mais elevados devido à facilidade e menores custos com logística de transporte da produção (MOTHORPE; HANSON; SCHNIER, 2013). Além disso, uma boa infraestrutura rodoviária também pode beneficiar a produção agrícola, uma vez que este facilita o transporte e reduzir perdas e custos (TONG *et al.*, 2013). Ademais, verifica-

se que a diminuição de oferta de terras agrícolas nas proximidades de centros urbanos, principalmente daqueles densamente povoados (HUANG *et al.*, 2006), tem elevado os seus preços na medida que compete com outros usos ligados às atividades urbanas (MENZEL *et al.*, 2017; SEKÁČ *et al.*, 2017; LIVANIS *et al.*, 2006).

Em síntese, a análise espacial tem revelado novos fatores que influenciam o preço das terras agrícolas, abrangendo variáveis ligadas tanto à produção agrícola quanto ao setor não agrícola, como a proximidade de áreas urbanas e a infraestrutura rodoviária. Compreender esses fatores é importante para orientar decisões estratégicas de agricultores, investidores e formuladores de políticas públicas, sobretudo para promover um desenvolvimento rural mais sustentável e eficiente.

4.5 MATERIAL E MÉTODOS

4.5.1 Base de Dados

Os dados de preço de terra agrícola utilizados neste estudo foram os da Receita Federal do Brasil – RFB (BRASIL, 2023) que desde 2019, passou a divulgar dados acerca dos Valores de Terra Nua (VTN) para os municípios do país. A variável dependente utilizada no estudo foi o VTN de lavouras de aptidão boa, em reais por hectare, dos anos de 2019 a 2023. A RFB entende como aptidão boa todas aquelas terras agrícolas produtivas e mecanizadas, localizadas em relevo plano e suave ondulado. Assim, busca-se tornar os preços de diversas regiões que possuem diferentes características edafoclimáticas, mais alinhados e passíveis de comparação. No entanto, a disponibilidade dos dados ainda não é homogênea, sendo que as informações não cobrem todos os municípios do território brasileiro.

Foram consideradas como variáveis independentes fatores inerentes à economia e geografia dos municípios do Brasil, tais como VBP da agricultura, cobertura agrícola, crédito rural, superfície de água, rodovia, mancha urbana e densidade populacional (Quadro 1).

Quadro 1. Descrição das variáveis utilizadas na análise espacial

Variável	Descrição	Fonte
Variável dependente		
preco_terra	Preço da terra de lavoura de aptidão boa no município (em reais).	RFB
Variáveis independentes		
vbp_agri	Valor Bruto da Produção da agricultura por hectare de área plantada no município (em mil reais).	IBGE
cobertura_agri	Parcela da área do município destinada à atividade agrícola.	Map Biomas
credito_ha	Valor do crédito rural concedido para custeio da agricultura por hectare de área plantada no município (em mil reais).	Banco Central
superficie_agua	Parcela da área do município coberta por água, como rios, lagos e reservatórios no município.	MapBiomas
superficie_agua^2	Parcela da área do município coberta por água, como rios, lagos e reservatórios ao quadrado, utilizado para modelar relações não lineares.	MapBiomas
rodovia	Extensão de rodovias estaduais e federais em km, por km ² da área do município.	MapBiomas
mancha_urbana_var	Variação da área do município ocupada por zonas urbanas.	MapBiomas
densidade_pop	Densidade populacional medido como a quantidade de pessoas por km ² no município.	IBGE
Controle		
<i>dummy_preco_terra</i>	Variável dicotômica sendo 1 quando o município que apresentam preços igual ou superior a R\$150 mil e 0, caso contrário.	
<i>dummy_cobertura</i>	Variável dicotômica sendo 1 quando o município que apresentam cobertura agrícola menor igual a 5% da área dos municípios e 0, caso contrário.	
vbp_agri * <i>dummy_preco_terra</i>	Interação entre a variável VBP da agricultura por hectares com a dummy de preço.	
cobertura_agri * <i>dummy_cobertura</i>	Interação da variável cobertura agrícola com <i>dummy</i> de cobertura	
credito_agri * <i>dummy_cobertura</i>	Interação da variável credito_agri com <i>dummy</i> de cobertura	
rodovia * <i>dummy_cobertura</i>	Interação da variável rodovia com <i>dummy</i> de cobertura	
mancha_urbana_var * cobertura	Interação da variável macha_urbana_var com <i>dummy</i> de cobertura	

A variável *vbp_agri* mostra a evolução do desempenho das lavouras temporárias e permanentes, correspondendo ao faturamento bruto médio dentro dos estabelecimentos. A divisão se deu entre o VBP total da agricultura dividido pela área total colhida da agricultura para cada município. Os dados foram obtidos no banco de dados da Pesquisa Agropecuária Municipal – PAM (IBGE, 2024), dos anos de 2018 a 2022. Espera-se

que essa variável tenha impacto positivo sobre o preço da terra agrícola.

A cobertura_agri representa a área em percentual destinada à cobertura agrícola dentro do município, refletindo a extensão do uso da terra para atividades agrícolas. A divisão se deu entre a área total em hectares coberto por lavouras dividido pela área total em hectares, para cada município. Os dados foram obtidos do MapBiomas no Brasil (MAPBIOMAS, 2024) dos anos de 2018 a 2022. É esperado que essa variável também tenha impacto positivo sobre os preços das terras agrícolas.

Na variável credito_rural, considerou-se somente aquele destinado ao custeio da agricultura, abrangendo recursos destinados ao custeio. Para tanto, foram calculados o valor médio do crédito de custeio por hectare de área com cobertura agrícola para cada município. Os dados estão disponíveis no Banco Central do Brasil (BC, 2024), dos anos de 2018 a 2022.

Para a variável superficie_agua, considerou-se a área em percentual coberta por corpos d'água, como rios, lagos e reservatórios. A divisão se deu entre a área total em hectares coberto por superfície de água dividido pela área total em hectares para cada município. Espera-se que essa variável tenha impacto positivo sobre o preço da terra. Além disso, também se utilizou da variável superfície de água elevada ao quadrado (superficie_agua^2) para modelar possíveis relações não lineares. Os dados foram do MapBiomas (MAPBIOMAS, 2024), dos anos de 2018 a 2022.

Com relação à rodovias, considerou-se a extensão total das rodovias presentes no município, refletindo a infraestrutura rodoviária disponível. Considerou-se a extensão das rodovias em quilômetros dividida pela área do município em quilômetro quadrado. Os dados foram coletados na coleção de mapas do MapBiomas (MAPBIOMAS, 2024). Espera-se que essa variável tenha impacto positivo sobre o preço da terra.

A variável mancha_urbana representa a área urbana em percentual (decimal) dentro do município, refletindo a extensão do uso da terra para atividades urbanas. Utilizou-se a variação percentual da área urbana do município de um ano para o outro. Os dados foram obtidos a partir das estatísticas coletadas na coleção de mapas do MapBiomas (MAPBIOMAS, 2024), dos anos de 2018 a 2022. Espera-se que essa variável tenha impacto positivo sobre o preço da terra.

A variável densidade_pop representa o número de pessoas por unidade de área (geralmente expressa em pessoas por quilômetro quadrado) dentro de um município. A divisão se deu entre a população total e a área total em quilômetros quadrados de cada município. Os dados utilizados foram obtidos na Estimativas de População do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2024), dos anos de 2018 a 2022. Espera-se que

essa variável tenha impacto positivo sobre o preço da terra.

Foi realizado o controle de algumas variáveis por meio da inclusão de *dummies* e interações específicas (Quadro 1). Constatou-se que o banco de dados da Receita Federal apresentava supostos erros de tabulação, sendo que, em alguns casos, os preços das terras chegavam a custar mais de 700 mil reais por hectare (como é o caso do município de Jandaia do Sul no ano de 2023). Para isolar esse tipo de problema, optou-se por usar uma variável *dummy* para controlar os preços mais elevados, sendo criada uma variável dicotômica, considerando 1 para municípios que apresentam preços iguais ou superiores a R\$ 150 mil e 0, caso contrário.

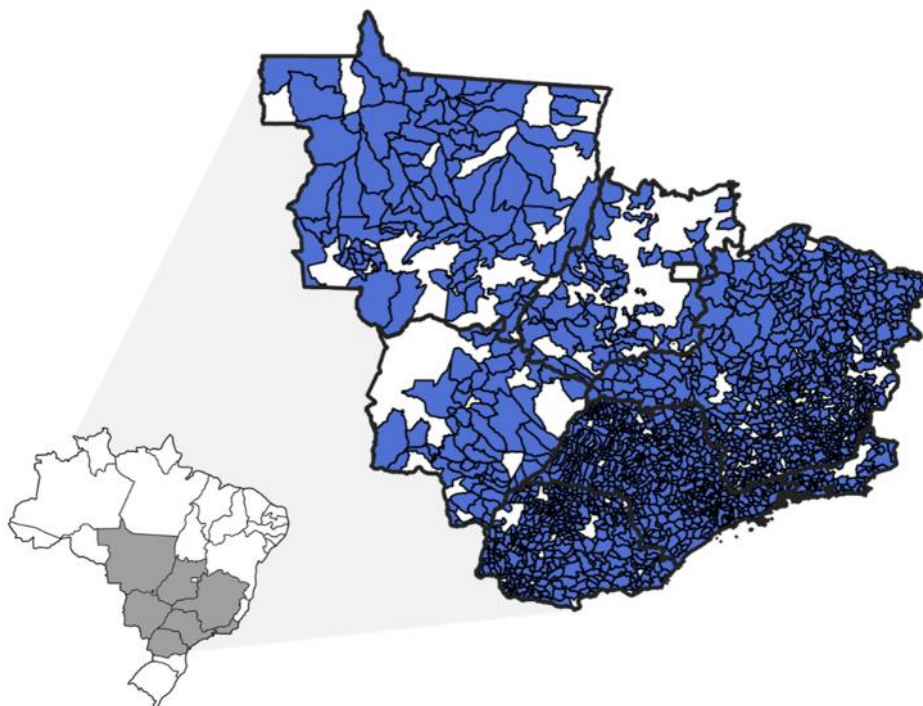
Também foi necessário utilizar uma *dummy* para controlar municípios onde a agricultura era pouco representativa. Para isso, foi criada uma variável dicotômica, sendo 1 para municípios que apresentam cobertura agrícola menor ou igual a 5% da área dos municípios e 0, caso contrário. A utilização de uma *dummy* para isolar regiões com pouca atividade agrícola foi necessária para evitar que os resultados do modelo fossem distorcidos pela inclusão de áreas onde a agricultura não é uma atividade econômica relevante. Ao controlar essas regiões, as estimativas refletem melhor a realidade das áreas onde a agricultura tem uma contribuição significativa, proporcionando uma análise mais precisa e robusta.

Outras variáveis frequentemente discutidas em estudos sobre o preço de terras agrícolas, como precipitação, temperatura e proximidade de estradas rurais, foram inicialmente consideradas para este estudo. No entanto, devido à limitação de dados disponíveis, não foi possível incorporá-las à análise.

