

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA  
FACULDADE DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA**

**ANTONIO OCTAVIANO DE ANDRADE NETO**

**IMPACTO SOCIOECONÔMICO DA CULTURA DA SOJA NOS MUNICÍPIOS  
BRASILEIROS**

**PONTA GROSSA**

**2022**

**ANTONIO OCTAVIANO DE ANDRADE NETO**

**IMPACTO SOCIOECONÔMICO DA CULTURA DA SOJA NOS MUNICÍPIOS  
BRASILEIROS**

Dissertação apresentada para a obtenção do título de Mestre em  
Economia pela Universidade Estadual de Ponta Grossa

Orientadora: Prof. Dr. Augusta Pelinski Raiher

PONTA GROSSA  
2022

A553           Andrade Neto, Antonio Octaviano de  
                  Impacto socioeconômico da cultura da soja nos municípios brasileiros /  
                  Antonio Octaviano de Andrade Neto. Ponta Grossa, 2022.  
                  84 f.

                  Dissertação (Mestrado em Economia - Área de Concentração: Economia),  
                  Universidade Estadual de Ponta Grossa.

                  Orientadora: Profa. Dra. Augusta Pelinski Raiher.

                  1. Soja. 2. Desenvolvimento econômico. 3. Crescimento econômico. 4.  
                  Diferenças - escore de propensão. I. Raiher, Augusta Pelinski. II. Universidade  
                  Estadual de Ponta Grossa. Economia. III.T.

CDD: 338.9



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA  
Av. General Carlos Cavalcanti, 4748 - Bairro Uvaranas - CEP 84030-900 - Ponta Grossa - PR - <https://uepg.br>

## TERMO

### TERMO DE APROVAÇÃO

ANTONIO OCTAVIANO DE ANDRADE NETO

### IMPACTO SOCIOECONÔMICO DA CULTURA DA SOJA NOS MUNICÍPIOS BRASILEIROS

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre no Programa de Pós-Graduação em Economia, da Universidade Estadual de Ponta Grossa, pela seguinte banca examinadora:

Ponta Grossa, 03 de maio de 2022

Professora Dra Augusta Pelinski Raiher – UEPG

Professor. Dr. Alex Sander Souza do Carmo - UEPG

Professor. Dr. Lucir Reinaldo Alves – UNIOESTE



Documento assinado eletronicamente por **Lucir Reinaldo Alves, Usuário Externo**, em 03/05/2022, às 08:45, conforme Resolução UEPG CA 114/2018 e art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



Documento assinado eletronicamente por **Alex Sander Souza do Carmo, Coordenador(a) do Programa de Pós-Graduação em Economia - Mestrado**, em 03/05/2022, às 10:34, conforme Resolução UEPG CA 114/2018 e art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.

---



Documento assinado eletronicamente por **Augusta Pelinski Raiher, Professor(a)**, em 04/05/2022, às 16:54, conforme Resolução UEPG CA 114/2018 e art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.

---



A autenticidade do documento pode ser conferida no site <https://sei.uepg.br/autenticidade> informando o código verificador **0960394** e o código CRC **8339C7F3**.

---

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a minha família por todo o ensinamento e cuidado que tiveram comigo durante toda esta trajetória, os ensinamentos e valores que compartilharam para meu crescimento. À instituição UEPG que me acolheu durante todo o período de graduação até o encerramento deste mestrado, dedico também eterno agradecimento, na figura dos professores do departamento de economia que tive a oportunidade de assistir aulas e adquirir conhecimento desta rica profissão. A Professora Dra. Augusta Pelinski Raiher, na figura de minha orientadora desta dissertação, foi de fundamental contribuição não somente na elaboração deste documento, mas também durante toda a construção de minha formação como economista, portanto, sinto-me honrado por ter sido orientado por ela durante a graduação e neste mestrado.

## RESUMO

O objetivo do presente estudo foi analisar o impacto do cultivo da soja no nível de desenvolvimento e crescimento econômico dos municípios brasileiros entre os anos censitários de 1991 e 2010, além de avaliar seu impacto nos componentes do desenvolvimento socioeconômico. Para se alcançar os objetivos da pesquisa, foram estimados os modelos de *Propensity Score Matching* (PSM) e Diferenças em Diferenças com Escore de Propensão (DDM). Os municípios foram classificados por Áreas Mínimas Comparáveis (AMC) a fim de assegurar a visualização de territórios idênticos em cada ano de análise, em virtude da criação de novos municípios entre o período temporal considerado. O uso do pareamento na modelagem tem como objetivo assegurar o suporte comum na avaliação dos efeitos, de forma que é necessário a separação das AMC's entre dois grupos: o de tratamento, composto pelas AMC's que não cultivavam soja em 1991 e passaram a produzi-la em 2010 e; o de controle, englobando aquelas que não produziam o grão em nenhum dos anos considerados na pesquisa. Dessa forma, o pareamento por dois vizinhos mais próximos garantiu a homogeneização das características observáveis entre os grupos através do cálculo do escore de propensão pelo PSM. Já a utilização do DDM possibilitou a mitigação dos vieses provenientes da distribuição de características observáveis, da ausência de suporte comum e reduziu o viés de seleção por características não observáveis. Os resultados demonstraram que a produção de soja não apresentou impacto direto sobre o nível de desenvolvimento, apenas com efeitos pontuais sobre a melhoria do nível de IDHM – Educação (efeito positivo) em virtude da garantia de acréscimo de infraestrutura especialmente em novas fronteiras agrícolas e sobre a piora do IDHM - Saúde, devido ao intensivo uso de agrotóxicos no processo produtivo que acaba impactando nos trabalhadores rurais e moradores de localidades próximas. No caso do crescimento econômico, seu efeito foi positivo e estatisticamente significativo, inferindo que “ser produtora de soja” tende, na média, a intensificar o PIB per capita de uma AMC.

**Palavras-chave:** Soja; Desenvolvimento econômico; Crescimento econômico; Diferenças em Diferenças com Escore de Propensão

## ABSTRACT

The objective of the present study was to analyze the impact of soybean cultivation on the level of development and economic growth of Brazilian municipalities between the census years of 1991 and 2010, in addition to evaluating its impact on the components of socioeconomic development. To achieve the research objectives, the Propensity Score Matching (PSM) and Differences in Differences with Propensity Score (DDM) models were estimated. The municipalities were classified by Minimum Comparable Areas (MCA) in order to ensure the visualization of identical territories in each year of analysis, due to the creation of new municipalities between the time period considered. The use of pairing in the modeling aims to ensure common support in the evaluation of effects, so it is necessary to separate the AMC's between two groups: the treatment group, composed of the AMC's that did not grow soybeans in 1991 and started to produce there in 2010 and; the control, encompassing those that did not produce the grain in any of the years considered in the research. In this way, the pairing by two nearest neighbors ensured the homogenization of the observable characteristics between the groups through the calculation of the propensity score by the PSM. On the other hand, the use of DDM enabled the mitigation of biases arising from the distribution of observable characteristics, the absence of common support and reduced the selection bias for unobservable characteristics. The results showed that soybean production did not have a direct impact on the level of development, with only occasional effects on the improvement of the level of MHDI - Education (positive effect) due to the guarantee of increased infrastructure, especially in new agricultural frontiers and on the worsening of the IDHM - Health, due to the intensive use of pesticides in the production process that ends up impacting rural workers and residents of nearby locations. In the case of economic growth, its effect was positive and statistically significant, inferring that "being a soy producer" tends, on average, to intensify the per capita GDP of an AMC.

**Keywords:** Soybean; Economic Development; Economic Growth; Differences in Differences with Propensity Score



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – AMC's produtoras de soja em 1991 e 2010 .....	45
Figura 2 – Distribuição de área plantada de soja nas AMC's em 1991 e 2010.....	47
Figura 3 – Distribuição do IDHM entre as AMC's brasileiras em 1991 e 2010.....	50
Figura 4 – Variação do IDHM das AMC's entre 1991 e 2010 .....	51
Figura 5 – Distribuição do IDHM – Renda entre as AMC's brasileiras em 1991 e 2010 .....	53
Figura 6 – Variação do IDHM – Renda das AMC's entre 1991 e 2010.....	54
Figura 7 – Distribuição do IDHM – Educação entre as AMC's brasileiras em 1991 e 2010..	56
Figura 8 – Variação do IDHM – Educação das AMC's entre 1991 e 2010.....	57
Figura 9 – Distribuição do IDHM – Longevidade entre as AMC's brasileiras em 1991 e 2010.....	59
Figura 10 – Variação do IDHM – Longevidade das AMC's entre 1991 e 2010.....	60
Figura 11 – PIB <i>per capita</i> das AMC's brasileiras em 1991 e 2010.....	62
Figura 12 – Variação do PIB <i>per capita</i> das AMC's entre 1991 e 2010 .....	63
Figura 13 – Divisão das AMC's por grupos de Controle e Tratamento .....	65
Figura 14 – Função de densidade de probabilidade dos escores de propensão.....	83

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Número de AMC's com área plantada de soja.....	44
Tabela 2 – Área plantada de soja nas AMC's brasileiras.....	46
Tabela 3 – I de Moran Área plantada de soja 1991 .....	48
Tabela 4 – I de Moran Área plantada de soja 2010 .....	48
Tabela 5 – IDHM das AMC's brasileiras.....	49
Tabela 6 – I de Moran IDHM 1991 .....	51
Tabela 7 – I de Moran IDHM 2010 .....	52
Tabela 8 – IDHM – Renda das AMC's brasileiras.....	53
Tabela 9 – I de Moran IDHM – Renda 1991 .....	55
Tabela 10 – I de Moran IDHM – Renda 2010.....	55
Tabela 11 – IDHM – Educação das AMC's brasileiras.....	56
Tabela 12 – I de Moran IDHM – Educação 1991 .....	58
Tabela 13 – I de Moran IDHM – Educação 2010 .....	58
Tabela 14 – IDHM – Longevidade das AMC's brasileiras.....	59
Tabela 15 – I de Moran IDHM – Longevidade 1991 .....	61
Tabela 16 – I de Moran IDHM – Longevidade 2010 .....	61
Tabela 17 – PIB <i>per capita</i> das AMC's brasileiras .....	62
Tabela 18 – Grupos de tratamento e controle – Número de AMC's .....	64
Tabela 19 – Distribuição das AMC's do grupo de tratamento .....	64
Tabela 20 – Variáveis dos grupos de Controle e Tratamento .....	66
Tabela 21 – Diferença de média entre as covariadas após o pareamento .....	68
Tabela 22 – Efeito médio sobre a variação do IDHM .....	68
Tabela 23 – Efeito médio sobre a variação do IDHM - Renda .....	69
Tabela 24 – Efeito médio sobre a variação do IDHM - Educação .....	69
Tabela 25 – Efeito médio sobre a variação do IDHM - Longevidade .....	69
Tabela 26 – Efeito médio sobre a variação do PIB <i>per capita</i> .....	70
Tabela 27 – Efeito médio sobre o IDHM.....	71

Tabela 28 – Efeito médio sobre o IDHM - Renda.....	72
Tabela 29 – Efeito médio sobre o IDHM - Educação.....	73
Tabela 30 – Efeito médio sobre o IDHM - Longevidade.....	73
Tabela 31 – Efeito médio sobre o PIB <i>per capita</i> .....	74
Tabela 32 – Modelo <i>Probit</i> .....	84

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>12</b>
<b>2 IMPORTÂNCIA TEÓRICA DA AGRICULTURA NO PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO.....</b>	<b>17</b>
2.1 VISÃO RICARDIANA DO PAPEL DA AGRICULTURA.....	17
2.2 PAPEL DA AGRICULTURA PARA OS ECONOMISTAS MODERNOS.....	19
2.3 VIAS DE IMPACTO DA AGRICULTURA PARA O DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO.....	22
<b>3. EVOLUÇÃO DA SOJA NA AGRICULTURA BRASILEIRA.....</b>	<b>26</b>
3.1 HISTÓRICO DA PARTICIPAÇÃO AGRÍCOLA NA ECONOMIA NACIONAL.....	26
3.2 CULTIVO DE SOJA NO BRASIL.....	28
<b>4. METODOLOGIA.....</b>	<b>33</b>
4.1 PSM e DDM.....	34
4.2 VARIÁVEIS UTILIZADAS E ESTRATÉGIA EMPÍRICA.....	39
<b>5. EFEITO DA PRODUÇÃO DA SOJA NO DESENVOLVIMENTO SOCIOECONÔMICO DOS MUNICÍPIOS BRASILEIROS.....</b>	<b>43</b>
5.1 EVOLUÇÃO E DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA ÁREA PLANTADA DE SOJA, DO IDHM E DO PIB PER CAPITA.....	43
5.1.1 Área Plantada de Soja.....	43
5.1.2 IDHM.....	48
5.1.3 IDHM - Renda.....	52
5.1.4 IDHM - Educação.....	55
5.1.5. IDHM - Longevidade.....	58
5.2 EFEITO DA ÁREA PLANTADA DE SOJA NO IDHM E SEUS COMPONENTES.....	63
5.2.1 Delimitação do grupo de tratamento.....	64
5.3 PROPENSITY SCORE MATCHING.....	66
5.3.1 Resultados PSM.....	68
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>76</b>

<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>79</b>
<b>APÊNDICE A – FUNÇÃO DE DENSIDADE DE PROBABILIDADE.....</b>	<b>83</b>
<b>APÊNDICE B – RESULTADOS DA ESTIMAÇÃO DO MODELO PROBIT.....</b>	<b>84</b>

## 1 INTRODUÇÃO

As literaturas precursoras sobre o crescimento econômico limitavam à agricultura apenas um papel passivo nas etapas de desenvolvimento econômico, cabendo aos setores urbanos, em especial à indústria, o papel principal na indução do desenvolvimento econômico. A partir da década de 1960, surge um novo pensamento sobre a importância da agricultura neste processo, em especial com as publicações de Johnston e Mellor (1961) e Timmer (1992) que buscavam relacionar melhorias no desenvolvimento econômico decorrentes da atividade agrícola.

Estes estudos convergiam acerca da importância do relacionamento entre o setor agrícola com os demais setores industriais urbanos, havendo um efeito multiplicador e indutor do emprego e da renda na economia como um todo, decorrente dos encadeamentos ligados pelo setor primário.

A abordagem mais tradicional sobre o tema tem como principal expoente o trabalho de Johnston e Mellor (1961), no qual buscam avaliar a função da agricultura no desenvolvimento econômico das nações, elaborando um conjunto de canais por meio dos quais a expansão da produção agrícola contribui para o crescimento econômico do setor não rural. Para os autores, tem-se cinco vias de ação da agricultura para a promoção do desenvolvimento:

- a) Oferta de alimentos e de matérias-primas para os setores não rurais no mesmo ritmo de crescimento da demanda, em razão da intensificação da urbanização. Isso permitiria a não elevação do custo de vida no urbano, sem a necessidade de maiores dispêndios com mão-de-obra no setor industrial, além de se ter competitividade na compra de matérias-primas;
- b) Ampliação das exportações de produtos agrícolas, gerando divisas, as quais aumentariam a renda nacional e financiariam concomitantemente o investimento em outros setores, permitindo também a importação de máquinas e equipamentos para o desenvolvimento industrial;
- c) Transferência de mão-de-obra agrícola para os setores industriais, baseado no modelo de dois setores de Lewis (1954);

- d) Contribuir, a partir da poupança gerada por exportações e pelo crescimento agrícola, com a formação de capital dos setores não rurais e implantação de infraestrutura econômica e social, e;
- e) Ampliação da demanda do urbano-industrial, decorrente do consumo de bens industriais necessários para a produção agrícola.

Neste contexto, o desenvolvimento agrícola significaria uma ampliação da dinâmica em outros setores da economia, impulsionando a atividade como um todo e promovendo crescimento econômico local. No caso do Brasil, a agricultura conseguiu exercer esses papéis – essencialmente com o cultivo do café - durante as primeiras décadas de avanço econômico brasileiro, contribuindo para o processo de industrialização do país.

Em economias que já ultrapassaram as primeiras fases do desenvolvimento, a agricultura continua sendo importante, seja pelos seus encadeamentos a montante e a jusante, como também pela sua inserção internacional. Com efeito, os dados acerca do agronegócio brasileiro demonstram uma participação relevante do setor na economia do país, correspondendo a 26,6% do PIB (Produto Interno Bruto) em 2020 (CEPEA, 2021), além de ser responsável por 48% das exportações brasileiras (AGÊNCIA BRASIL, 2021).

Portanto, fica evidente a importância da produção agrícola para a economia das regiões. Todavia, ainda são escassas as evidências acerca dos seus transbordamentos para outras dimensões do desenvolvimento. Assim, o ponto a ser investigado refere-se a relevância do setor agrícola na fomentação do bem-estar populacional, medindo o alcance do seu efeito para a geração de desenvolvimento socioeconômico local. Para isso, focou-se no efeito de uma das culturas mais importantes do setor, analisando a importância da produção da soja nesta dinâmica.

A soja em grãos é protagonista na agricultura brasileira por diferentes razões. É a cultura que dedica o maior espaço territorial à sua produção, representado pela área plantada (por hectares), sendo um total de 55% de todas as culturas nacionais. Representa também a cultura que mais produz no país, visualizado pela quantidade produzida (em toneladas), em um montante de 41% da totalidade de produções agrícolas. E por fim, outra estatística que evidencia seu protagonismo é a renda gerada com sua produção, obtendo um total de 51% do valor de produção de todas as culturas agrícolas somadas (PAM, 2019).

Ademais, conforme inferem Richards *et al* (2005), a soja se apresenta como principal motor agrícola brasileiro dado os seus encadeamentos, beneficiando a economia local como

um todo. A partir da modernização da cadeia agrícola, com a entrada da tecnologia no campo e com os novos meios de escoamento para facilitar sua venda, os proprietários das terras cultiváveis tenderam a expandir seus investimentos em setores com ligações nesse processo, como agro-consultorias e instalações de silagem. Esses gastos de excedente agrícola passam, portanto, a ser alocado em setores urbanos de forma a gerar uma cadeia produtiva dependente dos lucros da cultura da soja em toda a região.

Siqueira (2001) salienta que desde a década de 1980, o crescimento da produção de soja no Brasil tomou enormes proporções de modo que pode ser classificado como um novo ciclo de cultura agrícola, tal qual os ciclos de café e cana-de-açúcar. Para o autor, a produção de soja impactou o desenvolvimento dos estados das regiões Sul e Sudeste, além de modificar a estrutura produtiva do Centro-Oeste em um polo recente de crescimento inovativo nacional na área, se mostrando também como uma alternativa para aceleração do desenvolvimento de algumas regiões do Nordeste do país.

Conforme dados do IBGE (2019), no ano de 1991, 21% dos municípios brasileiros possuíam ao menos 1 hectare de sua área dedicada ao cultivo de soja, ao passo que no ano de 2016, este percentual saltou para 39% do total dos municípios brasileiros. Esse crescimento foi impulsionado em grande medida por substanciais aumentos de área plantada do grão na região Norte do país, em um montante 286 vezes superior em relação a 1991, em consonância a um intensivo desflorestamento amazônico conforme evidenciado em Cattelan e Dall' Agnol (2018) e Sabadini *et al* (2016).

