



Desenvolvimento Regional em Debate  
ISSN: 2237-9029  
valdir@unc.br  
Universidade do Contestado  
Brasil

# Produção de soja, desigualdades no campo e mudanças climáticas na região do Matopiba

---

**Santos, João Francisco Severo**

Produção de soja, desigualdades no campo e mudanças climáticas na região do Matopiba  
Desenvolvimento Regional em Debate, vol. 10, 2020

Universidade do Contestado, Brasil

Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=570864390027>

DOI: <https://doi.org/10.24302/drdd.v10i0.2703>

## Artigos

# Produção de soja, desigualdades no campo e mudanças climáticas na região do Matopiba

Soybean production, field inequalities and climate change in the Matopiba region

Producción de soja, desigualdades de campo y cambio climático en la región de Matopiba

João Francisco Severo Santos coesuft@gmail.com  
IBGE., Brasil

 <http://orcid.org/0000-0002-8652-5232>

Desenvolvimento Regional em Debate,  
vol. 10, 2020

Universidade do Contestado, Brasil

Recepção: 21 Fevereiro 2020

Aprovação: 26 Maio 2020

DOI: [https://doi.org/10.24302/  
drd.v10i0.2703](https://doi.org/10.24302/dr.v10i0.2703)

Redalyc: [https://www.redalyc.org/  
articulo.oa?id=570864390027](https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=570864390027)

**Resumo:** O objetivo deste estudo foi analisar a relação entre produção de soja e desigualdade fundiária dos municípios e de renda dos estabelecimentos agropecuários da região do Matopiba, no período entre 2006 e 2017. Também de verificar se a expansão das áreas de sojicultura está associada as mudanças climáticas locais no período de 1999 a 2018. Para isso, os indicadores econômicos e fundiários dos municípios produtores - MPS e não produtores de soja - NPS foram comparados. Além disso, foi realizada a análise de correlação entre variáveis climáticas e a área destinada à soja. Os resultados indicam que o crescimento econômico dos MPS não reduz as desigualdades. Os MPS há mais de 30 anos são os que apresentaram maior crescimento econômico e concentração de renda, porém, sem alterações significativas na concentração fundiária. Os NPS apresentaram queda da desigualdade fundiária e de renda, embora sua renda total e suas áreas produtivas sejam menores que as dos MPS. O tamanho das áreas de cultivo dessa commodity apresentou significativa relação com os efeitos indesejados o clima, como elevação das temperaturas médias e redução do volume de chuvas. Conclui-se que a sojicultura induz a um tipo de crescimento econômico que destoa dos princípios do desenvolvimento sustentável.

**Palavras-chave:** Sustentabilidade, Agricultura, Ambiente, Economia, Desenvolvimento Regional.

**Abstract:** The aim of this study was to analyze the relationship between soy production and land inequality in the municipalities and income of agricultural establishments in the Matopiba region, between 2006 and 2017. Also to verify whether the expansion of soybean areas is associated with climate change from 1999 to 2018. For this, the economic and land indicators of producing municipalities - MPS and non-soy producing - NPS were compared. In addition, a correlation analysis between climatic variables and the area destined for soybeans was carried out. The results indicate that the economic growth of the MPS does not reduce inequalities. The MPS for over 30 years have been the ones that showed the greatest economic growth and income concentration, however, without significant changes in land concentration. The NPS showed a decrease in land and income inequality, although their total income and productive areas are lower than those of the MPS. The size of the cultivation areas of this commodity has a significant relationship with the unwanted effects on the climate, such as rising average temperatures and reduced rainfall. It is concluded that soybean cultivation induces a type of economic growth that differs from the principles of sustainable development.

**Keywords:** Sustainability, Agriculture, Environment, Economy, Regional Development.

**Resumen:** El objetivo de este estudio fue analizar la relación entre la producción de soja y la desigualdad de la tierra en los municipios y los ingresos de los establecimientos agrícolas en la región de Matopiba, entre 2006 y 2017. También para verificar si la expansión de las áreas de soja está asociada con el cambio climático, de 1999 a 2018. Para esto, se compararon los indicadores económicos y de tierra de los municipios productores (MPS y no productores de soja). Además, se realizó un análisis de correlación entre las variables climáticas y el área destinada a la soja. Los resultados indican que el crecimiento económico de la MPS no reduce las desigualdades. Los MPS por más de 30 años han sido los que mostraron el mayor crecimiento económico y concentración de ingresos, sin cambios significativos en la concentración de la tierra. El NPS mostró una disminución en la desigualdad de tierras e ingresos, aunque sus ingresos totales y áreas productivas son más bajas que las del MPS. El tamaño de las áreas de cultivo de esta comunidad tiene una relación significativa con los efectos no deseados en el clima, como el aumento de las temperaturas promedio y la reducción de las precipitaciones. Se concluye que el cultivo de soja induce un tipo de crecimiento económico que difiere de los principios del desarrollo sostenible.

**Palabras clave:** Sostenibilidad, Agricultura, Medio Ambiente, Economía, Desarrollo Regional.

## INTRODUÇÃO

O processo de globalização da economia vem impondo pressão nos estados nacionais a fim de reduzir as barreiras comerciais e de promover um ambiente capaz de acelerar a produção agropecuária na América do Sul. Além disso, exige melhor infraestrutura logística para vincular produtores de áreas remotas aos mercados internacionais (DEFRIES *et al.*, 2013). Nesse contexto, países periféricos, como o Brasil e a Argentina, especializaram-se na exportação de produtos de baixo valor agregado, as *commodities*, enquanto importam produtos tecnológicos, caracterizados pelo alto valor de mercado. Esse desequilíbrio sistêmico dos termos de troca nos mercados internacionais foi apontado por Cardoso e Faletto (2004) como uma característica do que denominaram desenvolvimento dependente.

As *commodities* são produtos básicos (insumos) para a indústria, sem diferenciação, produzidos em larga escala, podendo ser estocados sem risco de perda da qualidade do produto, cujos preços são definidos nas bolsas de valores mundiais. Elas podem ser classificadas como: agrícolas (Algodão, borracha, café, soja, suco de laranja, etc.), minerais (Alumínio, Minério de Ferro, Petróleo, Ouro, etc.) e ambientais (água, energia, minério, biodiversidade, madeira, reciclagem e controle de emissão de poluentes). O Brasil, atualmente, configura entre os principais atores do mercado internacional desse tipo de produto agrícola, com destaque para o algodão, o café e a soja (IBGE, 2019; MORTAZAVI; MALEKI; YOUSEFI, 2019; MONTOYA *et al.*, 2019).

A cultura da soja [*Glycine max* (L.) Merrill] é considerada uma vitrine que exemplifica o sucesso do modelo brasileiro na produção de *commodities* agrícolas. Os fatores contribuíram para o sucesso desse produto no Brasil foram, principalmente, as políticas públicas de incentivo, o pacote tecnológico de vanguarda e a força de persuasão das lideranças e organizações setoriais (sindicatos, associações, cooperativas), que influenciaram o campo político para a consolidação de um modelo

de crescimento econômico baseado na exportação agrícola (CARDOSO; FALETTTO, 2004; GAZZONI, 2013; MONTOYA *et al.*, 2019; WESZ JUNIOR, 2014).

Desde 2015, a cadeia produtiva da soja vem sendo apresentada, nos meios massivos de comunicação, como um modelo que opera dentro de parâmetros do desenvolvimento sustentado. A razão para isso, deve-se a eficiência do sistema brasileiro de produção, que se manifesta qualitativamente no aumento da produtividade e melhor aproveitamento de áreas produtivas, e quantitativamente na expansão da fronteira agrícola (ALENTEJANO; TAVARES, 2019; TEIXEIRA *et al.*, 2018).

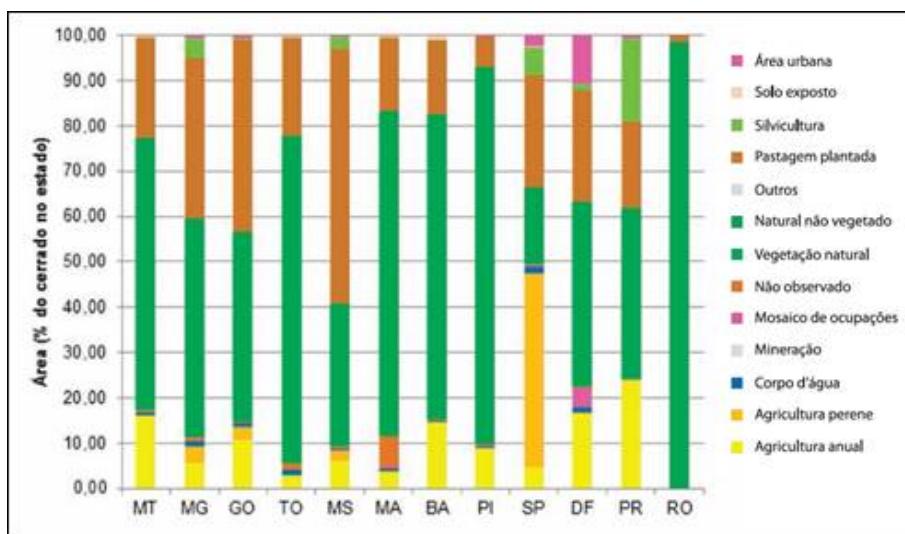
Contudo, para diversos estudiosos (FUKUDA-PARR; MUCHHALA, 2020; LÉLÉ, 1991; KATES; PARRIS; LEISEROWITZ, 2005; SACHS, 2010), um modelo produtivo só pode ser considerado sustentável quando equilibrada a viabilidade econômica com a promoção de qualidade de vida para a população. Além disso, deve ser alinhado com a conservação e preservação dos serviços e processos ecossistêmicos que garantem as condições ambientais que promovem. Porcinato, Castro e Pereira (2018), por exemplo, argumentam que a produção de *commodities* agrícolas no Cerrado é intensiva em capital devido a sua alta dependência de máquinas e tecnologias. Isso resulta em menor uso de mão de obra e maior exclusão de agricultores nesse tipo de produção, o que eleva as desigualdades de renda e a concentração do capital.

Vários estudos (ANJOS; CALDAS, 2014; CASTRO, 2019; LIMA, 2019) vêm relatando as externalidades negativas da expansão de áreas destinadas aos cultivos de *commodities* agrícolas no Cerrado, como: ampliação e intensificação dos problemas ambientais, desigualdades sociais, conflitos pela terra e desvalorização dos povos tradicionais e seus conhecimentos. Tais externalidades são incompatíveis com o que se entende por desenvolvimento e sustentabilidade.