Com o intuito de identificar padrões espaciais presentes nas variáveis, foi realizada uma Análise Exploratória de Dados (AED). Essa análise utilizou o Índice de Moran, uma ferramenta estatística empregada para avaliar a autocorrelação espacial. A aplicação do Índice de Moran permitiu investigar se as variações nos valores da variável estão relacionadas espacialmente, ou seja, se locais próximos tendem a apresentar padrões semelhantes ou distintos em relação a essa variável. Para definir as relações espaciais entre as observações, foi adotada a vizinhança *Queen*, que considera como vizinhas as unidades que compartilham vértices ou lados. Esse critério possibilitou uma análise mais abrangente da dependência espacial ao calcular o Índice de Moran. Os municípios considerados no estudo foram todos aqueles que apresentavam dados de preço da terra para os cinco anos considerados no estudo, sendo excluídos todos aqueles que não atenderam este critério. Além disso, foram excluídos todos os estados que possuíam dados de preços de terras agrícolas para menos de 50% de seus municípios. Com as exclusões dos municípios com ausência de dados, a amostra final foi

composta por 2.015 municípios (Figura 1).

Figura 1. Municípios do Brasil incluídos no estudo



Fonte: Elaborado pelos autores com base nos dados da Receita Federal do Brasil (RFB).

Todas as variáveis monetárias foram corrigidas pelo Índice Geral de Preços - Disponibilidade Interna (IGP-DI), para dezembro de 2023. Para a estimação do modelo, as variáveis dependentes e independentes foram transformadas na escala logarítmica.

4.5.2 Modelo Econométrico

Neste estudo, empregou-se a metodologia de dados em painel. Ao adotar dados em painel, obtêm-se observações consecutivas para unidades idênticas ao longo de diferentes períodos temporais. A literatura em econometria espacial demonstra um aumento no interesse pela especificação e estimação da dinâmica do preço de terra utilizando painéis espaciais (YANG *et al.*, 2019; LEHN; BAHRS, 2018; WANG, 2018; MALASSISE; PARRÉ; FRAGA, 2015). Esta metodologia permite superar as limitações inerentes às estimações de *cross-section*, ao passo que amplia de forma significativa o número de graus de liberdade na análise. Para examinar tal relação, propõe-se o seguinte modelo econométrico que considera tanto a dimensão espacial quanto temporal, ajustada para efeitos fixos. A formulação do modelo é apresentada como segue na Equação 1:

$$l_t (Y_{i,t}) = \beta (X_{i,t-1}) + \mu_i + \varphi_t + u_{i,t} \quad (1)$$

Em que $Y_{i,t}$ contém os preços por hectare de terras de lavoura de aptidão boa, i indica o município (unidade espacial com $i = 1, 2, \dots, 2.015$), e t é o período, ($t = 2019, 2020, \dots, 2023$). O vetor $X_{i,t}$ contém as observações das variáveis explicativas para o município i no período $t - 1$; é o termo constante, μ_i e φ_t são, respectivamente, o efeito fixo específico municipal (em que considera as características individuais das unidades espaciais não observáveis e invariantes no tempo), e o efeito fixo de tempo (choques comuns aos municípios ao longo do tempo). Ambos os efeitos podem contribuir para a variabilidade da variável dependente. $u_{i,t}$ é o termo de erro independente e identicamente distribuído para i e t , com média zero e variância constante. Para lidar com a endogeneidade por simultaneidade das variáveis explicativas, utilizou-se a técnica de defasagem temporal ($t - 1$). Essa abordagem usa valores do período anterior no modelo, reduzindo vieses causados pela correlação bidirecional entre variáveis no mesmo período, tornando as estimativas mais consistentes e menos enviesadas.

A regressão usando dados em painel visa reduzir viés e tornar o modelo mais robusto, simétrico e com variância reduzida. A escolha pelo efeito fixo se dá pelo fato de este controlar aspectos não observáveis dos municípios e foca na análise dentro da própria região. Enquanto o uso de estimativas de painel de efeitos aleatórios foi evitado, pois elas são potencialmente não consistentes e, a longo prazo, as informações são basicamente capturadas nas estimativas OLS. Do ponto de vista estatístico, a premissa do efeito aleatório pode ser excessivamente restritiva e, considerando a natureza dos dados, tal suposição pode não ser sustentada. Em outras palavras, o efeito aleatório pressupõe que características não observadas são iguais em todos os municípios. O modelo de efeitos fixos, por sua vez, permite controlar variáveis omitidas que se correlacionam com as variáveis dependentes e permanecem invariantes ao longo do tempo. Ambos os efeitos podem contribuir para a variabilidade da variável dependente, e $u_{i,t}$ é o termo de erro, independente e identicamente distribuído para i e t , com média zero e variância constante.

Há evidências de autocorrelação espacial em estudos de mercado de preço de terras no Brasil (MARQUES; TELLES, 2023; MARCATO, 2016; MALASSISE; PARRÉ; FRAGA 2015). A presença de *spillovers* espaciais pode gerar correlações entre observações geograficamente próximas. Isso pode ser problemático, pois as técnicas estatísticas e

econométricas geralmente assumem que as observações são independentes entre si (hipótese de exogeneidade). Quando essa suposição é violada, é necessário empregar testes que considerem a estrutura de dependência espacial dos dados para obter resultados mais precisos e confiáveis. Desse modo, foram realizados testes de dependência e autocorrelação espacial utilizando os métodos Lagrange Multiplier lag (LMI), Robust Lagrange Multiplier lag (RLMI), Lagrange Multiplier Error (LMe) e Robust Lagrange Multiplier Error (RLMe). Esses testes foram aplicados para avaliar a presença de autocorrelação espacial nos resíduos das regressões OLS.

O LMI foi empregado para detectar autocorrelação em modelos de regressão SAR (defasagem espacial), enquanto o LMe foi utilizado para verificar a autocorrelação em modelos SEM (erro espacial). Ambos os testes se baseiam no vetor escore e na matriz de informação sob hipóteses nulas específicas ($\rho = 0$ para LMI, e $\lambda = 0$ para LMe). Além disso, foram aplicados os testes de robustez RLMI e RLMe, que incorporam fatores de correção para contornar possíveis más especificações do modelo. A aplicação destes testes de robustez é importante para a análise da autocorrelação espacial nos resíduos, testando a hipótese nula de ausência de autocorrelação. A principal diferença observada entre o LMI e o LMe está no foco da autocorrelação espacial avaliada: LMI avalia a autocorrelação global, enquanto LMe se concentra nos termos de erro do modelo. Os resultados obtidos a partir destes pré-testes forneceram uma orientação valiosa para a escolha do modelo econométrico mais adequado, e para a interpretação precisa dos resultados, garantindo a confiabilidade das estimativas e inferências realizadas ao longo do estudo.

Para saber qual especificação é a mais apropriada para um determinado processo de geração de dados que retrate a dinâmica espacial do preço de terra, considerou-se as estratégias descritas em LeSage (2009) e Elhorst (2010), partindo de uma especificação geral para modelos de painel espacial, conforme as equações 2, 3 e 4:

$$l_t(Y_{i,t}) = \beta l_t(X_{i,t-1}) + \rho \sum_{j=1}^n w_{ij} l_t(Y_{j,t}) + \theta \sum_{j=1}^n w_{ij} l_t(X_{j,t-1}) + \mu_i + \varphi_t + u_{i,t} \quad (2)$$

com

$$u_{i,t} = \lambda \sum_{j=1}^n w_{ij} u_{j,t} + \varepsilon_{i,t} \quad i = 1, \dots, n \quad t = 1, \dots, T \quad (3)$$

e

$$\varepsilon_{i,t} \sim i. i. d. (0, \sigma_\varepsilon^2) \quad (4)$$

Em que $Y_{i,t}$ contém as observações sobre o preço de terra de aptidão boa para o município i no período t . O parâmetro β representa as variáveis explicativas defasadas no tempo $t - 1$; o parâmetro ρ captura a sensibilidade da variável independente sobre a variável defasada espacialmente (preço de terra de aptidão boa dos municípios vizinhos); θ representa as variáveis independente defasadas espacialmente e temporalmente (variáveis explicativas dos vizinhos); e λ é o parâmetro de erro espacial, ou seja, é um coeficiente escalar que indica a intensidade da autocorrelação espacial entre os resíduos da equação. Os demais parâmetros seguem a especificação da Equação (1).

Para tanto, se $\lambda = 0$, tem-se o modelo Spatial Durbin Model (SDM), se $\rho = 0$ e $\theta = 0$, tem-se o modelo espacial autoregressivo (SAR), que pode ser considerado como uma média espacialmente ponderada do preço de terra de aptidão boa de todos os vizinhos da região i 's. Se $\theta = -\beta$, tem-se o modelo de Erro Espacial (SEM), que mensura o efeito médio dos erros dos vizinhos em relação ao resíduo da região em questão. Para encontrar o modelo espacial com melhor ajustamento foi aplicado o teste de Wald. O teste permite verificar que se a hipótese nula dos parâmetros $\theta = 0$ e $\rho \neq 0$ (SDM = SAR) ou $\theta = -\beta$ (SDM = SEM) são iguais a zero, indicando que uma abordagem espacial menos complexa (SAR e SEM) é preferível a uma mais complexa (SDM). Caso a hipótese nula não for rejeitada, a escolha do modelo SAR ou SEM se dá pelo critério de seleção AIC.

Para este caso, há cinco possibilidades: (i) o modelo SDM ser diferente do modelo SAR, então o modelo SDM é preferível; (ii) o modelo SDM é igual ao modelo SAR, então o modelo SAR é preferível; (iii) o modelo SDM é igual ao modelo SEM, então o modelo SEM é preferível e; (iv) os modelos SAR e SEM são preferíveis ao modelo SDM, então o modelo com o melhor critério de informação AIC deverá ser escolhido; (v) o modelo SDM é diferente do modelo SEM, então o modelo SDM é preferível. Há também uma sexta possibilidade, em que um dos casos o modelo SDM é preferível a um modelo SAR (SEM), mas na outra possibilidade o modelo SEM (SAR) é preferível ao modelo SDM. De modo geral, sempre será preferido a abordagem menos complexa para capturar as relações espaciais que geram autocorrelação espacial nos resíduos ao invés de abordagens mais complexas, como preconiza a literatura (ELHORST, 2010).

Em um contexto espacial, a alteração de uma variável explicativa em uma unidade específica impacta não só essa unidade, como também as unidades adjacentes (LESAGE; PACE, 2009). Dado que o operador inverso representa o multiplicador da matriz

espacial, como apresentado na Equação 5, isso implica na existência de efeitos marginais diretos, indiretos e totais. Desta forma, o β dos modelos SDM e SAR será o β que representa os efeitos marginais totais das variáveis explicativas sobre o preço de terra de aptidão boa.

$$\left[\frac{\partial}{\partial X_n} \right] = (I - \rho)^{-1} \begin{bmatrix} \beta_k & \dots & w_{1n}\theta_k \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ w_{n1}\theta_k & \dots & \beta_k \end{bmatrix} \quad (5)$$

Por fim, os modelos espaciais foram estimados pelo método de máxima verossimilhança. Utilizou-se o teste de restrição de parâmetros λ , θ e ρ para identificar o modelo que melhor representa o processo espacial. Todos os modelos foram estimados com erros padrão robusto. O erro padrão robusto é calculado ajustando-se a matriz de covariância dos erros, considerando a heterocedasticidade. Esse procedimento garante que as análises sejam mais confiáveis, especialmente quando a premissa de homocedasticidade não é atendida.