Além disso, se destaca a região Nordeste com uma taxa de crescimento de sua área plantada no montante de 758% entre 1990 e 2010 e a consolidação do Centro-Oeste como o maior produtor nacional a partir do início do século. Essa expansão coincide com a entrada em vigor da Lei Kandir<sup>1</sup> no ano de 1996 e com a admissão da China na Organização Mundial do Comércio (OMC) em 2001.

Esta crescente participação do grão no mercado nacional e também internacional faz surgir questionamentos quanto as externalidades deste avanço sobre o bem-estar populacional. Em especial na região Centro-Oeste, na qual o crescimento dos municípios foi impulsionado em grande parte por avanços do cultivo de soja, e no Norte do país, em que a mensuração da externalidade se torna de grande relevância dada a substituição de terras até então florestais por cultiváveis em um intenso desmatamento amazônico.

---

<sup>1</sup> Concede isenção do ICMS para as exportações agrícolas. Dentre esses produtos, os maiores beneficiados foram: soja, café, cacau, fumo, laranja, açúcar e carnes (BATISTA, 2000).



Nesse sentido, o objetivo desse estudo é avaliar o efeito do cultivo de soja entre os anos de 1991 e 2010 sobre o nível de desenvolvimento e crescimento econômico das AMC's brasileiras. Para tal, como *proxy* para o desenvolvimento socioeconômico utilizou-se o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM), além da análise mais detalhada sobre os componentes: Renda, Educação e Longevidade, e para o crescimento, a *proxy* utilizada foi o PIB *per capita*. De forma mais específica, se busca: analisar a distribuição espacial da produção de soja e do desenvolvimento socioeconômico ao longo do país, identificando suas heterogeneidades; verificar o impacto da cultura da soja no processo de desenvolvimento e crescimento econômico dos municípios brasileiros.

O recorte temporal faz referência aos anos censitários e possibilita a mensuração do efeito da soja em dois períodos de tempo distintos, capaz de captar o processo de expansão desta cultura nas regiões Centro-Oeste e Norte, além de diferenciar dois períodos com incentivos distintos à expansão da soja ao longo do país (como por exemplo, a Lei Kandir), oferecendo uma conclusão sobre este fenômeno agrícola.

Quanto ao indicador utilizado para auferir o nível de desenvolvimento municipal, a escolha pelo IDHM se justifica pela ampla disponibilidade dos dados junto ao censo de forma a possibilitar uma análise abrangente dos efeitos a que se deseja. Ademais, este índice leva em conta não apenas os aspectos econômicos, mas também alterações sociais, se diferenciando dos demais estudos da área. Já o PIB *per capita* busca diferenciar os efeitos sobre o crescimento e o desenvolvimento econômico, debate muito rico na literatura acadêmica,

Com efeito, até a década de 1950, o crescimento econômico era considerado sinônimo do desenvolvimento, de maneira que elevações na dinâmica da produção tenderiam, *ex post*, a se transformar em bem-estar populacional. Entretanto, após a Segunda Guerra Mundial, diferentes autores e correntes começaram a observar que não necessariamente se ter crescimento econômico era uma condição suficiente para se auferir níveis mais intensos de qualidade de vida (SEERS, 1970; SEN, 1999; BOISER, 2001; SACHS, 2008). Isso decorria de características estruturais que mitigavam os efeitos do dinamismo econômico neste processo, como por exemplo: a concentração de renda, a falta de encadeamento das atividades produtivas locais, os vazamentos de renda, dentre outros. Destarte, passou-se a considerar o crescimento econômico como um elemento necessário para se auferir o desenvolvimento, não sendo, porém, suficiente (SZIRMAI, 2005; SANT'ANA, 2008).

Neste contexto, esta pesquisa busca analisar o alcance dos efeitos de ser um município produtor de soja neste processo, investigando não apenas seu impacto na dinâmica econômica, mas também no bem-estar populacional.

Observam-se empiricamente alguns estudos que buscam verificar a existência de impactos da produção de soja sobre o desenvolvimento/crescimento econômico. Como exemplo, Richards *et al* (2015), utilizando técnicas de econometria espacial, encontram relações positivas entre a produção de soja no estado de Mato Grosso e mudanças socioeconômicas urbanas de emprego, produtividade e crescimento populacional não agrícola.

Zambra *et al* (2015) realizam uma análise de cunho exploratório bibliográfico, buscando encontrar relações entre a evolução da produção de soja em Sorriso e melhorias no desenvolvimento do município, concentração de renda e PIB.

Martinelli *et al* (2017) dividiram os municípios brasileiros entre os grupos que produziam mais que 300 hectares de soja e os que produziam menos que este montante, e através de uma análise de covariância verificaram se a produção de soja impactou diferentemente o IDH dos municípios entre os anos censitários de 1991 e 2010.

Existe, portanto, uma literatura específica buscando verificar a existência desse impacto, com esta dissertação se diferenciando especialmente em relação a metodologia aplicada para avaliação do impacto, utilizando o *Propensity Score Matching* (PSM) e o método de Diferenças em Diferenças com Escore de Propensão (DDM). A aplicação deste método se inspirou em trabalhos como o de Chagas *et al* (2011) e Denes (2018), em que ambos aplicam um PSM espacial para avaliar os impactos do cultivo de cana de açúcar e dos *royalties* de mineração sobre o desenvolvimento, respectivamente. Neste sentido, a aplicação desta metodologia tende a contribuir para a observação de resultados mais precisos com a utilização de um método mais robusto do que os aplicados até então sobre o tema.

Além desta introdução, o presente trabalho será composto por mais 5 capítulos. No segundo capítulo retoma-se a evolução da teoria de desenvolvimento econômico. Na sequência haverá um enfoque maior sobre a história e importância da cultura da soja no Brasil. O capítulo 4 se dedicará a apresentação do método de *Propensity Score Matching* (PSM), do Diferenças em Diferenças com Escore de Propensão (DDM) e seu componente espacial. Na sequência, são apresentados os resultados da pesquisa e uma detalhada análise. Por fim, tem-se as considerações finais.

## 2 IMPORTÂNCIA TEÓRICA DA AGRICULTURA NO PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO

Neste capítulo será abordada a evolução acerca da importância econômica do setor agrícola e como ele interage com a economia nacional como um todo, de forma até mesmo a impactar no nível de desenvolvimento de uma região.

Será apresentado como Ricardo (1996) abordava estes potenciais efeitos sobre uma região, até a consolidação desta literatura com o trabalho de Johnston e Mellor (1961).

### 2.1 VISÃO RICARDIANA DO PAPEL DA AGRICULTURA

A discussão acerca da relação entre o meio rural e o processo de desenvolvimento econômico num contexto geral é antiga, datando das obras de autores clássicos, sendo David Ricardo aquele que mais se debruçou sobre este tema. (ALBUQUERQUE; NICOL, 1987)

Em um momento histórico de ápice da revolução industrial nos países desenvolvidos, em que grandes cidades começaram a eclodir e serem cada vez mais habitadas em um processo de êxodo rural, é natural o fato de economistas clássicos da época garantirem ao setor agrícola um papel de segundo plano e por vezes até como um fator que gera atraso aos países.

Neste pensamento é que Ricardo (1996) se enquadra. O autor não vislumbrava a agricultura como um processo capaz de impulsionar o desenvolvimento – que para a época era gerado puramente pela industrialização – e sim como fator que limitava esse processo.

Afim de entender essa concepção Ricardiana da relação entre a agricultura e o desenvolvimento industrial, deve-se retomar uma das mais célebres contribuições do autor para a ciência econômica, a Lei dos Rendimentos Decrescentes. Para se ter a compreensão, pode-se supor que Ricardo divide a economia da época entre o setor manufatureiro (aquele relacionado ao processo de industrialização) e o setor não manufatureiro contendo todos aqueles que não eram ligados diretamente as indústrias. A capacidade produtiva desses dois setores depende dos fatores de produção: terra, trabalho e capital, além da possibilidade de aumentos causados por inovações tecnológicas, assemelhando-se a estrutura de crescimento econômico de Solow (1956).

Ricardo (1996) admite que o setor industrial é aquele onde as inovações de produto e de processo são geradas progressivamente em uma velocidade capaz de sempre proporcionar ganhos produtivos. Para o setor agrícola, no entanto, apesar de fornecer a possibilidade de

existência de inovações tecnológicas, acreditava-se que seu ritmo de geração e consolidação dessas tecnologias no ambiente rural não seria suficiente para compensar os rendimentos marginais decrescentes.

Cabe-se aqui dissertar brevemente quais eram as causas desses rendimentos marginais decrescentes que limitavam o crescimento agrícola para Ricardo (1996). Novamente reforçando o caráter bi-setorial empregado nesta análise e admitindo que as populações sejam um fenômeno com tendência de crescimento em longo prazo, é preciso necessariamente um aumento na produção agrícola de ao menos igual montante de crescimento populacional garantindo a manutenção da qualidade de vida. A forma que se assumia para o crescimento da produção agrícola era apenas pelo aumento das áreas dedicadas ao cultivo. Essa utilização de um montante cada vez maior de terras teria início com a ocupação de áreas férteis que trariam retornos crescentes a sua produção, porém, à medida que esse aumento populacional se tornasse cada vez maior, os produtores rurais teriam que aceitar a produção em terras menos férteis, com retornos menores que o necessário para garantir a manutenção do bem-estar inicial.

Portanto, esses retornos produtivos cada vez menores das terras menos férteis são a causa dos Retornos Marginais Decrescentes, que trazendo ao foco de sua relação com a agricultura como indutora de desenvolvimento, explica como os economistas clássicos entendiam o papel do ambiente rural. A partir dessas observações que Ricardo (1996) relata sobre o setor agrícola da época, constata-se que os rendimentos decrescentes gerados no setor não são capazes de gerar crescimento da economia, funcionando na verdade como uma barreira ao impor um limite para o desenvolvimento da economia em todos os setores (OLIVEIRA e PEREIRA, 2012).

Isso se explica, pois na análise Ricardiana sobre o assunto, a agricultura é tratada como uma atividade essencialmente geradora de alimentos para a mão-de-obra industrial crescente da época. Portanto, assumindo a agricultura como um setor básico essencial e ao afirmar que seus retornos são decrescentes, como toda a economia é dependente da produção agrícola, o fenômeno de retornos decrescentes será observado em todos os outros, havendo uma queda no bem-estar geral dos trabalhadores, e, com isso, sua produtividade tende a decair, refletindo nos indicadores de produção nacional.

Diferentemente de Ricardo (1996) quanto a noção da agricultura como um limitador do processo de desenvolvimento, Mellor (1996) garante ao setor agrícola um papel ativo no reflexo de seu crescimento na economia como um todo, se tornando um mecanismo indutor

de desenvolvimento. Na seção seguinte, essa discussão acerca dos papéis que o autor admite a agricultura no processo de desenvolvimento econômico será abordada mais profundamente.

## 2.2 PAPEL DA AGRICULTURA PARA OS ECONOMISTAS MODERNOS

Algo que se constata nos economistas clássicos em relação ao setor agrícola é a incapacidade do setor de ser o gerador de crescimento econômico para uma nação, se limitando ao setor industrial este papel. Já no início do século XX, economistas mais contemporâneos voltam a questionar o papel da agricultura no desenvolvimento, através da criação de modelos para demonstrar esse impacto.

O primeiro deles é Lewis (1954), com seu “modelo clássico de crescimento de dois setores”. O autor divide a economia entre o setor de subsistência (agrícola) e o setor capitalista (industrial e comercial) e, partindo de uma realidade distinta daquela vivenciada no pensamento Ricardiano, Lewis (1954) observa que o setor agrícola atua como um fornecedor de mão-de-obra para o setor capitalista. Ao assumir que parte da mão-de-obra agrícola se tornará obsoleta em termos de produtividade com a limitação das funções no setor rural e a absorção cada vez maior da tecnologia em seu processo produtivo, o autor constata um excedente de mão-de-obra estacionada neste setor.

Isso ocorre ao mesmo tempo em que no setor capitalista, as constantes inovações nos processos produtivos garantem seu crescimento, o que leva a aumentos ilimitados na demanda por mão-de-obra. No entanto, assume-se um crescimento populacional não suficientemente rápido para ocupar esses novos empregos gerados, havendo, portanto, a necessidade da busca por trabalhadores no setor de subsistência.

Esse fenômeno gera a transferência de mão-de-obra do rural para o meio urbano, o que acaba impactando no nível de desenvolvimento de ambos os setores, por parte do setor de subsistência dado o pagamento de salários determinado pelo produto médio do trabalho e no setor capitalista com o aumento da produção por trabalhador.

No entanto, quando o crescimento populacional se intensifica novamente e o capital iguala a oferta de trabalho, não existe mais a necessidade da busca de mão-de-obra no setor agrícola. No curto prazo, o setor agrícola é capaz de impactar diretamente no crescimento da economia através da geração de emprego e renda.

Esta abordagem do modelo dual de Lewis também está inserida nas etapas de desenvolvimento de Rostow (1971). Em síntese, o autor descreve o desenvolvimento

econômico das nações discriminando por etapas e a agricultura possui papel fundamental para a consolidação do crescimento nos períodos iniciais.

A primeira etapa é a “Sociedade Tradicional”, caracterizada como uma economia de subsistência baseada na agricultura rudimentar em pequenas propriedades rurais sem uso de tecnologia. Nesta etapa, a produtividade por trabalhador é baixa e toda a produção da economia é derivada do setor rural, havendo assim uma barreira que limita o crescimento além das fronteiras determinadas pelas características presentes no período.

A etapa seguinte é a de “Pré condição para o arranco”, onde o uso de tecnologias passa a ser um pouco mais intenso, de modo que a sociedade começa a aceitar e assimilar as novas tecnologias, havendo um aumento na produtividade por trabalhador e o surgimento de grandes cidades. A agricultura começa a ceder lugar para o setor industrial e serviço, e ganha importância como supressora de alimentos para a população, como demandantes de bens manufaturados e fornecedora de recursos para investimento em outros setores da economia.

O papel essencial da agricultura abordado nas etapas de Rostow (1971) acontece justamente nesta segunda etapa de crescimento econômico, pois o fator que desencadeia o surgimento de condições para o arranco é a melhoria no processo produtivo do meio rural. Conforme Mellor (1996), o setor agrícola possui papel ativo na criação e manutenção do processo industrial, através do aumento de sua produção agrícola para atender o crescimento populacional pela utilização de tecnologia intensiva.

Além disso, outra literatura que conversa com essas etapas é Lewis (1954), haja vista que no momento em que a escala produtiva do setor rural se torna crescente, uma parte da mão-de-obra rural se torna obsoleta naquele período, havendo que se direcionar a outras localidades com abundância de oportunidades de emprego, no caso da segunda etapa, essa mão-de-obra se dirige as grandes cidades que começam a ser criadas graças ao avanço agrícola inicial.

Observa-se nos autores contemporâneos uma ruptura na visão do papel dado ao setor agrícola em relação aos economistas clássicos anteriores. Enquanto para os clássicos, seu papel era de limitador de crescimento, para autores mais contemporâneos, por vezes, esse setor tem função de indutor do processo de desenvolvimento econômico, se tornando peça-chave para a formação e manutenção dos setores não agrícolas.

No entanto, mesmo entre os economistas contemporâneos, há uma dissonância quanto aos meios em que é realizado esse processo. Para autores como Rostow (1971) e Mellor (1996), o desenvolvimento econômico contínuo da economia como um todo passa necessariamente por um aumento progressivo e conjunto do setor rural, por meio do

crescimento de sua produtividade, com fins de atender esse avanço dos setores não agrícolas. Já quando se analisa a contribuição de Lewis (1954), o autor diverge em relação aos anteriores sobre a necessidade de um crescimento conjunto entre os dois setores. Ele entende que a manutenção do desenvolvimento do setor não agrícola alimenta-se não pelo crescimento do setor rural, mas sim pela transferência de mão-de-obra, vista como abundante nesse setor.

Até este ponto, algumas contribuições históricas do pensamento econômico sobre o tema foram apresentadas e refletidas acerca de suas semelhanças e diferenças no entendimento. Identificou-se que a partir do século XX, o pensamento acadêmico sobre o papel da agricultura no processo de desenvolvimento vem sendo modificado, em especial após os trabalhos de Mellor (1996) que consolidou este estudo.

Partindo da consolidação de Mellor (1996) e considerando os papéis da agricultura no desenvolvimento de economias como um todo, outra contribuição que deve ser avaliada é a Teoria da Base Exportadora, de North (1977). Em especial sua primeira fase, em que o autor se dedica a escrever sobre essa teoria de forma pioneira na aplicação do conceito de base para a metodologia de economia regional (PIFFER, 2009).

No trabalho de North (1977) se apresenta sua linha crítica acerca das teorias de desenvolvimento regional dominantes naquele período, como Rostow (1977), em especial quanto a dinâmica e a existência real daquelas etapas nas nações desenvolvidas.

North assemelha-se aos autores que deram ênfase a agricultura no processo de desenvolvimento, pois salienta que a produção de bens agrícolas pode funcionar como fator de indução de crescimento, no entanto, ele se diferencia quanto a forma pela qual esse processo transcorre. Essa produção, em seu modelo, deve ser destinada às vendas externas, capaz de gerar divisas que forneçam dinamismo aos setores não agrícolas.

A economia em seu modelo se divide em dois setores (tal qual o modelo dual de Lewis): o setor de atividades básicas, naturalmente exportadoras e agrícolas e o setor de atividades não básicas, aquelas dependentes do primeiro. O setor exportador consiste em atividades agrícolas, que neste modelo é a base da economia e o elemento motriz de crescimento. Sendo dependente da demanda externa por seus produtos, enquanto o segundo setor é inteiramente dependente da dinâmica do setor agrícola e sua capacidade de gerar emprego e renda. Portanto, as atividades básicas, nesse modelo representado pela agricultura, são vistas como o elemento chave para o crescimento dos setores industriais e comerciais, pois é o setor agrícola que determinará os primeiros bens básicos não agrícolas de uma economia. Com a exportação desses bens agrícolas, são gerados efeitos multiplicadores internos, com efeito renda, capazes de induzir a dinâmica da economia nacional e

promovendo o crescimento das atividades não básicas (firmas voltadas ao mercado interno), as quais podem, *ex post* se tornarem competitivas e exportadoras também e manter toda a renda gerada neste processo na região de início da dinâmica.

No entanto, se espera que essa dependência diminua progressivamente, haja vista que o papel motriz que a agricultura assume é apenas inicial, com o objetivo de gradativamente construir divisas capazes de diversificar a pauta exportadora para outros produtos básicos como também visando a ampliação de indústrias locais voltadas a atender as demandas endógenas (PIFFER, 2009).

### 2.3 VIAS DE IMPACTO DA AGRICULTURA PARA O DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO

Diante das explicações de diferentes economistas sobre a importância da agricultura no processo econômico, a que mais se destaca é a contribuição de Johnston e Mellor (1961). Nela, a partir das considerações históricas de autores e suas observações empíricas, Johnston e Mellor (1961) detalham cinco vias de contribuição agrícola para o desenvolvimento econômico geral, quais sejam:

#### a) Fornecimento de alimentos e matérias-primas para os setores não rurais

A demanda por alimentos é dada por  $D = p + \eta g$ , sendo  $p$  a taxa de crescimento populacional,  $g$  o PIB *per capita* e  $\eta$  se refere a elasticidade renda da demanda por produtos agrícolas. A constatação feita pelos autores é de que o aumento da produção agrícola deve ser ao menos o suficiente para igualar a sua demanda pelo setor industrial.

