

**NEDUR**

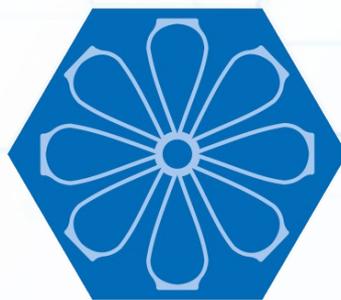
**TD NEDUR-UFPR N° 01-2020**

# **Clubes de Convergência nos Preços das Terras Agrícolas do Paraná**

**Alexandre A. Porsse, Luana C. F. Rebouças,  
Alexandre L. Peña**

**Maió/2020**





## NEDUR

O NEDUR – Núcleo de Estudos em Desenvolvimento Urbano e Regional é um núcleo de pesquisa da Universidade Federal do Paraná, vinculado ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Econômico e ao Departamento de Economia, que tem por finalidade realizar pesquisas aplicadas de excelência no campo da Economia e sua interface com a Ciência Regional e Urbana, visando contribuir para o desenvolvimento socioeconômico do Brasil, como também de suas regiões e cidades. Dentre os princípios que regem a prática de pesquisa no âmbito do NEDUR, destaca-se a rigorosidade técnico-científica, privilegiando a sinergia entre fundamentos teóricos e métodos quantitativos de análise empírica, e o compromisso com a ética e transparência no processo de produção e disseminação do conhecimento científico. O NEDUR-UFPR foi criado em setembro de 2013, congregando um conjunto de docentes, discentes e pesquisadores que desenvolvem pesquisas direta e indiretamente relacionadas com a Ciência Regional e Urbana.

---

Na utilização ou citação de partes do documento é obrigatório referenciar os autores do trabalho:

**Porsse, A. A.; Rebouças, L. C. F.; Peña, A. L. Clubes de Convergência nos Preços das Terras Agrícolas do Paraná. Texto para Discussão NEDUR-UFPR N° 01-2020, Núcleo de Estudos em Desenvolvimento Urbano e Regional (NEDUR) da Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Maio/2020.**

---

As opiniões emitidas nesta publicação são de exclusiva e inteira responsabilidade do(s) autor(es), não exprimindo, necessariamente, o ponto de vista do Núcleo de Estudos em Desenvolvimento Urbano e Regional e da Universidade Federal do Paraná.



## Clubes de Convergência nos Preços das Terras Agrícolas do Paraná

Alexandre Alves Porsse<sup>Φ</sup>, Luana Carla Falcão Rebouças<sup>Δ</sup>, Alexandre Lamas Peña<sup>Γ</sup>

### Resumo

O objetivo deste artigo é identificar a presença de clubes de convergência na dinâmica dos preços das terras agrícolas dos municípios paranaenses. A abordagem empírica consiste em estimar equações de convergência usando o método de Regressão Ponderada Geograficamente, cuja vantagem é prover estimativas locais dos coeficientes de convergência. A base de dados é composta por preços segmentados para três tipos de solo e quatro classes de mecanização, abrangendo o período entre 2006 e 2016. Os resultados encontrados evidenciam que existe forte heterogeneidade espacial na dinâmica dos preços para todas as categorias de terra, aspecto condizente com a presença de clubes de convergência. Essas evidências implicam que a lei do preço único não se aplica ao mercado de terras do Paraná e que este mercado é caracterizado por mecanismos de arbitragem na formação de preços.

**Palavras-chave:** Lei do preço único; Preço das terras agrícolas; Clubes de convergência.

**Código JEL:** Q10; C21; R32.

## Convergence clubs in agricultural land prices of Parana

### Abstract

This paper aims to evaluate the existence of convergence clubs in the dynamics of agricultural land prices among the municipalities of Paraná. The empirical approach is based on the estimation of convergence equations using geographically weighted regression, whose advantage is to provide local estimates for the convergence coefficients. The database encompasses prices for three types of land and four technological classes between 2006 and 2016. The results show evidences of strong spatial heterogeneity in the dynamics of prices for all categories of land, which is consistent with the presence of convergence clubs. These evidences imply the law of one price not holds for the land market of Paraná as well as the formation of land prices in this area is characterized by mechanisms of arbitrage.

**Keywords:** Law of one price; Agricultural land prices; Convergence clubs.

**JEL Code:** Q10; C21; R32.

<sup>Φ</sup> Professor do Departamento de Economia e do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Econômico (PPGDE) da UFPR e Pesquisador Produtividade do CNPq. E-mail: [porsse@gmail.com](mailto:porsse@gmail.com).

<sup>Δ</sup> Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Econômico da UFPR: [luanareboucas@outlook.com](mailto:luanareboucas@outlook.com).

<sup>Γ</sup> Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Econômico da UFPR: [alexandre.lamas.pena@gmail.com](mailto:alexandre.lamas.pena@gmail.com).



## 1. Introdução

A terra é um bem peculiar com características que a diferencia dos demais bens no sistema econômico. Primeiro, trata-se de um bem não homogêneo, mas cuja diferenciação em termos de seus atributos físicos e produtivos é moldada pela natureza, embora a intervenção humana e tecnológica possa modificar seus aspectos produtivos. Segundo, trata-se de um bem ou fator produtivo imóvel, que não pode ser transacionado no espaço tal como outros bens econômicos. Em função da sua imobilidade, é um bem cujo preço é afetado tanto por suas características intrínsecas como também por diversas forças econômicas associadas aos diferentes usos possíveis da terra: produção agrícola, produção industrial, ocupação urbana, preservação ambiental, entre outros.

O estudo sobre os determinantes do preço da terra consiste em uma área de investigação antiga no pensamento econômico, cujos fatores condicionantes são complexos e diferenciados ao sabor das diversas perspectivas teóricas (Telles, Reydon e Fernandes, 2018). Entretanto, poucos são os estudos empíricos realizados sobre a formação do preço da terra no Brasil e, principalmente, fazendo-se uso de informações ao nível municipal. Em função da diferenciação dos atributos físicos da terra no espaço geográfico, é desejável que a escala territorial dos estudos de precificação da terra seja bastante fragmentada para lidar com a heterogeneidade desses atributos e seus efeitos sobre a formação de preço. Esse aspecto torna-se mais relevante nos estudos sobre o preço da terra agrícola devido a influência exercida pelas características físicas e químicas do solo no padrão de produtividade e rentabilidade das terras.

O presente estudo tem por objetivo investigar empiricamente a existência de clubes de convergência na dinâmica de evolução dos preços das terras agrícolas. No contexto de um mercado de compra e venda de bens ou fatores produtivos homogêneos, a “lei do preço único” implicaria na existência de integração e convergência entre mercados de bens espacialmente separados (Stigler, Sheerwin, 1985; Goldberg e Verboven, 2005). Em outras palavras, os agentes consideram os bens em diferentes localidades são substitutos, de modo que no longo prazo os diferenciais de preços seriam eliminados no longo prazo. Em linha com outros estudos da literatura (Yang, Ritter e Odening, 2017), nossa hipótese é de que esta lei não se aplica ao mercado de terras quando o processo de convergência é



caracterizado pela formação de clubes, pois assim não haveria convergência para um preço comum no longo prazo. Nesta situação, a violação da “lei do preço único” indica a possibilidade de arbitragem no mercado de terras.