4.5.3 Escolha da matriz de vizinhança espacial

Após a exclusão de municípios sem dados de preço de terra agrícola para os cinco anos do estudo, identificou-se falta de contiguidade em diversas localidades, ocasionando-se diferentes ilhas dispersas (Figura 1). Para contornar o problema com falta de dados, duas formas de lidar com isso podem ser realizadas. Na primeira, reduzir-se-ia o banco de dados considerando somente os municípios contíguos e se utilizaria uma matriz de vizinhança do tipo *queen* e *rook*¹, contudo ocasionaria na perda de informações de municípios relevantes para o mercado de terras, como os dos estados de Mato Grosso, de Mato Grosso do Sul e de Goiás. Já na segunda, utilizar-se-ia uma matriz de vizinhança que considere todos os municípios, apesar das ilhas, como a matriz de vizinhança de knn (*k-nearest neighbors*). Desse modo, optou-se por utilizar a segunda forma, ou seja, utilizando a matriz de vizinhança de knn, pois permite considerar todos os municípios levantados, inclusive aqueles que são ilhas, preservando a integridade dos dados e garantindo uma análise mais completa e representativa do mercado de terras.

Este estudo selecionou as matrizes espaciais com base no critério “*goodness-of-fit*” sugerido por Stakhovych e Bijmol (2009), Zhang e Yu (2018) e Kubara e Kopczewska

¹ A matriz de vizinhança *queen* considera como vizinhos todos os municípios que compartilham um lado ou um vértice com um dado município, já a matriz de vizinhança *rook* considera como vizinhos apenas os municípios que compartilham um lado com um dado município (ANSELIN, 1988).

(2023). O uso do critério de informação de Akaike (AIC) é fundamental para avaliar a eficácia de modelos econométricos espaciais que incluem diferentes números de vizinhos próximos na matriz de ponderação espacial W , especialmente em duas situações: (i) ao estimar o modelo em dados de pontos geolocalizados sem orientação explícita sobre o valor ideal de vizinhos mais próximos, ou seja, sem uma base teórica a priori e (ii) ao lidar com diferentes padrões espaciais, pois uma matriz W única generaliza diversas estruturas espaciais que podem estar presentes na análise em questão (KUBARA; KOPCZEWSKA, 2023).

O cálculo do critério de informação AIC é realizado para cada modelo, e aquele que apresenta o menor AIC tem a probabilidade mais alta de refletir a estrutura de vizinhança adequada. Esse resultado é equivalente à maximização do valor da log-verossimilhança. Ao minimizar o AIC para um conjunto de modelos concorrentes, pode-se encontrar o número ótimo de vizinhos mais próximos que garanta o melhor ajuste (KUBARA; KOPCZEWSKA, 2023)².

A estrutura espacial utilizada possui 2.015 municípios, sendo que a média de vizinhanças no Brasil é de 5.35, e o maior é São Paulo, que possui 21 vizinhos. Neste estudo, os modelos foram estimados utilizando a matriz de pesos espaciais *k-nearest neighbors*, com o número de vizinhos variando de 1 a 30. Esse intervalo mais amplo permite encontrar a matriz de relação espacial que tenha a maior probabilidade de estar correta. Logo, ao assumir um k de até 30 vizinhanças, tem-se como *upper bound*, um número acima do verificado no município com maior número de vizinhos, e mais que o dobro do número médio de vizinhança observada nos municípios, e como *lower bound* espera-se que ao menos haja uma relação de vizinhança para cada município.

Foram realizados testes adicionais de robustez utilizando outras matrizes de vizinhança com números reduzidos, fixados em 3 e 6 vizinhos. Como a média de vizinhanças nos municípios do estudo foi de 5.35, testar valores próximos a essa média (como 3 e 6) permite verificar a robustez do modelo em cenários que espelham a estrutura espacial média dos municípios. Desse modo, será avaliado se os resultados do modelo permanecem consistentes quando diferentes números de vizinhos (k) são usados na matriz de pesos espaciais. Se os resultados forem robustos, eles devem ser relativamente estáveis independentemente do valor de k .

² Os autores encontraram resultados robustos por meio de simulação computacional. Além disso, forneceram evidências práticas de que uma matriz W mal especificada pode resultar em um viés de 20% dos parâmetros do modelo.

4.6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise das estatísticas descritivas revela que o preço médio da terra de lavoura de aptidão boa é de R\$ 32.336,75, com um desvio padrão de R\$ 31.700,71 (Tabela 1). Esta variação sugere que a localização é um fator que influencia no preço da terra, com os municípios Paraná apresentando preços de terras agrícolas mais altos dentre os 2.015 municípios abordados. A densidade populacional, com média de 115,4 habitantes por km² e desvio padrão de 514,8 habitantes por km², varia de 0,342 a 11.217,4 (Osasco, São Paulo), refletindo as diferenças demográficas dos municípios analisados.

Tabela 1. Estatísticas descritivas das variáveis utilizadas na análise espacial

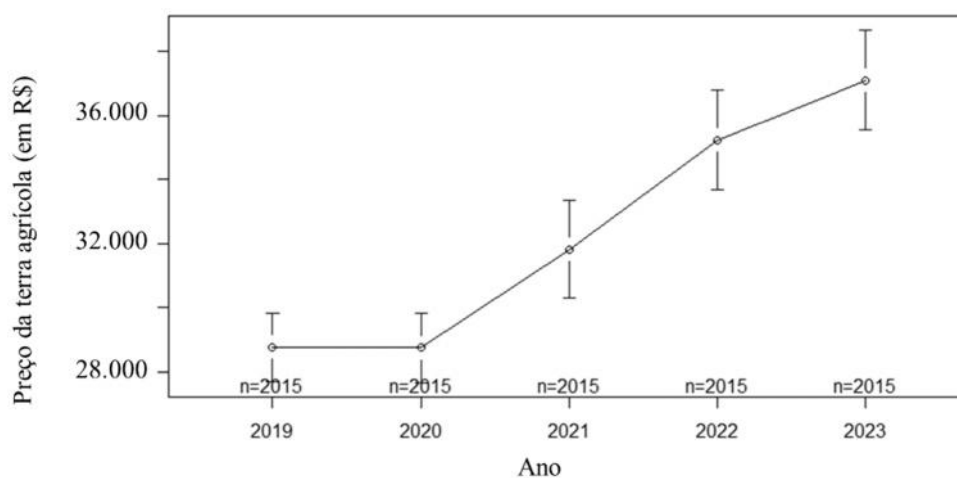
	Média	Desvio padrão	Mínimo	Máximo	Erro padrão
preco_terra	32336,75	31700,71	987,6207	832764,5	315,8249
vbp_agri	10989,91	10597,74	0	195098,8	105,5822
cobertura_agri	0,211117	0,22541	0	0,882087	0,002246
credito_agri	11507,48	312116,7	0	28858984	3109,528
superficie_agua	0,014536	0,03514	0	0,401617	0,00035
superficie_agua^2	0,001446	0,007807	0	0,161296	0,000078
rodovia	0,177617	0,203926	0	2,541518	0,002032
mancha_urbana_var	0,014	0,018	-0,020	0,418	0,000181
densidade_pop	115,4497	514,7617	0,342991	11217,4	5,128421

A variável de mancha urbana apresenta uma variação de até 41,8%, e desvio padrão de 1,8%, sugerindo mudanças significativas na extensão urbana em algumas áreas. O VBP da agricultura tem uma média de R\$ 10.989,91, e um desvio padrão de R\$ 10.597,74, indicando variabilidade possivelmente influenciada pelo uso do solo. Essas variáveis são essenciais para o planejamento e a formulação de políticas públicas voltadas ao desenvolvimento regional e agricultura.

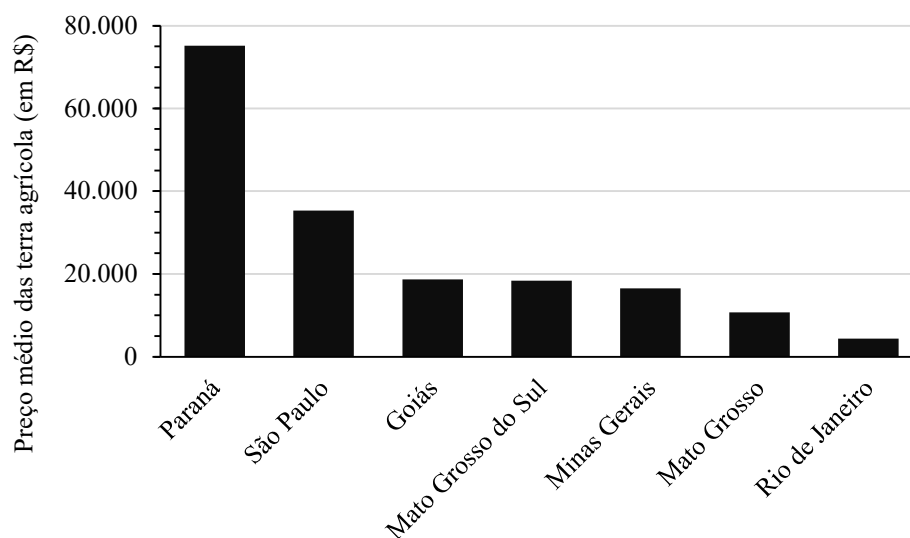
Verificou-se estabilidade nos preços entre 2019 e 2020, seguida de um crescimento mais acentuado a partir de 2021 (Figura 2a). Além disso, há uma considerável variação nos preços da terra entre diferentes estados brasileiros, com Paraná destacando-se com os preços mais altos e estados como Mato Grosso do Sul e Rio de Janeiro apresentando preços mais baixos (Figura 2b). O tamanho da amostra também varia, o que pode influenciar a precisão das médias apresentadas.

Figura 2. Análise temporal e comparativa dos preços das terras agrícolas no Brasil

(a) Análise temporal dos preços das terras agrícolas com intervalo de máximo e mínimo.



(b) Preços médios das terras agrícolas em diferentes estados do Brasil



Em relação ao I de Moran (Tabela 2), observou-se que variáveis como `preco_terra`, `cobertura_agri` e `vbp_agri` apresentam índices elevados e significativos, indicando que há uma forte autocorrelação espacial, ou seja, estas variáveis tendem a exibir padrões semelhantes em áreas geograficamente próximas. Isso sugere que áreas com altos preços de terra, maior cobertura agrícola e maior valor bruto da produção agrícola tendem a estar agrupadas, o que pode refletir uma homogeneização dessas características em determinados territórios.

Tabela 2. Teste I de Moran para as variáveis selecionadas e sua significância estatística (p valor)

Variável	Valor do Índice de Moran
preco_terra	0,7902***
vbp_agri	0,4494***
cobertura_agri	0,8395***
credito_agri	0,0795***
superficie_agua	0,4453***
superficie_agua^2	0,2656***
rodovia	0,1770***
mancha_urbana_var	0,1545***
densidade_pop	0,5669***

Notas: Nível de significância ***<0,01; **<0,05 e *<0,1

Variáveis como credito_agri, superficie_agua e rodovia possuem valores mais baixos de autocorrelação espacial. O credito_agri, por exemplo, sugere que a distribuição do crédito agrícola não segue um padrão espacial claro, indicando possível dispersão ou a falta de concentração em áreas específicas. Outras variáveis, como superficie_agua e rodovia, indicam uma correlação espacial mais fraca, com áreas próximas não necessariamente exibindo características similares em termos de água ou infraestrutura rodoviária.

A partir das análises do OLS, identificou-se que nos resíduos há claros sinais de autocorrelação espacial e dependência espacial, indicando a influência de observações vizinhas e a não distribuição independente dos efeitos no espaço (Tabela 3). Com os testes LMI, RLMI e LMe apresentando resultados estatisticamente significativos, esse resultado ressalta a importância de se considerar a espacialidade na interpretação dos resultados.