Considera o fato de que em países não desenvolvidos, o crescimento da demanda por bens agrícolas é de elevado montante por diversas razões. A taxa de crescimento populacional  $p$  se demonstra uma característica observada na totalidade desses países não desenvolvidos, pois conjuntamente houve um processo global de redução das taxas de mortalidade e um aumento na expectativa de vida, originados de inovações medicinais por meio da inclusão tecnológica. Além disso, a tendência de queda na taxa de natalidade ainda é baixa, não suficiente para reduzir o montante populacional em poucas gerações. (JOHNSTON e MELLOR, 1961).

A elasticidade renda da demanda por alimentos é muito maior em países subdesenvolvidos quando comparados a outros com alta renda e em processo de desenvolvimento já avançado. A agricultura possui então o papel de acompanhar esse ritmo



de crescimento para atender sua demanda e não atuar como uma barreira para o processo de desenvolvimento, conforme salientado por Ricardo.

### **b) Ampliação das exportações de produtos agrícolas**

Para Johnston e Mellor (1961), esse seria um dos melhores meios para intensificar o processo de desenvolvimento, pois possibilita o aumento de renda rápido e o transbordamento fácil para outros setores da economia.

A geração de divisas por essa via acontece a curto prazo e em alguns casos, pode ser o elemento motriz da economia em épocas de grandes crises ou de períodos de safras recordes, em especial de *commodities* agrícolas. Portanto, essa renda gerada das exportações agrícolas tem papel fundamental para financiar o desenvolvimento industrial de uma região, através do investimento desse montante em outros setores, permitindo a importação de máquinas e equipamentos, especialmente em países subdesenvolvidos, cujo setor industrial não é complexo para altas tecnologias.

Os autores ainda chamam atenção para dois perigos existentes na dinâmica desta via. O primeiro se relaciona com a possibilidade da existência de monocultura, tendo em vista que a característica do setor agrícola é de valorização dos preços de *commodities* no mercado internacional, fato que pode levar os produtores rurais a se dedicar a produção de apenas aquele bem que se apresenta mais valorizado durante o período considerado. O segundo perigo diz respeito a dependência do país as exportações agrícolas para gerar aumentos de divisas e crescimento econômico. Nestes casos, os esforços devem se direcionar tanto para ampliar a base econômica exportadora como também com objetivo de intensificar o processo de industrialização, a fim de não ficar à deriva em eventuais desvalorizações nos preços das *commodities* agrícolas.

### **c) Transferência de mão-de-obra agrícola para os setores industriais**

Esta via está ligada a aceitação dos pressupostos do modelo de dois setores de Lewis (1954). Assume então que a demanda por trabalho no setor não agrícola é infinita e a população rural é aquela que ocupa esses cargos mais rapidamente, especialmente nas fases iniciais que os países não desenvolvidos se encontram, onde se torna difícil encontrar mão-de-obra a não ser do meio rural.

Essa transferência da mão-de-obra do meio rural para o urbano só será benéfica para o processo de crescimento econômico se concomitantemente a perda de trabalhador, haja um esforço para aumentar a produtividade no campo com o uso intensivo de tecnologia. Dessa

forma, a função da agricultura de fornecimento de alimento e matéria prima para a economia não será comprometido e não se tornará um entrave para o andamento do processo de desenvolvimento econômico.

#### **d) Contribuição da agricultura na formação de capital**

À medida que os países subdesenvolvidos avançam no processo de desenvolvimento, eles passam por uma transformação estrutural, na qual a industrialização assume o protagonismo e dita o ritmo de crescimento de renda, emprego e produção. No entanto, isso apenas será possível se a agricultura cumprir seu papel nos estágios iniciais de desenvolvimento, de a partir da poupança gerada por exportações e pelo crescimento agrícola, contribuir com a formação de capital dos setores não rurais e implantação de infraestrutura econômica e social. (JOHNSTON e MELLOR, 1961).

Ressalta-se nessa via o papel da agricultura em oferecer dinamismo para outros setores da economia e contribuir com a expansão da base produtiva nacional.

#### **e) Ampliação da demanda dos produtos industriais**

Neste ponto, a teoria de Johnston e Mellor (1961) confronta as ideias de Lewis (1954), pois para o segundo, a agricultura atua como um entrave para o desenvolvimento econômico, portanto, um eventual aumento na renda rural somente tenderá a dificultar esse processo.

Enquanto Johnston e Mellor (1961) entendem que este aumento de renda possibilita duas alternativas de consumo: que os produtores rurais invistam na aquisição de máquinas e equipamentos para modernizar seu processo produtivo ou que aumentem seu consumo em bens urbano-industriais, haja vista que os bens agrícolas apresentam uma inelasticidade de demanda frente a aumentos de renda. De ambas as formas, o aumento de renda rural atuará como um novo mercado consumidor para o meio urbano.

Timmer (1992) destaca que a forma mais utilizada na literatura para mensurar a contribuição agrícola para o crescimento econômico é analisar seu valor de produção líquido frente a outros setores da economia nacional. No entanto, o autor ressalta que este setor contribui de diferentes formas para o processo de desenvolvimento, que não só aquela visualizada na comercialização econômica. Exemplificando mais algumas contribuições complementares ao trabalho clássico de Johnston e Mellor (1961) da contribuição não mercantil da agricultura para o processo de desenvolvimento econômico.

Neste capítulo se discutiu o papel da agricultura na economia nacional e sua evolução entre pensadores econômicos de diferentes épocas. Ressalta-se que especialmente a partir do

trabalho de Johnston e Mellor (1961) esse papel se torna cada vez mais essencial para a dinâmica de uma nação.

O estudo da forma como a agricultura impacta em um território torna-se, portanto, necessário para avaliação dos retornos obtidos em forma de melhorias em bem-estar dada a complexidade e ganhos obtidos por este setor. Quando se analisa o caso do Brasil, a soja apresenta-se como um motor da economia nacional em termos de produção e de geração de divisas. Por isso, o capítulo 3 será responsável por discutir a evolução da produção de soja durante a história brasileira e elencar alguns dos motivos para sua dominância econômica.

### 3 EVOLUÇÃO DA SOJA NA AGRICULTURA BRASILEIRA

Retomando as funções básicas da agricultura para o desenvolvimento econômico expostas em Johnston e Mellor (1961), este capítulo se dedicará a analisar a agricultura brasileira e a evolução da soja neste setor.

#### 3.1 HISTÓRICO DA PARTICIPAÇÃO AGRÍCOLA NA ECONOMIA NACIONAL

Quando se retoma a questão agrícola no Brasil, em que se toma forma com a colonização portuguesa no país, o que Furtado (1963) observa é uma forma de atividade extremamente predatória, com grandes extrações de riquezas minerais e naturais do solo brasileiro. A preocupação com o desenvolvimento de técnicas de cultivo e de troca de informações com os nativos não se faz presente neste período.

Fato este reforçado por Prado Junior (2009) ao constatar a existência de grandes latifúndios no Brasil colônia, dedicados a exportação e baseados no trabalho escravo. Além disso, a pouca exploração de terras no interior do país reforçou o extrativismo nos moldes coloniais.

O que se observou no cenário Brasil colônia foi a forte extração de recursos naturais e sua dedicação exclusiva ao comércio internacional com Portugal. Esse cenário limitava a posse de terra para arrendatários escolhidos pela metrópole, fato que não estimulava por parte da população local, a permanência e o investimento na localidade, que gerava uma agricultura rudimentar para subsistência da população local.

Para Martins (2010), o fato que tornou o arcabouço rural um tema estruturado de relevância no cenário nacional refere-se à Lei de Terras (1850), que limitava a posse de novas terras apenas a partir da ação de compra daquela área. Apesar do caráter limitador, pois essa lei tinha como objetivo impedir que escravos recém alforriados e novos imigrantes europeus tivessem a oportunidade de garantir suas terras através da posse, ela também oportunizou a formação de um mercado de trabalho assalariado e garantiu o direito de propriedade da terra para seus compradores.

Uma vez que uma das críticas quanto ao meio rural no período colonial era justamente a não possibilidade de obter sua própria terra para explorá-la, a Lei de Terras permitiu criar um novo componente para empreendimento. De acordo com Furtado (1963), as terras passaram a partir de então a se concentrar na mão de alguns poucos proprietários privados, o que acabou favorecendo a organização da estrutura agrícola. Staduto e Kreter (2014)

acrescentam que outro fator que favoreceu a rápida organização rural no Brasil foi a manutenção da estrutura de concentração territorial baseada em grandes empresas mercantis, porém agora na mão de proprietários privados, com mão-de-obra assalariada, possibilitando a manutenção na propriedade rural e a geração de novos investimentos conforme os lucros que a estrutura mercantil mais organizada garantia.

No entanto, Staduto e Kreter (2014) reforçam que este efeito não se observou na totalidade das regiões brasileiras. Em especial na região Sul, os imigrantes europeus garantiram o direito a terras e sua exploração se baseou, em boa parte, na agricultura familiar, pautado no desenvolvimento de técnicas de cultivo e comercialização através da troca de informações por meio das cooperativas agrícolas.

Esse desenvolvimento da estrutura agrícola iniciado a partir de 1850 vivenciou um forte evento negativo no início do século XX, durante a crise de 1929. A partir da Lei de Terras, o meio rural brasileiro se desenvolveu especialmente com o cultivo de culturas exportáveis, ressaltando que na época o produto que se destacava era o café. No entanto, durante a crise mundial vivenciada nesse período, a balança comercial do grão foi bastante afetada, com reduções das importações por parte dos países desenvolvidos.

Este evento propiciou, de acordo com Baer (1996), o início do processo de industrialização brasileira, em que ancorado pelas divisas geradas pelas exportações de café, obteve capital para o investimento inicial, com a importação de máquinas do mercado internacional, que não se produzia no país.

A situação vivenciada no país durante o início do processo de industrialização demonstrou a capacidade do setor agrícola, através do café, em atuar como motor gerador de desenvolvimento para a economia como um todo, ao proporcionar avanços na produção industrial, impactando diretamente na melhoria do bem-estar nacional através do aumento da oferta e diminuição no preço dos produtos de maior complexidade econômica até então apenas importados.

Após esse evento, a importância da agricultura e principalmente do café para o crescimento econômico brasileiro foi cada vez mais perdendo espaço frente ao desenvolvimento do setor industrial. A agricultura apenas retornou seu papel de destaque no cenário nacional a partir do início da década de 1970, com a consolidação da soja como um importante agente na cadeia produtiva brasileira.

### 3.2 CULTIVO DE SOJA NO BRASIL

Historicamente no Brasil, a soja sempre foi uma cultura incipiente, mas que em pouco tempo se transformou em um dos principais ativos da economia e de grande relevância no comércio exterior nacional (BONATO, 1987). No ano de 1882, o grão chegou ao Brasil pelo estado da Bahia, originário dos Estados Unidos para a realização de estudos de avaliação de adaptabilidade do grão ao clima brasileiro e, em 1891, pesquisas com esse mesmo intuito foram realizadas no IAC (Instituto Agrônomo de Campinas) (EMBRAPA, 2003).

Somente no início do século XX é que se registrou o início do cultivo da soja no país, com o registro no estado do Rio Grande do Sul, no município de Santa Rosa, no ano de 1914. Concomitante a este acontecimento na região Sul, o IAC passou a distribuir sementes para os produtores do estado de São Paulo, além de lhes oferecerem ensino e as técnicas de cultivo do grão. No entanto, foi na região Sul que o cultivo obteve melhores resultados, muito por conta da semelhança das condições climáticas com o sul dos Estados Unidos, de onde os primeiros cultivares brasileiros se originaram.

Até aquele momento, sua produção ainda era incipiente e extremamente concentrada na região Sudoeste do Estado do Rio Grande do Sul, onde sua produção só passou a ser relevante para a estrutura estadual a partir da década de 1940, sendo contabilizada periodicamente no Anuário Agrícola do estado. Nessa mesma década, o Rio Grande do Sul se consolidou como o principal produtor nacional, com a instalação da primeira indústria processadora de soja do Brasil, no município de Santa Rosa e impulsionou o país para figurar como um dos maiores produtores de soja mundial, com um total de 25.000 toneladas do grão na época (EMBRAPA, 2003).

A partir do gradual avanço da cultura nos *rankings* internacionais, o Brasil passou a olhar a soja como uma nova oportunidade de investimento, visto que o café nesse período já havia perdido grande parte da sua relevância de outrora. Em meados dos anos 1950, o governo brasileiro criou um programa oficial para incentivar a produção de soja, pois, segundo Bertrand, Laurent e Leclercq (1987), nesta época, o trigo dominava a agricultura no sul do Brasil, por conta de uma forte política de subsídios ao setor, a fim de garantir a autossuficiência nacional do grão. Desta forma, a soja foi igualmente impactada a partir da consolidação da política de incentivo à triticultura, por se apresentar como a melhor alternativa de produção na entressafra de verão do trigo<sup>2</sup>, seja do ponto de vista técnico, em

---

<sup>2</sup>O programa de incentivo à triticultura, concedido pelo Banco do Brasil, tinha como contrapartida que fossem introduzidas culturas de verão como alternativa ao cultivo de trigo (COTRIJUI, p. 70).

que a plantação de uma leguminosa (soja) sucedendo uma gramínea (trigo) ajudava na fixação do nitrogênio no solo e evitava o desgaste do terreno, como também do ponto de vista econômico, pois sua produção se aproveitava da tecnologia e mão-de-obra já inserida no espaço (RODRIGUES, 2016).

Impulsionado pelo sucesso da política de incentivo a sua produção, a soja se consolidou a partir da década de 1960 como a produção de verão para os produtores rurais dedicados ao cultivo de trigo durante o inverno. Essa consolidação ficou evidente nos números do grão, de modo que, de acordo com EMBRAPA (2003), durante a década de 1960 a produção de soja quintuplicou, porém ainda se mantinha muito concentrado espacialmente nos estados da região Sul, responsáveis por 98% do volume produzido do grão nacionalmente<sup>3</sup>.

Embora na década de 1960 tenha se observado um exponencial crescimento na sua produção, foi apenas na década seguinte que a soja finalmente pôde se consolidar como a maior cultura agrícola brasileira. Esse ganho de relevância nacional do grão se deve essencialmente a três fatores.

- 1 Aumento da área cultivada, passando de 1,3 para 8,8 milhões de hectares durante a década de 1960; (EMBRAPA, 2003);
- 2 Crescimento da produtividade do grão, de 1,14 t/ha no início da década para 1,73 t/ha devido ao incremento da tecnologia no campo e a Revolução Verde, em que se observou um maior uso de herbicidas, inseticidas e adubos nas lavouras da região Sul; (EMBRAPA, 2003; SIEBEN e MACHADO, 2006);
- 3 Explosão no preço da soja no mercado mundial, evoluindo entre US\$ 60 a US\$ 90 em 1972 para US\$100 e US\$ 400 em 1973. (BERTRAND, LAURENT e LECLERCQ, 1987).

A crise internacional da soja em 1973 se originou nos Estados Unidos, principal produtor do grão na época, por conta de mudanças na política de determinação de preços a partir de 1969 que fez os agricultores americanos aumentarem cada vez menos sua produção, com receio de reter prejuízos no momento da venda do grão. Essa alteração na política americana diminuiu a oferta de grãos no mercado internacional e foi surtir efeito em junho de 1973, com os Estados Unidos decretando um embargo sobre as exportações de grãos e de

---

<sup>3</sup>Os três estados da região Sul foram os mais beneficiados com a política de incentivo à triticultura, se aproveitando das terras dedicadas ao trigo para aumentar sua produção com o cultivo da soja no verão.

torta de soja, fazendo com que os preços explodissem mundialmente, ameaçando os rebanhos de aves e suínos dos países europeus e asiáticos.

Este evento mostrou ao mundo a grande dependência que os países asiáticos e europeus tinham sobre a soja americana e foi um fator determinante para que o Brasil consolidasse a soja como uma cultura fundamental para gerar divisas através do comércio internacional. Durante esta crise, o país foi beneficiado pela retirada dos Estados Unidos do mercado mundial, pois apresentava vantagens competitivas sobre o resto do mundo que possibilitou ao país ocupar esse posto de grande exportador mundial do grão. A partir disso, o Brasil passou a visualizar a soja em um novo patamar de relevância para a economia nacional, aumentando o investimento em tecnologia e o número de pesquisas para melhoramento do grão, buscando interiorizar seu cultivo por meio da Embrapa. (BERTRAND; LAURENT e LECLERCQ, 1987).

A partir da década de 1970, com a promulgação da Lei nº 5.851 em 1972 que autorizou o Poder Executivo a criar a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), vinculada ao Ministério da Agricultura (EMBRAPA, 2019), o Brasil passou a se tornar referência mundial nas pesquisas de melhoramento de cultivares de soja e na difusão de novas tecnologias para o campo. Três fatores foram fundamentais para fomentar a expansão do complexo soja – crédito, pesquisa e extensão rural - e aumentar sua competitividade no mercado nacional (VIEIRA FILHO; FISHLOW, 2017).

Na década de 1980 os resultados da expansão das pesquisas da soja começaram a ser sentidos por conta da “tropicalização” da soja, fato que tornou o país pioneiro na produção do grão em regiões de baixas latitudes, em especial na região Centro-Oeste brasileira. Durante esse período, novamente se observou nas regiões tropicais brasileiras um crescimento de mesmo montante daquele observado na região Sul alguns anos atrás, em que, de acordo com dados da Embrapa, até a década de 1970, apenas 2% da produção nacional era de responsabilidade do Centro-Oeste, ao passo que em 1990, esse montante já ultrapassava 40%, tornando o Centro-Oeste brasileiro referência nacional na produção do grão graças as pesquisas de melhoramento genético que permitiram a produção de sementes com qualidade superior para melhor adaptabilidade ao clima e a expansão da fronteira agrícola para o interior brasileiro (BARUFFI, 2015).

Além dos fatores tecnológicos envolvidos no melhoramento genético da soja para se adaptar ao solo do Cerrado brasileiro, outros fatores econômicos e sociais ocorridos também ajudam a explicar como a região tirou o posto de maior produtor nacional do Sul e se consolidou como referência mundial no complexo soja.



A soja se aproveitou da estratégia governamental de interiorizar o Brasil e aumentar a fronteira agrícola nacional, tendo como maior expoente deste projeto, a construção de Brasília, no final da década de 1960, que possibilitou a criação de uma malha rodoviária capaz de atender a necessidade de escoamento do grão. Na esfera econômica, incentivos fiscais foram criados para a aquisição de máquinas e equipamentos agrícolas e incentivar a chegada de grandes agroindústrias. No fator social, a estratégia de ocupação do território – em sua maioria oriundos da região Sul – privilegiou a dominação da soja como principal cultura da região, devido à consolidação do grão com sucesso anteriormente nos estados do Sul do país. Além disso, os baixos valores da terra na região quando comparados com os estados de onde esses produtores eram originários, incentivou a ampliação de áreas dedicadas exclusivamente a agricultura.