A investigação será realizada por meio da estimação de equações de convergência para amostras de preços das terras agrícolas dos municípios paranaenses no período entre 2006 e 2016. Essa área foi escolhida devido a existência de uma base de dados única sobre preços segmentada pelos três principais tipos de solo (roxa, arenoso e misto) e classes de mecanização (mecanizada, mecanizável, não mecanizável e inaproveitável) que caracterizam o solo no Estado do Paraná. Essa base possibilita estimar equações de convergência para cada tipo e classe de solo, aspecto interessante na medida que se isolam fatores relevantes que influenciam a determinação e diferenciação espacial dos preços das terras agrícolas. As estimações foram realizadas usando o método de Regressão Ponderada Geograficamente (RPG), cuja vantagem consiste em prover parâmetros locais para os coeficientes da equação de convergência.

Embora existam outros estudos realizados sobre os condicionantes dos preços de terras agrícolas no Paraná e no Brasil, o presente estudo é o primeiro que aborda a formação de clubes de convergência na dinâmica de preços das terras agrícolas a partir de uma base territorialmente desagregada em escala municipal e usando procedimentos de estimação que permitem identificar os clubes de convergência a heterogeneidade espacial dos coeficientes de regressão. O estudo contribui para a literatura nacional e regional ao prover informações que identificam as regiões com maior potencial de arbitragem no mercado de terras e fornecer uma estratégia empírica que pode ser replicada em outras regiões do Brasil. Também contribui para a literatura internacional na medida em que trata-se de uma investigação para uma região cuja base econômica combina diversificação produtiva e especialização na cadeia agropecuária e agroindustrial no contexto de uma economia em desenvolvimento, de forma que os resultados aqui alcançados podem ser confrontados com estudos similares em outras economias com características estruturais semelhantes.

Além dessa introdução e da seção sobre considerações finais, o estudo organiza-se em outras três seções. Na segunda seção é apresentada uma revisão concisa da literatura sobre o tema central deste estudo, com ênfase para os fundamentos teóricos e



investigações empíricas. Não se pretende ser exaustivo nesta revisão, mas sim caracterizar os aspectos mais relevantes para presente estudo. A terceira seção apresenta a metodologia adotada para estimação dos modelos de convergência, como também discorre sobre a área de estudo e os dados utilizados. A quarta seção expõe os resultados encontrados, os quais corroboram que existe clubes de convergência nas dinâmicas dos preços das terras agrícolas entre os municípios paranaense para todas as tipologias e classificações avaliadas.

## 2. Revisão da literatura

Diversos estudos da literatura internacional encontram evidências que colocam em cheque a validade da “lei do preço único” no mercado de terras, tanto no espaço urbano como no espaço rural (Cecchetti, Mark e Sonora, 2002; Kim e Rous, 2012; Abbott, e De Vita, 2013; Yang, Ritte e Odening, 2017)<sup>1</sup>. Segundo esta lei, diferenças observadas nos preços de um bem homogêneo transacionado em mercados espacialmente separados deveriam ser explicadas somente pelos diferenciais de custo logístico e de transação, de modo que os diferenciais de preços podem existir no curto prazo mas não devem persistir no longo prazo (Stigler e Sheerwin, 1985; Waights, 2018).

Enquanto a validade da lei do preço único implica em eficiência de mercado e convergência dos preços no longo prazo, a sua refutação dá suporte a existência de arbitragem no mercado de preços. No caso do mercado de terra agrícolas é pouco provável que esta lei seja válida na medida em que a imobilidade deste fator produtivo combinada com heterogeneidade da estrutura produtiva e de consumo no nível local pode gerar condições de arbitragem nos preços. O estudo de Yang, Ritte e Odening (2017), aplicado ao mercado de terras agrícolas do Estado Baixa Saxônia da Alemanha, encontra evidências empíricas que sustentam a existência de clubes de convergência na dinâmica dos preços da terra agrícola que refutam a lei do preço único.

A questão da validade desta lei no mercado de terras agrícolas não é propriamente consensual na literatura uma vez que outros estudos encontraram evidências que sustentam a eficiência de mercado. Por exemplo, a integração espacial do mercado de

---

<sup>1</sup> Para uma discussão crítica sobre a lei do preço único, ver Miljkovic (1999).



terras espanhol entre 1904 e 1934 foi investigada por Carmona e Rosés (2012), encontrando evidências a favor da lei do preço único. Esse estudo mostrou que houve rápida convergência entre os preços de províncias diferentes, indicando que o mercado de terras se comportou de forma eficiente e que o atraso agrário da Espanha nas primeiras décadas do século XX não poderia ser atribuído a ineficiência deste mercado. Outro estudo, realizado por Waights (2014) para o mercado de preços da terra urbana em Berlim entre 1890 e 1914 também encontrou evidências em favor da validade da lei de preços únicos.

A literatura nacional não tem endereçado a questão da validade da lei do preço único no mercado de terras agrícolas. Contudo, existem estudos empíricos que buscaram investigar o papel de diversos fatores condicionantes dos preços das terras, tais como perfil produtivo, infraestrutura, financiamento, fronteira agrícola, entre outros<sup>2</sup>. Considerando que área de estudo nesta pesquisa é o Estado do Paraná, convém expor os aspectos mais relevantes encontrados no estudo de Malassise, Parré e Fraga (2015), que investigaram o comportamento do preço da terra agrícola nos municípios do Paraná no período de 1999 a 2011.

Utilizando uma base de dados do preço médio das terras agrícolas nos municípios paranaenses, Malassise, Parré e Fraga (2015) utilizaram modelos econométricos espaciais para avaliar o papel de variáveis condicionantes da formação de preços buscando captar aspectos ligados à quase renda, valorização patrimonial, custo de manutenção e liquidez. O trabalho realizou também uma análise de convergência para os preços da terra agrícola dos municípios paranaenses por meio da estimação de equações de convergência via OLS e modelos de regressão espacial. As evidências encontradas indicaram a existência de um processo de convergência absoluta na dinâmica dos preços das terras agrícolas do Paraná, resultado que poderia evidenciar a validade da lei do preço único.

O presente estudo se diferencia de Malassise, Parré e Fraga (2015) em dois aspectos relevantes. Primeiro, a investigação usa uma base de dados tal que o preço é segmentado por tipo e classificação do solo, permitindo isolar fatores relacionados às características químicas e produtivas do solo. Segundo, o método empregado para a estimação das

---

<sup>2</sup> Para uma revisão sobre esses estudos, ver Malassise, Parré e Fraga (2015).



equações de convergência admite a possibilidade de obter coeficientes locais para a equação de convergência, úteis para identificar a existência de clubes de convergência. Do ponto de vista metodológico, a abordagem subjacente à análise de convergência realizada por Malassise, Parré e Fraga (2015) baseia-se em regressões espaciais globais enquanto a nossa abordagem baseia-se em regressões espaciais locais.

### 3. Metodologia

#### 3.1. Estratégia empírica

O processo de convergência na dinâmica dos preços da terra agrícola pode ser caracterizado como um comportamento tal que regiões onde o preço da terra agrícola é mais baixo apresentam taxa de crescimento mais elevada dos preços ao longo do tempo, enquanto que o inverso ocorre nas regiões onde o preço da terra encontra-se em patamar mais elevado. Assim, o diferencial de preços da terra agrícola entre regiões tenderia a ser eliminado no longo prazo.

