

Área 5- Crescimento Econômico e Desenvolvimento Regional

Título: RELAÇÃO ENTRE A CONCENTRAÇÃO DA TERRA, O PIB E A PRODUTIVIDADE AGRÍCOLA NA REGIÃO BRASILEIRA DO MATOPIBA

Autores:

Poema Isis Andrade de Souza (UFRPE)

Gisleia Benini Duarte (UFRPE)

Diego Firmino Costa da Silva (UFRPE)

André de Souza Melo (UFRPE)

RESUMO

Este artigo tem como objetivo verificar as relações entre a concentração da terra do Matopiba, a partir do índice de gini, sobre o desempenho do pib e a produtividade agrícola na região. Para isso, foram utilizados dados do Censo Agropecuário do IBGE referentes aos anos de 2006 e 2017, além de outras informações socioeconômicas da região. Utilizou-se o modelo de dados de painel com efeitos fixos e a abordagem da econometria espacial. Os resultados encontrados mostraram que o índice de gini da concentração de terra teve uma correlação positiva, e estatisticamente significativa, no desempenho do pib agropecuário. Já em relação ao pib total, o tamanho da área média dos estabelecimentos apresentou uma relação positiva e o índice de gini perdeu significância. Por fim, para explicar o comportamento da produtividade agrícola do milho nos municípios da região, destacam-se a importância da quantidade de tratores disponíveis e seus efeitos espaciais (*spillover* tecnológico), além da baixa escolaridade da região, que tem efeitos negativo sobre a produtividade da terra.

Palavras-chaves: Matopiba, concentração de terra, PIB, produtividade agrícola

JEL: R11, Q15

ABSTRACT

This article aims to verify the relationship between the concentration land of Matopiba, based on the gini index, on the performance of the agricultural productivity in the region. For this, data from the Agricultural Census (IBGE) for the years 2006 and 2017, in addition to other socioeconomic information from the region. We use the panel data model with fixed effects and a spatial econometrics approach. The results found that the gini index of land concentration had a positive and statistically significant correlation in the performance of agricultural GDP. The agricultural area of firm showed a positive relationship on total GDP and the gini index lost significance. Finally, to explain the behavior of agricultural productivity of corn in the municipalities of the region, highlight the importance of the number of available tractors and their spatial effects (technological spillover), in addition, the low level of education in the region has negative effects on land productivity.

Keywords: Matopiba, land concentration, GDP, agricultural productivity

JEL: R11, Q1

RELAÇÃO ENTRE A CONCENTRAÇÃO DA TERRA, O PIB E A PRODUTIVIDADE AGRÍCOLA NA REGIÃO BRASILEIRA DO MATOPIBA

1. INTRODUÇÃO

O setor agropecuário brasileiro sempre teve relevância na formação econômica do Brasil e, em períodos recentes, tem se destacado com a participação elevada do PIB do agronegócio na economia e com o crescente peso das *commodities* na pauta de exportação brasileira. Nesse sentido, embora o setor agropecuário tenha representado apenas 5,34% do PIB do Brasil, em 2017, de acordo com os dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2020), a participação do agronegócio na economia brasileira atingiu 21,3% nesse mesmo ano (CEPEA, 2020) e as exportações de *commodities* representaram 49% das vendas do Brasil no exterior (MDIC, 2020).

Nesse contexto, destaca-se o desenvolvimento da região brasileira conhecida como a última fronteira agrícola do Brasil, denominada Matopiba. Esta região é formada pelos estados do Maranhão (MA), Tocantins (TO), Piauí (PI) e Bahia (BA), que dá origem à sua denominação, resultante das siglas dessas unidades da federação do Brasil.

De acordo com as informações da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária-EMBRAPA (2019), essa região é composta por 31 microrregiões, 337 municípios e uma área total de 73 milhões de hectares, numa área predominantemente formada pelo bioma do cerrado, com larga produção de milho, soja e algodão, associada a uma produção mecanizada e com sistemas de irrigação. O produto interno bruto do Matopiba atingiu 102 bilhões de reais em 2017 (IBGE, 2020) e uma população estimada de 6,3 milhões de pessoas, o que gerou um PIB per capita de aproximadamente 16 mil reais para esse ano. Destaca-se, portanto, que essa é uma região com relevância e dinamismo socioeconômico, embora apresente uma renda média relativamente baixa, acentuadas desigualdades regionais e esteja inserida nas duas regiões mais pobres do Brasil, o Nordeste e o Norte.

Enquanto a participação média do setor agropecuário na economia brasileira ficou um pouco acima dos 5%, no Matopiba esse peso foi de aproximadamente 23,7% do PIB da região, de acordo com os dados do IBGE (2020). Ou seja, as atividades vinculadas à agricultura e pecuária no Matopiba têm uma grande relevância no seu desenvolvimento regional. Porém, existem fortes disparidades regionais no processo produtivo, e as produções de *commodities* com maiores produtividades estão vinculadas ao agronegócio, o qual tem característica de ser um segmento concentrador de terras, cujas produções são feitas em largas escalas territoriais.

De acordo com o Censo Agropecuário de 2006, os estabelecimentos com áreas produtivas acima de 1000 hectares nos municípios do Matopiba corresponderam a uma média de 3,08% das unidades produtivas, enquanto concentravam 32,3% do total da área produtiva. E no último Censo Agropecuário, para o ano 2017, os estabelecimentos com essas características tiveram uma redução do seu peso para 2,8% e um peso de 28,6% do total da área de produção. Esses números revelam uma forte concentração da terra em um grupo pequeno de produtores, e sinalizam a

importância de se entender a estrutura fundiária como fator de desenvolvimento na região do Matopiba. Alguns estudos já destacaram o fato desta região ser de transformações aceleradas, decorrentes do crescimento das atividades atreladas ao setor agropecuário, com grandes contrastes produtivos e socioeconômicos (FAVORETO et. Al, 2019; PEREIRA, 2019; GARCIA e BUAINAIN,2016).

Portanto, o presente estudo tem por objetivo verificar se a concentração de terras no Matopiba contribui positivamente para o desempenho do PIB dos municípios da região e para a produtividade agrícola, também considerando possíveis efeitos espaciais entre as localidades. Para isso, serão analisados os últimos dados disponíveis do Censo Agropecuário Brasileiro, para os anos de 2006 e 2017. Destaca-se que a produção do milho será utilizada nas inferências de produtividade pois é um produto agrícola produzido em quase todos os municípios, diferente da soja, que possui muitos municípios que não tem produção desta *commodity*. A análise será feita através da abordagem de modelos de dados em painel tradicional e com efeitos espaciais (LESAGE e PACE, 2009; BELOTTI et al, 2016) entre os municípios do Matopiba, na tentativa de capturar o “efeito vizinhança” dos desempenhos econômicos das localidades e os diferentes níveis de estrutura de produção e características socioeconômicas.