Tabela 3. Determinantes dos preços das terras agrícolas dos municípios do Brasil, entre 2019 e 2023

Variável	Preço de terra			
	OLS	SDM	SAR	SEM
β				
vbp_agri	0,030*** (0,009)***	0,012 (0,009)	0,020*** (0,008)	0,015* (0,008)
cobertura_agri	0,479 (0,494)	-0,028 (0,665)	0,366 (0,482)	0,241 (0,597)
credito_agri	0,018** (0,006)	0,006 (0,006)	0,009* (0,006)	0,008 (0,006)
superficie_agua	-6,840*** (1,636)	-2,632 (1,684)	-3,953*** (1,439)	-3,717** (1,462)
superficie_agua^2	10,920 (6,003)	3,010 (4,934)	5,274 (5,182)	3,590 (4,582)
rodovia	0,115* (0,061)	-0,030 (0,061)	0,006 (0,058)	0,030 (0,062)
mancha_urbana_var	-0,280 (0,220)	0,046 (0,214)	-0,053 (0,208)	-0,060 (0,217)
densidade_pop	0,002 (0,048)	-0,027 (0,049)	-0,018 (0,046)	-0,022 (0,048)
θ				
vbp_agri		0,060*** (0,019)		
cobertura_agri		-0,129 (1,147)		
credito_agri		0,050*** (0,019)		
superficie_agua		-14,470** (6,573)		
superficie_agua^2		56,095** (23,066)		
rodovia		0,189 (0,161)		
mancha_urbana_var		-0,246 (0,512)		
densidade_pop		0,087 (0,122)		
ρ				
		0,456*** (0,026)	0,469*** (0,026)	
λ				
				0,539*** (0,027)
Controle para cobertura	Sim	Sim	Sim	Sim
Controle para preço	Sim	Sim	Sim	Sim
Efeito fixo de município	Sim	Sim	Sim	Sim
Efeito fixo de tempo	Sim	Sim	Sim	Sim
Obs.	10075	10075	10075	10075
R2	0,2771	0,2939	0,2327	0,2061
LogLik	4218,446	4586,657	4529,806	4518,4011
AIC	-8402,893	-9117,314	-9029,613	-9006,802
BIC	-8280,19	-8915,215	-8921,346	-8898,535
LMI	492,77***			
RLMI	66,992***			
LMe	426,01***			
RLMe	0,233			
Constraint		Prob>Chi2		
$\theta = 0$ and $\rho \neq 0$		0,0001		SAR \neq SDM
$\theta = -\beta\rho$		0,0000		SEM \neq SDM

Notas: Nível de significância ***<0,01; **<0,05 e *<0,1. () Erro Padrão Robusto.

Diante da constatação de autocorrelação e dependência espacial nos dados, estimou-se o modelo espacial SDM. Além disso, foi realizado o teste de Wald, a fim de

determinar se a modelagem espacial mais complexa, representada pelo SDM, seria mais adequada em comparação com modelagens menos complexas, como SAR e SEM (Tabela 3). Esse teste foi importante para avaliar se a complexidade adicional do SDM se traduz em um ajuste estatisticamente superior, ou se modelos mais simples, como SAR e SEM, seriam suficientes para a análise.

O teste de hipótese foi aplicado para comparar os parâmetros do modelo SDM com os dos modelos SAR e SEM. Os resultados indicaram que os parâmetros do SDM são estatisticamente distintos daqueles dos modelos SAR e SEM. Portanto, os parâmetros que foram analisados e considerados para a avaliação derivam especificamente do modelo SDM. A escolha da matriz espacial se deu pelo critério “*goodness-of-fit*” e está disponível no Apêndice. A matriz espacial que apresentou o menor AIC foi aquela com valor de *knn* igual a 19.

Dado que o modelo selecionado para a análise foi o SDM, observa-se que o parâmetro de defasagem espacial, ρ , demonstrou ser positivo e estatisticamente significativo (0,4524). Tal resultado implica na existência de um “*spillover*” espacial no preço de terra agrícola. Em outras palavras, o ρ positivo indica a existência de autocorrelação espacial global positivas. Resultado semelhante foi verificado no estudo de Marques e Telles (2023), cujo valor de ρ também foi positivo e significativo (0,456), confirmando assim a existência de um *spillover* espacial no preço das terras agrícolas na região Centro-Sul do Brasil. Importante destacar que mesmo com uma matriz de vizinhança com o número de vizinhos reduzidos, com 6 ou 3 vizinhos (Apêndice), os resultados evidenciaram a existência de um “*spillover*” espacial positivo e significativo no preço de terra agrícola nos municípios. Em seguida, os efeitos marginais totais do SDM foram analisados, considerando o impacto direto e indireto das variáveis no contexto espacial do modelo (Tabela 4).

Tabelas 4. Efeitos diretos, indiretos e totais dos determinantes dos preços das terras agrícolas dos municípios do Brasil, entre 2019 e 2023

Variável	Efeitos diretos	Efeitos indiretos	Efeitos totais
vbp_agri	0,014 (0,009)	0,120*** (0,033)	0,134*** (0,034)
cobertura_agri	0,033 (0,623)	-0,359 (1,779)	-0,325 (1,609)
credito_agri	0,008 (0,006)	0,096*** (0,364)	0,104*** (0,037)
superficie_agua	-3,091* (1,709)	-28,374** (11,977)	-31,465*** (11,759)
superficie_agua^2	4,577 (4,711)	103,322** (43,606)	107,899** (44,947)
rodovia	-0,018 (0,061)	0,316 (0,263)	0,297 (0,266)
mancha_urbana_var	0,032 (0,208)	-0,421 (0,865)	-0,389 (0,880)
densidade_pop	-0,027 (0,047)	0,136 (0,217)	0,110 (0,216)

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

Observou-se um efeito positivo e significativo da variável vbp_agri sobre o preço de terra agrícola. Resultados positivos e significativos da variável VBP da agricultura sobre o preço da terra agrícola também foram encontrados em estudos para outras localidades, como no estado Paraná (MALASSISE; PARRÉ; FRAGA, 2015), na Alemanha e Itália (MENZEL *et al.*, 2017), e na Coreia do Sul (LEE, 2021).

No tocante a variável credito_agri também se verificou efeito positivo e significativo com o preço de terras. Efeitos positivos e significativos da variável de crédito sobre o preço da terra também foram constatados em estudos para o estado do Paraná (MALASSISE; PARRÉ; FRAGA, 2015) e para os Estados Unidos (WANG, 2018), em que atestaram a importância de financiamentos e subsídios do governo dentro do setor agropecuário. Quando o financiamento está facilmente acessível e com baixas taxas de juros atraentes, a demanda por terras agrícolas aumenta, pois mais agricultores e investidores podem adquirir terras, o que tende, segundo Rezende (1985) a elevar os preços das terras, dada a oferta relativamente inelástica.

Em relação às variáveis de superfície de água, verificou-se dois comportamentos distintos. Um efeito negativo significativo para a variável linear (superficie_agua) e um efeito positivo significativo para a variável ao quadrado (superficie_agua^2), a qual sugere uma relação em forma de \cap , onde o preço da terra inicialmente diminui com o aumento da superfície de água até certo ponto, após o qual começa a aumentar. É provável que a inclusão de muitos municípios do Pantanal, conhecidos por suas extensas planícies alagadas, tenha influenciado os resultados do estudo. As planícies alagadas podem tornar algumas áreas menos adequadas para agricultura, com baixa fertilidade, clima

inóspito, com altas temperaturas e umidade elevada (DE SALIS, 2008), podendo apresentar impacto no preço da terra agrícola. Assim, a variável de superfície de água ao quadrado, ajudou a capturar essa complexidade, mostrando que após certo ponto a presença de água pode começar a ter um efeito positivo no preço da terra (MA; SWINTON, 2011). Estudos de mercado de terra considerando a variável água constataram que os preços das terras agrícolas diminuem à medida que aumenta a distância entre a propriedade rural e o rio ou lago (SEKÁČ et al., 2017), além disso, a acessibilidade à água traz alguns benefícios, como a redução dos custos de implementação de sistemas de irrigação (SAMPSON; HENDRICKS; TAYLOR, 2019).

Em síntese, os resultados evidenciaram que há dependência espacial nos preços das terras agrícolas, por conta dos efeitos dos *spillovers*, destacando a importância de levar em consideração uma análise dos fatores espaciais nos estudos de determinando dos preços das terras agrícolas. Além disso, verificou-se que variáveis como VBP da agricultura, crédito rural e superfície de água desempenham um papel determinante na determinação dos preços das terras agrícolas no do Brasil. Portanto, a inclusão de variáveis espaciais é essencial para uma análise mais precisa e abrangente do mercado de terras agrícolas.

4.7 CONCLUSÕES

Os resultados destacam a importância de considerar a espacialidade ao interpretar os dados, especialmente ao analisar fenômenos econômicos como os preços das terras agrícolas.

Verificou-se que há dependência espacial nos preços das terras agrícolas, por conta dos efeitos dos *spillovers*.

Constatou-se que as variáveis VBP da agricultura, crédito rural e superfície de água exercem influência significativa na determinação dos preços da terra, evidenciando a relevância desses fatores na dinâmica do mercado.

Os efeitos espaciais identificados ressaltam a interdependência das dinâmicas regionais, evidenciando que a formação dos preços das terras deve ser analisada de forma integrada, considerando as influências espaciais e os impactos das interconexões territoriais.

Em síntese, a dependência espacial sugere que mudanças em uma área podem reverberar em áreas vizinhas, com isso, para promover um desenvolvimento agrícola sustentável e equilibrado, é importante que se leve em conta esses aspectos espaciais na formulação de estratégias econômicas.

5 CONCLUSÃO GERAL

As mudanças econômicas, tais como crises e instabilidades econômicas presenciadas no Brasil entre 1977 e 2022, impactaram nos preços das terras agrícolas do Brasil.

No Brasil, verificou-se fortes oscilações nos preços das terras agrícolas principalmente nos períodos de instabilidade econômica na metade da década de 1980 e início de 1990, queda após a implantação do Plano Real em 1994 e aumento gradual de seus preços após a década de 2000.

No Brasil, a terra agrícola tornou-se um ativo estratégico, impulsionado pela financeirização do mercado, o que levanta preocupações sobre concentração fundiária e impactos na agricultura familiar.

As regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste concentraram os maiores preços, enquanto o Norte e o Nordeste registraram os menores, refletindo diferenças produtivas, acesso ao crédito e infraestrutura.

Com relação aos efeitos espaciais, identificou-se que as variáveis Valor Bruto da Produção agrícola, crédito rural e superfície e água são significativos para a determinação dos preços da terra.

Os resultados destacam a importância de considerar a espacialidade ao interpretar os dados, especialmente ao analisar fenômenos econômicos como os preços das terras agrícolas.