Anjos e Caldas (2008) alertam para o equívoco do discurso hegemônico propagado pelos setores do agronegócio brasileiro, voltado para a exportação, que considera o desenvolvimento agrícola sinônimo de desenvolvimento rural. Para esses autores, o desenvolvimento agrícola visa facilitar o acesso ao crédito e a expansão das exportações pelo setor privado, enquanto o desenvolvimento rural é pautado na melhoria das condições de vida das pessoas que trabalham e vivem no meio rural.

A recente expansão dos cultivos de soja na região denominada MATOPIBA<sup>[1]</sup> (formada principalmente por áreas de Cerrado dos estados do Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia) tem sido marcada por sua intensidade e pela capacidade de geração de externalidades econômicas e socioambientais negativas, com destaque para a questão fundiária e climática (LAHSEN; BUSTAMANTE; DALLA-NORA, 2016; DUIĆ; URBANIEC; HUISINGH, 2015; SACHS, 2010). Para Costa e Rossetto (2019), a concentração de terras produtivas é o fator mais impactante na geração de conflitos agrários e configura um problema estrutural do modelo de agronegócio adotado pelo Brasil. Com relação as questões ambientais, Favareto *et al.* (2019) afirmam que a situação atual

do Cerrado é muito preocupante, pois mais de 50% da cobertura florestal original deste bioma já se perdeu. Contudo, o projeto TerraClass (INPE, 2013), identificou cobertura natural em 73,5% do Cerrado das regiões Norte e Nordeste do Brasil (Fig. 1).



**Figura 1**  
– Distribuição das frequências relativas conforme as classes de uso e cobertura das terras do Cerrado nos Estados

Fonte: INPE (2013, p. 42)

A modificação genética de sementes de soja para torná-las adequadas às condições edafoclimáticas [2] do Matopiba levou à intensa expansão das áreas destinadas ao cultivo dessa *commodity*, contribuindo para tornar o Cerrado um dos domínios ecossistêmicos mais ameaçados do planeta. Ocorre que os sistemas climáticos desse bioma são fortemente influenciados pelas características da cobertura vegetal e o avanço da sojicultura é preocupante face às mudanças climáticas locais e regionais (FAVARETO *et al.*, 2019; LOPES; GUIMARÃES, 2016; STRASSBURG *et al.*, 2017).

A ideia de que as externalidades ambientais negativas são o preço a ser pago pelo progresso econômico e social, promovido pelo cultivo das *commodities* agrícolas, é disseminada pelas organizações empresariais do agronegócio e pelos agentes políticos dos municípios e estados do Matopiba (FAVARETO *et al.*, 2019). Tal ideia é reforçada nas crenças das populações dessa região pelo discurso da segurança alimentar e da abordagem inclusiva do agronegócio, embora sejam escassas as evidências empíricas de que o progresso nesses temas ocorra efetivamente nas fronteiras agrícolas recentes (BELLEMARE; NOVAK, 2017; CHAMBERLAIN; ANSEEUW, 2019; KELLY; VERGARA; BAMMANN, 2015).

Paradoxalmente, a elevação da produção parece estar relacionada com o aumento das desigualdades econômicas e de acesso às terras produtivas. A expansão da fronteira agrícola da soja resulta em aumento da demanda e do valor das terras, o que acentua os conflitos e a concentração fundiária

em áreas historicamente marcadas pela ilegalidade e violência nas disputas territoriais (SAUER, 2018; ZAMBRA; SOUSA; PEREIRA, 2015).

Ademais, as grandes áreas destinadas ao cultivo de soja promovem menor proteção do solo e evapotranspiração anual do que a vegetação natural (SPERA *et al.*, 2016; STRASSBURG *et al.*, 2017), o que pode afetar os sistemas locais de regulação de temperaturas e de precipitação (OERTEL *et al.*, 2016). Nesse contexto, O objetivo deste estudo foi analisar a relação entre produção de soja e desigualdade fundiária dos municípios e de renda dos estabelecimentos agropecuários na região do Matopiba, no período entre 2006 e 2017. Também de verificar se a expansão das áreas de sojicultura está associada as mudanças climáticas locais, no período de 1999 a 2018.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

A delimitação territorial desse estudo compreende a região denominada de Matopiba, composta por parte dos estados nordestinos da Bahia, Maranhão e Piauí, bem como a totalidade do estado do Tocantins, localizado na região Norte do Brasil (Fig. 2). Na região Nordeste, refere-se especificamente ao extremo Oeste baiano e ao Sul do Maranhão e do Piauí. Tal delimitação inclui, além dos domínios do Cerrado, parte da Amazônia Legal, localizada nos estados do Tocantins e Maranhão, além de ecótomos de transição entre os biomas Cerrado, Amazônia e Caatinga (MIRANDA; MAGALHÃES; CARVALHO, 2014).

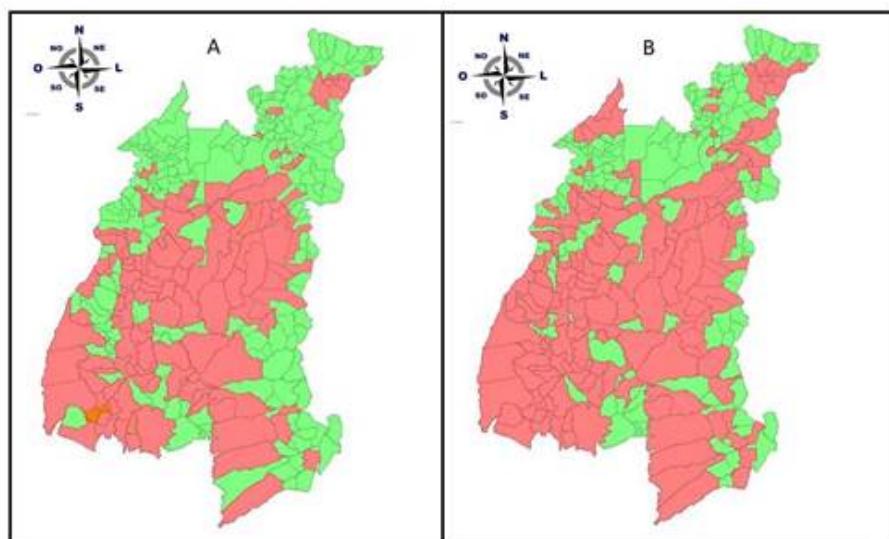
De acordo com Favareto *et al.* (2019) e Lahsen; Bustamante e Dalla-Nora (2016), trata-se da principal e mais ativa fronteira de expansão da agropecuária do Brasil, além da Amazônia. São 337 municípios, mais de 73 milhões de hectares, 31 microrregiões<sup>[3]</sup>, cerca de 6.3 milhões de habitantes e um PIB regional superior a R\$102 bilhões em 2017 (IBGE, 2020; MIRANDA; MAGALHÃES; CARVALHO, 2014).



## **Figura 2**

– Localização da região estudada

O Produto Interno Bruto<sup>[4]</sup> (PIB) agropecuário foi o indicador utilizado para avaliar o crescimento econômico do conjunto de municípios que formam a região estudada. Uma vez que crescimento não é sinônimo de desenvolvimento econômico, o PIB mostra-se limitado na abordagem de aspectos relativos a sustentabilidade social, especialmente no meio rural (BRESSER-PEREIRA, 2009), a avaliação da desigualdade de renda dos estabelecimentos agropecuários<sup>[5]</sup> e de posse de terras produtivas foi realizada por meio da comparação entre o Índice de Gini<sup>[6]</sup> (IG) dos municípios produtores - MPS e não produtores de soja- NPS. A figura 3 apresenta a distribuição espacial dos MPS em 2006 (N=123) e 2017 (N= 169), num universo de 337 municípios situados na região de estudo.



**Figura 3**

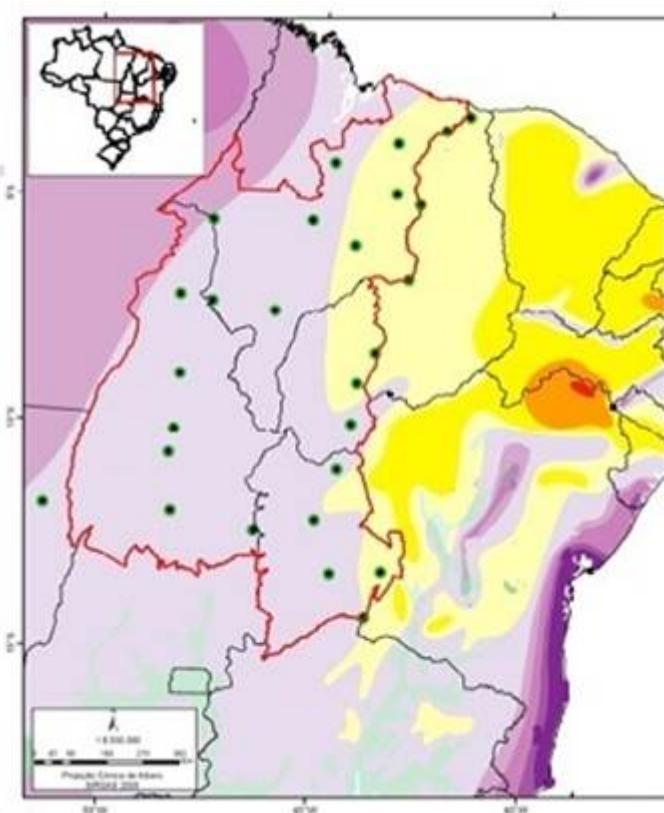
– Cartograma de distribuição espacial dos MPS em 2006 A e 2017 B A cor laranja representa os MPS e a verde os NPS

Fonte: Autores (2019)

O IG foi calculado a partir de dados dos censos agropecuários de 2006 e 2017 realizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. As informações sobre o PIB municipal e *per capita*, área plantada anualmente e o tempo de produção de soja em cada município foram extraídas das séries históricas (2006 a 2017) das Contas Regionais Brasil, das estimativas populacionais e da Pesquisa da Agricultura Municipal - PAM, também realizadas anualmente pelo IBGE. Além disso, os repasses federais decorrentes dos efeitos da lei Kandir<sup>[7]</sup>.