Vários estudos realizados no âmbito internacional encontraram correlações negativas entre a concentração da terra e o crescimento econômico, decorrentes das assimetrias existentes no mercado de crédito que é de difícil acesso aos pequenos produtores, por características do mercado de trabalho, pelo fato das firmas de menor porte serem trabalho-intensivas e de baixo nível de capital humano, por existir “fragilidades” institucionais, entre outros aspectos (DEININGER e SQUIRE,1998; ERICKSON e VOLLRATH, 2004; FORT, 2007; CIPOLLINA et. al.,2018).

Um outro tema abordado na literatura é referente aos efeitos da concentração de terra sobre a produtividade da firma. Todavia, não há consenso, sendo assim, alguns estudos encontraram efeitos positivos entre o tamanho do estabelecimento agrícola e a produtividade (ADAMOPOULOS E RESTUCCIA, 2014; FAN e CHAN-KANG, 2005). Há também evidências de uma relação em forma de “U invertido” entre a área e a produtividade da terra (Sheng et al., 2019). Por fim, alguns estudos encontraram relações negativas entre a dimensão da unidade produtiva agrícola e a produtividade da terra, decorrentes da produtividade marginais decrescentes dos fatores, principalmente (FEDER,1985; ASSUNÇÃO e GHATAK, 2003).

A contribuição do presente artigo consiste em fortalecer a literatura sobre os efeitos da distribuição da terra (índice de gini) e do tamanho da área produtiva no desempenho econômico das regiões, em termos de PIB e produtividade agrícola, considerando seus efeitos espaciais. Através de modelos econométricos de dados em painel, considerando-se se há efeitos de vizinhança entre os municípios do Matopiba será possível compreender a dinâmica socioeconômica regional.

Este artigo está dividido em 5 partes, além desta introdução. A seção 2 contém o referencial teórico sobre os estudos relacionados aos impactos da concentração fundiária no desenvolvimento socioeconômico. A seção 3 traz uma análise descritiva da região do Matopiba. A seção 4 descreve a estratégia metodológica adotada neste

estudo. Já os resultados encontrados serão apresentados na seção 5. Por fim, as considerações finais fazem parte da seção 6.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

O recente estudo desenvolvido por Cipollina et. al. (2018) contém uma compilação de 22 publicações e 180 estimativas sobre o efeito da concentração de terra no crescimento econômico dos países utilizando-se a metodologia da meta-análise. Desta maneira, os resultados encontrados indicam uma predominância da relação negativa entre a desigualdade na distribuição da terra e o crescimento do PIB das economias, principalmente no longo prazo e no caso dos países em desenvolvimento. Nesse sentido, o estudo de Deininger e Squire (1998) empregou o coeficiente de Gini para a concentração de terra dentro dos países e comprovou que as localidades com maiores desigualdades na distribuição da terra apresentaram menores taxas de crescimento.

A teoria econômica tradicional associa a concentração de terra como um fator limitante do desenvolvimento, com efeitos negativos sobre as instituições, o setor financeiro e a educação, não apenas nas comparações entre os países, mas, também dentro de cada nação (Erickson e Vollrath, 2004).

No estudo de Fort (2007) foi testada a relação entre o índice de Gini para a concentração da terra sobre o crescimento econômico de 30 países, durante um período de três décadas. Desta maneira, foram encontradas relações negativas entre a desigualdade da propriedade da terra e o crescimento econômico, e as conclusões indicaram que mudanças na distribuição da terra são fatores importantes para o desenvolvimento das economias.

Há uma discussão complementar se a produtividade das firmas no setor agrícola é diferente entre os países ricos e pobres, principalmente devido ao tamanho das áreas produtivas médias dos estabelecimentos rurais. Nos países já desenvolvidos, por exemplo, as propriedades de pequena escala consideradas com uma área de até 2 hectares representam apenas 15% do total, enquanto nos países pobres esse percentual atinge 70% (ADAMOPOULOS e RESTUCCIA, 2014).

No trabalho de Feder (1985), o autor destaca uma relação inversa entre produtividade agrícola e o tamanho do estabelecimento, enfatizando a dificuldade da supervisão do trabalho em empresas de larga escala. Todavia, no que se refere às restrições de crédito das propriedades de pequeno porte nos países menos desenvolvidos isso afeta negativamente a produtividade.

De acordo com Assunção e Ghatak (2003), os agricultores têm diferentes habilidades, e considerando as restrições existentes no mercado de crédito, para aqueles com qualificação acima da média, esses produtores seriam responsáveis por maiores produtividades em propriedades rurais de pequeno porte, o que causaria uma relação inversa entre tamanho da firma e a produtividade. Todavia, esse nível de qualificação dificilmente é observado em economias em desenvolvimento, cuja mão de obra utilizada no setor agropecuário tem uma escolaridade baixa.

A relação entre o tamanho da firma e a sua produtividade não é consensual na literatura. Fan e Chan-Kang (2005) comprovaram uma relação positiva existente entre o tamanho da firma agrícola e a produtividade do trabalho na Ásia, indicando que a reforma agrária seria fundamental para a garantia dos direitos de propriedade na região e para o aumento do tamanho médio dos estabelecimentos agropecuários. No estudo realizado por Adamopoulos e Restuccia (2014), os autores afirmam que as imperfeições existentes nas instituições dos países pobres, no que se refere ao mercado de terras, é um obstáculo importante sobre o tamanho dos estabelecimentos agropecuários e a produtividade desses países.

Sheng et al (2019) realizaram um estudo para as unidades produtivas rurais do Norte e Nordeste da China sobre a relação entre a produtividade agrícola e o tamanho do estabelecimento rural. Os resultados indicaram uma curva em formato de “U invertido”. Ou seja, a produtividade da terra cresce até atingir uma área de porte médio e depois torna-se decrescente. Esse resultado pode implicar em uma má alocação de recursos nas firmas de alta escala, os quais poderiam ser mais eficientes se fossem redirecionados às unidades produtivas trabalho-intensivas e com maior produtividade marginal do capital.

No caso específico do Brasil, existe uma forte concentração de áreas produtivas agrícolas e falhas institucionais sobre o mercado de terras que se traduzem em conflitos sobre a estrutura fundiária do país. No estudo realizado por Hoffmann e Ney (2010), os autores destacaram a existência de um elevado nível de concentração fundiária no território brasileiro, que obteve um índice de Gini dessa concentração equivalente a 0,856, em 2006, muito superior ao valor referente à concentração de renda no país.

Através do modelo econométrico para o Brasil (*overlapping model*) com dados em painel adotado pelo estudo de Araújo et al. (2006), os autores encontraram efeitos negativos das inseguranças fundiárias (medida através do número de ocupações da terra) sobre os preços da terra. Todavia, os resultados mostraram efeitos positivos dessa variável, que representaria uma distribuição mais igualitária das áreas, sobre o crescimento econômico. No caso específico da região do Matopiba, autores como Favareto et.al (2019) e Pereira (2019) ressaltam o papel da distribuição de terra sobre a desigualdade da estrutura produtiva e do desempenho socioeconômico e ambiental dessa região, principalmente, decorrente do aumento da produção de *commodities*.