A dependência espacial aponta que alterações em uma região podem afetar as áreas ao seu redor. Assim, para fomentar um desenvolvimento agrícola equilibrado e sustentável, é essencial considerar esses aspectos espaciais na criação de estratégias econômicas. Diante disso, políticas públicas equilibradas são essenciais para garantir um crescimento sustentável e inclusivo no setor agrícola brasileiro.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, G.; LOPES, A.; RIBEIRO, R.; TORRES, A. Mercado de terras: balanço nos principais estados agrícolas. **Agroanalysis**, v. 33, p. 15-17, 2013.
- ANSELIN, Luc. 1988. **Spatial econometrics: methods and models**. Kluwer Academic Publishers.
- ARAÚJO, M. L. S.; SANO, E. E.; BOLFE, E. L.; SANTOS, J.R.N.; SANTOS, J.S.; SILVA, F.B. Spatiotemporal dynamics of soybean crop in the MATOPIBA region, Brazil (1990–2015). **Land Use Policy**, v. 80, p. 57-67, 2019.
- ASSUMPCÃO, A. L.; PRATES, G. A.; GALLI, L. C. do L. A.; TAMASHIRO, H. R. S. Indicadores de sustentabilidade, definidos no padrão de produção bonsucro de usinas sucroenergéticas do estado de São Paulo visando o mercado Europeu. **Brazilian Journal of Development**, v. 5, p. 11634-11654, 2019.
- BACHA, C. J. C. A determinação do preço de venda e de aluguel da terra na agricultura. **Estudos Econômicos**, v. 19, n. 3, p. 443-456, 1989.
- BACHA, C. J. C. **Economia e política agrícola no Brasil**. São Paulo: Atlas, 2004.
- BACHA, C. J. C.; STEGE, A. L.; HARBS, R. Ciclos de preços de terras agrícolas no Brasil. **Revista de Política Agrícola**, v. 25, n. 4, p. 18-37, 2016.
- BARBOSA FILHO, F. H. A crise econômica de 2014/2017. **Estudos Avançados**, v. 31, n. 89, p. 51-60, 2017.
- BC - Banco Central do Brasil. **Matriz de Dados do Crédito Rural**. 2024. Disponível em <<https://www.bcb.gov.br/estabilidadefinanceira/micrrural>>. Acesso em 15 fev. 2024.
- BRANDÃO, A. S. P. **O preço da terra no Brasil: verificação de algumas hipóteses**. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1986. (Ensaio Econômico da EPGE, 79)
- BRASIL. **Lei nº 601, de 18 de setembro 1850**. Brasília, 2023a. Disponível em <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/10601-1850.htm>. Acesso em 05 mai. 2023.
- BRASIL. **Lei nº 4.504, de 30 de novembro de 1964**. Brasília, 2023b. Disponível em <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/14504.htm>. Acesso em 05 mai. 2023.
- BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, 2023c. Disponível em:< https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm>. Acesso em 05. mai. 2023.
- BRASIL. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012**. Brasília, 2023d. Disponível em <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm>. Acesso em 05 mai. 2023.
- BRASIL. Receita Federal do Brasil. **Valores de Terra Nua**. 2023e. Recuperado em 17 de agosto de 2023, de <<https://www.gov.br/receitafederal/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/documentos-tecnicos/vtn>>

- BRUNO, E.; CASTELLANO, R.; PUNZO, G.; SALVATI, L. Direct and spillover effects of short- and long-term land pricing drivers: Evidence from Italian districts, 1992–2019. **Journal of Regional Science**, v. 64, p. 804–839, 2024. <https://doi.org/10.1111/jors.12690>
- CALMON, D. Shifting frontiers: the making of Matopiba in Brazil and global redirected land use and control change. **The journal of peasant studies**. v. 49, n. 2, p. 263-287, 2022. <https://doi.org/10.1080/03066150.2020.1824183>
- CAMARA, M. R. G.; CALDARELLI, C. E. Expansão canavieira e o uso da terra no estado de São Paulo. **Estudos avançados**, v. 30, n. 88, p. 93-116, 2016. DOI: 10.1590/s0103-40142016.30880008
- CAMARGO, A. M. M. P.; CAMARGO, F. P.; SIQUEIRA, A. C. N.; CAMARGO FILHO, W. P.; FRANCISCO, V. L. F. S. Valorização da terra agrícola conforme o uso regional do solo no estado de São Paulo. **Informações Econômicas**, v. 34, n. 1, p.28-40, 2004.
- CAMARGO, A. M. M. P.; FERREIRA, C. R. R. P. T. Evolução do preço da terra agrícola no Brasil 1966-1986. **Agricultura em São Paulo**, v. 36, n. 1, p. 45-72, 1989.
- CASTRO, A. C.; FONSECA, M.G.D. O potencial do agribusiness na fronteira. **Revista de Economia Política**, v. 14, n. 1, p. 63-84, 1994.
- CAVAILHÈS, J.; THOMAS, I. Are agricultural and developable land prices governed by the same spatial rules? The case of Belgium. **Canadian Journal of Agricultural Economics**, v. 61, n. 3, 439-463, 2013.
- CEHELISKY, M. **Land reform in Brazil**: The management of social change. Routledge, 2019.
- CHRYST, W. E. Land values and agricultural income: A paradox? **Journal of Farm Economics**, v. 47, n. 5, p. 1265-1273, 1965.
- COTTELEER, G.; STOBBE, T.; KOOTEN, G. C. Bayesian model averaging in the context of spatial hedonic pricing: an application to farmland values. **Journal of Regional Science**, v. 51, n. 3, p. 540–557, 2011.
- DIAS, G. L. S.; VIEIRA, C. A.; AMARAL, C. M. Comportamento do mercado de terras no Brasil. **CEPAL**, 2001, 83p.
- EGLER, C. A. Preço da terra, taxa de juro e acumulação financeira no Brasil. **Revista de Economia Política**, v. 5, n. 1, p. 112-135, 1985.
- ELHORST, J. P. Applied spatial econometrics: raising the bar. **Spatial economic analysis**, v. 5, n.1, p. 9-28, 2010.
- FEICHTINGER, P.; SALHOFER, K. The Fischler reform of the common agricultural policy and agricultural land prices. **Land Economics**, v. 92, n. 3, p. 411-432, 2016.
- FERRO, A. B.; CASTRO, E. R. Determinantes dos Preços de Terras no Brasil: uma análise de região de fronteira agrícola e áreas tradicionais. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 51, n. 3, p. 591-610, 2013.

- FLEXOR, G; LEITE, S. P. Land Market and Land Grabbing in Brazil during the Commodity Boom of the 2000s. **Contexto Internacional**, v. 39, n. 2, 2017.
- FRANÇA, L. C. J., SILVA, J. B. L., LISBOA, G. S., MUCIDA, D. P., CERQUEIRA, C. L., SANTOS, E. L. Análise espaço-temporal da cobertura vegetal em uma bacia hidrográfica na região do MATOPIBA, Brasil. **Nativa**, v. 6, n. especial, p. 737-744, 2018.
- FREITAS, E. O. A Cerca Jurídica da Terra. **Confluências**, v. 7, p. 34-41, 2006.
- GAFFNEY, M. The Role of Land Markets in Economic Crises. **American Journal of Economics and Sociology**, v. 68, n. 4, p. 855-888, 2009.
- GRACIANO, M. C.; SANTOS, L. L. Função social da propriedade: O ambiental e o econômico na questão da desapropriação agrária. **Retratos de Assentamentos**, v. 20, n. 1, p.93-110, 2017.
- GUIMARÃES, L. T.; TURETTA, A. P. D.; COUTINHO, H. L. C. Uma proposta para avaliar a sustentabilidade da expansão do cultivo da cana-de-açúcar no Estado do Mato Grosso do Sul. **Sociedade & Natureza**, v. 22, n. 2, p. 313-327, 2010.
- HARBS, R.; BACHA, C. J. C. Análise da distribuição dos preços de terras para lavouras no Brasil. **Revista de Política Agrícola**, v. 31, n. 2, p. 87-104, 2022.
- HARBS, R.; BACHA, C. J. C. Modelo Teórico de Convergência do Preço da Terra Agrícola e sua Estimativa para o Brasil. **Revista Portuguesa de Estudos Regionais**, n. 63, p. 45-63, 2023.
- HARBS, R.; BACHA, C. J. C. Existiu convergência do preço da terra agrícola no Brasil de 1979 a 2005? **Revista Econômica do Nordeste**, v. 55, n. 2, p. 87-104, 2024.
- HECK, C. R. A expansão produtiva agropecuária no estado de Mato Grosso e seus impactos fundiários e ambientais a partir dos anos 2000. **Informe GEPEC**, v. 25, n. 2, p. 62–84, 2021.
- HUANG, H.; MILLER, G. Y.; SHERRICK, B. J.; GOMEZ, M. I. Factors Influencing Illinois farmland values. **American Journal of Agricultural Economics**, v. 88, p. 458-470, 2006.
- HUETTEL, S.; ODENING, M.; KATARIA, K.; BALMANN, A. Price formation on land market auctions in East Germany—an empirical analysis. **Journal of Agricultural Economics**, v. 62, n. 2, p. 99-115, 2013.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário 2017**. 2017. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 20 jun. 2024.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Agrícola Municipal – PAM**. Sistema IBGE de recuperação automática – SIDRA. 2024. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 10 mar. 2024.
- JOSHI, J.; ALI, M.; BERRENS, R. P. Valuing farm access to irrigation in Nepal: A hedonic pricing model. **Agricultural Water Management**, v. 181, p. 35-46, 2017.
- KEYNES, J. M. **A teoria geral do emprego, do juro e da moeda**. São Paulo: Nova Cultural, 1996. (Os Economistas)

- KUBARA, M.; KOPCZEWSKA, K. Akaike information criterion in choosing the optimal k-nearest neighbours of the spatial weight matrix. **Spatial Economic Analysis**, p. 1-19, 2023.
- LEE, C. Determinants of farmland prices and their local variation. **Bulletin of Geography**, n. 54, p. 77-87, 2021.
- LEHN, F.; BAHRS, E. Analysis of factors influencing standard farmland values with regard to stronger interventions in the German farmland market. **Land Use Policy**, v. 73, p. 138-146, 2018.
- LESAGE, J.; PACE, R. K. **Introduction to spatial econometrics**. Chapman and Hall/CRC, 2009.
- LIMA, T. P.; FRANÇA, L. C. J.; SILVA, J. B. L.; FURTINI, M. B. Intensidade de Exploração do Solo em uma Sub-Bacia do Rio Uruçuí-Preto, Piauí. **Revista Educação Agrícola Superior**, v. 29, n. 1, 2014.
- LIVANIS, G.; MOSS, C. B.; BRENNEMAN, V. E.; NEHRING, R. F. Urban sprawl and farmland prices. **American Journal of Agricultural Economics**, v. 88, n. 4, p. 915-929, 2006.
- MA, S., SWINTON, S. M. Valuation of ecosystem services from rural landscapes using agricultural land prices. **Ecological Economics**, v. 70, n. 9, p. 1649-1659, 2011.
- MACEDO, F. C. Análise do preço da terra no estado de Goiás. **Boletim Goiano de Geografia**, v. 35, n. 1, p. 133-155, 2015.
- MALASSISE, R. L. S.; PARRE, J. L.; FRAGA, G. J. O comportamento do preço da terra agrícola: um modelo de painel de dados espaciais. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 53, n. 4, p. 645-666, 2015.
- MALTHUS, T. R. **Princípios de economia política e considerações sobre sua aplicação prática: Ensaio sobre a população**. São Paulo: Nova Cultural, 1996. (Os Economistas)
- MAPBIOMAS – Coleções do MapBiomass no Brasil. Disponível em: <<https://brasil.mapbiomas.org/estatisticas/>>. Acesso em 15. mar. 2024.
- MARCATO, A. Os fatores determinantes do preço da terra agrícola no estado de Santa Catarina. **Textos de Economia**, v. 19, n. 1, p. 48-72, 2016.
- MARQUES, F. C.; TELLES, T. S. Os efeitos espaciais são fatores determinantes dos preços das terras agrícolas no Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 61, n. 3, p. e262420, 2023.
- MARSHALL, A. **Princípios de economia. Tratado introdutório, natura non facit saltum**. São Paulo: Nova Cultural, 1996. (Os Economistas)
- MATOS, P. F.; PESSÔA, V.L.S. Modernização da agricultura no Brasil e os novos usos do território. **Geo UERJ**, v. 2, p. 290-322, 2011.
- MENDONÇA, M. L.; PITTA, F. T. Land Speculation by International Financial Capital in Brazil. **Latin American Perspectives**, v. 49, n. 5, p. 146-160, 2022.