Embora a maioria dos testes empíricos aplicado ao mercado de terras para avaliar a existência de convergência e eficiência sejam baseados em métodos de séries temporais (teste de integração e cointegração), optamos por usar a abordagem de equações de convergência e um método semiparamétrico conhecido como Regressão Ponderada Geográfica (RPG) para estimar coeficientes locais de convergência. A vantagem deste método é prover estimativas locais dos coeficientes de convergência, viabilizando a permitem a identificação de forma direta a presença de clubes de convergência.

Adaptando a representação típica empregada nos estudos empíricos que buscam testar a convergência absoluta da renda em corte transversal (Barro, 1991 e 1997; Barro e Sala-i-Martin, 1992; Bernard e Durlauf, 1996), a equação de convergência para os preços da terra agrícola pode ser especificada da seguinte forma:

$$\ln \frac{Pt_{i,T}}{Pt_{i,0}} = \alpha + \beta \ln Pt_{i,0} + \varepsilon_i \quad (1)$$

onde  $Pt_i$  é o preço da terra agrícola em determinada região “i”, “T” é um horizonte de tempo fixo e “0” representa o período inicial. Considera-se que existe convergência absoluta



quando a estimativa do parâmetro  $\beta$  é negativa. Vale ressaltar que essa especificação desconsidera outros fatores condicionantes da evolução dos preços, que potencialmente poderiam influir na dinâmica de convergência.

Neste estudo, assumimos que a presença de clubes de convergência na dinâmica dos preços da terra agrícola implica em um padrão de heterogeneidade local nas estimativas do parâmetro  $\beta$ , ou seja, consideramos que esse parâmetro não necessariamente possui valor fixo comum (homogêneo) em todas as regiões<sup>3</sup>. Uma vez que a heterogeneidade local é um aspecto intrinsecamente associado a localização, a equação 1 pode ser reespecificada na forma de uma equação de convergência local tal como segue:

$$\ln \frac{Pt_{i,T}}{Pt_{i,0}} = \alpha(u_i, v_i) + \beta(u_i, v_i) \ln Pt_{i,0} + \varepsilon_i \quad (2)$$

onde  $(u_i, v_i)$  representa as coordenadas de localização geográfica. Dessa forma, enquanto a equação 1 representa um processo de convergência global, a equação 2 representa um processo de convergência local que admite a possibilidade de formação de clubes (regimes espaciais) de convergência.

Para estimar a equação 2 e obter as estimativas locais dos coeficientes, utilizaremos o já mencionado método RPG proposto por Brunson, Fotheringham e Charlton (1996). Tecnicamente, esse método de estimação consiste numa adaptação do método de estimação OLS para lidar com a não aleatoriedade espacial dos regressores. Considerando cada ponto de localização geográfica “i”, o estimador RPG tem a seguinte representação:

$$\hat{\beta}_i = (X'W_iX)^{-1}X'W_iy \quad (3)$$

onde  $X$  é a matriz de variáveis independentes contendo uma coluna unitária para estimar o intercepto,  $y$  é o vetor de variável dependente,  $W_i$  é uma matriz diagonal que define a ponderação geográfica das observações para ponto de localização “i” no espaço geográfico e  $\hat{\beta}_i$  é um vetor contendo os coeficientes da regressão local.

<sup>3</sup> Uma discussão sobre clubes de convergência por ser encontrada em Quah (1996 e 1997).



A equação 3 é estimada por meio do método OLS, restando definir o mecanismo de ponderação geográfica necessário para agrupar os dados segundo sua localização espacial. Para isso, usualmente se emprega uma função kernel espacial cuja especificação possui diversas alternativas de escolha<sup>4</sup>. No presente estudo, optamos por usar uma função kernel bi-quadrada adaptativa uma vez que se trata de uma função mais flexível para lidar com a heterogeneidade da dispersão espacial dos dados associada à configuração das unidades areais modificáveis. Essa função possui a seguinte especificação:

$$w_{ij} = \begin{cases} \left[1 - (d_{ij}/d_{iN})^2\right]^2 & \text{se } j \text{ é um dos vizinhos mais próximos de } i \\ 0 & \text{caso contrário} \end{cases} \quad (4)$$

onde  $d_{iN}$  é a distância do N-ésimo vizinho mais próximo do ponto "i" e N é o número de vizinhos mais próximos definido para a função kernel a partir da distribuição dos dados. Esta função gera uma estrutura de ponderação decrescente tal que os dados mais próximos da localização "i" recebem um peso positivo maior enquanto os dados mais distantes desta localização recebem um peso menor dentro da abrangência respectiva ao N-vizinhos mais próximos. A ponderação será nula para os dados fora desta área de abrangência.

Para implementar o procedimento de estimação, resta definir o intervalo da banda da função kernel. A especificação adaptativa da função kernel implica que este intervalo será tanto maior quanto maior for a dispersão dos dados na vizinhança da localização "i" e vice-versa. Conforme Wheeler (2019), os dois métodos usualmente mais aplicados para definir o intervalo da banda são a medida de Validação Cruzada (VC) ou o Critério de Informação de Akaike Corrigido (AICc). O primeiro baseia-se na minimização da variabilidade da predição do modelo enquanto o segundo baseia-se na minimização da variabilidade do erro de estimação. Neste estudo, a escolha do intervalo da banda para a função kernel espacial é feita usando-se o método AICc.

Por fim, considerando que a equação 1 expressa um modelo de regressão global e a equação 2 expressa um modelo de regressão local, deve-se convencionar os critérios utilizados para avaliar qual desses modelos é mais adequado. A comparação e escolha

<sup>4</sup> Para uma discussão sobre tipos de função kernel aplicadas nos modelos RPG ver Brunson, Fotheringham e Charlton (1996) e Wheeler (2019).



entre os dois modelos será realizada com base nas seguintes medidas de performance de ajuste da regressão:  $R^2$  e AICc. Caso o modelo RPG seja mais apropriado, espera-se um ganho de performance de ajuste ao adotar este modelo. Adicionalmente, a certificação quanto à adequação do uso do modelo RPG também pode ser aferida por meio do teste de variabilidade geográfica aplicado aos coeficientes da regressão local. Esse teste foi implementado calculando-se a estatística *Diff of Criterion*, que quantifica o diferencial de performance entre um modelo no qual determinado coeficiente é assumido como global contra um modelo no qual esse coeficiente é assumido como local. A validade da especificação local para um dado coeficiente é convencionada como adequada quando a estatística *Diff of Criterion* é inferior a -2,0 (Fotheringham, Brundson e Charlton, 2002).