3. A REGIÃO DO MATOPIBA

O território do Matopiba é formado por 337 municípios localizados nos estados brasileiros do Maranhão (MA), Tocantins (TO), Piauí (PI) e a Bahia (BA) e engloba uma população total de aproximadamente 6,4 milhões de pessoas, de acordo com as projeções do IBGE para o ano de 2017, e uma área agrícola total de 36,2 milhões de hectares.

Tabela 1 - Descrição do territorial do Matopiba

UF	Nº Municípios	Part. (%)	Área agrícola (2017) (1000 ha)	Part. (%)	População (2017)	Part. (%)	PIB R\$ bi (2017)	Part. (%)
Maranhão	135	40,1	9.723	26,8	3.717.220	58,3	43,0	32,0
Tocantins	139	41,2	15.200	41,9	1.550.194	24,3	34,1	33,3
Piauí	33	9,8	3.679	10,2	264.222	4,2	5,7	5,5
Bahia	30	8,9	7.631	21,1	841.968	13,2	19,7	19,2
Matopiba	337	100	36.234	100	6.373.604	100	102,5	100

Fonte: Elaboração própria dos autores. Dados do IBGE (2020).

Figura 1 – Território - MATOPIBA



Fonte: EMBRAPA (2015)

As estruturas agrárias dentro dos municípios que compõem o Matopiba apresentam uma forte disparidade em relação à distribuição da terra. Ao observar a participação dos estabelecimentos agropecuários e suas áreas correspondentes dentro dos municípios do Matopiba, constatou-se que houve uma pequena melhoria no acesso à terra por parte dos pequenos produtores, de acordo com os censos agropecuários de 2006 e 2017.

Porém, enquanto a participação média dos estabelecimentos com até 5 hectares aumentou de 20,1% do total para 21,9%, o peso médio dessas unidades produtivas na área total foi 0,8%, em 2006, e 3,4% em 2017. Já os estabelecimentos acima de 100 hectares tiveram uma queda da participação média de 21,5% para 19,9%, entre 2006 e 2017, e suas áreas médias corresponderam a 71% e 70,3% do total, respectivamente nesses anos. A Tabela 2 contém a participação média nos municípios que compõem o Matopiba em relação aos estabelecimentos agropecuários e suas áreas, por cada classe de área total.

Tabela 2 – Participação (%) média dos estabelecimentos agropecuários e suas respectivas áreas nos municípios do Matopiba, por classe de área total

Classe de área total (hectares)	2006		2017	
	estabelecimentos (%)	área (%)	estabelecimentos (%)	área (%)
Até menos de 5 ha	20,1	0,8	21,9	3,4
de 5 a menos de 10 ha	6,1	0,7	5,5	1,1
de 10 a menos de 20 ha	8,8	1,7	9,3	2,7
de 20 a menos de 50 ha	21,5	8,2	25,8	11,5
de 50 a menos de 100ha	11,9	8,6	12,9	11,1
de 100 a menos de 200 ha	8,4	10,2	8,0	11,5
de 200 a menos de 500 ha	7,0	16,6	6,4	17,4
de 500 a menos de 1000 ha	3,0	11,8	2,6	12,8
A partir de 1000 ha	3,1	32,3	2,8	28,6

Fonte: Elaboração própria dos autores. Dados dos Censos Agropecuários/ IBGE (2020).

Ao analisar as áreas médias dos estabelecimentos agropecuários e o número de unidades produtivas em cada estado que compõe o Matopiba, verificou-se que houve uma pequena redução na área média dos estabelecimentos na região (-1%) e um aumento um pouco mais expressivo (+3,5%) no número de firmas do setor agropecuário. Esse comportamento foi influenciado principalmente pelos municípios que estão localizados no estado do Tocantins, conforme a Tabela 3.

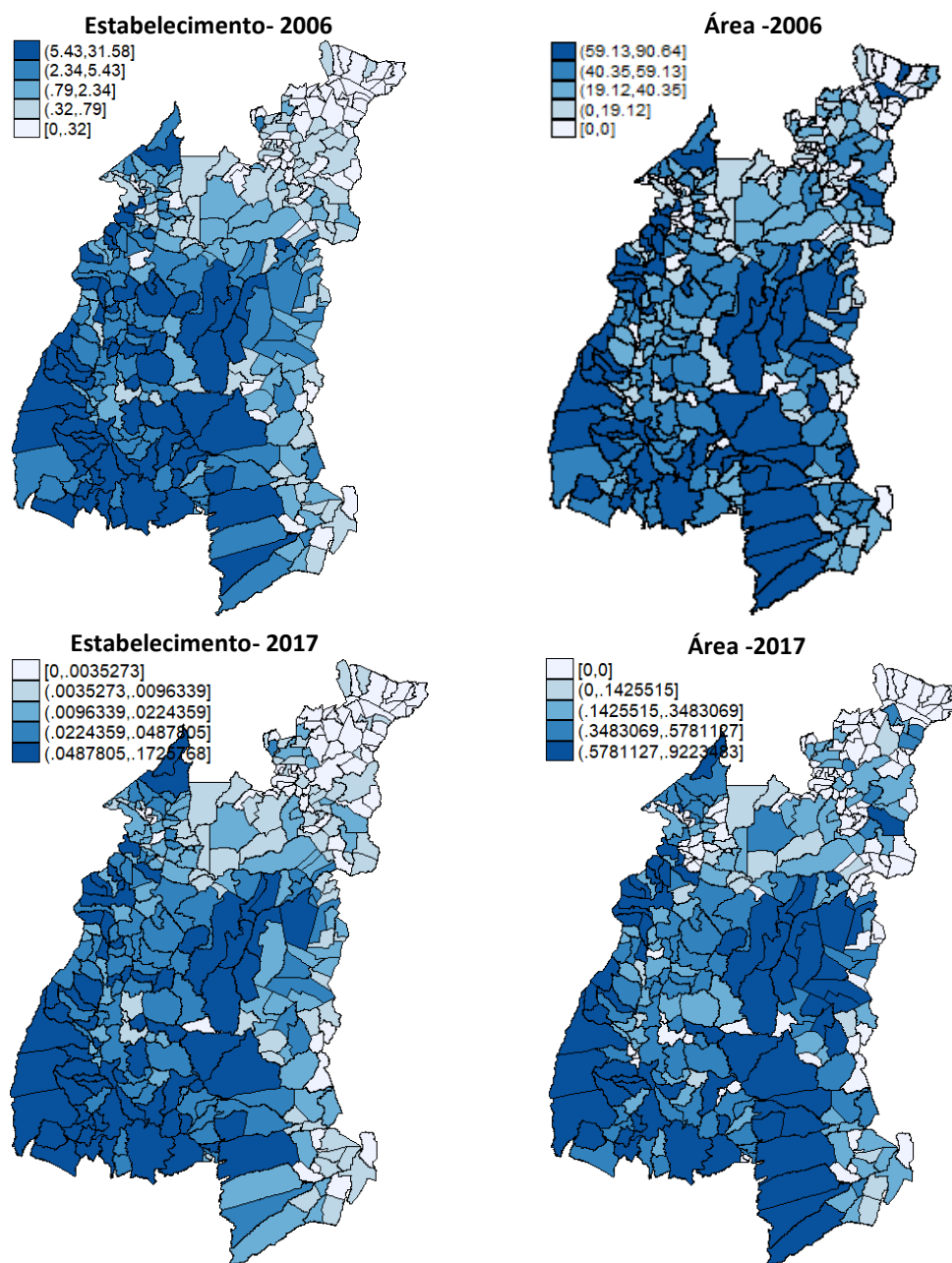
Tabela 3 – Área média (ha) e número de estabelecimentos agropecuários nos estados do Matopiba, 2006 e 2017.