MENZEL, F.; GHIDONI, A.; DE NONI, I.; BAHRS, E.; CORSI, S. Factors influencing German and Italian farmland prices – a spatial econometric analysis. **Journal of the Austrian Society of Agricultural Economics**, v. 26, p. 189-198, 2017.

MESZAROS, G. Taking the Land into their Hands: The Landless Workers' Movement and the Brazilian State. **Journal of Law and Society**, v. 27, n. 4, p. 517-541, 2000.

MICHELLON, E.; REYDON, B. P. O mercado de terras e o manejo do solo e da água em microbacias hidrográficas: o caso do Paraná Rural. **Acta Scientiarum: Human and Social Sciences**, v. 25, n. 1, p. 175-184, 2003.

MIRANDA, J.; BÖRNER, J.; KALKUHL, M.; SOARES-FILHO, B. Land speculation and conservation policy leakage in Brazil. **Environmental Research Letters**, v. 14, n. 4, 045006, 2019.

MIRANDA, J.; BRITZ, W.; BÖRNER, J. Impacts of commodity prices and governance on the expansion of tropical agricultural frontiers. **Scientific Reports**, v. 14, n. 9209, 2024.

MOFFETTE, F.; PHANEUF, D.; RAUSCH, L.; GIBBS, H. The value of property rights and environmental policy in the Brazilian Amazon and Cerrado: evidence from a new database on land prices. **Working Paper**, p. 1-36, 2023

MOTHORPE, C.; HANSON, A.; SCHNIER, K. The impact of interstate highways on land use conversion. **The Annals of Regional Science**, v. 51, p; 833-870, 2013.

MYRNA, O.; ODENING, M.; RITTER, M. The influence of wind energy and biogas on farmland prices. **Land**, v. 8, n. 1, 19, p. 1-14, 2019.

NAPOLITANO, M. 1964: **História do Regime Militar Brasileiro**. São Paulo: Contexto, 2019, 365 p.

OLIVEIRA, F. H. F.; FELICIANO, C. A. Revisiting the Brazilian rural area: a debate about the agrarian question. 2020.

OLIVEIRA, J. T.; COSTA, I. D. N. Evolução recente do preço de terra no Brasil: 1966-74. **Revista de Economia Rural**, v. 15, p. 259-276, 1977.

OLIVEIRA, N. A. P.; FERREIRA, L. R. Determinantes do preço da terra no Brasil. **Revista de Política Agrícola**, v. 23, n. 4, p. 58-75, 2014.

OREIRO, J. L. A grande recessão brasileira: diagnóstico e uma agenda de política econômica. **Estudos Avançados**, v. 31, n. 89, p. 75-88, 2017.

PADILHA, W.; FARIAS, F. R.; ESPÍNDOLA, C. J. A Dinâmica da formação de grandes complexos agroindustriais cooperativos do Sul do Brasil: da década de 1950 aos anos 2000. **PEGADA - A Revista da Geografia do Trabalho**, v. 22, n. 2, 428-451, 2021.

PALLUDETO, A. W. A.; TELLES, T. S.; SOUZA, R. F.; MOURA, F. R. Sugarcane expansion and farmland prices in São Paulo State, Brazil. **Agriculture & Food Security**. v. 7, n. 1, p. 1-12, 2018.

PEREIRA, L. A. G.; OLIVEIRA, I. M. Geografia do comércio internacional, exportações e

- transportes de commodities agrícolas no Brasil. **Geosul**, v. 34, p. 328-355, 2019.
- PEREIRA, L. I. Governança da posse e estrangeirização de terras: apontamentos e Perspectivas, **Revista NERA**, v. 18, n. 29, p. 48-69, 2015.
- PICANÇO FILHO, A. F.; MARIN, J. O. B. A rede política canavieira e seus recursos de poder em Goiás. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 42, n. 2, p. 189-197, 2012. 10.1590/S1983-40632012000200005
- PINTOR, F.; SILVA, M. G.; PIACENTI, C. A. Crédito rural e crescimento econômico no Brasil. **Revista de Política Agrícola**, v. 24, p.5-19, 2015.
- PITTA, F. T.; BOECHAT, C. A.; MENDONÇA, M. L. A produção do espaço na região do MATOPIBA: violência, transnacionais imobiliárias agrícolas e capital fictício. **Estudos Internacionais**, v. 5, n. 2, p. 155-179, 2017.
- PITTA, F. T.; MENDONÇA, M.L.R.F. O capital financeiro e a especulação com terras no Brasil. **Mural Internacional**, v. 5, p. 46-55, 2014.
- PLATA, L. E. A. Dinâmica do preço da terra rural no Brasil: uma análise de co-integração. In: REYDON, B.P.; CORNÉLIO, F.N.M (Org.) **Mercados de terras no Brasil: estrutura e dinâmica**. Brasília: NEAD, 2006. p. 267-284. (Nead Debate, 7).
- POLYAKOV, M.; PANNELL, D. J.; PANDIT, R.; TAPSUWAN, S; PARK, G. Capitalized amenity value of native vegetation in a multifunctional rural landscape. **American Journal of Agricultural Economics**, v. 97, n. 1, p. 299-314, 2015.
- RACUL, A.; CIMPOIEȘ, D. Land-price determinants using the spatial econometrics modeling in the moldavian real estate market. **Scientific papers**, p. 113-122, 2012.
- RANGEL. I. M. **Questão agrária e agricultura**. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1979. (Encontros da Civilização Brasileira, 7)
- REYDON, B. P. **Mercado de terras agrícolas e determinante de seus preços no Brasil**. 1992. 320 f. Tese (Doutorado) – Instituto de Economia, Universidade Estadual de Campinas.
- REYDON, B. P.; PLATA, L. E. A. O plano real e o mercado de terras no Brasil: lições para a democratização do acesso à terra. In: REYDON, B.P.; CORNÉLIO, F.N.M (Org.) **Mercados de terras no Brasil: estrutura e dinâmica**. Brasília: NEAD, 2006. p. 267-284. (Nead Debate, 7).
- REYDON, B. P.; PLATA, L. E. A.; SPAROVEK, G.; GOLDSZMIDT, R. G. B.; TELLES, T. S. Determination and forecast of agricultural land prices. **Nova Economia**, v. 24, n. 2, p. 389-408, 2014.
- REYDON, B. P.; ROMEIRO, A.; PLATA, L. E. A.; SOARES, M. Preço elevado e o ITR. In: REYDON, B.P.; CORNÉLIO, F.N.M (Org.) **Mercados de terras no Brasil: estrutura e dinâmica**. Brasília: NEAD, 2006. p. 267-284. (Nead Debate, 7).
- REZENDE, G. C. A agricultura e a reforma do crédito rural. **Revista Brasileira de Economia**, v. 39, n. 2, p. 185-206, 1985.
- REZENDE, G. C. Ocupação agrícola e estrutura agrária no cerrado: o papel do preço da terra,

dos recursos naturais e da tecnologia. Rio de Janeiro: **IPEA**, 2002. (Texto para discussão, 913)

RIBEIRO, R. Momento pode ser oportuno para a aquisição de terras. **Agroanalysis**, v. 40, n. 8, p. 25-26, 2020.

RICARDO, D. **Princípios de economia política e tributação**. São Paulo: Nova Cultural, 1996. (Os Economistas)

ROCHA, I.; TRECCANI, G. D.; BENATTI, J. H.; HABER, L. M.; CHAVES, R. A. F. **Manual de Direito Agrário Constitucional: lições de Direito Agroambiental**. 3. ed. rev., ampl. e atual. Belo Horizonte: Fórum, 2019. 552p.

DE SALIS, S. M. Caracterização do Pantanal Mato-Grossense. In: Albuquerque, A. C. S.; Silva, A. G. (Org.). *Agricultura Tropical*. 2. ed. Brasília: Embrapa, 2008. p. 495-502.

SALOMÃO, I. Do Cruzado à moratória; o legado do experimento heterodoxo. **Revista de Estudos Sociais**, v. 18, p. 182-197, 2016.

SAMPSON, G. S.; HENDRICKS, N. P.; TAYLOR, M. R. Land market valuation of groundwater. **Resource and Energy Economics**, v. 58, 101120, 2019.

SANTOS, R. B. N.; BRAGA, M. J. Impactos do crédito rural na produtividade da terra e do trabalho nas regiões brasileiras. **Economia Aplicada**, v.17, p.299-324, 2013.

SANTOS, H. G.; MOURA, J. A.; SÁ, L. A. C. M.; PORTUGAL, J. L. Efeitos espaciais em mercados de terras rurais: modelagem, validação e avaliação de desempenho. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 68, n. 4, p. 759-777, 2016.

SARDARO, R.; SALA, P. L.; ROSELLI, L. How does the land market capitalize environmental, historical and cultural components in rural areas? Evidences from Italy. **Journal of Environmental Management**, v. 269, 110776, 2020.

SAUER, S. Soy expansion into the agricultural frontiers of the Brazilian Amazon: The agribusiness economy and its social and environmental conflicts. **Land Use Policy**, v. 79, p. 326-338, 2018.

SAUER, S.; LEITE, S. P. Agrarian structure, foreign investment in land, and land prices in Brazil. **The Journal of Peasant Studies**, v. 39 n. 3-4, p. 873-898, 2012.
doi:10.1080/03066150.2012.686492

SAYAD, J. Preço da terra e mercados financeiros. **Pesquisa e Planejamento Econômico**, v. 7, n. 3, p. 623-662, 1977.

SCOFIELD, W. H. Prevailing land market forces. **Journal of Farm Economics**, v. 39, n. 5, p. 1500-1510, 1957.

SEKÁČ, P.; ŠÁLEK, M.; WRANOVÁ, A.; KUMBLE, P.; SKLENIČKA, P. Effect of Water Features Proximity on Farmland Prices in a Landlocked Country: the Consequences for Planning. **Soil and Water Research**, v. 12, n. 1, p. 18-28, 2017.

SILLS, E. O.; CAVIGLIA-HARRIS, J. L. Evolution of the Amazonian frontier: Land values in Rondônia, Brazil. **Land Use Policy**, v. 26, n. 1, p. 55-67, 2008.

SILVA, L. O. **Terras devolutas e latifúndio: efeitos da lei de Terras de 1850**. 2. ed. Campinas: Ed. Unicamp, 2008.

SIMINSKI, A.; FANTINI, A. A Mata Atlântica cede lugar a outros usos da terra em Santa Catarina, Brasil. **Biotemas**, v. 23 n. 2, p. 51-59, 2010.

SKLENICKA, P.; MOLNAROVA, K.; PIXOVA, K. C.; SALEK, M. E. Factors affecting farmland prices in the Czech Republic. **Land Use Policy**, v. 30, p. 130-136, 2013.

SOUZA, J. G. A produção brasileira de etanol e seus efeitos sobre o valor da terra, sobre a concentração fundiária e sobre a homogeneização da paisagem. **Diversitates**, v. 5, n. 1, p. 29-58, 2013.

SPAROVEK, G.; BARRETTO, A.; KLUG, I.; PAPP, L.; LINO, J. A revisão do Código Florestal brasileiro. **Novos Estudos**, n. 89, p. 181-205, 2011.

SPAROVEK, G.; MAULE, R. F. Negotiated agrarian reform in Brazil. **Agricultural**, p. 291, 2009.