### 3.2. Área de estudo e dados

O Estado do Paraná localiza-se na região Sul do Brasil, possui área territorial de 199.308 Km<sup>2</sup> e 399 municípios. Segundo dados preliminares do Censo Agropecuário 2017, cerca de 73,9% desta área é utilizada para a produção agropecuária, enquanto no Brasil essa proporção é de 41,1%. Considerando a utilização do solo, 42,0% é destinado para as lavouras temporárias, 21,6% para pastagens plantadas e 20,2% são matas naturais. Os dados das Contas Regionais de 2016 mostram que o Paraná ocupa o 3º lugar na geração de Valor Adicionado agropecuário dentre todas Unidades da Federação. Além disso, considerando o valor de produção em 2017, o Estado possui participação relevante na produção de importantes culturas da lavoura temporária: feijão (23,7% - 1º lugar), trigo (54,7% - 1º lugar), soja (17,5% - 2º lugar), milho (17,8% - 2º lugar) e mandioca (16,2% - 2º lugar).

A base produtiva da economia paranaense é bastante diversificada, compreendendo setores da cadeia agroindustrial (alimentos e bebidas, têxteis, vestuário, madeira, papel e celulose, móveis) da indústria de bens de consumo intermediários (produtos químicos e petroquímicos, defensivos agrícolas e minerais não metálicos) e de bens de consumo duráveis (máquinas e equipamentos, caminhões e automóveis). Contudo, regionalmente, o perfil produtivo e as características do solo são bastante diferenciadas, implicando em impactos diferenciados em termos de produtividade do solo e demanda da terra que influenciam os preços da terra agrícola.



A análise empírica realizada neste estudo será aplicada aos preços das terras agrícolas nos municípios paranaense considerando seus diferentes tipos e classificações estabelecidos pela Pesquisa de Preços de Terras Agrícolas realizada pela Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento do Paraná por meio do Departamento de Economia Rural. São três os tipos de solo pesquisados, compreendendo terra roxa, arenosa e terra mista. A terra roxa é um tipo de solo com elevado padrão de fertilidade, resultado da decomposição de rochas basálticas e rico em nutrientes, sendo assim um solo muito valorizado. A terra arenosa possui grande proporção de areia e é mais pobre em nutrientes, apresentando muita porosidade e permeabilidade e, portanto, tendem a ser menos valorizados. Por sua vez, a terra mista possui uma característica de composição intermediária entre esses dois tipos de solo. Para cada uma dessas tipologias, a terra é classificada em quatro categorias: mecanizada, mecanizável, não mecanizável e inaproveitável. O Quadro 1 descreve os critérios utilizados para essa classificação.

**Quadro 1 - Classificações do solo no Paraná**

Classe	Descrição
Mecanizada	Áreas destocadas, sem restrições para o preparo do solo e plantio, cuja topografia permite operações com máquinas e implementos agrícolas motorizados, podendo estar cultivada ou em pousio, independente da cultura existente, incluindo várzea sistematizada.
Mecanizável	Áreas cuja topografia do solo permite operações com máquinas e implementos agrícolas motorizados, porém, ainda não há mecanização devido à presença de vegetação adensada (mata ou capoeira), resto de desmatamento (tocos, troncos e galhos) e várzea não sistematizada (úmida).
Não mecanizável	Áreas cujo relevo e/ou profundidade do solo são desfavoráveis à execução de operações ou práticas agrícolas com máquinas e implementos motorizados, mas que possibilitam o plantio manual ou a tração animal. As reservas legais também são consideradas áreas não mecanizáveis tendo em vista que as mesmas só poderão sofrer algum tipo de desmatamento e/ou corte mediante plano de manejo sustentável, com projeto devidamente aprovado pelo Instituto Ambiental do Paraná e/ou IBAMA.
Inaproveitável	Áreas totalmente inaproveitáveis para atividades agropecuárias, constituídas de solos pedregosos, muito rasos ou inundáveis periodicamente – <i>despenhadeiro, pirambeira, penhascos, e outros</i> – com relevo íngreme ou reserva de preservação permanente, podendo servir apenas como abrigo e proteção de fauna e flora silvestre, como ambiente para recreação ou para fins de armazenamento de água.

Fonte: SEAB/DERAL (Metodologia da Pesquisa de Terras Agrícolas).



Essa segmentação da terra representa uma vantagem para implementação do teste empírico por meio equação de convergência absoluta uma vez que serão estimadas regressões para tipo e classe de solo. Dessa forma, a investigação empírica baseia-se em uma variável de preço da terra mais próxima de um bem homogêneo na medida em que a heterogeneidade do padrão do solo associada às suas condições físico-naturais e mesmo às condições de intervenção tecnologia mediante processos de mecanização estão controladas e isoladas. Dessa forma, eventuais limitações associadas ao uso de uma especificação não condicional em detrimento de uma especificação condicional para o teste em empírico é suavizada.

A base de dados corresponde aos preços das terras agrícolas dos municípios paranaenses referente ao período entre 2006 (período inicial) e 2016 (período final). O mês de referência para coleta de preços entre 2006 e 2010 foi janeiro, enquanto para o período subsequente o mês de referência passou a ser março. Considerando essa especificidade, os preços nominais foram convertidos em preços constantes de março de 2016 usando o IPCA para atualização. A Tabela 1 e apresenta as estatísticas descritivas para as variáveis independente e dependente (taxa de crescimento dos preços) da equação 2 em cada amostra. Convém destacar que a distribuição do solo segundo as tipologias e classes mencionadas não é uniforme em todo o território paranaense, de modo que o tamanho de cada amostra de preços é variável.

Pode-se notar que a terra do tipo mista é mais predominante nos municípios paranaenses, seguida pela terra do tipo roxa e arenosa, em todas as classes de mecanização. Considerando a média do preço inicial, também fica evidente que a terra roxa possui o maior nível de valorização relativamente aos demais tipos de terra. Analogamente, com respeito às classificações, a ordem de valorização é diretamente relacionada ao perfil de mecanização e aproveitamento do solo, ou seja, quanto mais mecanizável maior a valorização. Cabe mencionar que a terra não mecanizável é mais valorizada do que a terra inaproveitável na medida em que a primeira possui potencial produtivo, mesmo tratando-se de terra que abrange matas e reservas legais.

Em geral, tomando como referência a média das taxas de crescimento, observa-se que a valorização dos preços foi acentuada para a terra arenosa ao longo período, seguida pela



terra mista e terra roxa. Tal comportamento é coerente com a dinâmica esperada de variação de preços no contexto de um processo de convergência, pois os preços tenderiam a crescer relativamente de forma relativamente mais acelerada nas regiões onde o nível de preços é relativamente mais baixo. Apesar dessa aparente evidência, a questão em foco é em que medida a dinâmica de convergência é espacialmente homogênea ou heterogênea no território paranaense?