Outro fator que ajuda a explicar como o Centro-Oeste se consolidou na produção da soja é o fator climático, onde o menor montante de chuvas durante o verão favorece o cultivo do grão; além da característica topográfica de planalto no solo da região que possibilitou o uso intensivo de maquinário no plantio e colheita do grão, trazendo uma redução nos gastos com mão-de-obra e um aumento expressivo na produtividade das safras agrícolas. (EMBRAPA, 2003).

A soja protagonizou intensas alterações na estrutura socioeconômica e tecnológica no Brasil, podendo ser comparada a dois grandes fenômenos na história nacional: o da cana de açúcar durante o Brasil Colônia e do café durante o Brasil República (EMBRAPA, 2003). Ressalta-se que essas três culturas, em épocas distintas, foram protagonistas no portfólio da balança comercial do país.

Ainda segundo o estudo, a soja foi grande responsável pela criação da estrutura civilizatória do Centro-Oeste brasileiro, pois tanto a ocupação do território como os investimentos em infraestrutura foram apenas possíveis graças ao cultivo do grão. Portanto, observa-se que sua produção levou progresso e desenvolvimento para uma região que até então era pouco explorada, transformando as cidades do Cerrado de pequenas vilas para hoje serem considerados entre as grandes metrópoles nacionais.

Além disso, Rodrigues (2016) observa que o complexo soja se torna mais profissional com o passar dos anos, com uso intensivo de tecnologia no campo e na busca por recursos financeiros internacionais. Esse profissionalismo na sua produção faz com que os municípios que figuram entre os grandes produtores nacionais criem toda uma cadeia para alimentar o complexo, dominada por multinacionais e grandes empresas brasileiras competindo neste ramo, tanto a montante -coma venda de sementes do grão -, como também a jusante, a partir

da comercialização da sua produção por meio de empresas de *trading*, como também por meio da associação cooperativista dos produtores locais.

Rodrigues (2016) avaliou em seu estudo como a produção de soja alterou a dinâmica entre os agentes regionais, em especial nas regiões Centro-Oeste e Norte do Brasil, e demonstrou como a rede do complexo soja se tornou mais elaborada e globalizada na busca de atrair capital local ou até mesmo internacional para empoderar o produtor rural dessas regiões. Embora no estudo tenha visualizado a grandiosidade da sua produção para a economia mundial, localmente o Brasil ainda encontra dificuldade para o escoamento da sua produção, seja por problemas nas vias terrestres, como também na incapacidade dos portos de atender toda essa demanda.

Zambra *et al* (2015) realizaram uma análise de cunho exploratório bibliográfico buscando encontrar relações entre a evolução da produção de soja em Sorriso e melhorias no desenvolvimento do município, concentração de renda e PIB.

Riemann *et al* (2015) avaliaram indicadores de nível de desenvolvimento regional na mesorregião nordeste mato-grossense, vetor da expansão da soja a partir de 1980, cortada pela BR 158. Os autores propuseram uma avaliação de como as lavouras de soja na região tornaram uma região reconhecidamente pobre a níveis de indicadores sociais como uma região dinâmica. Apesar de reconhecer o importante papel da soja para a geração de crescimento da região, foi alertado para a necessidade de diversificação nos investimentos da região e para a redução na pressão por criação de novos corredores de plantio na Amazônia brasileira.

A partir de um enfoque social, Spacil (2014) avalia a questão da matriz produtiva da região Noroeste do Rio Grande do Sul, em especial, a soja. O estudo, através de uma pesquisa bibliográfica demonstra como a adoção de técnicas de plantio direto impactou positivamente na melhoria de renda e aumento na qualidade de vida na região.

Este capítulo apresentou um histórico do cultivo de soja entre as regiões brasileiras, além de abordar uma literatura acerca dos fatores determinantes para a consolidação de sua importância para a balança comercial brasileira.

O capítulo seguinte abordará a estratégia metodológica utilizada neste estudo, apresentando a estrutura teórica do PSM e do DDM, além de elencar as variáveis a serem utilizadas para o cálculo desta metodologia.

## 4 METODOLOGIA

A fim de cumprir com o objetivo de estimar o efeito da cultura da soja no desenvolvimento e crescimento econômico dos municípios brasileiros entre 1991 e 2010 (cuja *proxy* para o desenvolvimento municipal correspondeu ao IDHM - total e seus componentes e o PIB *per capita*), aplicou o *Propensity Score Matching*, e também o método Diferenças em Diferenças com Escore de Propensão (*Double Difference Matching – DDM*). Este último decorre da combinação das metodologias de Pareamento por Escore de Propensão (*Propensity Score Matching- PSM*) e de Diferenças em Diferenças (*Double Difference - DD*). O uso do DDM se justifica dado que a estimação em DD tende a mitigar os possíveis vieses de seleção por características não observáveis, e o PSM mitiga os vieses oriundos das características observáveis e da ausência de suporte comum.

Ressalta-se que o intuito desta pesquisa se finda em avaliar a influência da cultura de soja no desenvolvimento dos municípios que a “produzem” em comparação ao desenvolvimento dos municípios que não a “produzem”<sup>4</sup>. Assim, o grupo de tratamento correspondeu aos municípios não enquadrados como “produtores” de soja em 1991 e que passaram a “produzir” em 2010, e como controle correspondeu aos municípios enquadrados como “não produtores” de soja tanto em 1991 como em 2010, metodologia semelhante à aplicada por Schuntzemberger *et al* (2015). Os demais municípios que produziam soja em 1991 e não produziam em 2010 e os que não produziam soja em 1991 e nem em 2010, foram excluídos da análise.

Neste escopo, no método DDM inicialmente o PSM identificará os municípios de controle semelhantes em termos de suas características observáveis dos municípios tratados, calculando a média da diferença do desenvolvimento entre os dois períodos analisados (1991 e 2010); e o DD calculará a diferença de evolução das covariadas entre os anos selecionados. Nas subseções seguintes se detalha a metodologia do PSM e DDM, assim como as variáveis utilizadas neste estudo para auferir os objetivos propostos.

---

<sup>4</sup> Nas subseções seguintes estipular-se-á a linha de corte para a inclusão de municípios caracterizados como produtores e não produtores de soja.

## 4.1 PSM e DDM

### *Propensity Score Matching*

Heckman, Ichimura e Todd (1998) salientam que o método de avaliação dos efeitos médios de um evento ou política pública em um grupo de tratamento pode estar sujeito a alguns problemas de viés em sua determinação, como por exemplo: i) viés de seleção decorrente de diferenças nas características não observáveis de cada município da pesquisa que podem impactar tanto no resultado da avaliação, como também na determinação para que se enquadre como um produtor do grão; ii) viés advindo da diferença na distribuição de características observáveis entre os municípios dos grupos de tratamento e de controle; iii) viés decorrente da ausência de suporte comum, dado que os municípios que compõe os grupos de tratamento e de controle podem não apresentar justaposição da função de densidade condicional nas características observáveis de cada grupo.

Com esses problemas de viés comentados anteriormente, o *Propensity Score Matching* (PMS) apresenta-se como uma metodologia eficiente para avaliar efeitos, pois promove um pareamento entre as unidades por meio da estimação de um escore de propensão que capta a probabilidade condicional de recebimento do tratamento, no caso do estudo, o tratamento se refere ao fato do município ser um produtor de soja. Este escore é estimado por meio de uma regressão *probit*, a partir da compilação de covariadas, representado por fatores socioeconômicos e ambientais que se mostraram como determinantes para que os municípios passassem a ser produtores do grão.

Dito isto, a escolha pela utilização do PSM é capaz de eliminar dois dos vieses citados no início desta sessão. O primeiro viés corrigido pelo método se refere a identificação da probabilidade da unidade de uma amostra de participar do grupo de tratamento, a partir da mensuração das características observáveis, por meio das covariadas. Para medir a existência ainda do viés, a qualidade deste pareamento pode ser mensurada pela semelhança na distribuição dessas covariadas entre os grupos de tratamento e de controle. O segundo viés corrigido pelo método seria a ausência de suporte comum, corrigido pelo pareamento realizado, que permite que as unidades possam ser comparadas, dada uma similaridade entre suas covariadas.

Neste estudo, busca-se verificar qual é o efeito da cultura da soja sobre o desenvolvimento socioeconômico dos municípios brasileiros (variável de interesse Y).

Heinrich *et al.* (2010) salientam que essa estratégia de análise somente seria possível se esta variável Y fosse observada tanto quando a identidade de análise i (neste estudo, os municípios brasileiros) é beneficiada por tal evento como também quando ela não é. Sendo este o caso, pode-se observar a diferença entre esses dois cenários na variável de interesse e se obtêm o montante de impacto do benefício (neste caso, a produção de soja) sobre Y. Podendo ser representada da seguinte forma:

$$\delta_i = Y_{1i} - Y_{0i} \quad (1)$$

Em que:  $\delta_i$  é o efeito do evento – neste caso, a produção de soja – na variável de interesse (IDH-M), em relação a identidade de análise i (municípios brasileiros);  $Y_{1i}$  é o valor da variável de interesse dos municípios brasileiros que cultivam soja; e  $Y_{0i}$  representa o valor da variável de interesse dos municípios que não produzem soja. A metodologia apresentada nesta seção se baseia no estudo de Dehejia e Wahba (2002).

No entanto, quando se deseja analisar o impacto de um evento ou programa, busca-se mensurar o efeito médio sobre o grupo tratado. Para isso, usa-se o parâmetro chamado na literatura de Efeito Médio do Tratamento, ou *Average Treatment Effect* (ATE).

$$ATE = E(\delta) = E(Y_1 - Y_0) \quad (2)$$

Em que, E se refere ao valor esperado do efeito  $\delta$ ;  $Y_1$  é o valor da variável de interesse dos municípios que produtores de soja; e  $Y_0$  é o valor da variável de interesse daqueles que não produzem o grão.

Além de obter o Efeito Médio do Tratamento (ATE), pode-se também observar o Efeito Médio do Tratamento sobre os Tratados (T=1) ou *Average Treatment Effect on the Treated* (ATT), que retornará o impacto da produção de soja sobre o IDHM dos municípios produtores.

$$ATT = E(Y_1 - Y_0) | T = 1 \quad (3)$$

Igualmente, pode-se verificar o Efeito Médio do Tratamento sobre os Não Tratados (T=0), ou *Average Treatment Effect on the Untreated* (ATU), capaz de medir o efeito médio do cultivo de soja sobre o desenvolvimento dos municípios não produtores.

$$ATU = E(Y_1 - Y_0) | T = 0 \quad (4)$$

Porém, há certas dificuldades para a possibilidade de cálculo desses impactos, pois alguns não são observáveis – ATU –, podendo ser verificado ao manipular (2) e supor que a diferença entre as médias é igual a média das diferenças, possibilitando reescrever ATE da seguinte forma:

$$ATE = E(Y_1|T = 1) - E(Y_0|T = 1) \quad (5)$$

Sendo o termo  $E(Y_0|T = 1)$ , que representa o efeito médio que os municípios não tratados obteriam se fossem produtores de soja, não observável. Por conta disso, o termo é substituído por  $E(Y_0|T = 0)$ , representando o IDHM dos municípios não produtores do grão, o que é uma variável observável na amostra. Substituindo em (5), observa-se:

$$\Delta = E(Y_1|T = 1) - E(Y_0|T = 0) \quad (6)$$

Somando e subtraindo em (6) o termo  $E(Y_0|T = 1)$ , obtêm-se a diferença entre  $\Delta$  e o ATE:

$$\Delta = E(Y_1|T = 1) - E(Y_0|T = 1) + E(Y_0|T = 1) - E(Y_0|T = 0) \quad (7)$$

Relembrando que  $ATT = E(Y_1 - Y_0) | T = 1$ , temos:

$$\Delta = ATT + E(Y_0|T = 1) - E(Y_0|T = 0) \quad (8)$$

$$\Delta = ATT + SB \quad (9)$$

Em que SB é o viés de seleção, representando a diferença entre a variável de interesse Y entre o grupo de tratamento e de controle. Supondo um SB igual a zero, o ATE será mensurado através da diferença entre de Y dos grupos dos produtores e dos não produtores de soja. No entanto, em análises empíricas é provável que SB seja diferente de zero, portanto, haveria o viés SB envolvido nesta equação, fazendo necessário o uso do PSM, ideal para quando a seleção dos municípios do grupo de tratamento não ocorre de forma aleatória, como acontece neste estudo. Portanto, é necessária a criação de dois grupos: um de tratamento, composto pelos municípios brasileiros produtores de soja em 2010 e que não eram produtores

em 1991, e outro grupo de controle englobando aqueles municípios que não produziam o grão tanto em 1991 como em 2010.

### Estimador de diferenças em diferenças

A utilização do estimador de Diferenças em Diferenças (*Double Difference – DD*) surge como alternativa para o controle dos efeitos fixos não observáveis e também para mensurar o impacto do cultivo de soja pelos municípios na evolução do desenvolvimento e crescimento dos mesmos, medido pelo IDHM e PIB *per capita*, respectivamente.

A adoção do estimador DD demanda o conhecimento das características observáveis entre os grupos de controle e de tratamento em pelo menos dois períodos de tempo, objetivando a mensuração dos efeitos fixos e a identificação dos impactos da produção de soja no desenvolvimento dos municípios brasileiros antes e depois do período em que a cultura teve sua maior expansão no país – especialmente nas regiões Centro-Oeste e Norte -, com a consolidação da soja como a principal cultura agrícola brasileira geradora de divisas, decorrente especialmente da implantação da Lei Kandir. A hipótese do método é que a partir do controle das possíveis correlações, a partir da análise das características observáveis, pode-se assumir que se o tratamento não apresentar impacto sobre a variável de interesse Y, a trajetória de evolução entre os grupos de controle e de tratamento são paralelas. Essa metodologia busca captar a diferença nas diferenças dos resultados entre os dois grupos observados, em virtude da produção de soja.

Para estimação do DD, realizar-se-á o cálculo da diferença média do desenvolvimento entre as unidades da amostra tanto do grupo de tratamento como de controle antes ao tratamento (ano de 1991, onde  $t = 0$ ) e após o tratamento (ano de 2010, onde  $t = 1$ ).

A equação do estimador de diferenças em diferenças possui a seguinte forma (SCHUNTZEMBERGER *et al*, 2015):

$$DD_i = E(y_{i1}^t - y_{i1}^c | D_{i0} = 1) - E(y_{i1}^c - y_{i0}^c | D_{i1} = 1) = E(G_{i1}^t | D_{i1} = 1) - E(G_{i1}^c | D_{i1} = 1) \quad (10)$$

Onde  $i=1, \dots, n$  sendo  $G_{it} = y_{it}^t - y_{it}^c$  a diferença entre o grupo de tratamento e de controle que necessita do contrafactual para sua estimação do efeito médio

$$DD_i = E(Y_{i1}^1 - Y_{i0}^1 | T_{i1} = 1) - E(Y_{i1}^0 - Y_{i0}^0 | T_{i1} = 0) = E(G_{i1}^1 | T_{i1} = 1) - E(G_{i1}^0 | T_{i1} = 0) \quad (11)$$

A suposição contida em (11) é que o viés de seleção não varia com o tempo. Neste sentido, Heckman, Ichimura e Todd (1998) salientam que a utilização do estimador DD anula o viés de seleção que existe na determinação da amostra, eliminando possíveis autocorrelações dos resíduos do modelo econométrico a ser estimado.

### **Diferença em Diferença com Escore de Propensão**

As seções anteriores abordaram individualmente o comportamento de cada um dos métodos, que agora são unidos, a fim de garantir uma maior robustez nas análises dos resultados.

Diferenças em Diferenças com Escore de Propensão (*Double Difference Matching – DDM*) tem como hipótese que as unidades da amostra são selecionadas para o grupo de tratamento, condicionadas a presença de características não observadas e fixas no tempo que impactam na escolha dos indivíduos do grupo, como também nos efeitos médios sobre o grupo tratado, representado por:

$$DD_{tp,tnp} = E(y_{i1}^p - y_{i0}^{np} | T_i = 1, X_i) - E(y_{i1}^{np} - y_{i0}^{np} | T_i = 0, X_i) \quad (12)$$

Em que  $DD_{tp,tnp}$  representa o Efeito Médio do Tratamento sobre os tratados (ATT) a partir da condição:

$$E(y_{i1}^{np} - y_{i0}^{np} | D_i = 1, X_i) - E(y_{i1}^{np} - y_{i0}^{np} | D_i = 0, X_i) \quad (13)$$

O escore de propensão é capaz de realizar o pareamento das unidades pertencentes aos grupos de tratamento e controle no ano base ( $t = 0$ ) e o impacto do tratamento é estimado a partir das unidades já pareadas após a garantia do não viés de suporte comum. Desta forma, a mensuração do DD é formalizada da seguinte forma:

$$DD_i = (y_{i1}^p - y_{i0}^p) - \sum_{j \in C} \omega(i, j) (y_{j1}^{np} - y_{j0}^{np}) \quad (14)$$



Sendo  $\omega(i, j)$  o peso atribuído à  $j$ -ésima unidade do grupo de controle pareada com a  $i$ -ésima unidade de tratamento<sup>5</sup>. Para o grupo de tratamento, o peso assume o valor 1, já para o grupo de controle, assume-se o valor de  $\hat{P}(X)/(1 - \hat{P}(X))$ , sendo  $P(X)$  equivalente ao escore de propensão que represente a probabilidade do município ser um produtor de soja, dadas as covariadas representativas das variáveis socioeconômicas e ambientais.

A metodologia DDM é aplicada em três etapas. Na primeira, são calculados os escores de propensão através do PSM para a criação de um suporte comum entre as unidades dos grupos de controle e tratamento capazes de serem comparáveis a partir de então. A segunda etapa consiste na estimação dos efeitos por PSM, e por fim, a terceira etapa se consolida pela estimação por Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) utilizando-se a metodologia DD para mensurar o impacto do cultivo de soja e demais variáveis independentes sobre o nível de desenvolvimento dos municípios brasileiros.

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 T + \beta_2 t + DD_i T t + \varepsilon \quad (15)$$

Em que:  $Y_i$  representa a diferença do desenvolvimento socioeconômico dos municípios brasileiros entre o período de 1991 e 2010;  $\beta_0$  refere-se ao intercepto comum a todos os municípios;  $\beta_1 T$  estima o efeito específico de ser um município produtor de soja<sup>6</sup>;  $\beta_2 t$  estima os efeitos temporais comuns aos dois grupos e;  $DD_i T t$  refere-se ao impacto médio de ser produtor de soja para a evolução do desenvolvimento socioeconômico.

#### 4.2 VARIÁVEIS UTILIZADAS E ESTRATÉGIA EMPÍRICA

A estimação do escore de propensão foi realizado via modelo *probit* espacial SLX (resultados encontram-se no Apêndice B) - onde se tem a defasagem espacial em pelo menos uma das variáveis explicativas.