ESTADO	Área média (ha) / Estabelecimento			Nº de estabelecimentos		
	2006	2017	Cresc. (%) / 2006-2017	2006	2017	Cresc. (%) / 2006-2017
Maranhão (MA)	67	84	26,5	146.590	146.766	0,1
Tocantins (TO)	275	246	-10,6	55.626	63.808	14,7
Piauí (PI)	136	159	16,4	19.913	22.641	13,7
Bahia (BA)	149	161	8,1	58.058	56.728	-2,3
MATOPIBA	167	165	-1,0	280.187	289.943	3,5

Fonte: Elaboração própria dos autores. Dados dos Censos Agropecuários/ IBGE (2020).

Para se analisar a participação do agronegócio dos municípios que compõem o Matopiba, com características de latifúndios, foram elaborados mapas com as delimitações dos municípios na região. Desta forma, a Figura 2, a seguir, contém as informações das distribuições percentuais dos estabelecimentos agropecuários e das suas áreas produtivas nos municípios do Matopiba com áreas produtivas acima de 1000 hectares. Como pode ser observado nos mapas para a região disponíveis na Figura 2, são poucos os municípios que não têm esses tipos de empreendimentos na região, porém, há evidências de uma suave desconcentração espacial entre 2006 e 2017.

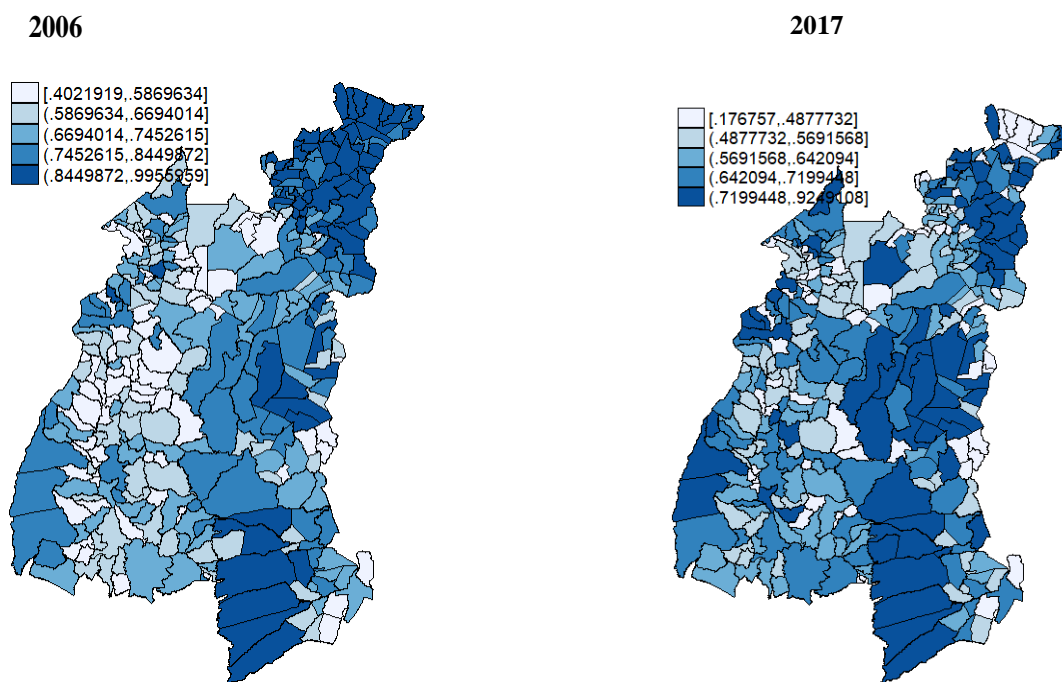
Figura 2 – Distribuição dos estabelecimentos (%) e áreas (%) acima de 1000 hectares para os municípios do Matopiba – 2006 e 2017



Fonte: Elaboração própria dos autores. Dados dos Censos Agropecuários 2006 e 2017/ IBGE (2020).

Os contrastes existentes entre as estruturas produtivas do Matopiba podem contribuir para as diferenças de produtividade e indicadores socioeconômicos nos municípios da região. Entre os anos de 2006 e 2017, observou-se que a distribuição da terra ficou menos concentrada na região medida através do índice de Gini, cujo valor médio para a região foi de 0,712, em 2006, e reduziu-se para 0,601, em 2017. Os mapas para a distribuição do índice de Gini da concentração fundiária pode ser visualizado na Figura 3, a seguir.

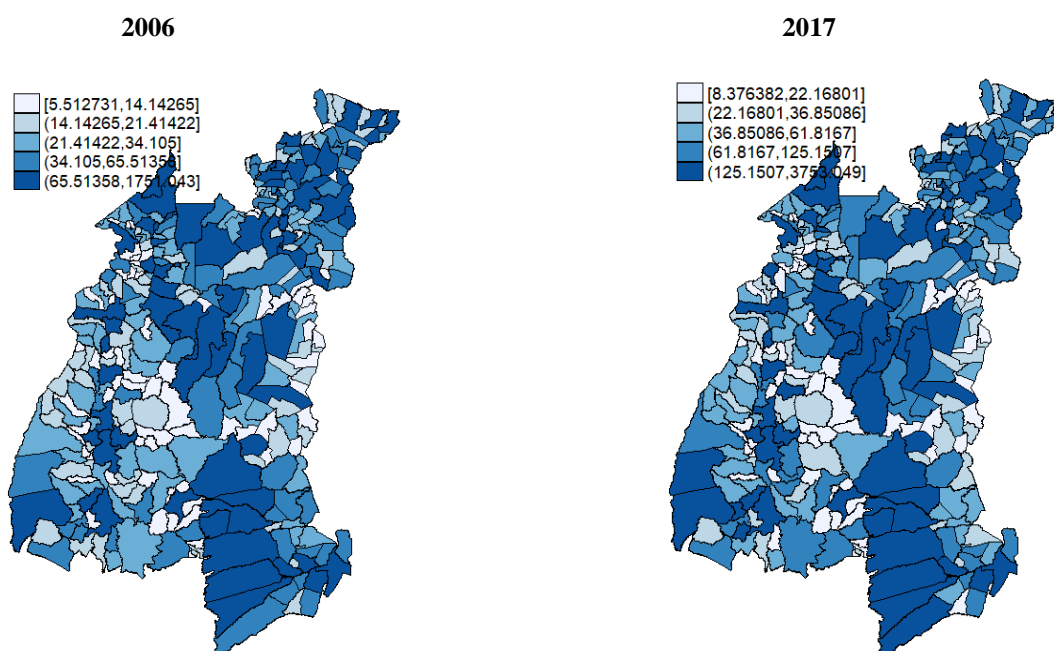
Figura 3 – Distribuição do índice de Gini da distribuição de terra no Matopiba



Fonte: Elaboração própria dos autores. Dados dos Censos Agropecuários 2006 e 2017/ IBGE.