A fim de aprofundar a análise, os MPS foram agrupados em categorias relativas ao tempo de produção contínua (<10 anos; ≥10 anos; ≥20 anos; ≥30 anos). O ano de 2017 foi adotado como referência para a categorização temporal da produção. Dessa forma foi possível observar o impacto do cultivo e comercialização da soja sobre o IG para distribuição de terras agrícolas e renda dos estabelecimentos agropecuários.

As informações sobre as variáveis para verificar a consistência das mudanças climáticas na área de estudo foram extraídas dos sistemas de registro de dados das 25 estações meteorológicas do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2019) localizadas na área de estudo e mais uma no estado do Mato Grosso (Fig. 4) para possibilitar interpolação dos dados e obter estimativas mais confiáveis para o oeste do estado do Tocantins.



**Figura 4**

– Estações meteorológicas do INMET localizadas na área de estudo  
Fonte: Adaptado de Magalhães e Miranda (2014, p. 27)

A descontinuidade espacial e temporal dos dados climatológicos foi sanada por imputação através de estimativas do modelo de circulação global MIROC3, contido no software EdGCM, validado e calibrado ( $R^2 = 0,88$ ) para as tendências regionais de localização dentro do o Bioma. Estas tendências foram obtidas a partir do banco de dados climático *WorldClim* versão 1.4 (disponível em [www.Worldclim.org](http://www.Worldclim.org)), com resolução de 10 km, para o período 1960-2005.

Em razão das imputações serem resultado de estimativas de temperatura máxima e mínima disponíveis no *WorldClim*, a média foi calculada a partir dessas duas variáveis, apenas, conforme recomenda a FAO (2010). Borges *et al.* (2014) avaliaram diferentes métodos de cálculo da temperatura média, dentro da delimitação territorial do presente estudo, e constataram que o método da FAO apresenta ótima concordância e desempenho, aproximando-se de métodos mais sofisticados que exigem grande número de medidas diárias de temperatura e dificultam estimativas e previsões.

As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio dos programas *Microsoft office Excel 365 versão 1708* e *PAST - Paleontological Statistics Software Package* (HAMMER, 2018). A estatística descritiva (média, desvio padrão e coeficiente de variação) foi empregada para comparar os municípios produtores e não produtores de soja, bem como as

diferentes categorias de municípios produtores, adotando-se um nível de significância de 95%.

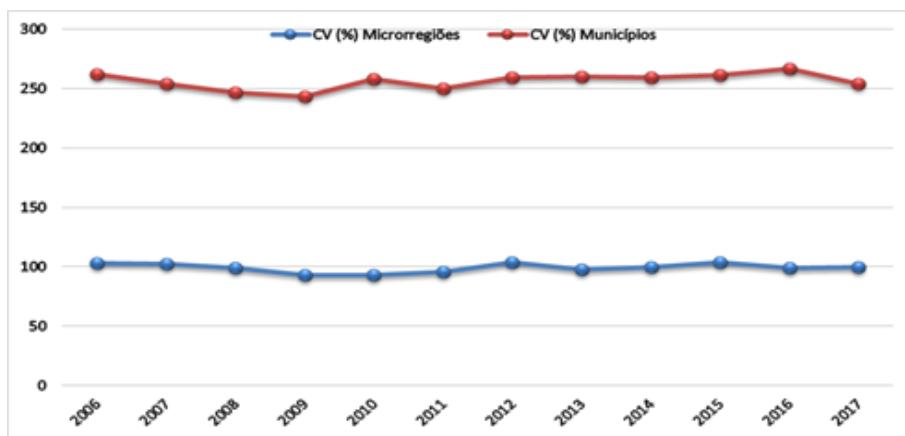
Análises de séries temporais com ajustes (lineares, exponenciais, potenciais ou polinomiais) definidas conforme o comportamento das variáveis selecionadas no decorrer do período de 12 anos (2006 a 2017) foram empregadas para determinar as tendências das variações anuais da área de plantio da soja, bem como da variabilidade interanual da temperatura média e das precipitações acumuladas no período de safra que, em média, representa o espaço de tempo entre outubro de um ano e março do ano seguinte. O teste de Mann-Kendall (ZMK) foi utilizado para verificar a significância das tendências no período estudado.

A normalidade das variáveis foi avaliada por meio dos testes de Shapiro-Wilk e Normal-Plot, a fim de selecionar o teste de hipótese mais adequado. Conforme sua distribuição se apresentasse paramétrica ou não. Para Miot (2017), técnicas estatísticas destinadas a amostras normais, paramétricas, são contraindicadas para dados que apresentaram grande variabilidade, com desvio padrão maior do que a metade do valor da média.

A associação entre as variáveis foi avaliada pelo Coeficiente de Correlação de Pearson ( $R$ ), adicionado do coeficiente de determinação ( $R^2$ ) e a significância das diferenças entre as médias das categorias de municípios produtivos e não produtivos, bem como as de tempo de produção de soja foram avaliadas pelo teste T independente de *student* e análise de variância - ANOVA, seguida de avaliação *post hoc* pelo teste de Tukey, caso os dados tivessem adesão a distribuição normal. Os dados não paramétricos foram comparados pelo método de Kruskal—Wallis seguido do teste *post hoc* de Dunn's.

### 3 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

A partir de dados anuais sobre o PIB dos municípios, em valores constantes de 2017, foi possível verificar que esse indicador econômico cresceu de forma consistente na região estudada. Especificamente, a contribuição média do setor agropecuário no PIB dos municípios foi de  $21,23 \pm 1,86\%$ , variando de 17,04% a 25,48% no valor adicionado total, conforme o ano do período estudado. A variabilidade interanual, expressa pelo coeficiente de variação (CV) em diferentes recortes geográficos, revelou grandes e persistentes heterogeneidades entre as microrregiões e entre os municípios (Fig. 5) no que se refere ao PIB do setor agropecuário. Contudo, a tendência de elevação desse indicador foi consistente no decorrer do tempo.

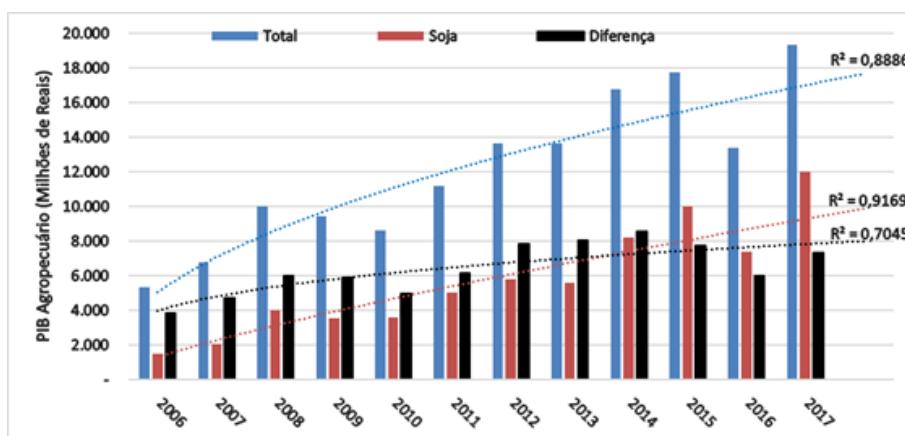


**Figura 5**

– Coeficientes de variação CV anuais do PIB do setor agropecuário em níveis microrregional e intermunicipal

Fonte: Autores (2019), baseados nas Contas Regionais, PIB dos municípios, IBGE/SIDRA

Na figura 6 é possível observar que há forte tendência de crescimento do PIB agropecuário ( $R^2 = 0,89$ ) e do valor adicionado da soja ( $R^2 = 0,92$ ) na região do Matopiba. Verifica-se que há forte tendência ( $R^2 = 0,71$ ) de redução da diferença dos valores das duas variáveis no decorrer do período estudado, o que significa elevação na participação relativa da soja na geração de riquezas do setor. A significância estatística das tendências estimadas foi superior a 99% ( $p \leq 0,01$ ) e 95% ( $p \leq 0,05$ ) para aumento dos valores e redução das diferenças entre eles, respectivamente, pelo teste de Mann-Kendall.



**Figura 6**

– Valor adicionado bruto a preços correntes do setor agropecuário em geral e da produção de soja em particular Milhões Reais bem como a diferença entre os dois e as tendências de cada indicador na região do Matopiba

Fonte: Autores (2019), com base nos dados dos censos agropecuários de 2006 e 2017

Na delimitação territorial desse estudo, os MPS apresentaram médias superiores aos NPS no que diz respeito ao PIB agropecuário (Fig.7). A taxa de crescimento do grupo MPS foi de 219%, entre 2006 a 2017, enquanto a do NPS foi de 137%. Percebe-se, também, que nos municípios com produção de soja, as oscilações temporais do PIB agropecuário são

maiores quando comparadas com os não produtores. Isso é confirmado pelo melhor ajuste ao modelo de regressão temporal potencial ( $R^2 = 0,80$ ) do primeiro grupo, enquanto os segundo tiveram melhor ajuste ao modelo linear ( $R^2 = 0,94$ ). Verificou-se que o PIB agropecuário dos municípios produtores de soja sofreu importantes depressões em 2010 e 2016, enquanto aqueles que não se dedicam a essa cultura tiveram pequenas depressões em 2012 e 2017, coincidentemente, em anos de retomada do PIB (*record*) associado a produção de soja.