**Tabela 1 - Resumo estatístico**

<b>Terra</b>	<b>Variável</b>	<b>Obs.</b>	<b>Média</b>	<b>DP</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
<b>Roxa</b>						
Mecanizada	Preço inicial	177	9,8334	0,1967	9,2917	10,2352
	Crescimento	177	0,6867	0,2077	-0,2092	1,2108
Mecanizável	Preço inicial	72	9,5412	0,2246	8,8862	9,9849
	Crescimento	72	0,7945	0,2696	0,2768	1,3061
Não mecanizável	Preço inicial	137	8,9671	0,2524	8,4162	9,6400
	Crescimento	137	0,7453	0,3384	-0,0662	1,5119
Inaproveitável	Preço inicial	136	7,8922	0,5840	7,0537	9,5149
	Crescimento	136	0,6258	0,5219	-0,5277	1,4733
<b>Arenosa</b>						
Mecanizada	Preço inicial	109	9,2291	0,2782	8,6314	9,9113
	Crescimento	109	0,8523	0,2732	0,1992	1,5142
Mecanizável	Preço inicial	53	8,9082	0,2886	8,3544	9,8321
	Crescimento	53	0,8537	0,3594	-0,0340	1,5026
Não mecanizável	Preço inicial	56	8,2795	0,2480	7,4487	8,8937
	Crescimento	56	0,9409	0,3538	0,1284	1,4253
Inaproveitável	Preço inicial	60	7,4427	0,5683	6,7449	8,7527
	Crescimento	60	0,7985	0,6039	-0,2355	1,8323
<b>Mista</b>						
Mecanizada	Preço inicial	261	9,4433	0,3629	8,0538	10,0649
	Crescimento	261	0,7617	0,2472	0,0364	1,2109
Mecanizável	Preço inicial	171	9,0269	0,4620	7,4045	9,9510
	Crescimento	171	0,8144	0,2932	0,0478	1,6006
Não mecanizável	Preço inicial	231	8,4422	0,5463	6,3288	9,3245
	Crescimento	231	0,7813	0,3829	-0,1386	1,8208
Inaproveitável	Preço inicial	229	7,1955	0,7923	4,5042	9,1863
	Crescimento	229	0,8517	0,7834	-0,3061	3,2406

Fonte: Elaborado pelos autores.



## 4. Resultados

Os resultados apresentados nesta seção foram segmentados pelo tipo e classificação da terra agrícola segundo o grau de mecanização e aproveitamento. Primeiramente, estão reportados os valores das estatísticas que refletem a performance de ajuste para os modelos de regressão global e local, a saber,  $R^2$  e AICCc (Tabela 2). Na sequência, são reportados os resultados obtidos pelo teste de variabilidade geográfica aplicado nos coeficientes do modelo de regressão local, o qual indica em que medida a variação geográfica dos coeficientes é significativa, de modo que a estimação local dos coeficientes é apropriada (Tabela 3).

As duas medidas na Tabela 2 indicam que a regressão local possui melhor performance de ajuste comparativamente à regressão local para todos os tipos e classificações de terra. Em geral, o  $R^2$  aumentou e o AICc reduziu nas regressões locais. Além disso, as estatísticas *Diff of Criterion* para os dois coeficientes do modelo de convergência são expressivamente inferiores ao valor limiar -2,0, o que indica que os coeficientes possuem significativa variabilidade geográfica. Dessa forma, conclui-se que o modelo de convergência local é válido em detrimento do modelo global. Cabe mencionar que a regressão local para os preços da terra roxa mecanizável foi estimada usando uma função kernel bi-quadrada com banda fixa uma vez que a adoção da banda adaptativa não foi eficaz.

**Tabela 2 - Estatísticas de performance para os modelos globais e locais**

Tipo de Terra	Modelo Global		Modelo Local		
	R <sup>2</sup>	AICCc	R <sup>2</sup>	AICCc	
Arenosa	Mecanizada	0,7129	-104,3228	0,8415	-149,7643
	Mecanizável	0,6491	-8,0716	0,7564	-22,7503
	Não mecanizável	0,1925	36,0419	0,8151	-42,4580
	Inaproveitável	0,0674	110,9869	0,8940	-14,5552
Mista	Mecanizada	0,1843	-36,9016	0,7856	-331,6565
	Mecanizável	0,3907	-13,9148	0,7127	-108,3574
	Não mecanizável	0,3672	111,4490	0,7823	-90,9084
	Inaproveitável	0,5710	349,3680	0,8622	133,0901
Roxa	Mecanizada	0,0633	-60,5302	0,6558	-199,1523
	Mecanizável*	0,3579	-11,0063	0,6220	-31,6905
	Não mecanizável	0,3925	28,8401	0,7682	-74,6194
	Inaproveitável	0,4368	136,1668	0,8956	-69,8864

Fonte: Elaborado pelos autores.

Nota: \* Modelo estimado com função Kernel fixa biquadrada.

A Tabela 4 apresenta os resultados obtidos para os coeficientes de  $\beta$ -convergência local. Como o modelo RPG gera estimativas deste coeficiente para cada município da base amostral, reportamos as principais medidas da distribuição desses coeficientes. Os sinais dos coeficientes negativos observados para a média, mediana, quartil inferior e quartil superior evidenciam que existe uma dinâmica de convergência na evolução dos preços das terras agrícolas. Entretanto, os resultados encontrados para o desvio-padrão como também a amplitude entre o quartil inferior e quartil superior mostram que existe forte heterogeneidade espacial nos coeficientes de  $\beta$ -convergência, em todos os casos. Esses resultados dão suporte a formação de clubes de convergência na dinâmica dos preços das terras agrícolas entre os municípios paranaenses.

**Tabela 3 - Teste de variabilidade geográfica para os coeficientes dos modelos locais**

	<b>Tipo de Terra</b>	<b>Intercepto</b>	<b>Preço inicial</b>
Arenosa	Mecanizada	-51,9258	-87,0850
	Mecanizável	-158,4861	-448,8419
	Não mecanizável	-226,4232	-294,5514
	Inaproveitável	-236,5321	-227,5978
Mista	Mecanizada	-343,1069	-2003,9364
	Mecanizável	-191,3563	-896,5466
	Não mecanizável	-397,9837	-1455,5939
	Inaproveitável	-226,8517	-273,8501
Roxa	Mecanizada	-574,2284	-724,6835
	Mecanizável*	-227,6685	-330,9864
	Não mecanizável	-680,8778	-1850,1645
	Inaproveitável	-525,5523	-282,5811

Fonte: Elaborado pelos autores.

Nota: \* Modelo estimado com função Kernel fixa biquadrada.