Já as informações disponíveis para o PIB municipal (a preços constantes de 2006) para a região referentes aos anos de 2006 e 2017 podem ser visualizadas na Figura 4.

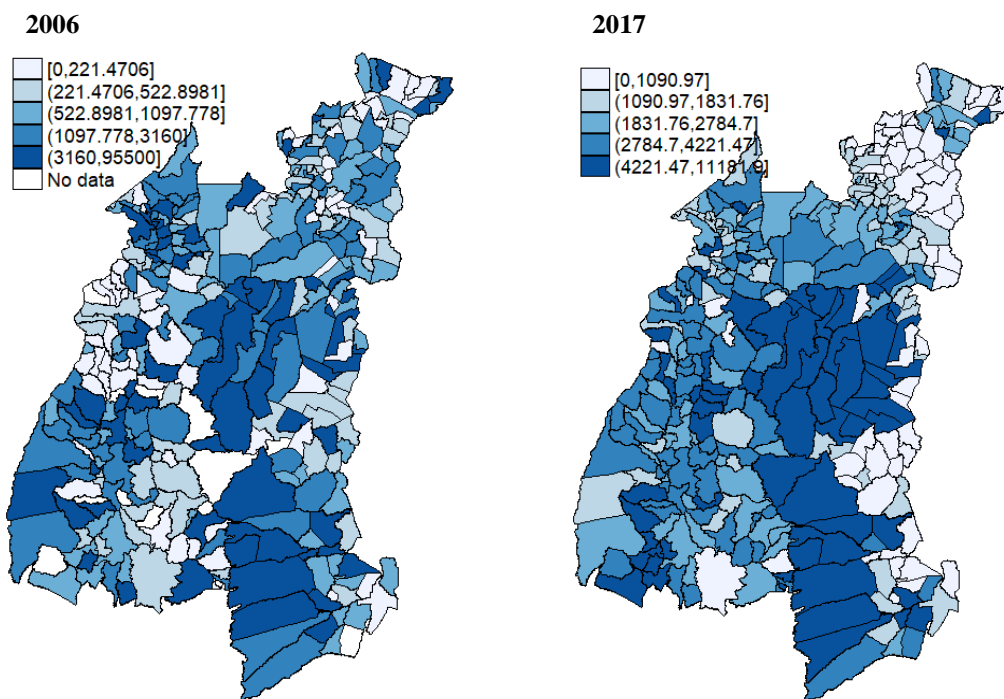
Figura 4 – Distribuição do PIB municipal, a preços constantes de 2006 (em R\$ milhões)



Fonte: Elaboração própria dos autores. Dados dos Censos Agropecuários 2006 e 2017/ IBGE.

As produtividades médias dos municípios do Matopiba em relação ao cultivo de milho, medidas em quilos por hectare, podem ser vistas nas as Figuras 5.

Figura 5 – Distribuição da produtividade do milho (kg/hectare)



Fonte: Elaboração própria dos autores. Dados dos Censos Agropecuários 2006 e 2017/ IBGE.

4. BASE DE DADOS E ESTRATÉGIA EMPÍRICA

O presente estudo utilizará, predominantemente, os dados municipais dos últimos Censos Agropecuários realizadas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), referentes aos anos de 2006 e 2017, e demais informações de variáveis socioeconômicas, como PIB e tamanho populacional disponibilizados pelo IBGE. O Censo Agropecuário é realizado a cada dez anos e não tem as informações disponíveis em microdados, por isso, o município será a unidade observacional adotada. Sendo assim, o Censo Agropecuário é a pesquisa mais abrangente no que se refere à estrutura produtiva vinculado ao setor agropecuário brasileiro.

Na primeira etapa, foram calculados os valores dos coeficientes de Gini para a distribuição da terra, a partir de 16 estratos de áreas dos estabelecimentos agrícolas, através da seguinte fórmula.

$$\text{Gini} = 1 - \sum_{i=1}^N (x_i - x_{i-1})(y_i + y_{i-1}) \quad (1)$$

Onde x_i é a participação percentual acumulada do número de estabelecimentos agropecuários em cada classe de áreas definidas e y_i representa a frequência acumulada na área total, respectivamente (Leite, 2018).

Além do uso do índice de Gini para a concentração fundiária nos municípios do Matopiba, foram utilizados nos modelos econométricos as variáveis referentes às características das unidades produtivas do setor agropecuário e algumas variáveis socioeconômicas dos municípios, conforme o Quadro 1.

Quadro 1- Descrição das variáveis

Variável	Descrição
Gini	Índice de gini para concentração da terra
Ln_PIB	Logaritmo do PIB real municipal
Ln_PIB_Agro	Logaritmo do PIB real do setor agropecuário municipal
Área_média	Área média dos estabelecimentos agropecuários, medida em hectares
Área_trator	Área total dos estabelecimentos agropecuários dividida pelo número de tratores
Ln_trator	Logaritmo do número de tratores nos municípios
Ln_pop	Logaritmo da população total do município
Ln_área	Logaritmo da área produtiva rural do município
Esc_produto	Percentual de produtores cujo curso escolar frequentado mais elevado corresponde, no máximo, ao Ensino Fundamental.
Agri_familiar	Percentual de estabelecimentos agropecuários classificados como Agricultura Familiar
Ln_produtiv_milho	Logaritmo da produção média de milho por hectare colhido (kg)
Dummy_ano	Assume o valor igual a 1 quando o ano for 2017 e zero se for 2006

A Tabela 4, a seguir contém a análise descritiva das variáveis do Quadro 1.