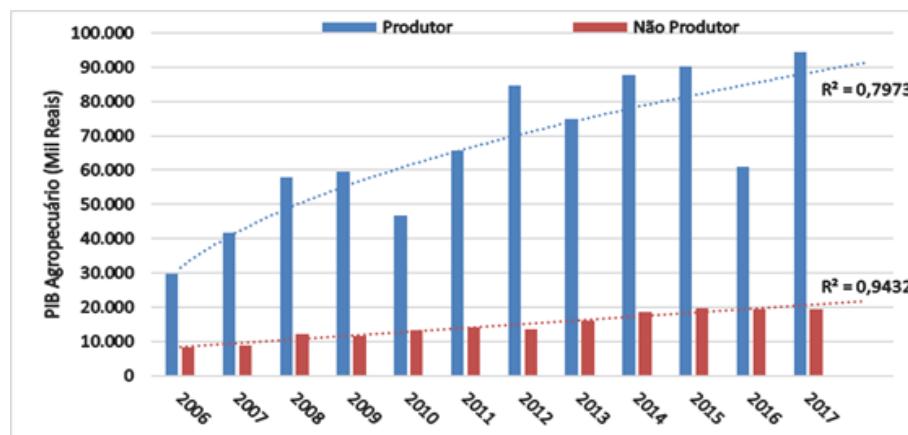


Figura 7

– PIB médio a preços correntes do setor agropecuário dos grupos MPS e NPS bem como as tendências de cada categoria na delimitação territorial do estudo

Fonte: Autores (2019), com base nas Contas Regionais e Pesquisa Agrícola Municipal do IBGE

Em relação à renda dos estabelecimentos agropecuários, a tabela 1 mostra que há diferenças significativas entre as médias dos grupos MPS e NPS, tanto em 2006, quanto em 2017. Em ambos os casos, os estabelecimentos agropecuários contidos no grupo de municípios dedicados ao cultivo de soja têm médias de renda superiores. Contudo, o total de rendimentos agropecuários do grupo NPS era maior em 2006. Já em 2017, os MPS tiveram aumento de 3,8 vezes em seu número, configurando 50% do total de municípios contidos na delimitação territorial desse estudo. Nesse ano, o somatório da renda dos estabelecimentos agropecuários produtores de soja foi 6,6 vezes maior do que dos não produtores. Contudo, a variabilidade e a desigualdade de renda dos estabelecimentos aumentaram nos municípios produtores e diminuíram nos não produtores. Verifica-se, também, que a desigualdade de renda dos estabelecimentos nos municípios produtores foi superior nos levantamentos de ambos os anos.

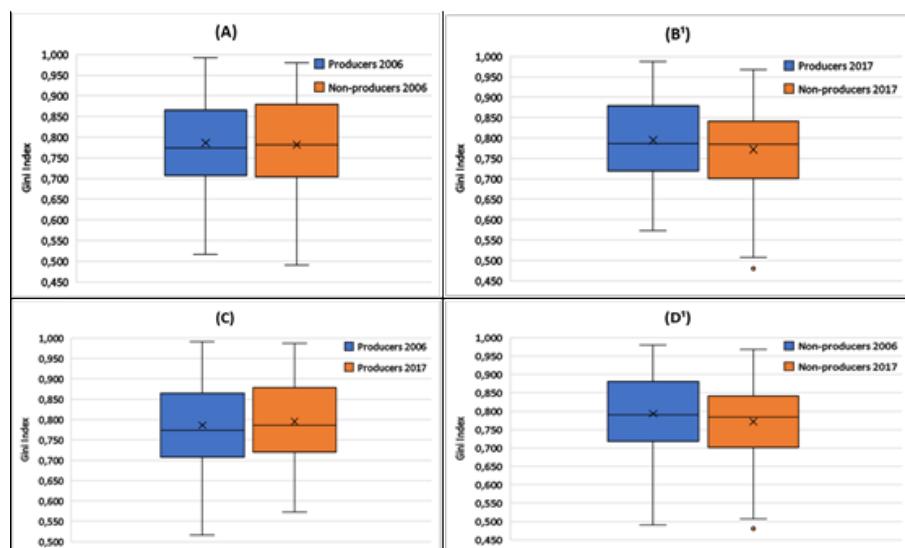
	Renda s/ soja 2006	Renda c/ soja 2006	Renda s/ soja 2017	Renda c/ soja 2017
<b>Soma</b>	1.612.048	1.293.360	3.099.640	20.543.461
<b>Média*</b>	6.948,48 <sup>a</sup>	29.394,55 <sup>b</sup>	18.450,24 <sup>c</sup>	121.558,94 <sup>d</sup>
<b>CV</b>	128,41	188,86	117,41	225,13
<b>IG</b>	0,56	0,69	0,55	0,71

**Tabela 1**

Renda anual do conjunto de estabelecimentos agropecuários (mil reais) pertencentes aos grupos de municípios produtores e não produtores de soja no Matopiba

Fonte: Autores (2019), com base nos dados dos censos agropecuários de 2006 e 2017 \*Letras desiguais apresentam diferenças significativas no teste post hoc de Dunn's, ao nível de  $p \leq 0,05$ .

Em relação à questão fundiária, as comparações do IG entre os grupos MPS e NPS revelam que os primeiros não apresentavam diferenças significativas em 2006 (Fig. 8A), mas passaram a se diferenciar em 2017 (Fig. 8B), quando os municípios não produtores de soja apresentaram menor IG. Isso ocorreu porque os municípios do grupo MPS estabilizaram o seu IG entre 2006 e 2017 (Fig. 8C), enquanto os do outro grupo o reduziram significativamente (Fig. 8D).

**Figura 8**

– PIB médio a preços correntes do setor agropecuário em geral dos municípios produtores e não produtores de soja bem como as tendências de cada categoria

Fonte: Autores (2019), com base nos dados dos censos agropecuários de 2006 e 2017 (IBGE, 2020). <sup>1</sup>Diferença significativa ao nível de  $p < 0,01$

Com relação às características econômicas relacionadas às categorias de tempo de consolidação da cultura de soja nos municípios em 2017 (Tabela 2), verifica-se que o PIB *per capita* médio dos municípios aumentou significativamente de acordo com a categoria de tempo de produção contínua dessa cultura, a partir dos dez anos de produção. Todavia, o indicador de desigualdade de renda dos estabelecimentos agropecuários também aumentou e apresentou diferenças significativas entre municípios produtores e não produtores até a categoria de 20 anos ou mais. Constatase que, embora o número de estabelecimentos agropecuários dos municípios não produtores de soja seja cerca de duas vezes maior, a soma das terras produtivas ocupadas por eles representa

pouco mais da metade do total de terras ocupadas pelo grupo de MPS. Além disso, a área média de terras ocupadas pelos estabelecimentos cresceu conforme o tempo de consolidação das culturas de soja.

<b>Classe de tempo (anos)</b>	<b>= 30</b>	<b>= 20</b>	<b>= 10</b>	<b>&lt; 10</b>	<b>NP**</b>
<b>N</b>	21	25	63	59	168
<b>IG renda*</b>	0,76 <sup>a</sup>	0,75 <sup>a</sup>	0,69 <sup>b</sup>	0,64 <sup>c</sup>	0,55 <sup>d</sup>
<b>PIB per capita (mil reais)*</b>	34.821 <sup>a</sup>	23.883 <sup>b</sup>	14.511 <sup>c</sup>	10.793 <sup>d</sup>	8.678 <sup>d</sup>
<b>Nº de E estabelecimentos</b>	18.426	18.897	39.105	35.636	256.969
<b>Área agropecuária (ha)</b>	5.253.494	4.437.045	5.935.670	4.702.264	11.187.190
<b>Área média dos estabelecimentos</b>	603	559	375	315	43

**Tabela 2**

Características econômicas dos municípios e terras ocupadas por estabelecimentos agropecuários na delimitação territorial do estudo, conforme categorias de tempo de consolidação da cultura de soja, em 2017

Fonte: Autores (2019), com base nos dados do IBGE. \*Letras desiguais apresentam diferenças significativas ao nível de p≤0,05 no teste post hoc de Tukey. \*\*Municípios não produtores de soja.

A tabela 3 apresenta a análise dos valores recebidos pelos municípios produtores e não produtores de soja, a partir de repasses da lei Kandir. Percebe-se que, em média, não ocorreu aumentos estatisticamente significativos entre o recebido em 2006 e 2017 em ambos os grupos. Contudo, a média de recursos recebidos pelos municípios não produtores de soja foi inferior em ambos os anos. Houve redução significativa da variabilidade (CV) dos municípios produtores, porém, a mesma se apresentou maior em ambos os anos. Em 2017, a soma dos recursos recebidos pelo conjunto de municípios produtores de soja cresceu 71% em relação a 2006, enquanto a dos municípios não produtores decresceu 21%.

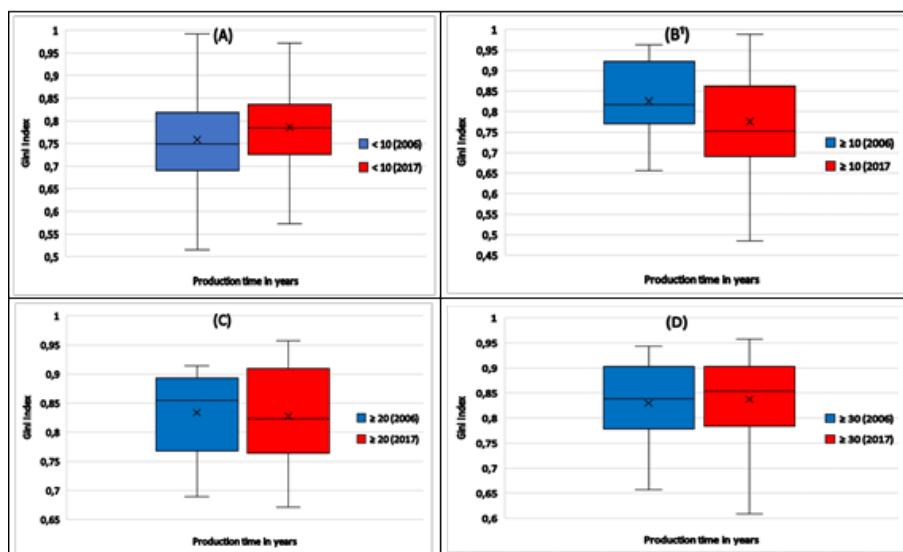
	<b>MPS 2006</b>	<b>NPS 2006</b>	<b>MPS 2017</b>	<b>NPS 2017</b>
<b>N</b>	44	231	168	168
<b>Média (R\$)*</b>	17.646,31 <sup>b</sup>	37.360,29 <sup>a</sup>	22.023,51 <sup>b</sup>	34.229,05 <sup>a</sup>
<b>Mínimo (R\$)</b>	329,28	316,07	346,53	351,85
<b>Máximo (R\$)</b>	227.846,3	3.373.204	283.283,6	2.170.355
<b>CV (%)</b>	248,31 <sup>b</sup>	679,74 <sup>c</sup>	242,99 <sup>b</sup>	608,84 <sup>c</sup>
<b>Total (R\$)</b>	1.623.460	9.601.593	2.774.963	7.633.079

**Tabela 3**

Reparação de recursos financeiros para os municípios em razão da lei Kandir

Fonte: Autores (2019), com base nos dados do Ministério da Economia \*Letras desiguais apresentam diferenças significativas ao nível de p≤0,05 no teste post hoc de Tukey.