**Tabela 4 - Resultados das regressões locais: coeficiente do preço inicial**

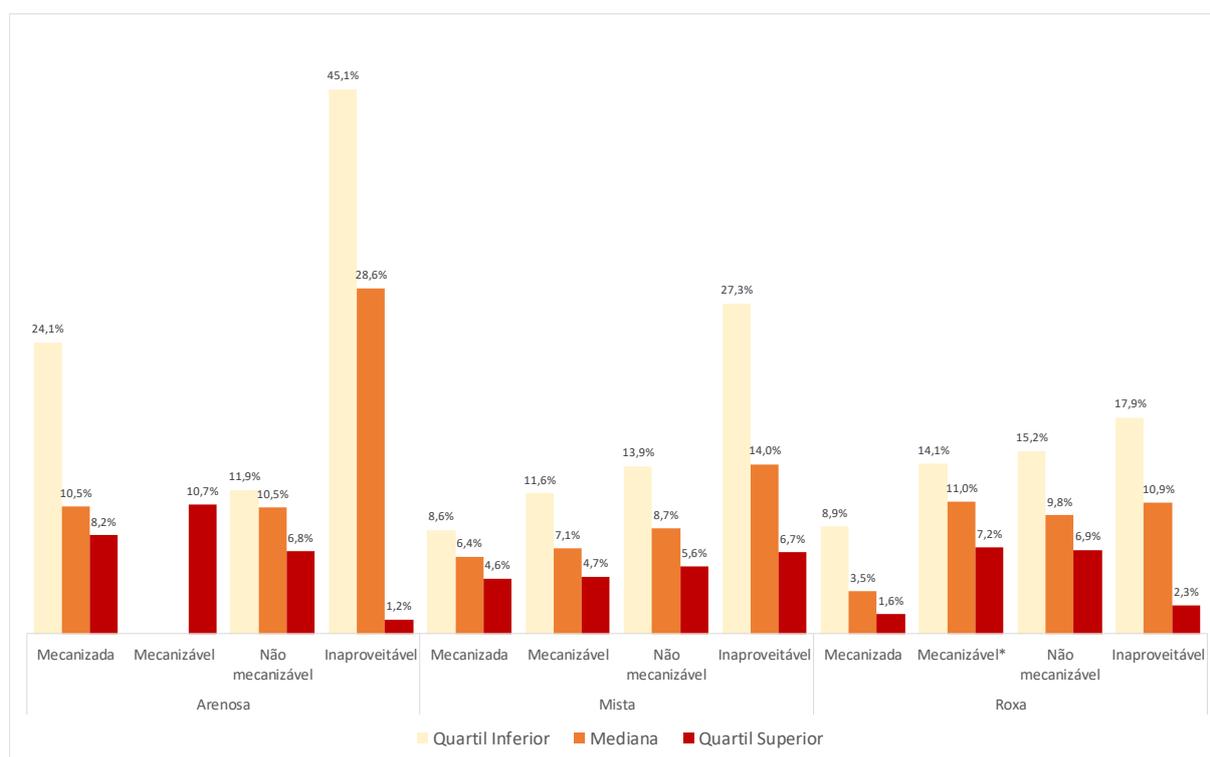
	<b>Tipo de Terra</b>	<b>Média</b>	<b>Desvio-padrão</b>	<b>Quartil Inferior</b>	<b>Mediana</b>	<b>Quartil Superior</b>
Arenosa	Mecanizada	-0,7410	0,2304	-0,9105	-0,6514	-0,5578
	Mecanizável	-0,9239	0,2116	-1,1111	-1,0379	-0,6568
	Não mecanizável	-0,6072	0,1206	-0,6955	-0,6490	-0,4942
	Inaproveitável	-0,7039	0,3976	-0,9890	-0,9427	-0,1125
Mista	Mecanizada	-0,4736	0,1701	-0,5773	-0,4708	-0,3663
	Mecanizável	-0,5359	0,1881	-0,6875	-0,5072	-0,3754
	Não mecanizável	-0,5960	0,2326	-0,7507	-0,5815	-0,4260
	Inaproveitável	-0,7213	0,3240	-0,9351	-0,7545	-0,4904
Roxa	Mecanizada	-0,3841	0,3099	-0,5878	-0,2959	-0,1511
	Mecanizável*	-0,6294	0,1540	-0,7553	-0,6655	-0,5122
	Não mecanizável	-0,6368	0,2390	-0,7802	-0,6250	-0,5009
	Inaproveitável	-0,5541	0,2888	-0,8335	-0,6638	-0,2083

Fonte: Elaborado pelos autores.

Nota: \* Modelo estimado com função Kernel fixa bi-quadrada.



Calculamos a velocidade de convergência para os quartis inferior e superior como também para a mediana (Gráfico 1)<sup>5</sup>. De fato, corrobora-se que existe grande heterogeneidade no padrão de convergência dos preços das terras agrícolas entre os municípios paranaenses. O quartil inferior captura a dinâmica dos clubes de convergência mais acelerados, destacando-se os seguintes tipos de terra, respectivamente: arenosa inaproveitável, mista inaproveitável e arenosa mecanizável. Neste grupo ainda devemos considerar a terras do tipo arenosa mecanizável, cujo coeficiente médio de  $\beta$ -convergência foi de -1,11, valor que indica elevadíssima dinâmica de valorização. No caso oposto (quartil superior), os clubes de menor convergência correspondem às terras do tipo arenosa inaproveitável e roxa tanto mecanizada como inaproveitável.

**Gráfico 1 - Velocidade de convergência**

Fonte: Elaborado pelos autores.

<sup>5</sup> A velocidade de convergência corresponde a  $\theta_i = \ln(\beta_i + 1) / k$ , onde k representa o horizonte de tempo.



Para identificar a configuração espacial dos clubes de convergência, elaboramos mapas com a distribuição espacial dos coeficientes locais  $\beta$  que se mostraram estatisticamente significativos a 5,0%: terra arenosa (Figura 1), terra mista (Figura 2) e terra roxa (Figura 3). Conforme os princípios do modelo de convergência, quanto menor for o valor do coeficiente  $\beta$  (mais negativo) maior é a velocidade de convergência na dinâmica de ajustamento dos preços. Os clubes de alta convergência são caracterizados por regimes espaciais (clusters) nos quais o valor do coeficiente é baixo para determinado agrupamento de vizinhança dos municípios, enquanto os clubes de baixa convergência ocorrem no caso contrário.

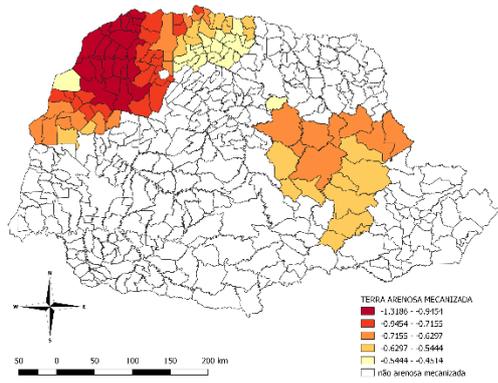
No caso das terras arenosas, os clusters de alta convergência envolvem agrupamentos de municípios na parte noroeste do Paraná, enquanto os cluster de baixa velocidade de convergência na parte envoltória do centro e nordeste do Estado. Esse padrão é robusto para as diversas classificações do solo arenoso. No caso das terras mistas, os clusters de maior velocidade de convergência envolvem um corredor de municípios localizados entre o centro-sul e nordeste do Estado, principalmente para as classes mecanizada, mecanizável e não mecanizável. No caso das terras mistas classificadas como inaproveitável, os cluster de maior velocidade de convergência abrangem municípios localizados entre o nordeste e leste do Paraná, envolvendo a Região Metropolitana e o litoral.

Por fim, as terras roxas possuem apresentam clusters de convergência espacialmente dicotômicos segundo a classificação. No caso das terras roxas mecanizadas e inaproveitável, os clusters e de alta (baixa) convergência localizam-se principalmente no sudoeste do Estado, enquanto os clusters de alta convergência para as terras roxas mecanizável e não mecanizável situam na região norte do Estado.