Tabela 4 – Análise descritiva das variáveis socioeconômicas do Matopiba

Variável	2006		2017	
	média	desvio-padrão	média	desvio-padrão
Gini	0,71	0,13	0,60	0,14
Ln_PIB	10,40	1,06	10,96	1,10
Ln_PIB_Agro	8,76	1,08	9,21	1,14
Área_média	166,73	201,57	165,06	157,13
Área_trator	222,80	320,90	136,88	214,95
Ln_trator	5,97	2,53	6,83	1,85
Ln_pop	9,14	1,00	9,26	1,00
Ln_área	11,03	1,01	11,01	1,16
Esc_produto	50,93	14,78	53,62	9,80
Agri_familiar	85,39	11,13	76,66	13,43
Produtiv_milho	2740,08	7098,24	2714,14	1874,66

Fonte: Elaboração própria dos autores

Na primeira etapa deste estudo serão estimados os modelos econométricos de dados em painel sem considerar as interações espaciais entre os municípios do Matopiba. Na análise de dados em painel, o modelo de efeitos fixos pretende capturar as características não observadas de cada município do Matopiba que permanecem constantes no decorrer do tempo e pode ser representado pelas equações 1 e 2 a seguir.

$$LnPIB_{it} = \alpha_i + \beta_1 Gini_{it} + \beta_2 Area_media_{it} + \beta_3 Esc_produtor_{it} + \beta_4 Ln_trator_{it} + \beta_5 Ln_Pop_{it} + \beta_6 Agri_familiar_{it} + dummy_ano + U_{it} \quad (1)$$

$$Ln_produtividade_agrícola_{it} = \alpha_i + \beta_1 Gini_{it} + \beta_2 Área_média_{it} + \beta_3 Esc_produtor_{it} + \beta_4 Ln_trator_{it} + \beta_5 Agri_familiar_{it} + dummy_ano + U_{it} \quad (2)$$

Nessas equações, o componente α_i representa as características municipais que se mantêm constantes ao longo do tempo (efeito fixo). O modelo de efeitos fixos é utilizado quando existe uma correlação entre as variáveis explicativas e as características das unidades de observação, sendo preferível ao modelo de *pooled* de mínimos quadrados ordinários, que não consideram essas variações e produzem estimativas dos parâmetros enviesadas e inconsistentes (Greene, 2002).

Na equação 2 apresentada, as medidas de produtividade agrícola testadas para os municípios do Matopiba serão representadas pela equação da produtividade média do milho por hectare produzido e as estimações em relação à produtividade do milho, pois é a cultura agrícola presente em quase todos os municípios da região.

Ao considerar as interações espaciais existentes entre as variáveis dos municípios do Matopiba, o modelo de dados em painel passa a incorporar a matriz de vizinhança W , que deve ser constante ao longo do tempo. A especificação do modelo espacial estático para dados em painel pode ser descrita abaixo conforme Belotti et. Al. (2017).

$$y_{it} = \alpha + \rho \sum_{j=1}^n w_{ij} y_{jt} + \sum_{k=1}^K x_{itk} \beta_k + \sum_{k=1}^K \sum_{j=1}^n w_{ij} x_{jkt} \theta_k + \mu_i + \gamma_t + v_{it} \quad (1)$$

$$v_{it} = \lambda \sum_{j=1}^n m_{ij} v_{jt} + \epsilon_{it} \quad i = 1, \dots, n \quad t = 1, \dots, T \quad (2)$$

Se $\theta = 0$, tem-se o Modelo Autorregressivo Espacial com distúrbios autorregressivos (SAC), que captura efeitos espaciais na variável dependente e nos erros. No caso de $\lambda = 0$, obtém-se o Modelo Durbin Espacial (SDM), a correlação espacial no erro é inexistente. Se $\lambda = 0$ e $\theta = 0$, considera-se o Modelo Autorregressivo Espacial (SAR), que indica correlações espaciais endógenas. Já se $\rho = 0$ e $\theta = 0$, chega-se ao Modelo de Erro Espacial (SEM). No modelo de lag de X (SLX) considera-se $\rho = 0$ e $\lambda = 0$. Por fim, se $\rho = 0$ e, $\theta = 0$ e $\mu_i = \phi \sum_{j=1}^n w_{ij} \mu_j + \eta_i$, obtém-se o Modelo de Efeitos Aleatórios para Painel Espacial Generalizado (GSPRE).

5. RESULTADOS

Os primeiros resultados obtidos das regressões estimadas para os municípios do Matopiba são referentes ao modelo de MQO *pooled* e os modelos de dados em painel, com efeitos fixos e efeitos espaciais (SAR, SEM e SDM, com efeitos fixos e matriz contígua normalizada estimados pelo comando *xslme* do Stata, BELOTTI et al, 2016)

Tabela 5 – Regressões do Ln do PIB Real para o Matopiba

Variável	MQO <i>pooled</i>	Painel Efeitos Fixos	Painel Espacial (SAR)	Painel Espacial (SEM)	Painel Espacial (SDM)
Gini	0,3468** (0,1409)	0,0777 (0,1285)	0,0700 (0,0902)	0,0718 (0,0913)	0,0743 (0,0898)
Área_média	0,0015*** (0,0003)	0,0002 (0,0001)	0,0002** (0,0001)	0,0002** (0,0001)	0,0003*** (0,0001)
escolar_produto	-0,0009 (0,0014)	-0,0018* (0,0010)	-0,0017** (0,0007)	-0,0018** (0,0007)	-0,0018** (0,0007)
ln_trator	0,0293*** (0,0094)	-0,0438*** (0,0111)	-0,0437*** (0,0077)	-0,0439*** (0,0077)	-0,0425*** (0,0077)
ln_pop	10,032*** (0,0231)	0,4252*** (0,0879)	0,4329*** (0,0620)	0,4275*** (0,0617)	0,4253*** (0,0625)
perc_agri_familiar	-0,007*** (0,0022)	0,0002 (0,0016)	0,0001 (0,0011)	0,0002 (0,0011)	0,0005 (0,0011)
dummy_ano	0,3886*** (0,0430)	0,5618*** (0,0303)	0,5343*** (0,0356)	0,5608*** (0,0216)	0,5228*** (0,0452)
constante	1,2505*** (0,2909)	6,7558*** (0,8283)	-	-	-
Defasagem na var. dependente (ρ)			0,1056 (0,1101)		-0.0273 (0.1503)
Defasagem no erro (λ)				0,0557 (0,1515)	
W_Gini					1,5938*** (0,4976)
W_ln_área_total					0,0008 (0,0006)
W_escolar_produto					0,0064* (0,0037)
W_ln_trator					0,0000 (0,0438)
W_ln_pop					-0,6363* (0,3769)
W_perc_agri_familiar					-0,0017 (0,0062)
W_dummy_ano					0,3365** (0,1556)
R ²	0,8416	0,7574	0,6400	0,6365	0,2397
Observações	674	674	674	674	674

Fonte: Elaboração própria dos autores. Nota: Desvios-padrão dentro dos parêntesis. Níveis de significância estatística: * p<0,10; ** p<0,05; *** p<0,01.

Os primeiros resultados apresentados na Tabela 5 indicam que a concentração de terra, medida pelo coeficiente de gini, não apresentou correlações significativas em relação ao comportamento do pib real dos municípios do Matopiba para os modelos testados, com exceção ao modelo espacial SDM, o qual indicou que o efeito vizinhança de municípios com maiores concentrações de terra estava associado a um pib real mais elevado. Entretanto, o tamanho médio da área dos estabelecimentos agropecuários teve correlação positiva com o desempenho do pib das localidades analisadas para na maioria das estimações. Portanto, os municípios com maiores áreas agrícolas por estabelecimento são os que geram maiores riquezas. As estimativas também apontaram uma correlação negativa para a participação de produtores de baixa escolaridade e em relação à disponibilidade de tratores. Já as variáveis de controle do tamanho populacional e a *dummy* de ano foram positivas e estatisticamente significantes em todas as equações estimadas.