As covariadas utilizadas para a mensuração do escore de propensão do PSM foram: i) **TEMPVER** representando a temperatura média anual dos municípios brasileiros no verão, época de plantio da cultura, importante determinante para a qualidade de sua produção, conforme Ferreira Nascimento *et al* (2018); ii) **CHUVVER** representando a quantidade média de chuvas nos municípios no verão, o período de plantio de soja, conforme inferido na

<sup>5</sup> O pareamento utilizado neste estudo foi o dois vizinhos mais próximos, que será melhor especificado na seção seguinte

<sup>6</sup> Como (15) foi estimado por efeito fixo, esse termo é omitido nos resultados.

pesquisa de Silva *et al* (2014); iii) **AREATEMPORARIA**, determinando o tamanho de área plantada com culturas temporárias em cada município, uma variável importante para a determinação de ser ou não um produtor rural de soja; iv) **MILHO**, conforme exemplificado na literatura, o milho pode atuar como uma produção substituta da soja, portanto, espera-se que municípios produtores de milho tenham menos chances de se tornarem um produtor de soja; v) **PARTAGRO** representa a participação da agropecuária no PIB do município, pois quanto mais rural a unidade em questão, maiores são as chances de ser um produtor do grão; vi) **DUMMY** sendo uma variável binária para os municípios que estejam inseridos nos estados mais participativos em termos de produção de soja; vii) **GINITERRA**, representa o GINI da terra, para controlar eventuais concentrações de terras entre os municípios de ambos os grupos; viii) **WSOJA** é a defasagem espacial da produção de soja em 1991, buscando captar os efeitos espaciais da produção de soja dos municípios vizinhos na chance de se tornar, *ex post*, um município produtor de soja.

Todas as covariadas utilizadas para estimar o PSM estavam no período inicial. Ademais, as fontes destas covariadas foram: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) e a Produção Agrícola Municipal (PAM). Ressalta-se ainda que foi verificado se as características observáveis entre os grupos de controle e tratamento eram semelhantes após o pareamento por meio de um teste de diferença de médias, indicando semelhança entre os grupos conforme apresentado no capítulo da análise.

O grupo de tratamento correspondeu a todos os municípios que produziram soja em 2010, mas não produziram em 1991 e os de controle abrangeu os que não produziram soja tanto em 1991 como em 2010, ressaltando que se realizou testes considerando cortes de produção, conforme efetivado por Chagas (2011). Um adendo se faz necessário: como está se considerando os anos de 1991 e 2010 e como houve a criação de municípios neste intervalo temporal (tinham-se 4491 municípios em 1991 e 5565 em 2010), foi considerada a configuração espacial de Áreas Mínimas Comparáveis (AMC) na análise dos dados e nas estimativas efetivadas.

Após o modelo *probit* ter sido estimado, testou-se quatro métodos de pareamento – o de vizinho mais próximo (um, dois e três com reposição e sem reposição), kernel, caliper e o método do raio – e o escolhido foi aquele que reduziu com maior valor a diferença entre as covariadas dos grupos de tratamento e controle e ofertou o melhor suporte comum para a análise, correspondendo ao pareamento por dois vizinhos mais próximos.

Por fim, estimou-se o efeito de ser um município (doravante denominado também de AMC) produtor de soja no desenvolvimento socioeconômico (*proxy* utilizada correspondeu ao IDHM), analisando também o efeito em cada componente do desenvolvimento (IDHM renda; IDHM longevidade e IDHM educação) e também sobre o PIB *per capita*.

Para a estimação da regressão linear de diferença em diferença com pareamento (15), a variável dependente correspondeu ao IDHM dos municípios brasileiros (e seus componentes) e o PIB *per capita*<sup>7</sup> no ano de 1991 e 2010<sup>8</sup>. Como variáveis explicativas consideraram-se<sup>9</sup>: I) **ESTAB**: representando o número de estabelecimentos *per capita* (*proxy* para o capital físico); II) **CAPHUM**: utilizado como *proxy* para o capital humano, mensurado por meio do percentual da população com ao menos ensino médio completo, baseados no modelo de Mankiw-Romer-Weil (1992); III) **DESPESAS**: sendo as despesas públicas *per capita* total, não apenas referindo-se a gastos sociais e culturais (SANTOS *et al*, 2010); IV) **GINI**, buscando captar o impacto da desigualdade na distribuição de renda no desenvolvimento e crescimento econômico das AMC's (RAIHER; FERRERA DE LIMA, 2014); V) **IDHMED** e **IDHMR**: os próprios componentes do IDHM; VI) **DESPEDUC**, correspondendo a despesa *per capita* com educação, e; **DESPSAUDE**, mensurada pela despesa *per capita* com saúde.

Foram consideradas cinco estimações diferentes para o DDM visando captar o efeito sobre o PIB *per capita*, sobre o IDHM e seus componentes. Além do efeito do grupo de tratamento sobre cada uma das dependentes [conforme descrito em (15)], as variáveis explicativas utilizadas para as estimações são discriminadas na sequência.

Na estimação do IDHM, foram utilizadas as variáveis explicativas ESTAB e DESPEDUC, visando captar o efeito do capital físico e o impacto dos gastos sociais no desenvolvimento das AMC's, respectivamente, ressaltando que como a despesa *per capita* com saúde e a despesa *per capita* com a educação tinham alta correlação optou-se por manter apenas esta última.

Para o IDHM – Renda, as variáveis explicativas utilizadas foram ESTAB e DESPESA, em que o número de estabelecimentos *per capita* responde como uma *proxy* para o investimento privado em capital físico, e; a despesa total das AMC's foi acrescentada nesta análise, pois ela capta não somente os investimentos nas áreas sociais e culturais, mas também na atividade produtiva.

---

<sup>7</sup> Este indicador estava a preços constantes de 2010.

<sup>8</sup> O pareamento de (15) foi feito similarmente ao descrito para se alcançar os resultados do modelo PSM, com as mesmas covariadas e usando o mesmo método de pareamento.

<sup>9</sup> Essas são as variáveis explicativas dos cinco modelos DDM que foram estimados, ressaltando que nem todas foram inclusas em todos os modelos, conforme será descrito na sequência.

Sob o ponto de vista do IDHM – Educação, as variáveis DESPEDUC e IDHMR foram utilizadas, com a primeira medindo o impacto com os gastos educacionais nas variações dos níveis deste componente e o IDHM – Renda observando se em territórios com um desenvolvimento de renda mais elevado, o nível educacional também tende a ser mais valorizado.

O último componente do IDHM avaliado foi o de Longevidade, a partir das variáveis DESPSAUDE e IDHMR, com as despesas *per capita* com saúde esperando ter um resultado positivo, onde maiores gastos tendendo a elevar o nível de longevidade da AMC, enquanto o componente de renda do desenvolvimento procura observar se locais com maior nível de renda também estende o benefício para o nível de saúde.

Ressalta-se que algumas variáveis (como despesa com saúde e educação, por exemplo) apresentaram correlações superiores a 0.60, e, por isso, fez-se a opção de inclusão de apenas uma das variáveis, conforme descrito anteriormente.

Por fim, a estimação acerca do impacto sobre o crescimento econômico, medido pelo PIB *per capita*, teve como variáveis de controle ESTAB e CAPHUM, seguindo o modelo Mankiw-Romer-Weil (1992), utilizando como *proxy* para capital físico o número de estabelecimentos por AMC e para capital humano, a *proxy* neste estudo foi o percentual da população com ao menos ensino médio completo.

O método de estimação de todos os modelos DDM foi por meio de Efeito Fixo, que permite o controle para variáveis não observáveis que possam afetar o desempenho do crescimento e desenvolvimento econômico das AMC's entre 1991 e 2010.

O capítulo seguinte tratará de apresentar uma análise exploratória dos dados e demonstrar a avaliação do efeito da produção de soja sobre o PIB *per capita* e no IDHM e seus componentes.

## 5 EFEITO DA PRODUÇÃO DA SOJA NO DESENVOLVIMENTO SOCIOECONÔMICO DOS MUNICÍPIOS BRASILEIROS

Este capítulo analisará os potenciais impactos da cultura da soja sobre o nível de desenvolvimento socioeconômico nos municípios brasileiros.

Para isso, a princípio, será realizada uma análise exploratória dos dados, investigando as distribuições da área plantada de soja entre as regiões brasileiras, assim como do nível de desenvolvimento socioeconômico – utilizando como *proxy* o IDHM – entre os municípios do país.

Em seguida, estimar-se-á o PSM para identificar o efeito da produção de soja no desenvolvimento socioeconômico dos municípios brasileiros.

### 5.1 EVOLUÇÃO E DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA ÁREA PLANTADA DE SOJA, DO IDHM E DO PIB *PER CAPITA*

Primeiramente, foi realizada uma análise exploratória dos dados sobre as variáveis de área plantada de soja, do IDHM e do PIB per capita, buscando demonstrar – através de mapas e tabelas - como estavam suas distribuições entre as AMC's brasileiras nos anos censitários de 1991 e 2010. Para determinar também a presença de concentração espacial entre os dados, foi calculado o I de Moran para cada uma das variáveis analisadas e testado para diferentes tipos de matrizes de pesos espaciais.

#### 5.1.1 Área Plantada de Soja

Uma vez que os dados utilizados para este estudo serão referentes aos anos censitários do IBGE – 1991 e 2010 -, a utilização da configuração espacial por municípios torna-se inviável para esta análise por conta de constantes criações de municípios por todo o território brasileiro.

Ehrl (2016) alerta para este problema de análise para anos censitários ao avaliar que entre o primeiro censo demográfico, no ano de 1872, e o último disponível, de 2010, o número de municípios aumentou progressivamente, passando de 642 para 5565. Haja vista que a municipalidade será a principal desagregação utilizada para estudos no território brasileiro, a análise temporal e de painel de dados deve buscar unidades espaciais que sejam consistentes e constantes no período de tempo visualizado.

Este estudo encontra o mesmo problema citado por Ehrl (2016), pois no ano de 1991, o território brasileiro se dividia em 4491 municípios, ao passo que no censo de 2010, este número aumentou para 5565. Portanto, nas análises realizadas em sequência deste estudo, será considerada a configuração espacial de Áreas Mínimas Comparáveis (AMC) entre os anos censitários de 1991 e 2010, reduzindo para 4298 AMC's entre esses períodos.

Na Tabela 1 são apresentadas as AMC's com área plantada de soja em seu território, permitindo verificar a consolidação do grão entre os territórios do Sul brasileiro, região que deu os primeiros passos na produção da cultura e que apresentou o melhor clima para seu desenvolvimento inicial. Nos dois anos de análise se apresentou como a região que mais concentrou AMC's produtoras da oleaginosa em comparação ao restante do Brasil. Dentro do período de tempo analisado neste estudo, 363AMC's se tornaram produtoras de soja entre 1991 e 2010 e 119 deixaram de produzi-la.

A região Norte foi a que apresentou o maior crescimento da participação de AMC's produtoras (436,76%). Esse fenômeno se deve ao deslocamento da fronteira agrícola para as regiões amazônicas do Brasil (FEARNSIDE, 2000). No caso do Sudeste, obteve uma baixa participação e seu crescimento entre 1991 e 2010foi em um montante baixo, justificando-se pela diversificação da atividade agrícola da região, voltada expressivamente para a exportação (como o café e a cana-de-açúcar).

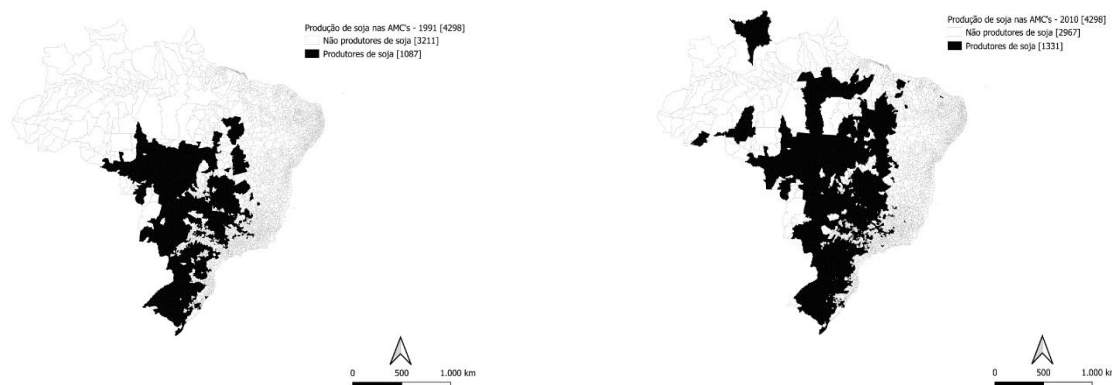
Tabela 1 - Número de AMC's com área plantada de soja – 1991/2010

Regiões	AMC's produtoras	% de Produtoras da região	Participação no total de AMC's do Brasil (%)
		1991	
Brasil	1087	25,29	-
Norte	11	4,38	1,01
Nordeste	16	1,10	1,47
Centro-Oeste	203	58,67	18,68
Sudeste	307	21,53	28,24
Sul	550	67,32	50,60
		2010	
Brasil	1331	30,97	-
Norte	59	23,51	4,43
Nordeste	48	3,29	3,61
Centro-Oeste	250	72,25	18,78
Sudeste	356	24,96	26,75
Sul	618	75,64	46,43

Fonte: O autor

Embora já consolidada na balança comercial brasileira, mais da metade da produção do grão no ano de 1991 se mantinha concentrada na região Sul, em especial na figura de pequenos e médios produtores (STADUTO e KRETER, 2014), fatores estes que possibilitaram a homogeneização da cultura entre grande parte das AMC's dos estados, enquanto no Centro-Oeste as grandes agroindústrias começam a dominar a produção. A Figura 1 demonstra essa concentração da produção de soja no interior brasileiro, especialmente entre as regiões Sul e Centro-Oeste.

Figura 1 – AMC's produtoras de soja em 1991 e 2010



Fonte: O autor

Já no ano de 2010, o que se observou foi a expansão da produção de soja para as AMC's das regiões Norte e Nordeste, influenciados especialmente pelo crescimento da produção agropecuária na região MATOPIBA (iniciais dos estados do Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia) e a substituição de áreas florestais por terras agriculturáveis na região Norte e no Centro-Oeste, conforme os estudos de Brum *et al* (2009) para a região.

Quando se verifica a distribuição dos municípios produtores de soja – utilizando-a como uma variável binária<sup>10</sup> -, a análise demonstrou uma concentração espacial das AMC's entre aquelas com área plantada com o grão, especialmente na região Sul, que lidera na contagem de localidades produtoras de soja.

No entanto, ainda que a concentração de AMC's produtoras de soja se encontre de certa forma homogeneizada no Sul, ao analisar sua média de área plantada, a região perde sua liderança para o Centro-Oeste no decorrer do tempo (Tabela 2). Novamente pode-se ressaltar o caráter concentrador de uma forte agroindústria rural germinando no cerrado brasileiro já no

<sup>10</sup> Foi utilizada a estatística *Joint Count*.

ano de 1991 associado à expansão agrícola ocorrida na região e a menor diversificação das atividades agrícolas, pois, apesar de possuir menos territorialidades dedicadas ao cultivo do grão em comparação a região Sul, concentrou essa produção em grandes hectares (BARUFFI, 2015).

Este fenômeno se intensifica ainda mais nos indicadores do ano de 2010, em que apesar de contar com 2,4 vezes menos AMC's produtoras de soja do que a região Sul, foi capaz de ultrapassá-la e garantir o maior montante de terras dedicadas ao cultivo de soja do Brasil, com um total de 5.933 mil ha. Essa rápida expansão da produção do grão entre as regiões do Cerrado brasileiro garantiram o processo de modificação dos atores regionais, com a entrada de japoneses e chineses nesta região, alterando a hegemonia presente até então e contribuindo para a infraestrutura local baseado nos ganhos do complexo soja, conforme observado em Rodrigues (2016).

A Tabela 2 indica o total de área plantada com soja, sua média, o montante máximo de área por AMC, assim como a participação da região na área total plantada ao longo do Brasil.

Tabela 2 - Área plantada de soja nas AMC's brasileiras

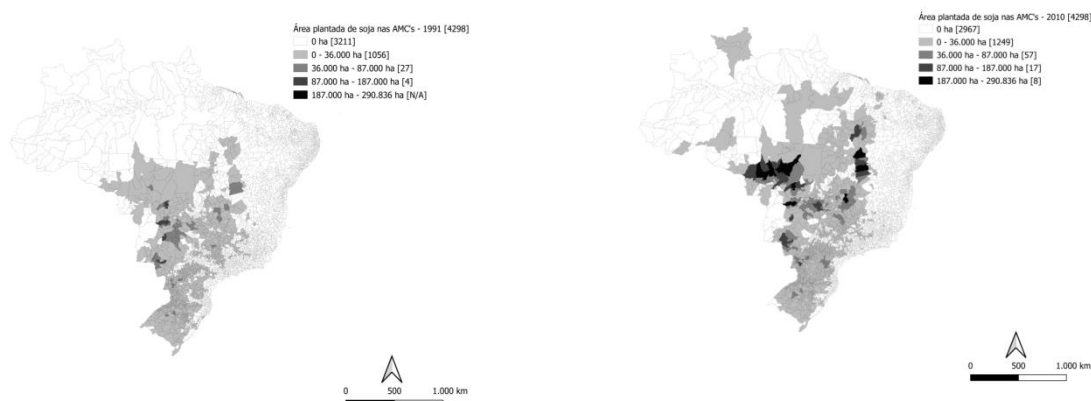
Regiões	Total (mil ha)	Média (ha)	Máximo (ha)	Participação (%)
		1991		
Brasil	6.525	1.518	114.856	-
Norte	1	5	278	0,02
Nordeste	191	131	64.582	2,92
Centro-Oeste	2.154	6.245	114.856	33,01
Sudeste	880	617	45.000	13,49
Sul	3.299	4.039	52.850	50,56
		2010		
Brasil	14.623	3.402	290.836	-
Norte	217	865	20.166	1,48
Nordeste	1.506	1.033	290.836	10,30
Centro-Oeste	5.933	17.149	255.748	40,58
Sudeste	1.269	890	75.000	8,68
Sul	5.698	6.974	89.800	38,96

Fonte: O autor

As regiões Nordeste e Norte também se destacam quanto ao crescimento de sua área plantada com soja, com o primeiro sendo influenciado justamente pela consolidação da região de MATOPIBA no mapa agrícola brasileiro e atuando como um concentrador de produção para a região, enquanto o segundo aproveita-se da substituição de áreas florestais para áreas de pastagens e agriculturáveis (FEARNSIDE, 2000).



Figura 2 – Distribuição de área plantada de soja nas AMC's em 1991 e 2010



Fonte: O autor

Através da visualização da Figura 2 acerca da distribuição dos territórios produtores de soja, permite-se teorizar uma relação de dependência entre a área cultivada entre as AMC's e sua vizinhança, seja em função do clima que compartilham, a qualidade do solo que propicia seu cultivo ou mesmo a existência de recursos e tecnologias que permitem a troca de informações entre os produtores rurais daquela localidade.

A fim de mensurar essa dependência espacial em termos quantitativos, realizou-se a estimação da estatística I de Moran buscando identificar a presença de concentração, assim como também medir seu grau e relevância estatística. Foram testadas diferentes matrizes de pesos espaciais com intuito de identificar aquela que melhor captura os efeitos de concentração.

Estimando o I de Moran para a área plantada com soja em ambos os anos (Tabelas 3 e 4), observa-se uma dependência espacial estatisticamente significativa e positiva, significando que AMC's com elevada área plantada com soja tendem a ter, na média, vizinhos com similar característica (e vice-versa), existindo um padrão de concentração espacial da produção deste grão ao longo do Brasil.