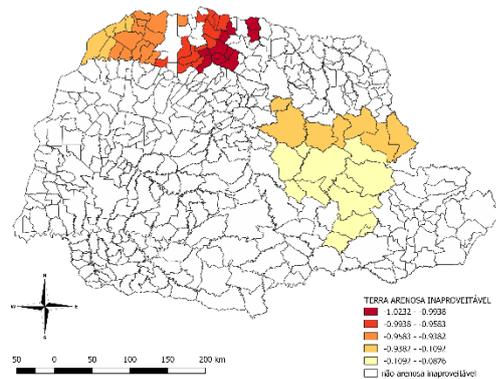


**Figura 1 – Mapas dos coeficientes de  $\beta$ -convergência: terra arenosa**

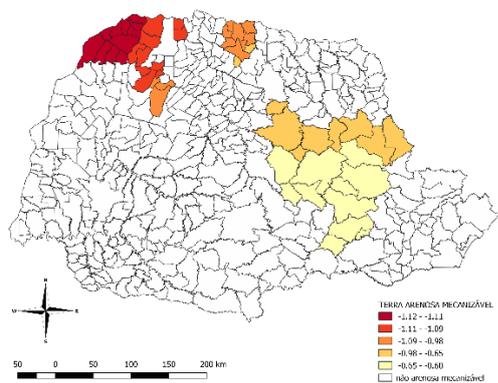
**Mecanizada**



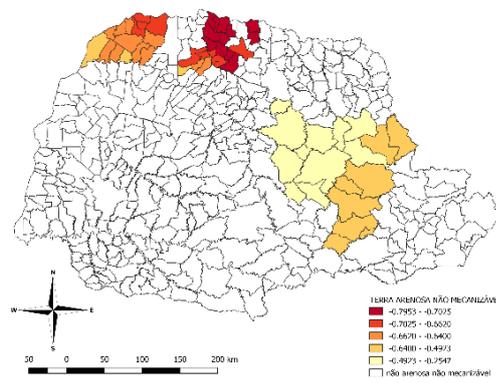
**Inaproveitável**



**Mecanizável**



**Não Mecanizável**

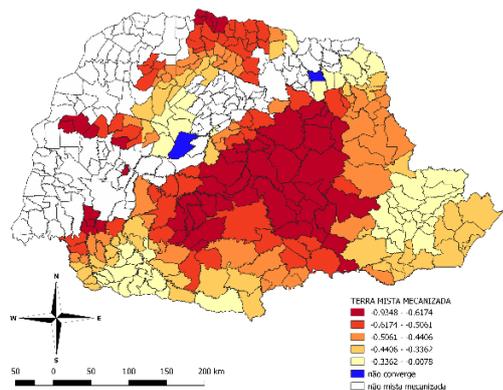


Fonte: Elaborado pelos autores.

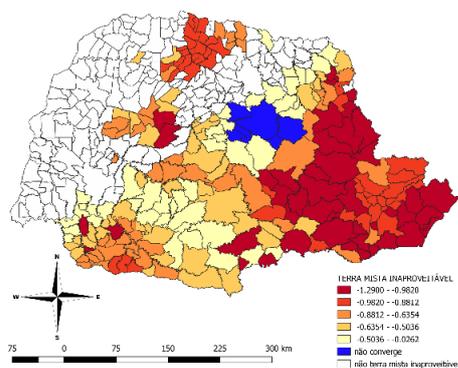


**Figura 2 – Mapas dos coeficientes de  $\beta$ -convergência: terra mista**

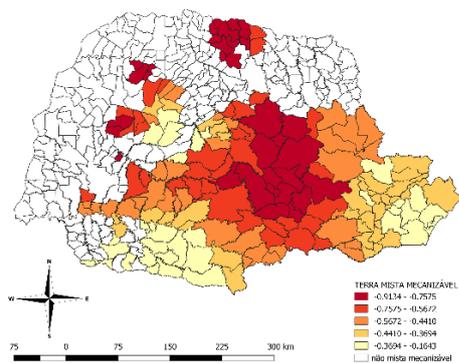
**Mecanizada**



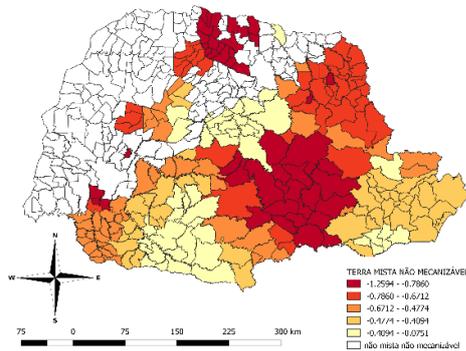
**Inaproveitável**



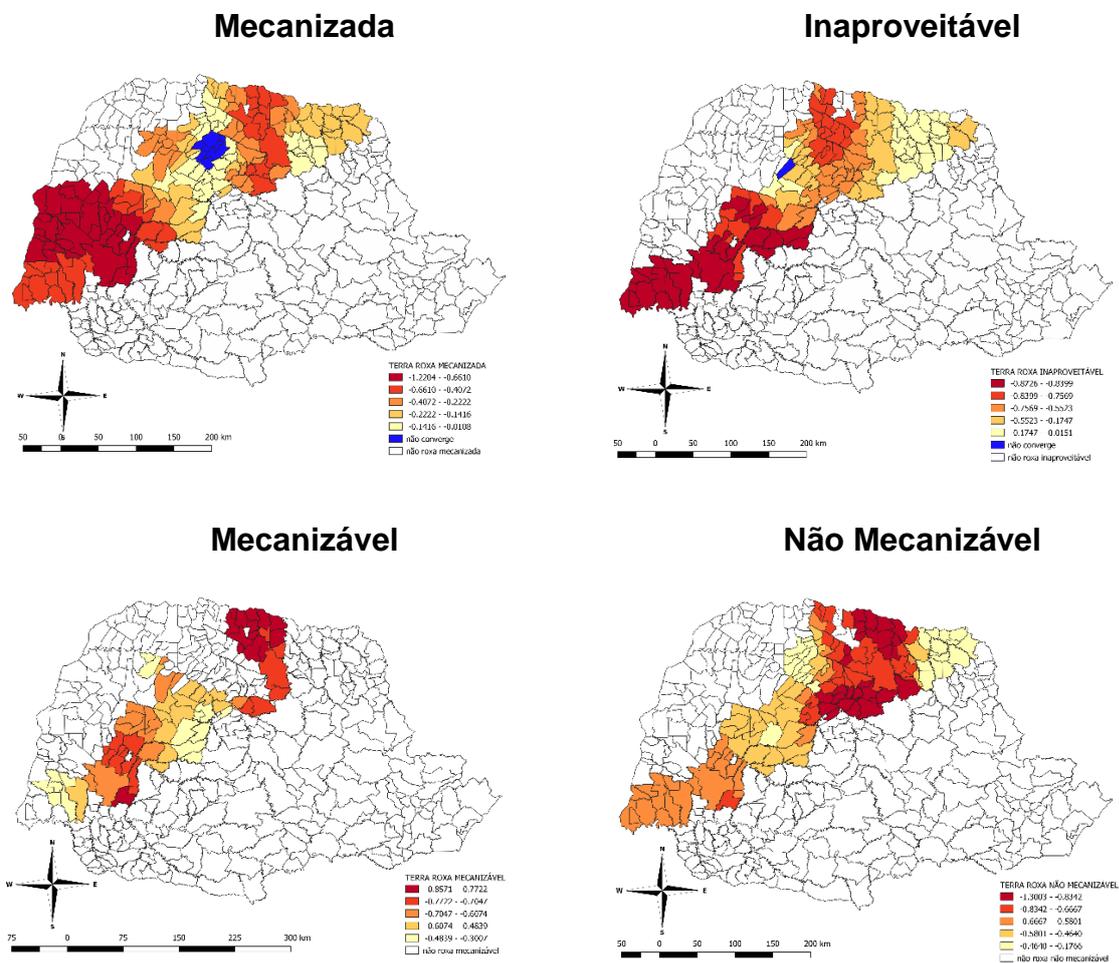
**Mecanizável**



**Não Mecanizável**



Fonte: Elaborado pelos autores.