Para que haja uma compreensão melhor dos efeitos da concentração de terra e do tamanho da área produtiva rural no desempenho econômico do Matopiba, optou-se por realizar as estimações com a partir da variável dependente do pib agropecuário real para os municípios da região. Os resultados encontrados estão disponíveis na Tabela 6, a seguir, e indicam uma correlação positiva entre a concentração de terra (índice de gini) e o desempenho do pib agropecuário na região do Matopiba para todos os modelos testados. Esses resultados são opostos ao encontrados por Deininger e Squire (1998); Erickson e Vollrath (2004) Fort (2007) e Cipollina et. al.(2018), os quais indicam efeitos negativos da concentração de terra sobre o crescimento econômico.

Destaca-se, também que os efeitos espaciais existentes nas localidades são frágeis em relação ao pib agropecuário, principalmente, se for considerado o modelo mais completo SDM de efeitos fixos. Assim, os resultados do modelo em dados de painel com efeitos fixos e sem considerar as interações espaciais trazem resultados mais robustos. Desta forma, a partir do modelo de dados em painel de efeitos fixos, sem considerar a matriz de vizinhança, há evidências de que os municípios com maior concentração de terra são os que têm maiores valores de produção agropecuária. Além disso, outro resultado está associado à relação negativa entre o pib agropecuário e a participação dos produtores de baixa escolaridade. Porém, da mesma forma que ocorreu nas estimações da Tabela 5, nos modelos estimados para o pib agropecuário, os coeficientes obtidos para o efeito da disponibilidade de tratores nos municípios foram negativos, o oposto do que se esperava. Uma outra observação, em todas as equações estimadas não houve evidências para a participação da agricultura familiar no desempenho do pib do setor agropecuário, isso de alguma é justificado pela o baixo valor de produção gerado por essas unidades produtivas.

Tabela 6 – Regressões do Ln do PIB Agropecuário Real para o Matopiba

Variável	MQO <i>pooled</i>	Painel Efeitos Fixos	Painel Espacial (SAR)	Painel Espacial (SEM)	Painel Espacial (SDM)
Gini	1,6418*** (0,2645)	0,8065*** (0,1980)	0,8084*** (0,1386)	0,8090*** (0,1380)	0,8221*** 0,1387
Área_média	0,0025*** (0,0005)	0,0001 (0,0002)	0,0001 (0,0002)	0,0001 0,0002	0,0001 0,0002
escolar_produto	-0,0042 (0,0026)	-0,0092*** (0,0016)	-0,0092*** (0,0011)	-0,0093*** 0,0011	-0,0088*** 0,0011
ln_trator	0,0456*** (0,0162)	-0,1353*** (0,0171)	-0,1352*** (0,0119)	-0,1345*** 0,0119	-0,1355*** 0,0119
ln_pop	0,6433*** (0,0409)	-0,1969 (0,1355)	-0,1982** (0,0948)	-0,1972** 0,0952	-0,1742 0,0967
perc_agri_familiar	0,0043 (0,0032)	-0,0026 (0,0025)	-0,0025 (0,0017)	-0,0023 0,0017	-0,0030* 0,0017
dummy_ano	0,5609*** (0,0755)	0,6795*** (0,0467)	0,6925*** (0,0420)	0,6842*** 0,0315	0,5558*** 0,0698
constante	0,8737* (0,4837)	114,741*** (12,766)	-	-	-
Defasagem na var. dependente (ρ)			-0,0611 (0,1246)		-0,2912 (0,1610)
Defasagem no erro (λ)				-0,2676* (0,1611)	
W_Gini					0,4138 (0,7806)
W_ln_área_total					0,0003 (0,0009)
W_escolar_produto					-0,0071 (0,0061)
W_ln_trator					-0,0156 (0,0703)
W_ln_pop					0,0563 (0,5801)
W_perc_agri_familiar					0,0130 (0,0096)
W_dummy_ano					0,5931** (0,2318)
R²	0,5425	0,5606	0,0168	0,0163	0,0057
Observações	674	674	674	674	674

Fonte: Elaboração própria dos autores. Nota: Desvios-padrão dentro dos parêntesis. Níveis de significância estatística: * p<0,10; ** p<0,05; *** p<0,01.

Por fim, as últimas regressões têm como variável dependente o logaritmo da produtividade do milho, que é o produto agrícola presente em quase todos os municípios ad região do Matopiba, porém, uma limitação deste trabalho é não possuir os microdados referentes às unidades produtivas, a Tabela 7, a seguir, contém os resultados.

Tabela 7 – Regressões do Ln da produtividade do milho para o Matopiba

Variável	MQO <i>pooled</i>	Painel Efeitos Fixos	Painel Espacial (SAR)	Painel Espacial (SEM)	Painel Espacial (SDM)
Gini	-0,0821 (0,4833)	-0,5999 (0,7875)	-0,5771 (0,5498)	-0,5063 (0,5457)	-0,4943 (0,5463)
Área_média	-0,0003 (0,0006)	-0,0010 (0,0009)	-0,0010* (0,0006)	-0,0010* (0,0006)	-0,0009 (0,0006)
escolar_produto	-0,0255*** (0,0069)	-0,0312*** (0,0063)	-0,0316*** (0,0044)	-0,0311*** (0,0043)	-0,029*** (0,0044)
ln_trator	0,1617*** (0,0432)	0,3255*** (0,0679)	0,3313*** (0,0475)	0,3460*** (0,0474)	0,3374*** (0,0470)
ln_pop	0,1571 (0,0725)	0,4230 (0,5390)	0,4109 (0,3763)	0,4755 (0,3785)	0,6562* (0,3809)
perc_agri_familiar	-0,0071 (0,0062)	-0,0047 (0,0098)	-0,0043 (0,0068)	-0,0047 (0,0067)	-0,0050 (0,0068)
dummy_ano	1,0531*** (0,1396)	0,8556*** (0,1858)	0,9759*** (0,1512)	0,8529*** (0,1214)	0,5469 (0,2750)
constante	60,310*** (0,7799)	3,1999 (5,0774)	-0,5771 (0,5498)	-0,5063 (0,5457)	-0,4943 (0,5463)
Defasagem na var. dependente (ρ)			-0,2191 (0,1417)		-0,4887*** (0,1593)
Defasagem no erro (λ)				-0,4476*** (0,1613)	
W_Gini					2,8968 (3,0092)
W_ln_área_total					-0,0003 (0,0037)
W_escolar_produto					-0,0074 (0,0231)
W_ln_trator					0,8964*** (0,2730)
W_ln_pop					32,065 (22,901)
W_perc_agri_familiar					-0,0047 (0,0378)
W_dummy_ano					0,4307 (0,7989)
R²	0,2245	0,3370	0,1983	0,1917	0,0066
Observações	674	674	674	674	674

Fonte: Elaboração própria dos autores. Nota: Desvios-padrão dentro dos parêntesis. Níveis de significância estatística: * p<0,10; ** p<0,05; *** p<0,01.