Tabela 3 – I de Moran Área plantada de soja 1991

Configuração	I de Moran	p valor
Rainha	0.4693	0.0001
<b>Torre</b>	<b>0.4717</b>	<b>0.0001</b>
2 vizinhos	0.4254	0.0001
3 vizinhos	0.4331	0.0001
4 vizinhos	0.4411	0.0001
5 vizinhos	0.4215	0.0001
6 vizinhos	0.4255	0.0001
7 vizinhos	0.4070	0.0001
8 vizinhos	0.3840	0.0001
9 vizinhos	0.3732	0.0001
10 vizinhos	0.3620	0.0001

Fonte: O autor

Tabela 4 – I de Moran Área plantada de soja 2010

Configuração	I de Moran	p valor
Rainha	0.4770	0.0001
<b>Torre</b>	<b>0.4792</b>	<b>0.0001</b>
2 vizinhos	0.4373	0.0001
3 vizinhos	0.4717	0.0001
4 vizinhos	0.4580	0.0001
5 vizinhos	0.4353	0.0001
6 vizinhos	0.4390	0.0001
7 vizinhos	0.4262	0.0001
8 vizinhos	0.4002	0.0001
9 vizinhos	0.3911	0.0001
10 vizinhos	0.3855	0.0001

Fonte: O autor

No entanto, o questionamento seguinte se baseia na capacidade de responder se esta concentração espacial se assemelha a distribuição do desenvolvimento socioeconômico e qual o efeito que esta possui sobre o IDHM.

### 5.1.2 IDHM

Para a avaliação do IDHM e seus componentes, será utilizada a classificação por faixas de desenvolvimento humano organizado pela PNUD. Portanto, para cada um dos componentes do IDHM, essa configuração será respeitada a fim de classificar os territórios em níveis de desenvolvimento. Desta forma, quanto mais próximo de 1 for o IDHM, mais desenvolvido é aquele território. Seguem as classificações para os diferentes níveis de desenvolvimento:

– **Muito baixo:** IDHM entre 0 e 0,499

- **Baixo:** IDHM entre 0,500 e 0,599
- **Médio:** IDHM entre 0,600 e 0,699
- **Alto:** IDHM entre 0,700 e 0,799
- **Muito alto:** IDHM entre 0,800 e 1

Avaliando o desenvolvimento socioeconômico das AMC's discriminado pelas regiões brasileiras, um fato que se observa é a disparidade de qualidade de vida entre os estados mais ao norte do país, como nas regiões Nordeste e Norte em comparação ao restante do Brasil. Tal heterogeneidade decorre da dominância histórica das regiões mais ao sul do país em maior parte do processo histórico de ocupação e produção nacional, conforme Furtado (1963), como também por fatores financeiros que levam algumas regiões a investirem mais em retornos sociais do que outras ou até mesmo por fatores produtivos, tanto no âmbito industrial como também no agropecuário.

A Tabela 5 apresenta o retrato de um Brasil extremamente pobre em todas as regiões no quesito qualidade de vida no ano de 1991, com a média do IDHM se mantendo no menor nível possível de desenvolvimento. No entanto, entre os anos censitários, a evolução no nível de desenvolvimento socioeconômico foi expressiva, elevando a média nacional do nível de desenvolvimento “Muito baixo” para o nível “Médio” do IDHM, e ainda tornaram-se mais visíveis as desigualdades entre as regiões, com o Sul e Sudeste liderando o ranking nacional de desenvolvimento, o Centro-Oeste se mantendo no nível médio e por fim, as regiões Norte e Nordeste permaneceram desconexas com o nível de qualidade de vida observado no restante do país.

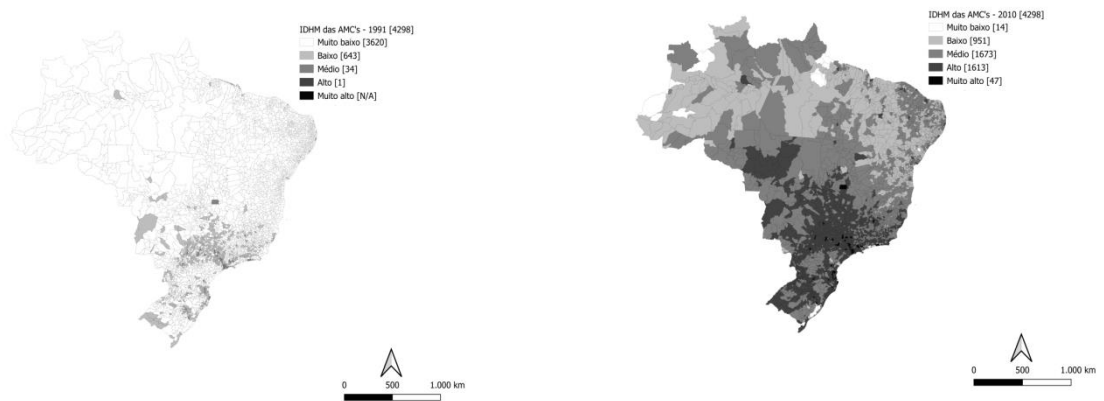
Tabela 5 - IDHM das AMC's brasileiras

Regiões	Média	Máximo	Mínimo	Desvio Padrão
		1991		
Brasil	0,389	0,697	0,136	0,098
Norte	0,312	0,562	0,151	0,062
Nordeste	0,303	0,576	<b>0,136</b>	0,062
Centro-Oeste	0,411	0,616	0,231	0,058
Sudeste	0,446	<b>0,697</b>	0,227	<b>0,080</b>
Sul	<b>0,459</b>	0,681	0,262	0,062
		2010		
Brasil	0,661	0,862	0,418	0,071
Norte	0,597	0,746	<b>0,418</b>	<b>0,058</b>
Nordeste	0,594	0,788	0,484	0,042
Centro-Oeste	0,690	0,824	0,538	0,036
Sudeste	0,703	<b>0,862</b>	0,536	0,051
Sul	<b>0,716</b>	0,847	0,560	0,038

Fonte: O autor

A Figura 3 ressalta a concentração espacial dos maiores níveis de IDHM, especialmente para o ano de 2010, nas quais observa-se uma grande faixa de “Alto” e “Muito alto” IDHM entre as regiões Sudeste, Sul e algumas poucas áreas de alta qualidade de vida especialmente esparsas pelo território do Cerrado brasileiro.

Figura 3 – Distribuição do IDHM entre as AMC's brasileiras em 1991 e 2010

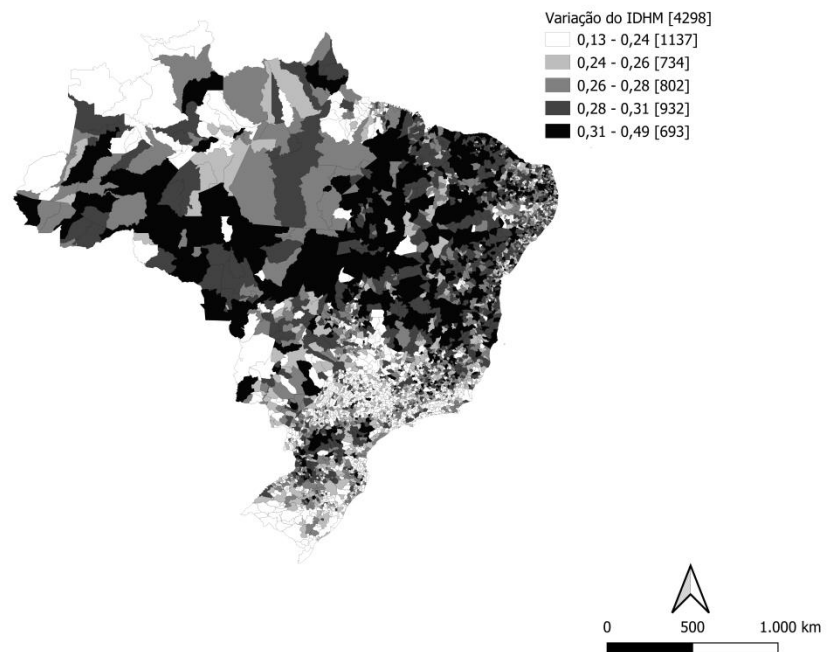


Fonte: O autor

Importante ressaltar o avanço que se teve em termos de desenvolvimento humano no ano de 2010, com uma evolução expressiva do desenvolvimento em todo o Brasil, observando uma expansão da faixa escura no mapa especialmente em direção ao Centro-Oeste, além do surgimento de um polo de desenvolvimento nos estados da região Sudeste.

Embora na Tabela 5 tenha se identificado que as regiões Norte e Nordeste foram, nos dois anos de análise, os territórios com menores valores do IDHM do Brasil, obtiveram um crescimento do indicador bastante expressivo, conforme pode-se visualizar na Figura 4. Portanto, embora essas regiões ainda não possam ser consideradas como locais com um alto nível de desenvolvimento, a evolução de seus indicadores é visível, superando as barreiras endógenas que limitam sua velocidade de crescimento.

Figura 4 - Variação do IDHM das AMC's entre 1991 e 2010



Fonte: O autor

Outro ponto importante observado nas figuras anteriores refere-se à proximidade entre as AMC's brasileiras com os maiores (menores) IDHM. Esse padrão de concentração espacial do desenvolvimento é ratificado por meio da estatística I de Moran, apresentada nas Tabelas 6 e 7.

Tabela 6 – I de Moran IDHM 1991

Configuração	I de Moran	p valor
Rainha	0.7684	0.0001
Torre	0.7681	0.0001
2 vizinhos	<b>0.7696</b>	0.0001
3 vizinhos	0.7696	0.0001
4 vizinhos	0.7635	0.0001
5 vizinhos	0.7499	0.0001
6 vizinhos	0.7534	0.0001
7 vizinhos	0.7499	0.0001
8 vizinhos	0.7470	0.0001
9 vizinhos	0.7439	0.0001
10 vizinhos	0.7387	0.0001

Fonte: O autor

Tabela 7 – I de Moran IDHM 2010

Configuração	I de Moran	p valor
Rainha	0.8189	0.0001
Torre	0.8187	0.0001
2 vizinhos	<b>0.8316</b>	0.0001
3 vizinhos	0.8277	0.0001
4 vizinhos	0.8213	0.0001
5 vizinhos	0.8175	0.0001
6 vizinhos	0.8111	0.0001
7 vizinhos	0.8084	0.0001
8 vizinhos	0.8052	0.0001
9 vizinhos	0.8018	0.0001
10 vizinhos	0.7987	0.0001

Fonte: O autor

O I de Moran retornou uma dependência espacial estatisticamente significativa e positiva para o IDHM das AMC's brasileiras, observando que o IDHM é concentrado espacialmente em alguns territórios nacionais. É possível também verificar a intensificação das desigualdades entre as regiões entre 1991 e 2010, por conta do aumento do valor do I de Moran para o segundo ano, significando que o IDHM se tornou ainda mais concentrado entre as AMC's, em que pela visualização da Figura 6, fica evidente com a faixa mais escura no mapa sobre o Sudeste brasileiro.

### 5.1.3 IDHM – Renda

Sob a ótica do componente renda do indicador de desenvolvimento socioeconômico, o país passou de um patamar precário de desenvolvimento no ano de 1991, com 41% de suas AMC's se concentrando na classificação de “Muito baixo” desenvolvimento, para em 2010, sua média aumentar para o nível de “Médio” desenvolvimento, com 35% dos territórios concentrados nesta faixa de classificação, muito em função do crescimento de emprego e da renda especialmente entre as AMC's da região Sul. Com efeito, esta região foi a única que apresentou um nível considerado alto na média do IDHM Renda no ano de 2010.

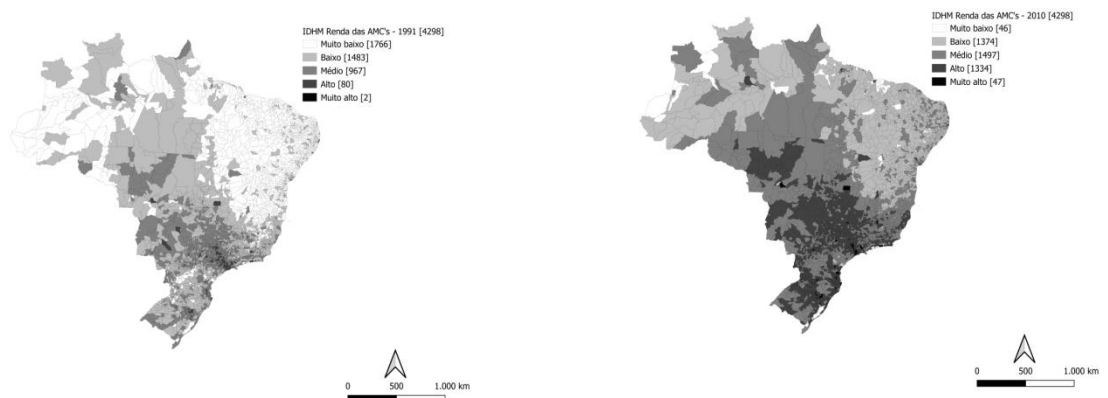
Tabela 8 – IDHM – Renda das AMC's brasileiras

Regiões	Média	Máximo	Mínimo	Desvio Padrão
		1991		
Brasil	0,519	0,803	0,273	0,094
Norte	0,482	0,676	0,334	0,056
Nordeste	0,426	0,692	<b>0,273</b>	0,056
Centro-Oeste	0,567	0,762	0,422	0,050
Sudeste	<b>0,576</b>	<b>0,803</b>	0,359	<b>0,077</b>
Sul	<b>0,576</b>	0,779	0,428	0,056
		2010		
Brasil	0,644	0,891	0,438	0,079
Norte	0,581	0,751	<b>0,438</b>	<b>0,058</b>
Nordeste	0,566	0,798	0,443	0,044
Centro-Oeste	0,684	0,863	0,566	0,041
Sudeste	0,686	<b>0,891</b>	0,518	0,054
Sul	<b>0,714</b>	0,870	0,587	0,041

Fonte: O autor

A visualização da Figura 5 deixa evidente a heterogeneidade deste indicador em 1991, pois os maiores montantes estavam concentrados espacialmente entre as regiões Sul e Sudeste, além de contar com uma grande faixa de AMC's de nível “Muito baixo” do IDHM Renda (representado pela cor branca) que se estendia do Acre até o sertão nordestino.

Figura 5 – Distribuição do IDHM – Renda entre as AMC's brasileiras em 1991 e 2010



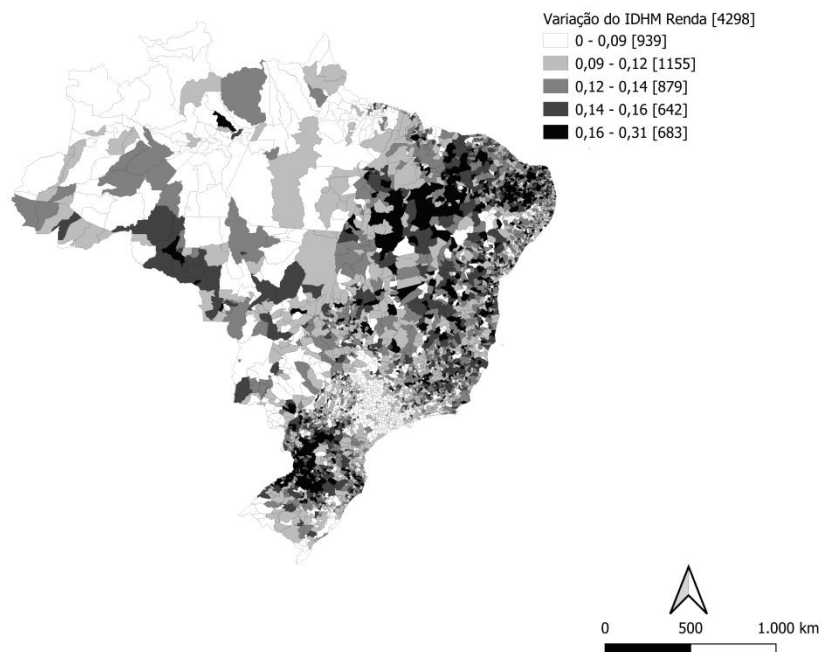
Fonte: O autor

Nota-se na Figura 5 referente a distribuição do indicador no ano de 2010 uma melhora significativa em todas as regiões do país, com poucos pontos brancos dispersos entre a região Amazônica e o Sertão nordestino. Apesar do crescimento deste indicador ser de um montante considerável entre as regiões mais pobres (conforme Figura 6), ele ainda não foi suficiente para que as desigualdades regionais desaparecessem. Excluindo a região amazônica que conta

com a Zona Franca de Manaus, todas as AMC's com “Alto” ou “Muito alto” IDHM – Renda concentraram-se nas três regiões mais ao Sul do país em 2010.

Conforme mencionado anteriormente, o crescimento do IDHM Renda se deu de forma mais intensa entre as regiões mais pobres do país (conforme a Figura 6) de modo que a faixa mais escura no mapa – representando as maiores variações - se concentrou essencialmente no interior nordestino e em uma pequena faixa do oeste paranaense e catarinense.

Figura 6 - Variação do IDHM – Renda das AMC's entre 1991 e 2010



Fonte: O autor

O I de Moran também foi calculado para o IDHM – Renda para os dois anos de análise e com testes para diversos tipos de matrizes de pesos espaciais. O objetivo é avaliar se a distribuição do indicador – conforme visualização da Figura 6 – apresenta uma dependência espacial entre as AMC's ou se o IDHM – Renda é distribuído de forma não concentradora. Seus valores podem ser conferidos nas Tabelas 9 e 10.



Tabela 9 – I de Moran IDHM - Renda 1991

Configuração	I de Moran	p valor
Rainha	0.7902	0.0001
Torre	0.7900	0.0001
2 vizinhos	<b>0.8036</b>	0.0001
3 vizinhos	0.7970	0.0001
4 vizinhos	0.7930	0.0001
5 vizinhos	0.7904	0.0001
6 vizinhos	0.7870	0.0001
7 vizinhos	0.7845	0.0001
8 vizinhos	0.7824	0.0001
9 vizinhos	0.7806	0.0001
10 vizinhos	0.7778	0.0001

Fonte: O autor

Tabela 10 – I de Moran IDHM - Renda 2010

Configuração	I de Moran	p valor
Rainha	0.8305	0.0001
Torre	0.8303	0.0001
2 vizinhos	<b>0.8387</b>	0.0001
3 vizinhos	0.8373	0.0001
4 vizinhos	0.8339	0.0001
5 vizinhos	0.8319	0.0001
6 vizinhos	0.8267	0.0001
7 vizinhos	0.8244	0.0001
8 vizinhos	0.8224	0.0001
9 vizinhos	0.8189	0.0001
10 vizinhos	0.8164	0.0001

Fonte: O autor

Além de demonstrar a dependência espacial estatisticamente significativa e positiva (significando que há um padrão de correlação espacial direta), o I de Moran também retornou mais elevado para o ano de 2010 em relação a 1991. Isso demonstra que neste período, o IDHM – Renda tornou-se ainda mais concentrado espacialmente entre as AMC's, com uma grande faixa preta na Figura 9 entre as regiões Centro – Oeste e Sudeste, sendo o primeiro dominado pela expansão das exportações da cadeia agrícola brasileira no período.