**Figura 3 – Mapas dos coeficientes de  $\beta$ -convergência: terra roxa**

Fonte: Elaborado pelos autores.

## 5. Considerações finais

Este estudo buscou avaliar empiricamente se a dinâmica de evolução dos preços das terras agrícolas nos municípios paranaenses é caracterizada pela presença de clubes de convergência, o que implica na invalidade da aplicação da lei do preço único para o mercado de terras do Paraná. O estudo foi implementado por meio da estimação de equações de convergência locais, usando o método denominado regressão ponderada geograficamente. Foram estimadas equações de convergência para doze categorias de terra definidas segundo o tipo (arenosa, roxa e mista) e classe de intensidade tecnológica (mecanizada, mecanizável, não mecanizada e inaproveitável).



Os resultados mostraram que existe forte heterogeneidade na dinâmica de evolução dos preços das terras agrícolas em todas as categorias analisadas, evidenciando que a lei do preço único não se aplica ao mercado de terras paranaense e que a formação do preço da terra neste mercado é caracterizada pela presença de clubes de convergência. Portanto, confirmou-se a hipótese levantada no estudo e sua principal implicação é que existe evidência de arbitragem no mercado de terras do Paraná, ou seja, a estrutura deste mercado não pode ser definida como eficiente.

Cabe observar ainda que os resultados encontrados neste estudo se diferenciam daqueles encontrados por Malassise, Parré e Fraga (2015), que apontavam para uma dinâmica de convergência absoluta condizente com a lei do preço único. Essa aparente divergência decorre fundamentalmente da abordagem metodológica diferenciada entre os estudos, uma vez que Malassise, Parré e Fraga (2015) adotaram um procedimento de estimação baseado em regressões espaciais globais enquanto optamos pela adoção de um método de estimação que admite variabilidade local nos coeficientes da equação de convergência.

Diversos mecanismos causais podem constituir os elementos de formação dos clubes de convergência no mercado de terras agrícolas do Paraná. Esses aspectos não foram explorados nesta pesquisa dado que o escopo principal foi testar empiricamente a existência dos clubes de convergência. Contudo, é recomendado que a agenda de pesquisa futura busque aprofundar a compreensão deste fenômeno investigando seus mecanismos causais.

## Referências

- ABBOTT, A., DE VITA, G., 2013. Testing for long-run convergence across regional house prices in the UK: a pairwise approach. *Applied Economics*, 45, 1227-1238.
- BARRO, R. (1991) Economic growth in a cross-section of countries. *Quarterly Journal of Economics*, 106, 407-443.
- BARRO, R. (1997) *Determinants of economic growth*. Cambridge: MIT Press.
- BARRO, R.; SALA-I-MARTIN, X. (1992) Convergence. *Journal of Political Economy*, 100(2), 223-251.



- BERNARD, A.; DURLAUF, S. (1996) Interpreting tests of the convergence hypothesis. *Journal of Econometrics*, 71, 161-173.
- BRUNSDON, C.; FOTHERINGHAM, A. S.; CHARLTON, M. E. (1996) Geographically weighted regression: a method for exploring spatial nonstationarity. *Geographical Analysis*, 28(4), 281-298.
- CARMONA, J., ROSÉS, J.R. (2012) Land markets and agrarian backwardness (Spain,1904–1934). *European Review of Economic History*, 16, 74-96.
- CECCHETTI, S.G., MARK, N.C., SONORA, R.J., 2002. Price index convergence among United States cities. *International Economic Review*, 43, 1081-1099.
- FOTHERIGAN, A. S., BRUNSDON, C. & CHARLTON, M. (2002) *Geographically Weighted Regressions: the Analysis of Spatially Varying Relationships*. England: Jonh Wiley & Sons.
- GOLDBERG, P.K., VERBOVEN, F. (2005) Market integration and convergence to the Law of One Price: evidence from the European car market. *Journal of International Economics*, 65, 49-73.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2018) Censo agropecuário 2017: resultados preliminares. Rio de Janeiro: IBGE. Disponível em: <<http://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=73093>> Acesso em: 11 dez. 2018.
- KIM, Y.S., ROUS, J.J., 2012. House price convergence: evidence from US state and metropolitan area panels. *Journal of Housing Economics*, 21, 169-186.
- MALASSISE, R. L. S.; PARRE, J. L.; FRAGA, G. J. (2015) O comportamento do preço da terra agrícola: um modelo de painel de dados espaciais. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, 53(4), 645-666.
- MILJKOVIC, d. (1999) The law of one price in international trade: a critical review. *Review of Agricultural Economics*, 21(1), 126-139.
- QUAH, D. (1996) Empirics for growth and convergence. *European Economic Review*. 40, 1353-1375.
- QUAH, D. (1997) Empirics for growth and distribution: stratification, polarization, and convergence clubs. *Journal of Economic Growth*, 2, 27-60.
- SEAB/DERAL (Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento / Departamento de Economia Rural) (2018) Pesquisa de preços de terras agrícolas. Disponível em: <[http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Metodologia\\_atual.pdf](http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Metodologia_atual.pdf)>. Acesso em: 21 dez. 2018.
- SEAB/DERAL (Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento / Departamento de Economia Rural) (2018) Preços médios das terras agrícolas no Paraná. Disponível em:



---

<[http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/terras\\_pdf\\_publicacao.pdf](http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/terras_pdf_publicacao.pdf)>. Acesso em: 21 dez. 2018.

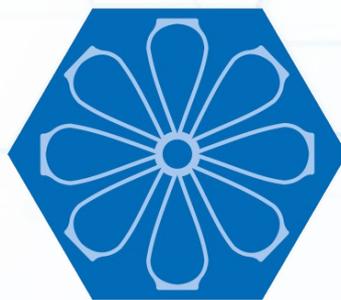
STIGLER, G. J.; SHERWIN, R. A. (1985) The extent of the market. *The Journal of Law & Economics*, 28(3), 555–585.

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

WRIGHTS, S. (2018) Does the law of one price hold for hedonic prices? *Urban Studies*, 55(15), 3299-3317.

WHEELER, D. C. (2019) Geographically Weighted Regression. In: Fischer, M. M.; Nijkamp P. (eds.) *Handbook of Regional Science*. Alemanha: Springer.

YANG, X.; RITTER, M.; ODENING, M. (2017) Testing for regional convergence of agricultural land prices. *Land Use Policy*, 64, 64-75.



**NEDUR**



**Núcleo de Estudos em Desenvolvimento Urbano e Regional  
Universidade Federal do Paraná**

 **Av. Prefeito Lothário Meissner, nº 632 – Setor de Ciências Sociais | UFPR**

 **[www.nedur.ufpr.br](http://www.nedur.ufpr.br)**

 **[nedur.ufpr@gmail.com](mailto:nedur.ufpr@gmail.com)**