Os resultados expressos na Tabela 7 indicaram que não há evidências de que concentração de terra no Matopiba tenha alguma relação com a produtividade do milho por hectare produzido. Também não se pode afirmar com robustez que o tamanho médio da propriedade está correlacionado com o comportamento da produtividade agrícola do

milho na região. Destaca-se, portanto, que há fortes evidências de que a baixa escolaridade do produtor está vinculada a uma baixa produtividade da terra, com significância estatística para todas as equações estimadas. E o resultado mais robusto foi referente aos efeitos positivos da variável de tratores (proxy para capital e tecnologia), que se mostraram positivos para a produtividade do milho. Ao considerar o modelo SDM, pode-se afirmar que municípios de baixa produtividade influenciam negativamente os seus vizinhos em relação à produtividade da terra. Isso é uma forma de capturar a difusão tecnológica na região. Assim como, o fato de estar numa região em que os produtores têm maiores acesso ao capital físico (tratores) permite que haja um aumento de produtividade entre as localidades, em muitos casos, inclusive, há locações desse tipo de máquina entre as unidades produtivas. Portanto, a produtividade do milho no Matopiba tem uma forte correlação com a disponibilidade de capital físico e, conseqüentemente, da tecnologia disponível, como fator relacionado ao ganho de produtividade da terra.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente artigo teve por objetivo analisar os efeitos da estrutura fundiária no Matopiba sobre o desempenho do PIB (total e agrícola) e da produtividade do milho na região. Para isso foram calculados os índices de Gini da concentração da terra para os municípios da região e utilizadas variáveis vinculadas ao setor agropecuário, utilizando-se o Censo Agropecuário do IBGE para os anos de 2006 e 2017.

A relevância deste estudo vem do fato da região do Matopiba ser considerada a última fronteira agrícola do país e estar com elevada expansão econômica, fortemente baseada na produção de commodities, principalmente, o milho e a soja.

A partir de modelos de dados em painel, considerando também efeitos espaciais, não foram encontradas evidências da relação entre o índice de Gini da terra sobre o PIB real. Os primeiros resultados apontaram que a área média das unidades produtivas teria efeitos positivos no valor de produção gerado nos municípios. Porém, ao considerar o PIB do setor agropecuário, houve indícios de que uma maior concentração da terra estaria associada a um PIB agropecuário mais elevado e, neste caso, o tamanho médio dos estabelecimentos perdeu significância estatística. Os efeitos espaciais nesses casos não foram relevantes.

Por fim, as últimas regressões apontaram que em relação à produtividade do milho na região, nem a desigualdade na distribuição de terra e nem a área média dos estabelecimentos foram relevantes. Pode-se destacar, portanto, que os resultados foram expressivos e negativos para os efeitos da baixa escolaridade do produtor, e positivos para a quantidade de tratores, o que é uma proxy para o capital físico disponível e para o nível tecnológico na região. Nesse sentido, as equações com efeitos espaciais indicaram a existência de *spillover* tecnológico.

REFERÊNCIAS

ARAUJO, C, et al, Relação entre mercado de terras, crescimento econômico e insegurança fundiária explicada por um modelo a "geração imbricada", Rev, Econ, Polit., São Paulo, v, 26, n, 4, p, 575-595, Dec, 2006,

ADAMOPOULOS, T.; RESTUCCIA, D, *The Size Distribution of Farms and International Productivity Differences*, American Economic Review, 104, (6), 1667-97, 2014,

ASSUNÇÃO, J,J.; M, GHATAK, “*Can Unobserved Heterogeneity in Farmer Ability Explain the Inverse Relationship between Farm Size and Productivity?*” Economics Letters 80:189–94, 2003,

Belotti, F, Hughes, G & Piano Mortari, A, 'Spatial panel data models using Stata', The Stata Journal, vol, 17, no, 1, pp, 139-180, 2017,

<<http://www.stata-journal.com/article.html?article=st0470>>

BRASIL, IBGE, Censo Agropecuário 2006, Segunda Apuração, Disponível em:

<<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-agropecuario/censo-agropecuario-2006/segunda-apuracao>>,

_____, IBGE, Censo Agropecuário 2017, Resultados Definitivos, Disponível em:

< <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-agropecuario/censo-agropecuario-2017>>

BRASIL/ EMBRAPA, Notas técnicas – MATOPIBA, Disponível em:

< <https://www.embrapa.br/gite/projetos/matopiba/matopiba.html>>,

CIPOLLINA, M.; CUFFARO, N.; D’AGOSTINO, G, *Land Inequality and Economic Growth: A Meta-Analysis*, Sustainability, 10, 4655, 2018,

DEININGER, K.;SQUIRE, L,, “*New Ways of Looking at Old Issues: Inequality and Growth*,”, Journal of Development Economics, Vol, 57, No, 2, pp, 259-870, 1998,

ERICKSON, L.; D, VOLLRATH, *Dimensions of Land Inequality and Economic Development*, IMF Working Paper No, 158, 2004,

FAN S.; C, CHAN-KANG, “*Is small beautiful? Farm size, productivity, and poverty inAsian agriculture*”, Agricultural Economics, 32, (s1): 135-146, 2005,

FAVARETO, A, et al, Há mais pobreza e desigualdade do que bem-estar e riqueza nos municípios do Matopiba, Revista NERA, v, 22, n, 47, p, 348-381, 2019,

FEDER, G,, “*The Farm Size and Farm Productivity: the Role of Family Labour, Supervisionand Credit Constraints*”, Journal of Development Economics 18: 297-313, 1985,

FORT, R, *Land inequality and economic growth: a dynamic panel data approach*, Agricultural Economics, Volume37, Issue2-3, p, 159-165, 2007,

GARCIA, J, R.; BUAINAIN, A, M, Dinâmica de ocupação do cerrado nordestino pela agricultura:1990 e 2012, Revista de Economia e Sociologia Rural, v, 54, n, 2, p, 319-338, abr./jun, 2016,

GREENE, W, H, *Econometric Analysis*, 5th ed, Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 1999, 2002,

HOFFMANN, R.; NEY, M, Estrutura fundiária e propriedade agrícola no Brasil, Brasília: NEAD/MDA, 2010,

LEITE, A, Z., Análise da concentração fundiária no Brasil: desafios e limites do uso do índice de Gini, Rev, NERA, ano 21, n, 43, pp, 10-28, 2018,

LESAGE, J; PACE, R, K, *Introduction to Spatial Econometrics*, Chapman & Hall, Boca Raton, FL, 2009,

PEREIRA, C,N, Estrutura Agrária no MATOPIBA: Apontamentos a partir do Censo Agropecuário de 2017, Boletim Regional, Urbano e Ambiental, IPEA, 21, jul,-dez, 2019

SHENG, Y, DING, J,; HUANG, J., *The Relationship between Farm Size and Productivity in Agriculture: Evidence from Maize Production in Northern China*, American Journal of Agricultural Economics, Volume 101, Issue 3, p,790–806, April 2019,