#### 5.1.4 IDHM – Educação

Dentre as três componentes do IDHM, a Educação destaca-se negativamente como aquela com os piores resultados, mas também como a que observou o maior crescimento nesses anos. Com efeito, no ano de 1991, 99,91% das AMC's encontravam-se na faixa de “Muito baixo” desenvolvimento educacional, com baixos níveis em todas as regiões

brasileiras. Já em 2010, este percentual diminuiu para 25,62%, com a maior parte dessas AMC's saltando para o nível “Baixo” de IDHM - Educação. A Tabela 11 explicita esses indicadores para cada nível regional.

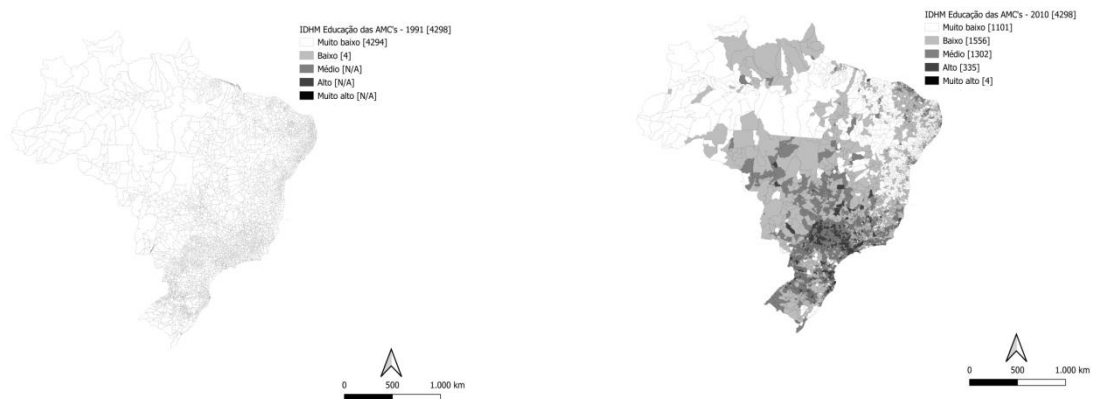
Tabela 11 – IDHM - Educação das AMC's brasileiras

Regiões	Média	Máximo	Mínimo	Desvio Padrão
		1991		
Brasil	0,186	0,557	0,015	0,088
Norte	0,112	0,371	0,017	0,054
Nordeste	0,123	0,430	<b>0,015</b>	0,057
Centro-Oeste	0,191	0,419	0,044	0,065
Sudeste	0,230	<b>0,557</b>	0,049	<b>0,083</b>
Sul	<b>0,241</b>	0,538	0,062	0,070
		2010		
Brasil	0,562	0,825	0,207	0,092
Norte	0,476	0,673	<b>0,207</b>	<b>0,086</b>
Nordeste	0,492	0,752	0,316	0,064
Centro-Oeste	0,585	0,742	0,324	0,057
Sudeste	0,613	<b>0,825</b>	0,339	0,080
Sul	<b>0,617</b>	0,800	0,377	0,059

Fonte: O autor

Este cenário de pobreza educacional no ano de 1991 é melhor visualizado através da Figura 7, com a totalidade do território brasileiro composto por uma grande faixa de AMC's com nível “Muito baixo” de IDHM – Educação.

Figura 7 – Distribuição do IDHM – Educação entre as AMC's brasileiras em 1991 e 2010



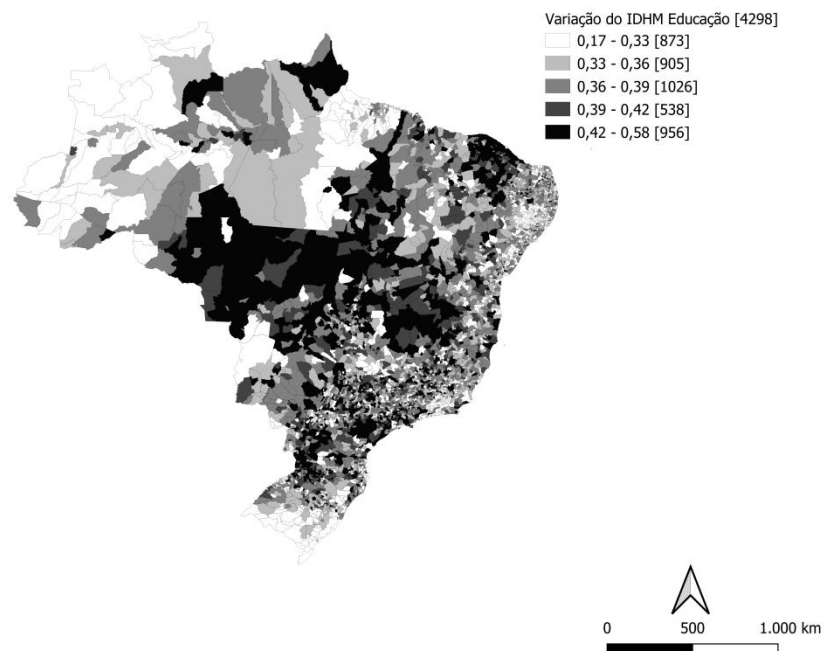
Fonte: O autor

Embora a média nacional do indicador educacional permaneça em um nível “baixo” de desenvolvimento no ano de 2010, a Figura 7 apresenta uma fotografia diferente em alguns polos educacionais espalhados pelo Brasil. Nesta visualização destacam-se polos

principalmente no estado de São Paulo, no oeste paranaense e pontos esparsos sobre o estado do Ceará e litoral catarinense.

Pela Figura 8, observa-se que os maiores ganhos deste indicador se concentraram sobre as AMC's da região Centro – Oeste e da porção sul da região Norte. Ademais, alguns pontos de destaque se verificaram especialmente para o polo de educação cearense, com um alto nível educacional em 2010, como observado anteriormente e que durante o período considerado na pesquisa ganhou muitas posições no ranking nacional.

Figura 8 - Variação do IDHM - Educação das AMC's entre 1991 e 2010



Fonte: O autor

Apesar da predominância de indicadores “Muito baixo” na totalidade das regiões em 1991, o I de Moran demonstrou ainda uma dependência espacial de correlação direta, onde clusters com AMC's de baixo nível educacional foram formados em vários níveis regionais (assim como os de mais elevado nível educacional também estavam concentrados espacialmente).

As Tabelas 12 e 13 trazem os valores do I de Moran para o IDHM - Educação nos anos de 1991 e 2010 testando para diferentes tipos de matrizes de pesos espaciais, buscando aquela que capte melhor a dependência espacial, ratificando o padrão de distribuição existente deste indicador, o qual se intensificou ao longo dos anos.

Tabela 12 – I de Moran IDHM - Educação 1991

Configuração	I de Moran	p valor
Rainha	0.6665	0.0001
Torre	0.6664	0.0001
2 vizinhos	0.6813	0.0001
3 vizinhos	0.6726	0.0001
4 vizinhos	0.6636	0.0001
5 vizinhos	0.6552	0.0001
6 vizinhos	0.6473	0.0001
7 vizinhos	0.6426	0.0001
8 vizinhos	0.6383	0.0001
9 vizinhos	0.6337	0.0001
10 vizinhos	0.6273	0.0001

Fonte: O autor

Tabela 13 – I de Moran IDHM - Educação 2010

Configuração	I de Moran	p valor
Rainha	0.7347	0.0001
Torre	0.7344	0.0001
2 vizinhos	0.7569	0.0001
3 vizinhos	0.7487	0.0001
4 vizinhos	0.7375	0.0001
5 vizinhos	0.7309	0.0001
6 vizinhos	0.7235	0.0001
7 vizinhos	0.7198	0.0001
8 vizinhos	0.7153	0.0001
9 vizinhos	0.7110	0.0001
10 vizinhos	0.7068	0.0001

Fonte: O autor

### 5.1.5 IDHM - Longevidade

O indicador de Longevidade do IDHM é aquele que apresenta os melhores resultados dentre todos seus componentes analisados (Tabela 14).

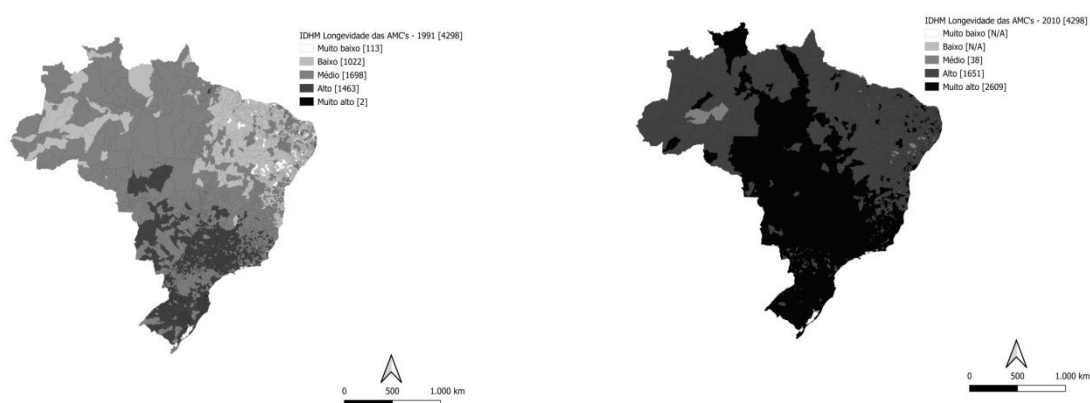
Tabela 14 – IDHM – Longevidade das AMC's brasileiras

Regiões	Média	Máximo	Mínimo	Desvio Padrão
		1991		
Brasil	0,647	0,810	0,433	0,077
Norte	0,613	0,710	0,483	0,039
Nordeste	0,563	0,761	0,433	0,050
Centro-Oeste	0,667	0,748	0,600	0,027
Sudeste	0,697	0,785	0,577	0,039
Sul	0,714	0,810	0,608	0,038
		2010		
Brasil	0,802	0,894	0,672	0,044
Norte	0,778	0,842	0,694	0,026
Nordeste	0,756	0,839	0,672	0,029
Centro-Oeste	0,823	0,880	0,761	0,018
Sudeste	0,830	0,890	0,744	0,025
Sul	0,835	0,894	0,765	0,025

Fonte: O autor

É também o indicador mais homogêneo dentre todos os avaliados, com grandes faixas de desenvolvimento se localizando em todo o território nacional, contando apenas com uma área localizada no sertão nordestino de AMC's com níveis baixos de desenvolvimento de Longevidade, e alguns pontos no Norte do país.

Figura 9 – Distribuição do IDHM – Longevidade entre as AMC's brasileiras em 1991 e 2010

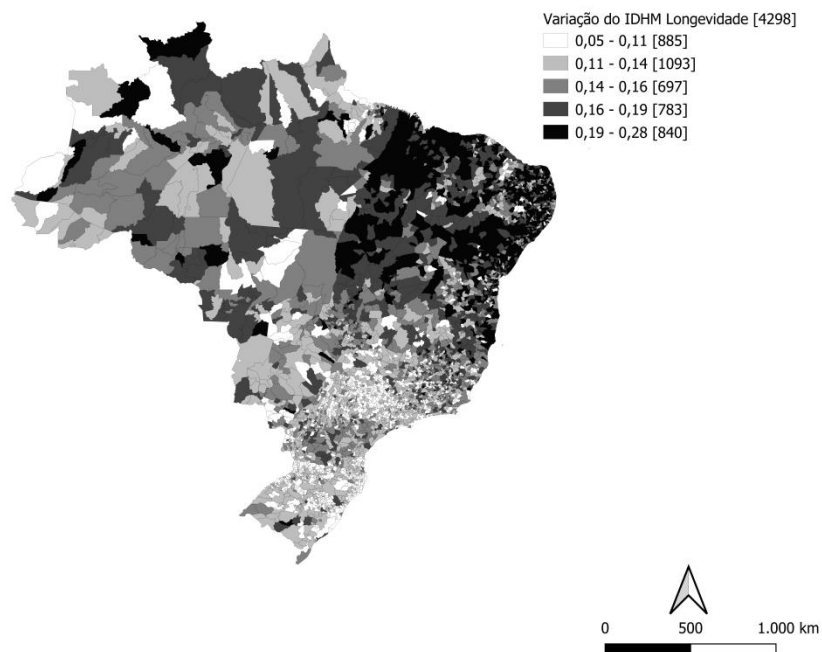


Fonte: O autor

No ano de 2010, a média nacional de longevidade alcançou o nível “Muito Alto” de desenvolvimento, com destaque para a região Centro-Oeste, que concentrou um grande montante de AMC's com o maior nível de desenvolvimento deste componente – conforme se visualizou na Figura 9 a faixa mais escura do mapa bem concentrada nessas localizações.

Ao avaliar a variação do indicador de Longevidade entre o período, o destaque fica por conta das AMC's do Norte e Nordeste, que no ano de 1991 eram as regiões que concentravam maior parte dos municípios com os menores níveis de desenvolvimento do componente. Portanto, a evolução partiu de um nível mais baixo em comparação ao resto do país e possibilitou que essas regiões apresentassem os maiores ganhos de IDHM – Longevidade entre os anos censitários considerados no estudo.

Figura 10 - Variação do IDHM – Longevidade das AMC's entre 1991 e 2010



Fonte: O autor

Ao comparar a distribuição espacial dos três componentes do IDHM, um fenômeno distinto do que até então havia sido observado pelo I de Moran refere-se ao grau de dependência espacial do IDHM Longevidade, o qual se tornou menor entre 1991 e 2010. Diferentemente dos componentes de Renda e Educação, que se tornaram ainda mais concentrados (especialmente entre as regiões Sul e Sudeste) com o passar dos anos, a Longevidade manteve um padrão de concentração espacial (coeficiente positivo e estatisticamente significativo), entretanto, sua distribuição tornou-se mais homogeneizada entre as AMC's brasileiras. Fato este que pôde ser observado na Figura 10, com os níveis mais altos de desenvolvimento dominando todo o território nacional. As Tabelas 15 e 16 demonstram os valores do I de Moran para 1991 e 2010 para diferentes tipos de matrizes de pesos espaciais.

Tabela 15 – I de Moran IDHM - Longevidade 1991

Configuração	I de Moran	p valor
Rainha	0.8411	0.0001
Torre	0.8402	0.0001
2 vizinhos	0.8527	0.0001
3 vizinhos	0.8495	0.0001
4 vizinhos	0.8441	0.0001
5 vizinhos	0.8433	0.0001
6 vizinhos	0.8395	0.0001
7 vizinhos	0.8390	0.0001
8 vizinhos	0.8380	0.0001
9 vizinhos	0.8348	0.0001
10 vizinhos	0.8323	0.0001

Fonte: O autor

Tabela 16 – I de Moran IDHM - Longevidade 2010

Configuração	I de Moran	p valor
Rainha	0.7552	0.0001
Torre	0.7554	0.0001
2 vizinhos	0.7683	0.0001
3 vizinhos	0.7665	0.0001
4 vizinhos	0.7639	0.0001
5 vizinhos	0.7590	0.0001
6 vizinhos	0.7547	0.0001
7 vizinhos	0.7537	0.0001
8 vizinhos	0.7511	0.0001
9 vizinhos	0.7497	0.0001
10 vizinhos	0.7481	0.0001

Fonte: O autor

### 5.1.6 PIB *per capita*

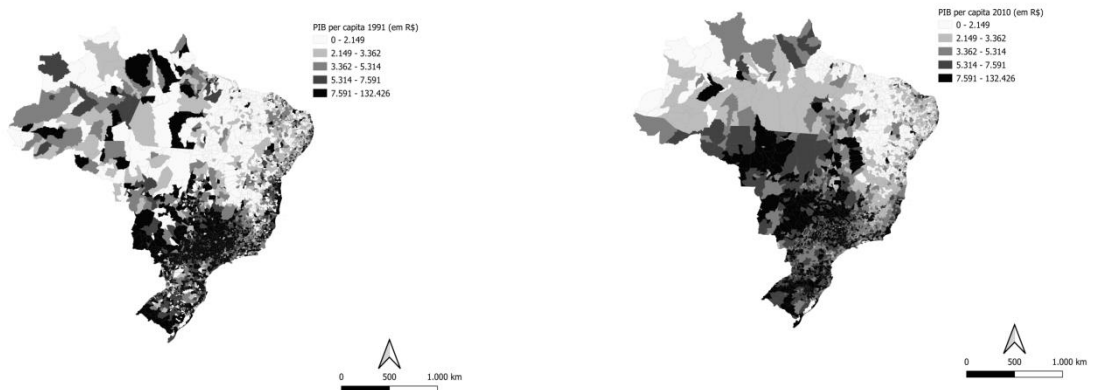
Considerando que muitos autores (como SEERS, 1970; SEN, 1999; BOISER, 2001; SACHS, 2008; SZIRMAI, 2005; SANT'ANA, 2008, dentre outros) inferem que o crescimento é uma condição necessária, mas não suficiente para se ter o desenvolvimento de uma região, analisou-se separadamente o efeito da produção de soja no crescimento e no desenvolvimento das AMC's brasileiras. Neste sentido, se faz importante avaliar a distribuição espacial e temporal do PIB *per capita* ao longo do Brasil (Tabela 17).

Tabela 17 – PIB *per capita* (a preços constantes de 2010) das AMC's brasileiras

Regiões	Média	Máximo	Desvio Padrão
1991			
Brasil	8.350,00	1.137.669,29	23.242,69
Norte	4.063,13	248.503,13	13.791,66
Nordeste	4.121,00	249.748,41	10.234,55
Centro-Oeste	11.478,19	<b>1.137.669,29</b>	<b>62.502,88</b>
Sudeste	<b>11.874,95</b>	322.244,45	18.477,57
Sul	9.744,22	408.827,44	16.582,15
2010			
Brasil	5.664,71	132.425,76	6.112,08
Norte	3.161,56	25.224,17	2.335,60
Nordeste	2.845,30	<b>132.425,76</b>	4.419,42
Centro-Oeste	7.068,23	36.089,77	4.554,37
Sudeste	7.425,77	107.146,56	<b>7.664,87</b>
Sul	<b>7.755,99</b>	99.950,57	4.908,49

Fonte: O autor

Este cenário de 1991 é melhor visualizado através da Figura 11, com o PIB *per capita* muito concentrado entre o Sudeste e o Sul, com polo se destacando também entre o Centro-Oeste e um pequeno ponto no extremo norte da região Amazônica.