Quando confrontados os levantamentos de 2006 e de 2017 (Fig. 9), percebe-se que houve redução significativa da desigualdade de posse de terras produtivas apenas na categoria que contém municípios com 10 ou mais anos de produção dessa cultura. Além disso, observou-se maior variabilidade em 2017, exceto na categoria de menos de 10 anos.



**Figura 9**

– Índice de Gini para distribuição de terras para agropecuária dos municípios produtores de soja em 2006 e 2017 conforme o tempo de consolidação da cultura

Fonte: Autores (2019), com base nos dados dos censos agropecuários

de 2006 e 2017 <sup>1</sup>Diferença significativa ao nível de p<0,01.

Por meio de uma série temporal de 20 anos, entre 1999 e 2018, é possível constatar o aumento expressivo e continuo das áreas agrícolas (Fig. 10). Contudo, a elevação da proporção das áreas dedicadas ao cultivo de soja em relação ao total, demonstra que a expansão da fronteira agrícola da região tem ocorrido essencialmente pelo cultivo dessa *commodity*. Verifica-se que, enquanto as plantações de todas as lavouras temporárias aumentaram 2,9 vezes, as de soja aumentaram 4,7 vezes, entre 1999 e 2018. Além disso, a proporção de terras produtivas ocupadas pela sojicultura se elevou de 38% para 66% entre o início e o final da série temporal analisada.

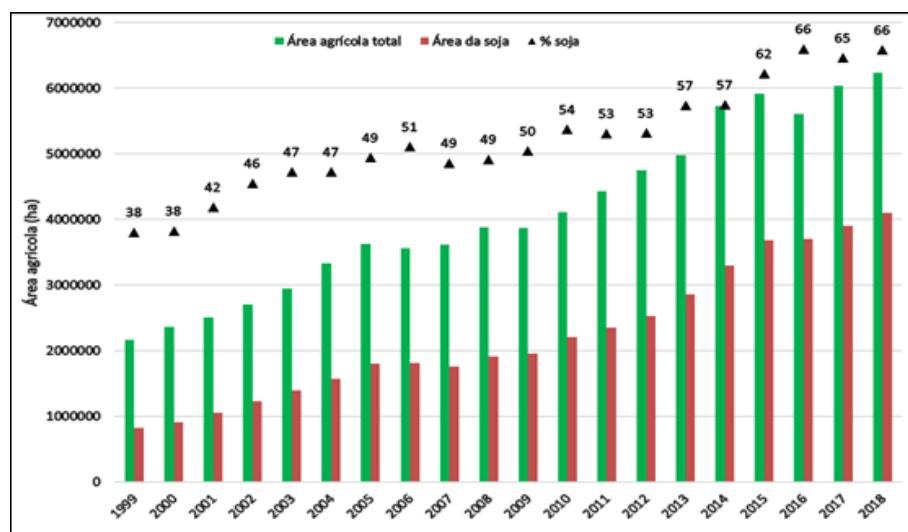
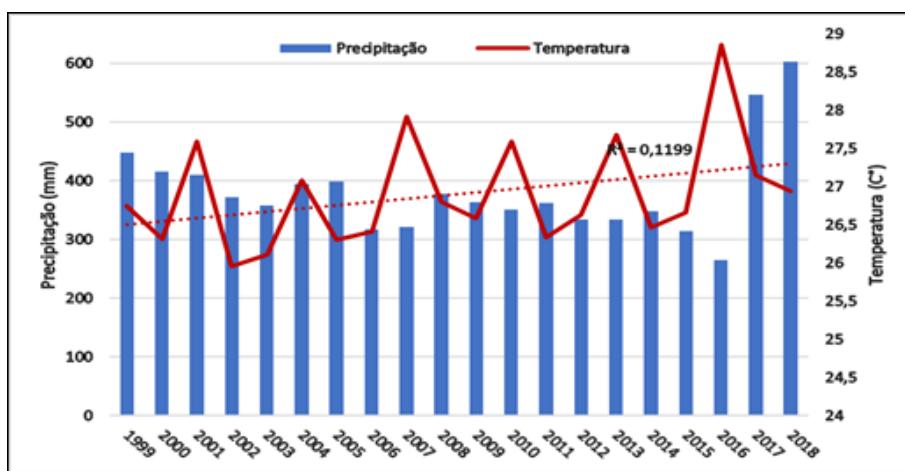


Figura 10

– Comportamento das áreas de soja e sua proporção no total de terras dedicadas às lavouras temporárias no Matopiba entre 1999 e 2018

Fonte: Autores (2019), com base nos dados da Pesquisa Agrícola Municipal do IBGE (2007; 2017)

A figura 11 apresenta as temperaturas médias anuais e a precipitação acumulada entre os meses de outubro de um ano e março do outro, quando ocorre o ciclo anual da soja na região do Matopiba, no período de 20 anos recentes (1999 a 2018). A média interanual da temperatura média foi de  $26,9 \pm 0,7$  C° e houve baixa variabilidade interanual (CV = 2,6%). Observou-se a tendência de aumento de temperatura no decorrer dos anos, com incremento de 0,2 C° ao ano. Embora o coeficiente de determinação dessa tendência tenha sido baixo, houve significância estatística ao nível de  $p < 0,05$  no teste de Mann-Kendall. A média interanual das precipitações acumuladas foi de  $381,59 \pm 76,4$  mm e houve grande variabilidade (CV = 20,04%), com redução média de 4,2 mm ao ano. Observou-se ciclicidade interanual, confirmada pelo teste de Mann-Kendall ( $p < 0,05$ ), em períodos de três anos, aproximadamente.

**Figura 11**

– Precipitação efetiva e temperatura média anual durante o ciclo anual da soja nas áreas de recente expansão agrícola do bioma Cerrado

Fonte: Autores (2019), com base nos dados das estações do INMET

A partir da matriz de correlações entre as variáveis temperatura, precipitação, rendimento e área ocupada pela cultura de soja (Tabela 4), constatou-se forte associação positiva da área plantada com soja com a temperatura e a precipitação acumulada no período. Dessa forma, na medida em que as áreas de soja se expandiram na região, as médias anuais de temperatura sofreram elevações e a precipitação se reduziu, exceto nos anos de 2017 e 2018 (Fig. 11). Verificou-se também que ocorreu fraca relação inversa entre temperatura e precipitação acumulada, porém a mesma foi estatisticamente significativa.

	Temperatura	Precipitação	Rendimento
Precipitação	-0,19*	1	---
Rendimento	-0,03	-0,07	1
Área Plantada de Soja	0,87**	-0,56*	0,16

**Tabela 4**

Matriz de Correlações entre Temperatura, Precipitação, Rendimento e Área Plantada de Soja na delimitação territorial do estudo

Fonte: Autores (2019) \*Significativo ao nível mínimo de  $p < 0,05$ . \*\*Significativo ao nível mínimo de  $p < 0,01$ .

## 4 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Atualmente, a demanda mundial por biocombustíveis e a expansão econômica da China são considerados os principais fatores de crescimento do mercado mundial de produtos agrícolas, especialmente das *commodities* (MORTAZAVI; MALEKI; YOUSEFI, 2019; SIMIONESCU; BILAN; STREIMIKIENE, 2019; UNITED NATIONS, 2019a; UNITED NATIONS, 2019b). O fluxo internacional desses produtos mais que triplicou nas últimas décadas e atingiu US\$ 1,9 trilhão em 2018 (UNITED NATIONS, 2019b).

Nesse cenário, o estado brasileiro optou pela ênfase na política de incentivos a exportação de *commodities* agrícolas, principalmente da soja. Assim, o incremento das práticas de intensificação e expansão dessa

cultura (Fig. 10) na fronteira agrícola do Cerrado das regiões Norte e Nordeste (Matopiba) contribuíram para o crescimento econômico em escala regional (Fig. 6) e municipal (Fig. 7). Contudo, as desigualdades de renda (Tabela 1) e de posse da terra (Fig. 8) não apresentaram melhorias significativas.

Kuznets (1995), na década de 1950, analisou a relação entre crescimento econômico e distribuição da renda nos EUA, Grã-Bretanha e Alemanha. Ele observou uma redução clara e incontestável da desigualdade de renda entre 1913 e 1948 e concluiu que, em toda economia capitalista, a desigualdade tende a seguir uma curva em U-invertido, ou seja, que ela deveria aumentar quando um movimento de crescimento econômico tivesse início e, em seguida, diminuir ao longo do processo de industrialização e desenvolvimento econômico, independentemente das políticas econômicas redistributivas. Toda via, a conclusão de Kuznets foi, essencialmente, baseada no diferencial de rendimentos da transição de uma economia agrícola para uma economia industrial, como reflexo da diferença dos produtos marginais do trabalho entre os dois setores.

Arraes, Diniz e Diniz (2006) afirmam que na década de 1990 surgiram várias evidências empíricas que refutam as explicações de Kuznets sobre a relação entre o crescimento econômico e desigualdade. Ainda assim, a curva de Kuznets é adotada como referência para justificar as externalidades socioeconômicas (Tabela 1) e ambientais (Tabela 4) das políticas de crescimento econômico (Tabela 3) implementadas pelos estados em desenvolvimento, especialmente, na América Latina.

Piketty (2014), após ampla revisão dos trabalhos de economistas políticos influentes, concluiu que, tanto as visões apocalípticas de Malthus, Ricardo e Marx, quanto as moderadamente otimistas de Kuznets, podem estar equivocadas a respeito das crescentes desigualdades observadas nas economias capitalistas em desenvolvimento. Dessa forma, o determinismo econômico deve ser evitado nas discussões e tomadas de decisão política a respeito de programas de redução das desigualdades socioeconômicas.

Inúmeras são as variáveis que interferem na distribuição de riquezas, mas para Mankiw (1998), uma força fundamental da divergência é a relação entre a taxa de retorno ( $r$ ) do capital e o crescimento ( $g$ ). Assim, se a taxa de retorno for maior que o crescimento ( $r > g$ ), a desigualdade tende a aumentar, pois os proprietários de capital tenderão a ficar mais ricos (Tabelas 1 e 2). Segundo Bresser-Pereira e Marconi (2010), outra falha de sistema capitalista que afeta, basicamente, países em desenvolvimento com economia fundamentalmente agrária é a apreciação de taxa de câmbio decorrente da exploração e a exportação dos recursos naturais. Essa falha, conhecida como Doença Holandesa, inviabiliza a atividade industrial, que é essencial para o progresso econômico, por proporcionar ganhos de produtividade nas diferentes atividades de uma economia.