STANTON, J. M. Galton, Pearson, and the Peas: A Brief History of Linear Regression for Statistics Instructors. **Journal of Statistics Education**, v. 9, n. 3, p. 1-13, 2001.

STAKHOVYCH, S.; BIJMOLT, T. H. A. **Specification of spatial models: A simulation study on weights matrices**. Papers in Regional Science, v. 88, n. 2, p. 389-408, 2009.

STÉDILE, J. P. **A questão agrária no Brasil: o debate tradicional –1500-1960**. 2. Ed. São Paulo: Expressão Popular, 2005.

TELLES, T. S. **Conservação dos solos e preços de terras agrícolas no Brasil**. 2015. 135 f. Tese (Doutorado) – Instituto de Economia, Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2015.

TELLES, T. S.; PALLUDETO, A. W. A.; REYDON, B. P. Price movement in the Brazilian land market (1994-2010): an analysis in the light of post-Keynesian theory. **Revista de Economia Política**, v. 36, p. 109-129, 2016.

TELLES, T. S.; REYDON, B. P.; FERNANDES, V. B. Os determinantes do preço das terras agrícolas na história do pensamento econômico. **Economia e Sociedade**, Campinas, v. 27, n. 2, p. 525-545, 2018.

TONG, T.; YU, T. H. E.; CHO, S. H.; JENSEN, K.; UGARTE, D. D. L. T. Evaluating the spatial spillover effects of transportation infrastructure on agricultural output across the United States. **Journal of Transport Geography**, v. 30, p. 47-55, 2013.

VOLSI, B.; TELLES, T. S.; CALDARELLI, C. E.; CAMARA, M. R. G. The dynamics of coffee production in Brazil. **PLoS ONE**, v. 14, n. 7, e0219742, 2019.

VOLSI, B.; TELLES, T. S.; REYDON, B. P. Evolução dos preços das terras agrícolas no Paraná entre 1998 e 2015. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 40, n. 3, p. 670-682, 2017.

VON THÜNEN, J. H. **The isolated state in relation to agriculture and political economy**. Part III: Principles for the determination of rent, the most advantageous rotation period and

the value of stands of varying age in pinewoods. Hampshire: Palgrave Macmillan, 2009.

WANG, H. The spatial structure of farmland values: a semiparametric approach. **Agricultural and Resource Economics Review**, v. 47, n. 3, p. 568-591, 2018.

YANG, X.; ODENING, M.; RITTER, M. The spatial and temporal diffusion of agricultural land prices. **Land Economics**, v. 95, n. 1, p. 108-123, 2019.

ZHANG, W.; NICKERSON, C. Housing Market Bust and Farmland Values: Identifying the Changing Influence of Proximity to Urban Centers. **Land Economics**, v. 91. P. 605-626, 2015. DOI: 10.3368/le.91.4.605.

ZHANG, X.; YU, J. Spatial weights matrix selection and model averaging for spatial autoregressive models. **Journal of Econometrics**, v. 203, n. 1: p.; 1-18, 2018.

ZIBETTI, D. W.; QUERUBINI, A. O direito agrário brasileiro e a sua relação com o agronegócio. **Direito e Democracia**, v.1, n. 1, 2016.

APÊNDICES

APÊNDICE

Tabela A1. Estatística descritiva

	Média	Desvio padrão	Mínimo	Máximo	Erro padrão
preco_terra	32336,75	31700,71	987,6207	832764,5	315,8249
vbp_agri	10989,91	10597,74	0	195098,8	105,5822
vbp_agri * dummy_cobertura	4800,243	10480,91	0	195098,8	104,4182
vbp_agri * dummy_preco	420,2655	4065,536	0	190458,1	40,50376
cobertura_agri	0,211117	0,22541	0	0,882087	0,002246
cobertura_agri * dummy_cobertura	0,004187	0,0101	0	0,049828	0,000101
credito_agri	11507,48	312116,7	0	28858984	3109,528
credito_agri * dummy_cobertura	10050,97	312147,1	0	28858984	3109,831
superficie_agua	0,014536	0,03514	0	0,401617	0,00035
superficie_agua^2	0,001446	0,007807	0	0,161296	0,000078
rodovia	0,177617	0,203926	0	2,541518	0,002032
rodovia * dummy_cobertura	0,071181	0,167782	0	2,541518	0,001672
mancha_urbana_var	0,014	0,018	-0,020	0,418	0,000181
mancha_urbana * dummy_cobertura	0,005	0,014	-0,020	0,418	0,000140
densidade_pop	115,4497	514,7617	0,342991	11217,4	5,128421

Tabela A2. Escolha da matriz espacial para as regressões de convergência condicional global

K-nerest	AIC		
	SDM	SAR	SEM
1	-8704,061644	-8638,199742	-8604,753987
2	-8786,139452	-8708,391951	-8676,775944
3	-8854,335224	-8765,722192	-8733,662156
4	-8900,692434	-8814,053379	-8774,891022
5	-8936,708829	-8853,139448	-8810,878389
6	-8992,811809	-8897,563517	-8844,516735
7	-9003,484745	-8915,219965	-8865,180445
8	-9034,183394	-8934,261222	-8883,882491
9	-9042,756509	-8950,009209	-8902,050476
10	-9069,662093	-8976,208541	-8934,539722
11	-9089,528183	-8998,205309	-8958,092552
12	-9087,037259	-8988,113146	-8953,330568
13	-9086,883853	-8990,135754	-8958,108362
14	-9104,947029	-9006,521398	-8978,15215
15	-9100,260446	-9002,740279	-8975,648589
16	-9103,735353	-9011,712659	-8982,46865
17	-9105,589872	-9019,678682	-8991,07052
18	-9111,717091	-9020,629159	-8991,756319
19	-9117,313587	-9029,612908	-9006,302133
20	-9108,786543	-9024,993578	-9003,222368
21	-9110,984685	-9027,060075	-9006,459312
22	-9107,022518	-9020,514883	-9001,924607
23	-9105,51859	-9021,39436	-9001,57623
24	-9104,848578	-9016,022627	-8996,33803
25	-9102,702326	-9013,471155	-8996,808885
26	-9103,755403	-9014,299057	-8997,968973
27	-9109,09571	-9022,024256	-9005,02332
28	-9107,880098	-9019,666158	-9003,946051
29	-9113,907417	-9024,722917	-9009,832619
30	-9117,800287	-9027,987766	-9012,217373

Tabela A3. Determinantes dos preços das terras agrícolas dos municípios do Brasil, entre 2019 e 2023 ($k = 19$)

Var.	Preço de terra			
	OLS	SDM	SAR	SEM
β				
vbp_agri	0,030*** (0,009)	0,012 (0,009)	0,020*** (0,008)	0,015* (0,008)
vbp_agri * <i>dummy_preco</i>	0,052*** (0,002)	0,045*** (0,003)	0,039*** (0,482)	0,048*** (0,003)
cobertura_agri	0,479 (0,494)	-0,028 (0,665)	0,366 (0,482)	0,241 (0,597)
cobertura_agri * <i>dummy_cobertura</i>	3,450*** (1,248)	0,224 (1,189)	1,301 (1,178)	1,117 (1,192)
credito_agri	0,018*** (0,006)	0,006 (0,006)	0,009* (0,006)	0,008 (0,006)
credito_agri * <i>dummy_cobertura</i>	-0,017*** (0,006)	-0,006 (0,006)	-0,009 (0,006)	-0,008 (0,006)
superficie_agua	-6,840*** (1,636)	-2,632 (1,684)	-3,953*** (1,439)	-3,717** (1,462)
superficie_agua^2	10,920* (6,003)	3,010 (4,934)	5,274 (5,182)	3,590 (4,582)
rodovia	0,115* (0,061)	-0,030 (0,061)	0,006 (0,058)	0,030 (0,062)
rodovia * <i>dummy_cobertura</i>	-0,387*** (0,061)	0,039 (0,077)	-0,132** (0,006)	-0,128* (0,074)
mancha_urbana_var	-0,280 (0,220)	0,046 (0,214)	-0,053 (0,208)	-0,060 (0,217)
mancha_urbana_var * <i>dummy_cobertura</i>	0,652** (0,295)	-0,096 (0,294)	0,228 (0,279)	0,130 (0,294)
densidade_pop	0,002 (0,048)	-0,027 (0,049)	-0,018 (0,046)	-0,022 (0,048)
θ				
vbp_agri		0,060*** (0,019)		
vbp_agri * <i>dummy_preco</i>		-0,016*** (0,005)		
cobertura_agri		-0,129 (1,147)		
cobertura_agri * <i>dummy_cobertura</i>		5,781 (4,645)		
credito_agri		0,050*** (0,019)		
credito_agri * <i>dummy_cobertura</i>		-0,034* (0,020)		
superficie_agua		-14,470** (6,573)		
superficie_agua^2		56,095** (23,066)		
rodovia		0,189 (0,161)		
rodovia * <i>dummy_cobertura</i>		-0,337** (0,134)		
mancha_urbana_var		-0,246 (0,512)		
mancha_urbana_var * <i>dummy_cobertura</i>		1,247** (0,633)		
densidade_pop		0,087 (0,122)		
ρ		0,456*** (0,026)	0,469*** (0,026)	
λ				0,539*** (0,027)
Controle para cobertura	Sim	Sim	Sim	Sim
Controle para preço	Sim	Sim	Sim	Sim
Efeito fixo de município	Sim	Sim	Sim	Sim
Efeito fixo de tempo	Sim	Sim	Sim	Sim

Obs.	10075	10075	10075	10075
R2	0,2771	0,2939	0,2327	0,2061
LogLik	4218,446	4586,657	4529,806	4518,4011
AIC	-8402,893	-9117,314	-9029,613	-9006,802
BIC	-8280,19	-8915,215	-8921,346	-8898,535
LMI	492,77***			
RLMI	66,992***			
LMe	426,01***			
RLMe	0,233			
Constraint			Prob>Chi2	
$\theta = 0$ and $\rho \neq 0$		0,0001		SAR \neq SDM
$\theta = -\beta\rho$		0,0000		SEM \neq SDM

Notas: Nível de significância ***<0,01; **<0,05 e *<0,1. () Erro Padrão Robusto.

Tabela A4. Efeitos diretos, indiretos e totais dos determinantes dos preços das terras agrícolas dos municípios do Brasil, entre 2019 e 2023 ($k = 19$).

Variável	SDM		
	Efeitos diretos	Efeitos indiretos	Efeitos totais
vbp_agri	0,014 (0,009)	0,120*** (0,033)	0,134*** (0,034)
vbp_agri * <i>dummy_preco</i>	0,045*** (0,003)	0,008 (0,007)	0,052*** (0,005)
cobertura_agri	0,033 (0,623)	-0,359 (1,779)	-0,325 (1,609)
cobertura_agri * <i>dummy_cobertura</i>	0,406 (1,181)	11,614 (8,772)	12,020 (9,105)
credito_agri	0,008 (0,006)	0,096*** (0,364)	0,104*** (0,037)
credito_agri * <i>dummy_cobertura</i>	-0,007 (0,006)	-0,069* (0,036)	-0,077** (0,038)
superficie_agua	-3,091* (1,709)	-28,374** (11,977)	-31,465*** (11,759)
superficie_agua^2	4,577 (4,711)	103,322** (43,606)	107,899** (44,947)
rodovia	-0,018 (0,061)	0,316 (0,263)	0,297 (0,266)
rodovia * <i>dummy_cobertura</i>	0,027 (0,077)	-0,580*** (0,120)	-0,552*** (0,187)
mancha_urbana_var	0,032 (0,208)	-0,421 (0,865)	-0,389 (0,880)
mancha_urbana_var * <i>dummy_cobertura</i>	-0,040 (0,305)	2,128* (1,095)	2,088* (1,106)
densidade_pop	-0,027 (0,047)	0,136 (0,217)	0,110 (0,216)

Nota: *** $p < 0,01$; ** $p < 0,05$; * $p < 0,1$. () Erro Padrão Robusto.