No setor do agronegócio brasileiro, a lei Kandir<sup>[8]</sup> foi implementada para incentivar as exportações, por meio de desoneração de impostos para produtos nacionais primários e semielaborados destinados ao mercado

mundial, e gerar superávit na balança comercial (LEITÃO; IRFFI; LINHARES, 2012), contudo, ela agravou a Doença Holandesa na medida em que impulsionou o PIB dos municípios produtores de soja (Fig. 7) sem promover mudanças nos níveis de desigualdade dos mesmos (Fig. 8) na nova fronteira agrícola do país, o Matopiba.

Os valores do PIB agropecuário da região alvo desse estudo são próximos aos observados em nível nacional (IBGE, 2020). Em termos absolutos, observa-se o aumento de, aproximadamente, R\$5,3 bilhões em 2006 para cerca de R\$19,3 bilhões em 2017. Já o valor adicionado da soja cresceu de R\$1,5 bilhões para R\$12 bilhões no mesmo período. Entretanto, as maiores oscilações do PIB agropecuário anual são observadas nos municípios produtores de soja e podem ser explicadas pela forte influência dos seus preços de exportação, formado nas bolsas de Chicago por exemplo (BRESSER-PEREIRA, 2009), processo que a caracteriza como *commodity*, e, portanto, a torna mais vulnerável a livre demanda do mercado internacional.

Weinhold, Killick e Reis (2013), que examinaram os custos e benefícios sociais e econômicos da expansão dos cultivos de soja e concluíram que esse fenômeno está fortemente associado a redução dos indicadores de pobreza, como a renda média rural, mas também ao aumento da desigualdade na Amazônia brasileira. Araújo (2014) afirma que as características da sojicultura no Cerrado são similares às da Amazônia e incompatíveis com os princípios do desenvolvimento, uma vez que impossibilita que os atores locais participem do processo e possam usufruir dos rendimentos gerados.

Teixeira *et al.* (2018) analisaram a importância das exportações para o crescimento econômico cada unidade federativa do Brasil e constataram que os estados do Piauí e Tocantins, entre outros, tiveram representatividade elevada das exportações agropecuárias diante de suas exportações totais, mas baixo nível de renda *per capita*. Para Neder e Silva (2004), a renda *per capita* apresenta boa elasticidade em relação ao PIB *per capita*, especialmente em regiões onde a pobreza tem alta prevalência. No entanto, como pode ser observado na tabela 2, o PIB *per capita* aumentou significativamente conforme o maior tempo de consolidação da produção de soja, mas o indicador de desigualdade (IG) também aumentou para a renda dos estabelecimentos agropecuários e para a posse de terras agrícolas (Fig. 9). Cabe ressaltar que, para Liberato e Lorenzo (2006), o IG é preditor de agitação social ou grave conflito pelo acesso ao recurso estudado quando supera o valor de 0,6 e todas as medidas do IG nos municípios produtores ultrapassaram essa marca.

A baixa renda *per capita* de alguns estados do Norte e Nordeste, segundo Teixeira *et al.* (2018), pode ser resultado do modelo de negócio adotado pelos mesmos, que exportam pouco em relação ao restante do país e seus produtos são, essencialmente, *commodities*. Carmo, Rahier e Stege (2017) consideram as exportações agropecuárias como uma das principais fontes de crescimento econômico, mas o desenvolvimento depende da agregação de valor aos produtos, resultado de processos agroindustriais. No entanto, na medida em que a Lei Kandir facilitou as

exportações dos produtos primários, ela promoveu um acelerado processo de desindustrialização do setor agropecuário (IBGE, 2018; LEITÃO; IRFFI; LINHARES, 2012).

A desoneração das *commodities* em relação ao ICMS teve impactos substanciais sobre os municípios produtores de soja, pois os mesmos faziam jus a 25% dessa arrecadação (AFONSO; PORTO; CORREIA, 2018). Assim, o governo federal instituiu medidas compensatórias: aumentou o Fundo de Participação dos Municípios (FPM) e instituiu o Auxílio Financeiro de Fomento às Exportações. No entanto, os mecanismos de compensação utilizados pelo governo federal se revelaram insuficientes para equilibrar as perdas municipais na arrecadação do ICMS da produção de soja (OLIVEIRA JUNIOR *et al.*, 2018; LEITÃO; IRFFI; LINHARES, 2012). Assim, os municípios sofrem os impactos ambientais dessa produção (Tabela 4) sem ter a devida reparação econômica para investir em políticas públicas de saúde, educação e meio ambiente (Tabela 3).

Como pode ser observado na tabela 1, a desigualdade de renda dos estabelecimentos agropecuários localizados nos municípios com produção de soja foi maior tanto em 2006, quanto em 2017. Esse resultado segue a tendência sugerida por vários estudos (CARVALHO; LAURETO; PENA, 2015; CERQUEIRA, 2013; NEDER; A. FILHO; MUNIZ, 2014; ZAMBRA; SOUSA; PEREIRA, 2015) que constataram que o crescimento da economia dos municípios cujo agronegócio se expandiu, basicamente pela produção de soja, foi acompanhado de acentuada processos de exclusão social e elevação do nível de desigualdade econômica.

Neder, A. Filho e Muniz (2014), por exemplo, analisaram as implicações sociais e econômicas das alterações no padrão de produção agrícola no Brasil, com base em dados dos censos agropecuários de 1970 a 2006, e verificaram que a estrutura fundiária tende a se desconcentrar nos municípios onde há expansão de culturas alimentares como arroz, feijão e mandioca. Ao contrário, onde se instalaram e se expandem as monoculturas como a soja, a concentração de terras agrícolas tende a estagnar ou a aumentar (Fig. 9). Para diversos autores (ANJOS; CALDAS, 2014; GIARETTA *et al.*, 2019; GONZAGA; VILPOUX; PEREIRA, 2019; PIGNATTI *et al.* (2017), as desigualdades rurais e intermunicipais são reflexos da possibilidade de acesso aos pacotes tecnológicos e de incentivos fiscais para a exploração e uso da terra que, quando associados as fragilidades das legislações ambientais, favorecem a acumulação de capital e a degradação ambiental (Tabela 2; Fig. 9).

Nesse contexto, esse processo de “comoditização” gerou impactos ambientais substanciais, pois atinge vastos territórios que abrigam diferentes serviços ecossistêmicos, como regulação de temperatura e umidade, e promovem mudanças climáticas locais (Fig. 11) que colocam em risco a sustentabilidade da produção de soja (Tabela 4) e de outras culturas desenvolvidas nessas áreas, uma vez que seus impactos ambientais afetam as bacias hidrográficas próximas (ZORTEA; MACIEL; PASSUELLO, 2018; STRASBURGUER *et al.*, 2017;

AYALA *et al.*, 2016). Um exemplo disso é relatado por Cao *et al.* (2015) em seu estudo sobre os efeitos das mudanças de uso e cobertura dos solos no clima regional. Os autores concluíram que, na última década, o avanço da agricultura e das cidades, no Norte da China, alterou o clima regional, uma vez que levou a uma redução de temperatura na casa de 1C° no verão e a um aumento de aproximadamente 0,8C° no inverno.

Sayago, Ovando e Bocco (2017), verificaram que, quando a cobertura de soja excede 60% das áreas agrícolas, em ambientes de temperaturas elevadas, as condições de estresse hídrico podem aumentar e gerar redução do teor de água no solo, o que resulta em menor produtividade para todas as culturas agrícolas e amplia os riscos à segurança alimentar. A figura 10 apresenta indícios de que essa situação pode estar ocorrendo na delimitação territorial desse estudo.

Santos e Naval (2020), observaram que as plantações de soja no Matopiba representavam 52% de todas as áreas agrícolas, temporárias e permanentes, em 2018 e a tendência ( $R^2 = 0,95$ ) era de que ultrapasse os 60% até 2020. Entretanto, o governo Bolsonaro promoveu constantes atritos diplomáticos com a China (BONIN, 2020), maior importador de soja do mundo, o que pode ter resultado na retração observada nas plantações de soja do Maranhão e do Piauí, o que resultou em queda percentual dessa *commoditie* em relação a produção agrícola total, conforme o Levantamento Sistemático da Produção Agrícola (IBGE, 2020).

O aumento da temperatura média do ar pode estar relacionado com a própria atividade agropecuária (Tabela 4), que acelera os processos de aquecimento local e afeta o mesoclima, alterando a intensidade e distribuição das chuvas (Fig. 11) e, consequentemente, do teor de umidade nos solos (KANIANSKA, 2016). Oliveira *et al.* (2018) demonstraram que os padrões temporais e espaciais de temperaturas no Cerrado são decorrentes da precipitação, atividades antropogênicas e pelo próprio ciclo fenológico da vegetação. Dessa forma, quando a soja apresenta grande índice de área foliar, as temperaturas nas áreas destinadas às lavouras tendem a ser menores. Silvério *et al.* (2015) mostraram que as temperaturas das terras cultivadas e de pastagem no norte do Brasil eram superiores às florestas, sendo que o desmatamento ocorrido entre 2000 e 2010 levou a um aumento de 0,3C° na temperatura da bacia avaliada, além do aumento de 1,7C° que ocorreu devido ao desmatamento anterior ao ano 2000.

Outro mecanismo de controle de temperaturas e umidade do solo no Cerrado está relacionado ao sistema radicular da vegetação natural que atinge camadas mais profundas comparado ao dos cultivos. Trata-se de um mecanismo natural de distribuição da radiação que diminui o calor latente e aumenta os fluxos de calor sensível (LATHUILLIÈRE; COE; JOHNSON, 2016), além de permitir maior percolação das águas precipitadas durante o período chuvoso para abastecer adequadamente os reservatórios subterrâneos que garantem o fluxo hídrico nos rios da região durante o período de escassez de água (STRASSBURG *et al.*, 2017). Esse mecanismo natural pode ser afetado pela expansão das áreas agrícolas

(Tabela 4) e suas mudanças podem ter consequências importantes nas temperaturas da superfície (Fig. 11).

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar da grande extensão territorial ocupada por cultivos de soja na região do Matopiba, o modelo produtivo dessas áreas do Cerrado não tem contribuído significativamente para a redução das desigualdades municipais e intermunicipais. Pelo contrário, trata-se de um modelo que proporciona um estilo de crescimento econômico marcado pela concentração dos tímidos efeitos positivos sobre o desenvolvimento territorial, em poucos municípios e em poucos estabelecimentos agropecuários. Adicionalmente, é marcado por efeitos indesejados na dimensão ambiental, promovendo mudanças no equilíbrio dos sistemas de regulação do mesoclima que colocam em risco a sustentabilidade da produção de alimentos, inclusive, da própria cultura de soja.

Enfim, a produção de soja no Matopiba impõe riscos ambientais substanciais e não promove a agroindústria. Dessa forma, não permite que os atores locais possam usufruir dos ganhos econômicos gerados na região, além de usar o espaço de maneira destrutiva. Trata-se como um modelo de desenvolvimento altamente exógeno que, além de ameaçar as culturas, tradições e organização locais, tende à insustentabilidade ambiental, produtiva e socioeconômica.

## REFERÊNCIAS

- AFONSO, J. R. R.; PORTO, L. K.; CORREIA NETO, C. As compensações financeiras da união aos estados e a ação direta de inconstitucionalidade por omissão nº 25. *Rev. do Prog. de Pós-Graduação em Direito da UFC*, v. 38, n.1, p. 269-289, 2018.
- ALENTEJANO, P. R. R.; TAVARES, E. Os grandes projetos de desenvolvimento (GDPs): uma análise crítica a partir da Geografia. *Terra Livre*, v. 1, n. 52, p. 190-233, 2019.
- ANJOS, F. S.; CALDAS, N. V. Da medida do rural ao rural sob medida: representações sociais em perspectiva. *História, Ciências, Saúde*, v.21, n.2, p. 385-402, 2014.
- ANJOS, F. S.; CALDAS, N. V. O rural brasileiro: velhas e novas questões em debate. *Teoria e Pesquisa*, v. 17, n.1, p. 49-66, 2008.
- ARAÚJO, R. C. Análise sobre a monocultura de soja e o desenvolvimento sustentável na Amazônia com base na teoria do desenvolvimento endógeno. *Revista Economia e Desenvolvimento*, v. 26, n. 1, p. 28–45, 2014.
- ARRAES, R. A.; DINIZ, M. B.; DINIZ, M. J. T. Curva ambiental de Kuznets e desenvolvimento econômico sustentável. *Rev. Econ. Sociol. Rural*, v. 44, n. 3, p. 525-547, 2006.
- AYALA, L. M. *et al.* Impact of agricultural expansion on water footprint in the Amazon under climate change scenarios. *Science of Total Environment*, v. 570, p. 1159–1173, 2016.

- BARBOSA FILHO, F. H. A crise econômica de 2014/2017. *Estudos Avançados*, v. 31, n. 89, p. 51-60, 2017.
- BELLEMARE, M. F.; NOVAK, L. Contract farming and food security. *American J. Agric. Econ.*, v. 99, p. 357-378, 2017.
- BELLÙ, L. G.; LIBERATI, P. Inequality analysis: the Gini Index. EASYPol Module 040. Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO, 2006. Disponível em: <[www.fao.org/tc/easypol](http://www.fao.org/tc/easypol)>. Acesso em: 12 dez. 2019..
- BONIN, R. Ex-ministro da Agricultura lamenta ‘besteiras’ de Weintraub contra a China. *Revista Veja*, abr. 2020. Disponível em: <<https://veja.abril.com.br/blog/radar/ex-ministro-da-agricultura-lamenta-bestearias-de-weintraub-contra-a-china/>>. Acesso em: 20 maio 2020..
- BORGES, T. K. S. et al. Comparação de métodos no cálculo da temperatura média diária do ar em Bom Jesus da Lapa, Bahia. In: INOVAGRI INTERNATIONAL MEETING; 2., 2014. Fortaleza. Anais..., Fortaleza, 2014.
- BRASIL. Câmara dos Deputados. *Projeto de Lei Complementar 95*, de 13 de maio de 1996. Projeto de Lei da futura Lei 87/1996.
- BRESSER-PEREIRA, L. C. *Developing Brazil: overcoming the failure of the Washington Consensus*. Boulder: Lynne Rienner Publishers, 2009.
- BRESSER-PEREIRA, L. C.; MARCONI, N. Existe doença holandesa no Brasil? In: BRESSER-PEREIRA, L. C. (Org.). *Doença holandesa e indústria*. Rio de Janeiro: FGV, 2010. p. 207-230.
- CAO, Q. et al. Impacts of land use and land cover change on regional climate: a case study in the agro-pastoral transitional zone of China. *Environmental Research Letters*, v. 10, n. 2, p. 1-12, 2015.
- CARDOSO, F. H; FALETTI, E. *Dependência e desenvolvimento na América Latina: ensaio de interpretação sociológica*. Rio de Janeiro: Civilização brasileira, 2004.
- CARMO, A. S. S.; RAHIER, A. P.; STEGE, A. L. O efeito das exportações no crescimento econômico das microrregiões brasileiras: uma análise com dados em painel. *Estudos econômicos*, v. 47, n. 1, p. 153-183, 2017.
- CARVALHO, A. X. Y.; LAURETO, C. R.; PENA, M. G. Crescimento da produtividade agrícola nas microrregiões brasileiras. *Texto para Discussão*, Rio de Janeiro: IPEA, n. 2099. 2015.
- CASTRO, R. A. Resistências camponesas maranhenses às estratégias de dominação e territorialização empresariais. *Revista NERA*, v. 22, n. 47, p. 272-295, 2019.
- CERQUEIRA, E. S. Mudanças decorrentes da expansão da monocultura da soja no estado do Tocantins: diagnóstico socioeconômico dos municípios de Campos Lindos e Lagoa da Confusão. *Perspectiva geográfica*, v. 8, n. 9, p. 1-22, 2013.
- CHAMBERLAIN, W.; ANSEEUW, W. Inclusive businesses in agriculture: defining the concept and its complex and evolving partnership structures in the field. *Land Use Policy*, v. 83, p. 308-322, 2019.
- CONTEL, F. B. As divisões regionais do IBGE no século XX (1942, 1970 e 1990). *Terra Brasilis* (Nova Série), v. 3, p. 1-20, 2014.

- COSTA, H. L.; ROSSETTO, O. C. A concentração fundiária no estado de Mato Grosso. *Campo-Território: Revista de Geografia Agrária*, v. 14, n. 32, abr. 2019.
- DEFRIES, R. et al. Export-oriented deforestation in Mato Grosso: harbinger or exception for other tropical forests? *Phil. Trans. R. Soc. B.*, v. 368, n. 1619, p. 1-8, 2013.
- DUIĆ, N; URBANIEC, K; HUISINGH, D. Components and structures of the pillars of sustainability. *Journal of Cleaner Production*, v. 88, n. 1, p. 1-12, 2015.
- FAO. CROPWAT 8.0 model. 2010. Disponível em: <[www.fao.org/nr/water/infores\\_databases\\_cropwat.html](http://www.fao.org/nr/water/infores_databases_cropwat.html)>. Acesso em: 29 maio 2016.
- 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.
- FUKUDA-PARR, S; MUCHHALA, B. The Southern origins of sustainable development goals: Ideas, actors, aspirations. *World Development*, n. 126, p. 1-11, 2020.
- GAZZONI, D. L. *A sustentabilidade da soja no contexto do agronegócio brasileiro e mundial*. Londrina: Embrapa Soja, 2013.
- GIARETTA, J. et al. Avanço da atividade agropecuária sobre as áreas de vegetação natural na capital nacional do agronegócio. *Ambiente & Sociedade*, v. 22, p. 1-20, dez. 2019.
- GONZAGA, J. F; VILPOUX, O. F; PEREIRA, M. W. G. Factors influencing technological practices in the Brazilian agrarian reform. *Land Use Policy*, v. 80, p. 150-162, 2019.
- HAMMER, O. *PAST: Palaeontological statistics*. Version 3.20. Natural History Museum: University of Oslo, 2018.
- IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estadística). Sistema Integrado de Recuperação Automática de dados (SIDRA), 2020. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/home/lspa/brasil>>. Acesso em: 12 fev. 2020..
- IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). Brasil em números. Centro de Disseminação de Informações: IBGE, 2019. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/biblioteca-catalogo?id=72&view=detalhes>>. Acesso em: 19 set. 2017.
- IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). Censo agropecuário 2017. Centro de Disseminação de Informações: IBGE, 2018. Disponível em: <<https://censo.ibge.gov.br/agro/2017/>>. Acesso em: 12 jul. 2018.
- IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). *Censo agropecuário 2006*. Centro de Disseminação de Informações: IBGE, 2007. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-agropecuario/censo-agropecuario-2006/segunda-apuracao>>. Acesso em: 12 jul. 2018.
- INMET (Instituto Nacional de Meteorologia). Banco de dados meteorológicos para ensino e pesquisa. 2019. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br>>. Acesso em: 12 mar. 2019.
- INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais). Projeto TerraClass: Cerrado, 2013. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/tcCerrado/>>. Acesso em: 12 mar. 2017.
- KANIANSKA, R. Agriculture and its impact on land-use, environment, and ecosystem services. In: ALMUSAED A. (Ed.). *Landscape ecology: the*