Tabela A5. Determinantes dos preços das terras agrícolas dos municípios do Brasil, entre 2019 e 2023 ($k = 3$)

Var.	Preço de terra			
	OLS	SDM	SAR	SEM
β				
vbp_agri	0,030*** (0,009)	0,020** (0,009)	0,026*** (0,008)	0,024*** (0,008)
vbp_agri * dummy_preco	0,052*** (0,002)	0,048*** (0,003)	0,046*** (0,002)	0,052*** (0,002)
cobertura_agri	0,479 (0,494)	0,210 (0,731)	0,467 (0,493)	0,571 (0,554)
cobertura_agri * dummy_cobertura	3,450*** (1,248)	1,238 (1,195)	2,609** (1,209)	2,758** (1,206)
credito_agri	0,018*** (0,006)	0,009* (0,006)	0,013** (0,006)	0,012** (0,006)
credito_agri * dummy_cobertura	-0,017*** (0,006)	-0,009 (0,006)	-0,013** (0,006)	-0,012* (0,006)
superficie_agua	-6,840*** (1,636)	-4,293** (1,740)	-4,889*** (1,478)	-5,190*** (1,495)
superficie_agua^2	10,920* (6,003)	5,736 (5,158)	6,932 (5,251)	6,292 (4,701)
rodovia	0,115* (0,061)	0,007 (0,061)	0,063 (0,059)	0,090 (0,061)
rodovia * dummy_cobertura	-0,387*** (0,061)	-0,048 (0,077)	-0,277*** (0,060)	-0,309*** (0,066)
mancha_urbana_var	-0,280 (0,220)	0,058 (0,226)	-0,137 (0,216)	-0,124 (0,224)
mancha_urbana_var * dummy_cobertura	0,652** (0,295)	0,018 (0,0298)	0,439 (0,287)	0,375 (0,297)
densidade_pop	0,002 (0,048)	-0,017 (0,049)	-0,005 (0,046)	-0,005 (0,048)
θ				
vbp_agri		0,023* (0,012)		
vbp_agri * dummy_preco		0,048 (0,003)		
cobertura_agri		0,210 (0,731)		
cobertura_agri * dummy_cobertura		1,238 (1,195)		
credito_agri		0,009*** (0,005)		
credito_agri * dummy_cobertura		-0,009** (0,006)		
superficie_agua		-4,293 (1,740)		
superficie_agua^2		5,736** (5,158)		
rodovia		0,007 (0,061)		
rodovia * dummy_cobertura		-0,048*** (0,077)		
mancha_urbana_var		0,058** (0,226)		
mancha_urbana_var * dummy_cobertura		0,018*** (0,298)		
densidade_pop		-0,017 (0,049)		
ρ		0,211*** (0,015)	0,219*** (0,015)	
λ				0,220*** (0,015)
Controle para cobertura	Sim	Sim	Sim	Sim
Controle para preço	Sim	Sim	Sim	Sim
Efeito fixo de município	Sim	Sim	Sim	Sim
Efeito fixo de tempo	Sim	Sim	Sim	Sim
Obs.	10075	10075	10075	10075
R2	0,2771	0,2421	0,2226	0,2134
LogLik	4218,446	4455,168	4397,861	4381,8311
AIC	-8402,893	-8854,335	-8765,722	-8733,662

BIC	-8280,19	-8652,236	-8657,455	-8625,395
LMI	492,77***			
RLMI	66,992***			
LMe	426,01***			
RLMe	0,233			
Constraint		Prob>Chi2		
$\theta = 0$ and $\rho \neq 0$		0,0001		SAR \neq SDM
$\theta = -\beta\rho$		0,0000		SEM \neq SDM

Notas: Nível de significância ***<0,01; **<0,05 e *<0,1. () Erro Padrão Robusto.

Tabelas A6. Efeitos diretos, indiretos e totais dos determinantes dos preços das terras agrícolas dos municípios do Brasil, entre 2019 e 2023 ($k = 3$).

Variável	SDM		
	Efeitos diretos	Efeitos indiretos	Efeitos totais
vbp_agri	0,023** (0,009)	0,034** (0,014)	0,057*** (0,016)
vbp_agri * <i>dummy_preco</i>	0,048*** (0,003)	0,004 (0,005)	0,052*** (0,003)
cobertura_agri	0,261 (0,665)	-0,474 (1,135)	-0,213 (0,915)
cobertura_agri * <i>dummy_cobertura</i>	1,428 (1,184)	4,116 (2,636)	5,544* (3,113)
credito_agri	0,011** (0,006)	0,041*** (0,012)	0,052*** (0,014)
credito_agri * <i>dummy_cobertura</i>	-0,011* (0,006)	-0,035*** (0,013)	-0,046*** (0,015)
superficie_agua	-4,631*** (1,741)	-7,065* (3,710)	-11,696*** (3,491)
superficie_agua^2	6,936 (4,890)	27,328*** (10,476)	34,264*** (12,393)
rodovia	0,017 (0,060)	0,080 (0,102)	0,097 (0,119)
rodovia * <i>dummy_cobertura</i>	-0,069 (0,075)	-0,405*** (0,108)	-0,474*** (0,102)
mancha_urbana_var	0,003 (0,217)	-0,967*** (0,358)	-0,963** (0,394)
mancha_urbana_var * <i>dummy_cobertura</i>	0,123 (0,308)	1,747*** (0,510)	1,871*** (0,550)
densidade_pop	-0,016 (0,047)	0,063 (0,082)	0,047 (0,089)

Nota: *** $p < 0,01$; ** $p < 0,05$; * $p < 0,1$. () Erro Padrão Robusto.

Tabela A7. Determinantes dos preços das terras agrícolas dos municípios do Brasil, entre 2019 e 2023 ($k = 6$)

Var.	Preço de terra			
	OLS	SDM	SAR	SEM
β				
vbp_agri	0,030*** (0,009)	0,014 (0,009)	0,023*** (0,008)	0,020** (0,008)
vbp_agri * <i>dummy_preco</i>	0,052*** (0,002)	0,045*** (0,003)	0,043*** (0,002)	0,050*** (0,003)
cobertura_agri	0,479 (0,494)	-0,268 (0,732)	0,449 (0,492)	0,473 (0,580)
cobertura_agri * <i>dummy_cobertura</i>	3,450*** (1,248)	0,471 (1,191)	2,173* (1,193)	2,049* (1,120)
credito_agri	0,018*** (0,006)	0,006 (0,006)	0,012** (0,006)	0,010* (0,006)
credito_agri * <i>dummy_cobertura</i>	-0,017*** (0,006)	-0,006 (0,006)	-0,012* (0,006)	-0,010* (0,006)
superficie_agua	-6,840*** (1,636)	-2,141 (1,732)	-4,459*** (1,415)	-4,575*** (1,407)
superficie_agua^2	10,920* (6,003)	2,716 (5,108)	6,203 (5,231)	5,151 (4,559)
rodovia	0,115* (0,061)	-0,006 (0,063)	0,040 (0,058)	0,073 (0,062)
rodovia * <i>dummy_cobertura</i>	-0,387*** (0,061)	0,116 (0,078)	-0,220*** (0,059)	-0,255*** (0,069)
mancha_urbana_var	-0,280 (0,220)	0,116 (0,218)	-0,106 (0,213)	-0,086 (0,223)
mancha_urbana_var * <i>dummy_cobertura</i>	0,652** (0,295)	-0,059 (0,289)	0,371 (0,279)	0,336 (0,292)
densidade_pop	0,002 (0,048)	-0,031 (0,049)	-0,010 (0,046)	-0,017 (0,049)
θ				
vbp_agri		0,045*** (0,016)		
vbp_agri * <i>dummy_preco</i>		-0,010** (0,004)		
cobertura_agri		0,388 (1,202)		
cobertura_agri * <i>dummy_cobertura</i>		6,189* (3,266)		
credito_agri		0,046*** (0,014)		
credito_agri * <i>dummy_cobertura</i>		-0,040*** (0,015)		
superficie_agua		-11,214** (5,152)		
superficie_agua^2		36,818** (16,278)		
rodovia		0,031 (0,137)		
rodovia * <i>dummy_cobertura</i>		-0,322** (0,127)		
mancha_urbana_var		-1,027** (0,418)		
mancha_urbana_var * <i>dummy_cobertura</i>		1,430*** (0,544)		
densidade_pop		0,104 (0,100)		
ρ				
		0,351*** (0,021)	0,312*** (0,019)	
λ				
				0,325*** (0,120)
Controle para cobertura	Sim	Sim	Sim	Sim
Controle para preço	Sim	Sim	Sim	Sim
Efeito fixo de município	Sim	Sim	Sim	Sim
Efeito fixo de tempo	Sim	Sim	Sim	Sim
Obs.	10075	10075	10075	10075
R2	0,2771	0,2648	0,2264	0,2111
LogLik	4218,446	4549,378	4463,782	4437,258
AIC	-8402,893	-9042,757	-8897,564	-8844,517

BIC	-8280,19	-8840,658	-8789,296	-8736,25
LMI	492,77***			
RLMI	66,992***			
LMe	426,01***			
RLMe	0,233			
Constraint		Prob>Chi2		
$\theta = 0$ and $\rho \neq 0$		0,0001	SAR \neq SDM	
$\theta = -\beta\rho$		0,0000	SEM \neq SDM	

Notas: Nível de significância ***<0,01; **<0,05 e *<0,1. () Erro Padrão Robusto.

Tabela A8. Efeitos diretos, indiretos e totais dos determinantes dos preços das terras agrícolas dos municípios do Brasil, entre 2019 e 2023 ($k = 6$)

Variável	Efeitos diretos	Efeitos indiretos	Efeitos totais
vbp_agri	0,017* (0,009)	0,076*** (0,023)	0,093*** (0,024)
vbp_agri * <i>dummy_preco</i>	0,045*** (0,003)	0,009* (0,005)	0,054*** (0,004)
cobertura_agri	-0,184 (0,675)	0,336 (1,546)	0,152 (1,301)
cobertura_agri * <i>dummy_cobertura</i>	0,744 (1,194)	10,090** (5,121)	10,833** (5,584)
credito_agri	0,008 (0,006)	0,074*** (0,022)	0,082*** (0,023)
credito_agri * <i>dummy_cobertura</i>	-0,008 (0,006)	-0,063*** (0,022)	-0,071*** (0,024)
superficie_agua	-2,630 (1,735)	-17,967** (7,695)	-20,597*** (7,371)
superficie_agua^2	4,139 (4,873)	56,109** (25,414)	60,248** (26,925)
rodovia	0,001 (0,061)	0,043 (0,185)	0,044 (0,190)
rodovia * <i>dummy_cobertura</i>	0,001 (0,077)	-0,477*** (0,161)	-0,476*** (0,146)
mancha_urbana_var	0,067 (0,211)	-1,499** (0,581)	-1,432** (0,600)
mancha_urbana_var * <i>dummy_cobertura</i>	0,019 (0,300)	2,098*** (0,791)	2,118** (0,819)
densidade_pop	-0,030 (0,047)	0,142 (0,147)	0,112 (0,150)

Nota: *** $p < 0,01$; ** $p < 0,05$; * $p < 0,1$. () Erro Padrão Robusto.