- influences of land use and anthropogenic impacts of landscape creation. The Netherlands: Intech, 2016. p. 1-24.
- KATES, R. W.; PARRIS, T. M.; LEISEROWITZ, A. A. What is sustainable development? Goals, indicators, values, and practice. *Environment: Science and Policy for Sustainable Development*, v. 47, n. 3, p. 8-21, 2005.
- KELLY, S.; VERGARA, N.; BAMMANN, H. **Inclusive business models:** guidelines for improving linkages between producer groups and buyers of agricultural produce. FAO: Roma, 2015.
- KUZNETS, S. Economic growth and income inequality. *American Economic Review*, v. 45, p. 1-28. 1995.
- LAHSEN, M.; BUSTAMANTE, M. M. C.; DALLA-NORA, E. L. Undervaluing and Overexploiting the Brazilian Cerrado at Our Peril. *Environment: Science and Policy for Sustainable Development*, v. 58, n. 6, p. 4-15, 2016.
- LATHUILLIÈRE, M. J.; COE, M. T.; JOHNSON, M. S. A review of green-and blue-water resources and their trade-offs for future agricultural production in the Amazon Basin: What could irrigated agriculture mean for Amazonia? *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, v. 20, p. 2179-2194, 2016.
- LEITÃO, A.; IRFFI, G.; LINHARES, F. Avaliação dos efeitos da lei Kandir sobre a arrecadação de ICMS no estado do Ceará. *Planejamento e políticas públicas*, n. 39, p. 33-56, 2012.
- LÉLÉ, H. M. Sustainable development: a critical review. *World Development*, v. 19, n. 6, p. 607-621, 1991.
- LIMA, D. A. E. **Terra, trabalho e acumulação:** o avanço da soja na região Matopiba. 2019. Tese (Doutorado) - Instituto de Geociências, Unicamp. Campinas, 2019.
- LOPES, A. S.; GUIMARÃES G. L. R. A Career perspective on soil management in the cerrado region of Brazil. *Advances in Agronomy*, v. 137, p. 1-72, 2016.
- MAGALHÃES, L. A.; MIRANDA, E. E. A. Matopiba: quadro natural. Campinas: Embrapa, Nota Técnica n. 5, 2014.
- MANKIW, N. G. **Macroeconomia.** 3.ed. Rio de Janeiro: LTC, 1998.
- MIOT, H. A. Avaliação da normalidade dos dados em estudos clínicos e experimentais. *J. vasc. bras.*, Porto Alegre, v. 16, n. 2, p. 88-91, 2017.
- MIRANDA, E. E.; MAGALHÃES, L. A.; CARVALHO, C. A. Proposta de delimitação territorial do Matopiba. Campinas: Embrapa, Nota técnica, n. 1, 2014.
- MONTOYA, M. A. *et al.* Uma nota sobre consumo energético, emissões, renda e emprego na cadeia de soja no Brasil. *Rev. Bras. Econ.*, v. 73, n. 3, p. 345-369, sept./2019.
- MORTAZAVI, S. M.; MALEKI, A.; YOUSEFI, H. Analysis of robustness of the Chinese economy and energy supply/demand fluctuations. *International Journal of Low-Carbon Technologies*, v. 14, n. 2, p. 147-159, 2019.
- NEDER, H. D.; SILVA, J. L. M. Pobreza e distribuição de renda em áreas rurais: uma abordagem de inferência. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, Brasília, v. 42, n. 03, p. 35-45, 2004.

- NEDER, H. D.; A. FILHO, N.; MUNIZ, R.S. As implicações sociais e econômicas das alterações no padrão de produção agrícola no Brasil: Produção de biocombustíveis, agricultura familiar, Desenvolvimento rural e segurança alimentar. In: BRANCOLINA, S. S.; FERREIRA, F. A. *Aspectos multidimensionais da agricultura brasileira: diferentes visões do Censo Agropecuário 2006*. Brasília: Ipea, 2014.
- OERTEL, C. et al. Greenhouse gas emissions from soils - a review. *Geochemistry*, v. 76, n. 3, p. 327-352, 2016.
- OLIVEIRA, I. et al. Influência do desmatamento no índice de área foliar e temperatura da superfície no Cerrado mato-grossense. *Nativa*, v.6, n. 4, p. 364-369, 2018.
- OLIVEIRA JUNIOR, E. F. et al. Exportação de soja no estado de Mato Grosso do Sul: características da comercialização. *Rev. Agro. Amb.*, v. 11, n. 1, p. 71-97, 2018.
- PIGNATTI, W.A. et al. Distribuição espacial do uso de agrotóxicos no Brasil: uma ferramenta para a Vigilância em Saúde. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 22, n. 10, p. 3281-3293, 2017.
- PIKETTY, T. *O Capital no século XXI*. Rio de Janeiro: Intrínseca, 2014.
- PORCINATO, G. L.; CASTRO, C. N.; PEREIRA, C. N. Aspectos sociais do Matopiba: análise sobre o desenvolvimento humano e a vulnerabilidade social. Brasília: IPEA, *Texto para Discussão*, n. 2387, p. 1-78, 2018.
- STRASSBURG, B. B. N. et al. Moment of truth for the Cerrado hotspot. *Nat. Ecol. Evol.* v. 1, n. 99, p. 1-3, 2017.
- RIANI, F.; ALBUQUERQUE, C. M. P. Lei Kandir e a perda de receita do Estado de Minas Gerais. In: SOUZA CRUZ, S.; BATISTA JÚNIOR, O. A. (org) *Desonerações de ICMS, Lei Kandir e o pacto federativo*. Belo Horizonte: Assembleia Legislativa do Estado de Minas Gerais, 2019. p. 19-40.
- SACHS, I. Barricadas de ontem, campos de futuro. *Estudos avançados*, São Paulo, v.68, n. 24, p. 25-38, 2010.
- SANTOS, J. F. S.; NAVAL, L. P. Spatial and temporal dynamics of water footprint for soybean production in areas of recent agricultural expansion of the Brazilian savannah (Cerrado). *Journal of Cleaner Production*, v. 251, p. 119-482, 2020.
- SANTOS, R. S. (Des)envolvimento regional, fronteira e o espaço do agronegócio no Tocantins: crescimento econômico sem distribuição de renda. *DRd - Desenvolvimento Regional em debate*, v. 10, p. 3-35, 08 jan. 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.
- SAYAGO, S.; OVANDO, G.; BOCCO, M. Landsat images and crop model for evaluating water stress of rainfed soybean. *Remote Sensing of Environment*, v. 198, p. 30-39, 2017.
- SILVÉRIO, D. V. et al. Agricultural expansion dominates climate changes in southeastern Amazonia: the overlooked non-GHG forcing. *Environmental Research Letters*, v. 10, n. 10, p.104-015, 2015.
- SIMIONESCU, M.; BILAN, Y.; STREIMIKIENE, D. The Impact of Biodiesel Consumption by Transport on Economic Growth in the European

- Union. Inzinerine Ekonomika-Engineering Economics, v. 30, n. 1, p. 50–58, 2019.
- SPERA, S. A. et al. Land - use change affects water recycling in Brazil's last agricultural frontier. *Glob Change Biol.*, v. 22, p. 3405-3413, 2016.
- STRASSBURG, B. B. N. et al. Moment of truth for the Cerrado hotspot. *Nat. Ecol. Evol.* v. 1, p. 0099, 2017.
- TEIXEIRA, F. O. et al. Crescimento econômico dos estados brasileiros através da sofisticação de suas exportações Agropecuárias (2002-2014), *Revista de Desenvolvimento Econômico*, v. 1, n. 39, p. 374–400, 2018.
- UNITED NATIONS. Department of Economic and Social Affairs. The Conference on Trade and Development. The state of commodity dependence (UNCTAD/DITC/ COM/2019), 2019b. Disponível em: <<https://unctad.org/en/pages/PublicationWebflyer.aspx?publicationid=2439>>. Acesso em: ago. 2019..
- UNITED NATIONS. Department of Economic and Social Affairs. Trade Statistics. The International Trade Statistics Yearbook: volume I: trade by Country, 2019a. Disponível em: <<https://doi.org/10.18356/e9aba95b-en>>. Acesso em: ago. 2019..
- WEINHOLD, D.; KILICK, E.; REIS, E. J. Soybeans, Poverty and Inequality in the Brazilian Amazon. *World Development*, v. 52, p. 132-143, 2013.
- WESZ JUNIOR, V. J. *O mercado da soja e as relações de troca entre produtores rurais e empresas no Sudeste de Mato Grosso (Brasil)*. 2014. Tese (Doutorado em Ciências Sociais) – Instituto de Ciências Humanas e Sociais, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.
- ZAMBRA, E. M.; SOUZA, P. A. R.; PEREIRA, R. S. Os impactos da produção de soja e a dinâmica do desenvolvimento em Sorriso-MT. *Pretexto*, v. 16, n. 3, p. 92-105, 2015.
- ZORTEA, R. B.; MACIEL, V. G.; PASSUELLO, A. Sustainability assessment of soybean production in Southern Brazil: A life cycle approach. *Sustainable Production and Consumption*, v. 13, n. 102, p 34-49, 2018.

## Notas

- [1] A expressão é um acrônimo formado pelas iniciais dos estados do Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia. Trata-se de uma delimitação geográfica proposta pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa e pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária – INCRA.
- [2] “As características edafoclimáticas são definidas através de fatores do meio como o clima, o relevo, a litologia, a temperatura, a umidade do ar, a radiação, o tipo de solo, o vento, a composição atmosférica e a precipitação pluvial” (SANTOS, 2020, p. 12).
- [3] Conjunto de municípios com características relativamente homogêneas em relação à estrutura de produção agropecuária, industrial, extrativista mineral ou de pesca, bem como, aos aspectos socioeconômicos e culturais (CONTEL, 2014).
- [4] Indicador de crescimento econômico que representa o somatório de todas as riquezas significativas produzidas na agricultura, indústria e serviços, em um determinado período (BARBOSA FILHO, 2017).
- [5] Estabelecimento dedicado, total ou parcialmente, à atividades agropecuárias, florestais e aquícolas, independente de tamanho, forma jurídica (se pertence a um produtor, a vários produtores, a uma empresa, a um conjunto de empresas

etc.) ou localização (área rural ou urbana), que tem como objetivo a produção, seja para venda (comercialização) ou para subsistência (sustento do produtor ou de sua família).

- [6] Representa o grau de equidade na distribuição de um recurso entre os indivíduos de uma população. Trata-se de um indicador normalizado que varia de 0 a 1, onde 0 representa igualdade absoluta e 1 desigualdade total. Em termos de classificação, um IG menor que 0,3 indica igualdade substancial, entre 0,3 e 0,4 indica normalidade aceitável, entre 0,4 e 0,6 é considerado grande e quando maior que 0,6 é muito grande (BELLÚ; LIBERATI, 2006).
- [7] A Lei Complementar 87/1996, mais conhecida como Lei Kandir, isenta o pagamento do ICMS (imposto sobre circulação de mercadoria e serviços) sobre produtos semielaborados e primários (BRASIL, 1996). Além disso, prevê a entrega mensal de recursos, da União para os Estados e para o DF. Aos municípios cabe o direito de receber 25% do repasse conferido aos estados (segundo artigo 31, §1º, inciso II, da LC nº 87/1996).
- [8] Essa lei afeta também os estados e municípios minerários. Mimas Gerais, por exemplo, foi resarcido em apenas 48% de suas perdas em relação a desoneração das exportações de semielaborados e de primários entre 1996 e 2007. Isso representou uma perda de 9,1 Bilhões de reais a preços de 2020 (RIANI; ALBUQUERQUE, 2019).