Figura 11 – PIB *per capita* das AMC's brasileiras em 1991 e 2010

Fonte: O autor

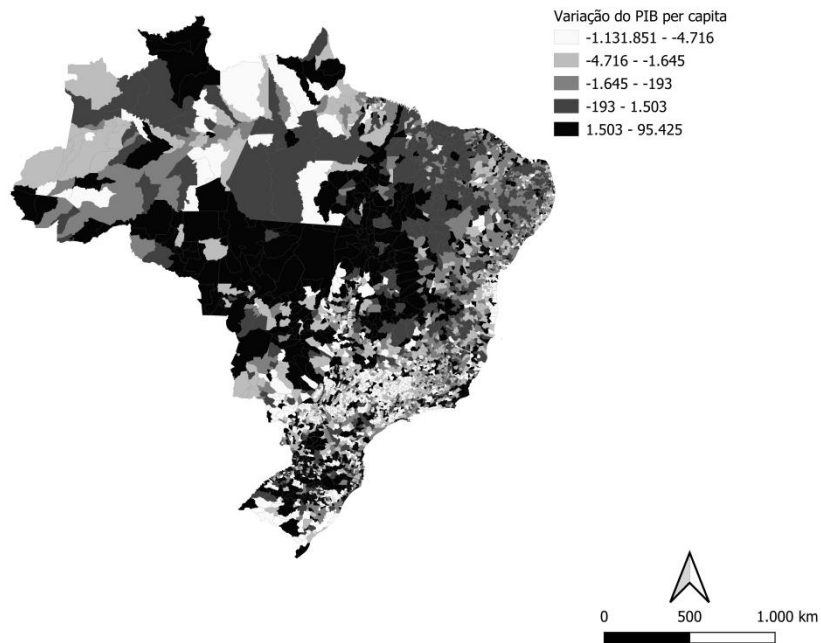
Já para o ano de 2010, o PIB *per capita* pode ser observado de forma mais homogênea, visualizado na Figura 11, é mais visível para o Centro-Oeste brasileiro, dominando os maiores níveis de do indicador neste ano e com a região Nordeste apresentando um elevado atraso em comparação à média brasileira.

Ao avaliar a variação do PIB *per capita* entre 1991 e 2010 (Figura 11), se torna evidente os ganhos do indicador para a região do Cerrado brasileiro, em virtude dos ganhos de



produtividade agropecuária no período, de modo que essas AMC's se tornaram referência em níveis de produção nacional.

Figura 12 - Variação do PIB *per capita* das AMC's entre 1991 e 2010



Fonte: O autor

A seção seguinte será responsável por apresentar os resultados das definições dos grupos de controle e tratamento, assim como as estimações econométricas realizadas seguindo o modelo PSM e DDM.

## 5.2 EFEITO DA ÁREA PLANTADA DE SOJA NO IDHM E SEUS COMPONENTES

Esta seção se dedicará à estimação econométrica do impacto do cultivo de soja sobre o IDHM e seus componentes e sobre o PIB *per capita*, através da demonstração dos resultados obtidos no modelo de PSM e DDM.

Primeiramente, será realizado um corte nas AMC's a fim de determinar os grupos utilizados na estimação do PSM. Assim, o grupo de tratamento será delimitado conforme metodologia apresentada anteriormente e posteriormente ter-se-á os resultados.

### 5.2.1 Delimitação do grupo de Tratamento

Para estimação do PSM, a princípio é necessário que sejam definidos precisamente quais AMC's farão parte dos grupos de tratamento e de controle. Portanto, o grupo de controle (*dummy* igual a 0) abrangerá as AMC's que não produziam o grão tanto em 1991 como em 2010. Enquanto o grupo de tratamento (*dummy* igual a 1) consistirá em todas as AMC's que produziram soja no ano de 2010, mas que em 1991 não constava nenhum hectare produzido de soja<sup>11</sup>. Nesta análise, o grupo de tratamento se limitou a 363 AMC's, representando 8% de todo o território brasileiro (Tabela 18), enquanto o grupo de controle abrangeu 2.852 AMC's.

Tabela 18 – Grupos de tratamento e controle – Número de AMC's

Grupos	Nº de AMC's	Participação (%)
Tratamento	363	8,45
Controle	2.852	66,35

Fonte: Resultados da pesquisa

As AMC's do grupo de tratamento encontram-se distribuídas em todas as regiões brasileiras, com destaque para o Sudeste que concentrou mais de 1/3 dessas AMC's, conforme Tabela 19.

Tabela 19 – Distribuição das AMC's do grupo de tratamento

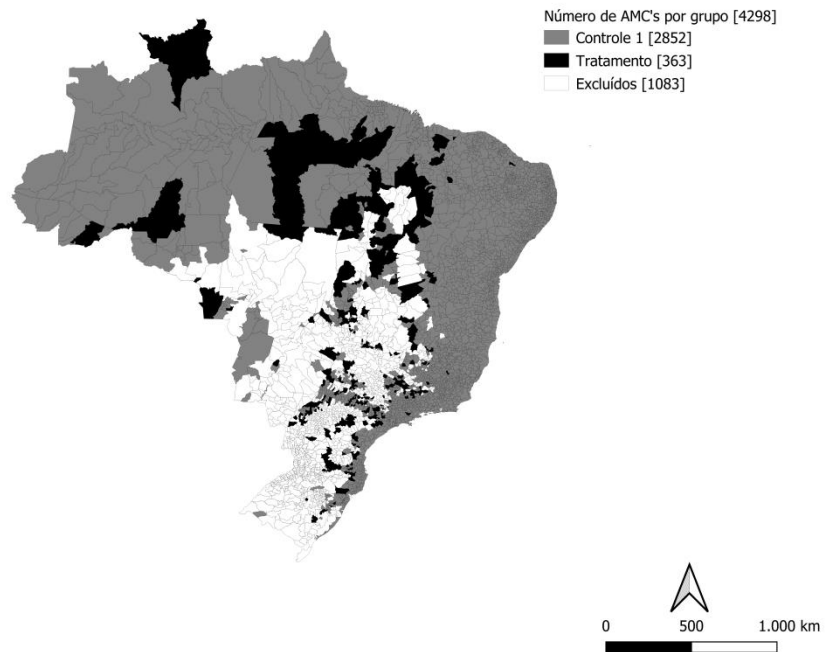
Regiões	Nº de AMC's	Participação (%)
Norte	48	13,22
Nordeste	32	8,82
Centro-Oeste	63	17,36
Sudeste	129	35,54
Sul	91	25,07

Fonte: Resultados da pesquisa

Através da Figura 13, permite-se uma melhor visualização desta distribuição dos grupos entre o território brasileiro, com o grupo de controle representado no mapa pela cor cinza, o grupo de tratamento pela cor preta e em branco, as AMC's excluídas da análise.

<sup>11</sup> Todos os demais casos (produzia em 1991 e não produzia em 2010 e; produzia em 1991 e produzia em 2010) foram descartados.

Figura 13 – Divisão das AMC's por grupos de Controle e Tratamento



Fonte: Resultados da pesquisa

Anteriormente, foram avaliadas as características da área plantada e do IDHM e seus componentes para a totalidade das AMC's, sem haver distinção quanto ao grupo a que cada uma se enquadra. Na Tabela 20, as AMC's foram divididas entre os grupos de controle e tratamento, permitindo que essas variáveis fossem analisadas separadamente, buscando identificar padrões de distinções entre os grupos – embora nenhum tipo de estimação ou metodologia tenha sido aplicado até então.

Tabela 20 – Variáveis dos grupos de Controle e Tratamento

Variáveis	Controle	Tratamento
Média área plantada 1991(ha)	0,000	0,000
Média área plantada 2010(ha)	0,000	1.730
Média IDHM 1991	0,363	0,412
Média IDHM 2010	0,639	0,683
Média IDHM – Renda 1991	0,492	0,549
Média IDHM – Renda 2010	0,618	0,668
Média IDHM – Longevidade 1991	0,623	0,669
Média IDHM – Longevidade 2010	0,790	0,817
Média IDHM – Educação 1991	0,166	0,200
Média IDHM – Educação 2010	0,538	0,586
Média $\Delta$ IDHM	0,276	0,271
Média $\Delta$ IDHM – Renda	0,126	0,120
Média $\Delta$ IDHM – Longevidade	0,166	0,148
Média $\Delta$ IDHM – Educação	0,372	0,385
Média PIB per capita (R\$)	9.016,65	11.370,12
Média $\Delta$ PIB per capita (R\$)	2.725,33	3.689,85

Fonte: Resultados da pesquisa

Pode-se observar distinções entre os grupos de tratamento e o controle aplicados, tanto no montante de área plantada com soja, como também em relação aos níveis de desenvolvimento entre eles. A seção seguinte tratará de elencar características de forma que as AMC's de cada grupo se assemelhem entre si e a única distinção entre elas, seja o fato de terem se tornado produtores de soja entre esse período.

### 5.3 PROPENSITY SCORE MATCHING

Como visualizado nas análises anteriores, existem diferenças quanto ao nível de desenvolvimento e de crescimento econômico das AMC's de controle e de tratamento, com estas últimas apresentando, em média, um grau de IDHM e de PIB per capita maior em comparação às AMC's do grupo de controle. Entretanto, ao analisar apenas a média dos grupos tende a se comparar unidades espaciais díspares, com características específicas que podem estar influenciando nesta heterogeneidade. Por isso, para verificar o efeito de ser produtor de soja no crescimento/desenvolvimento econômico é necessário comparar pares de tratado e de controle semelhantes em suas características, procedimento que foi realizado por meio do pareamento dos grupos.

Isto posto, para a estimação do PSM, todas as covariadas foram consideradas para o ano de 1991, a fim de captar o efeito para o desenvolvimento e crescimento econômico a partir de sua variação entre os anos censitários de 1991 e 2010.

A primeira etapa para a realização desta análise compreende que os municípios sejam divididos entre os grupos de controle e tratamento, baseado em certa característica que os tornam distintos entre si – no caso do estudo, o fato de passarem a ser produtores de soja entre 1991 e 2010 – e a partir desta divisão, busca-se verificar se as características observáveis entre os grupos – covariadas – eram semelhantes ou se distinguíam a partir da variável dependente que os diferenciam.

Para isso, as características observáveis (covariadas) do grupo de tratamento foram confrontadas com as características do grupo de controle por meio de um teste de diferença de médias antes e após o pareamento entre os municípios. O método de pareamento escolhido para esta estimação foi o pareamento por dois vizinhos mais próximos<sup>12</sup>, sendo aquele que reduziu a diferença de média entre os grupos de tratamento e de controle e garantiu o suporte comum entre os grupos, tornando a função de densidade de probabilidade equilibrada para o controle e tratamento (Apêndice A).

No teste de diferença de médias antes do pareamento, todas as covariadas se apresentaram diferentes significativamente, ressaltando que as características entre os grupos apresentavam diferenças, dessa forma, eventuais métodos aplicados para responder a proposição desta pesquisa não refletiriam exclusivamente os efeitos da produção de soja.

Com a realização do pareamento, espera-se que as covariadas se tornem semelhantes entre os grupos, com um teste de diferença de médias não significativo para cada uma das variáveis. A Tabela 21 apresenta os resultados do teste de diferença de médias em relação ao grupo de controle após o pareamento realizado pelo método de dois vizinhos. Com exceção da variável tempverao, as covariadas se tornaram semelhante entre os dois grupos, podendo agora analisar o impacto da produção de soja sobre o desenvolvimento e o crescimento econômico das AMC's que passaram a produzir entre 1991 e 2010 sem que fatores exógenos afetem o resultado da estimação. Ressalta-se que como a variável tempverao demonstrou significância estatística, ela foi retirada das estimações.

---

<sup>12</sup> Este método realiza o pareamento de cada unidade do grupo de tratamento com certa unidade do grupo de controle através de uma randomização de ordenação dos componentes destes grupos, dessa forma, o pareamento ocorrerá a partir do escore de propensão calculado.

Tabela 21 – Diferença de média entre as covariadas após o pareamento

Variáveis	Controle	Tratamento	p-valor
chuvver	166,230	168,080	0,746
dummy	0,217	0,203	0,650
areatemporaria	5250,1	5561,5	0,522
milho	37,591	37,050	0,730
partagro	43,021	41,881	0,532
wsoja	0,031	0,041	0,489
giniterra	0,829	0,835	0,379

Fonte: Resultados da pesquisa

Realizado o pareamento do grupo de tratamento defronte o grupo de controle construído e analisada as condições de igualdade nas distribuições, foi aplicado o PSM buscando estimar o impacto da produção de soja na variação do desenvolvimento e crescimento econômico dos municípios brasileiros entre 1991 e 2010.

### 5.3.1 Resultados PSM

Analisando o índice consolidado de desenvolvimento na Tabela 22, percebe-se que o impacto da produção de soja na variação do desenvolvimento entre 1991 e 2010, captado por  $\Delta$ IDHM, não apresentou significância estatística. Portanto, não houve distinção quanto ao nível de evolução do desenvolvimento entre o grupo de tratamento e o grupo de controle, de forma que os municípios que passaram a produzir soja entre esse período não apresentaram expressiva evolução do IDHM em comparação aos que não produziam o grão em ambos os anos.

Tabela 22 – Efeito médio sobre a variação do IDHM

Variáveis	Coefficiente	p-valor
$\Delta$ IDHM	-0,0033	0,289

Fonte: Resultados da pesquisa

O IDHM é constituído de três dimensões: longevidade, renda e educação. Os resultados da Tabela 22 indicaram que ser uma AMC produtora de soja não teve efeito no índice agregado, entretanto, pode ser que tenha influência em uma das suas dimensões. Por isso, analisou-se possíveis impactos de ser produtor de soja em cada indicador formador do IDHM.

Na Tabela 23 tem-se o impacto sobre a dimensão renda, o qual se apresentou não significativo estatisticamente para a variação de seu indicador entre 1991 e 2010. Dessa forma, não pode-se inferir que os municípios de grupo de tratamento apresentaram, em média,

um nível de variação da dimensão renda maior que as AMC's que não plantavam soja (grupo de controle).

Tabela 23 – Efeito médio sobre a variação do IDHM - Renda

Variáveis	Coefficiente	p-valor
$\Delta$ IDHM - Renda	0,0004	0,875

Fonte: Resultados da pesquisa

Outra dimensão avaliada foi a educação (Tabela 24), na qual novamente a produção de soja não contribuiu para que os municípios apresentassem um nível educacional maior em relação aos não produtores de soja (controle), pois não se observou distinção no nível de crescimento do IDHM – Educação entre os grupos de tratamento e de controle.

Tabela 24 – Efeito médio sobre a variação do IDHM - Educação

Variáveis	Coefficiente	p-valor
$\Delta$ IDHM - Educação	-0,0017	0,624

Fonte: Resultados da pesquisa

Por fim, o último componente avaliado para o PSM entre o grupo de tratamento e o grupo de controle foi na esfera da “saúde”, medido pelo indicador Longevidade do IDHM. Pela observação da Tabela 25, conclui-se que o fato de se tornarem produtores de soja entre 1991 e 2010 não fez com que os municípios do grupo de tratamento apresentassem, em média, maiores níveis IDHM Longevidade entre 1991 e 2010.

Tabela 25 – Efeito médio sobre a variação do IDHM - Longevidade

Variáveis	Coefficiente	p-valor
$\Delta$ IDHM – Longevidade	-0,0026	0,477

Fonte: Resultados da pesquisa

Enfim, o desmembramento do IDHM propiciou a observação de forma minuciosa da plataforma de impacto que a produção de soja atuou sobre as AMC's do grupo de tratamento em contraponto ao grupo de controle. Pôde-se visualizar que a produção de soja entre o período considerado não foi capaz de impactar a esfera de desenvolvimento dos municípios.

No entanto, ao observar a Tabela 26, observa-se para a variação do PIB *per capita* um efeito positivo e estatisticamente significativo. Portanto, pôde-se inferir que as AMC's que passaram a produzir soja entre 1991 e 2010 apresentaram um crescimento médio do PIB *per capita* maior em relação àquelas que não produziram o grão em ambos os anos.

Importante ressaltar que “ser uma AMC produtora de soja” não apresentou efeito positivo no IDHM renda, entretanto, evidenciou um impacto positivo no PIB *per capita* especialmente por serem indicadores que, embora tenham uma conotação econômica, expressam características distintas da localidade. Com efeito, o PIB *per capita* Municipal é a soma do valor adicionado bruto das atividades econômicas de cada município (IBGE, 2022); já o IDHM - Renda representa o padrão de vida médio da população, calculado pela renda média de cada residente (PNUD, 2022). Assim, uma AMC pode ter um alto crescimento do seu PIB *per capita* por conta da produção da soja, mas esses resultados econômicos podem ficar concentrados em poucos agentes locais (pela concentração da terra, por exemplo), ou parte destes recursos pode “vazar” para fora da AMC em decorrência dos encadeamentos externos (compra de insumos, de máquinas e equipamentos, de serviços, etc), não se distribuindo entre a população e não efetivando um efeito multiplicador capaz de induzir o padrão de vida local.

Neste sentido, considerando os resultados observados, pode-se inferir que “ser uma AMC produtora de soja” exerce efeito no crescimento econômico, entretanto, não necessariamente tem força para induzir o processo de desenvolvimento econômico local.

Tabela 26 – Efeito médio sobre a variação do PIB *per capita*

Variáveis	Coefficiente	p-valor
$\Delta$ PIB <i>per capita</i>	3.989,903	0,003

Fonte: Resultados da pesquisa

Feito esta análise inicial considerando as covariadas para o ano inicial e estimado o efeito sobre os indicadores de desenvolvimento e crescimento econômico, foi utilizada outra metodologia – DDM -, buscando de uma forma mais robusta, realizar a mesma investigação anteriormente realizada. Os resultados são apresentados na sequência.

#### 5.4 RESULTADOS DDM

Quando se aplica o método Diferença em Diferença com Paramento (DDM) o viés é bastante reduzido, dado que, o PSM minimiza o viés proveniente dos observáveis e de ausência de suporte comum, enquanto o DD mitiga o viés de seleção. Neste sentido, seus resultados se tornam mais robustos do que os observados pelo PSM ou os obtidos pelo método DD.



Assim, avaliando o indicador consolidado de desenvolvimento – IDHM – na Tabela 27, observa-se que o efeito médio do tratamento sobre os tratados não apresentou efeito significativo para a melhora do desenvolvimento das AMC's no período considerado<sup>13</sup>. Dessa forma, tanto através do PSM como do DDM, conclui-se que a produção de soja não apresentou níveis suficientes para impactar no desenvolvimento das AMC's brasileiras neste período. O resultado não significativo encontrado para o nível de desenvolvimento contrasta aos sinais encontrados nos trabalhos de Weinhold *et al* (2013) - em discussão sobre os impactos da soja na região amazônica - e de Richards *et al* (2015) - resultados para Mato Grosso -, em que estimaram impactos positivos no nível de desenvolvimento econômico dessas regiões.

Essa discordância é justificada no trabalho de Martinelli *et al* (2017), em que ao observar os impactos da soja sobre o desenvolvimento de cada região brasileira, constataram que as generalizações para todo o Brasil dificilmente irão captar este efeito, pois os resultados encontrados pelos autores sugerem que sua expansão é mais benéfica em novas fronteiras agrícolas, como das regiões Norte e Nordeste, no início do processo de desenvolvimento local.

Tabela 27 – Efeito médio sobre o IDHM

Variáveis	Coefficiente	p-valor
grupo#t	-0,002	0,270
T	0,269	0,000
estab	-0,140	0,117
despeduc	0,000	0,050
constante	0,397	0,000

Fonte: Resultados da pesquisa

Nota: “grupo” é a *dummy* para o tratamento, tendo valor “1” se a AMC é do grupo “Tratamento” e valor “0” se for do grupo “Controle”; t é uma variável *dummy*, a qual assume o valor “0” se estiver no período anterior ao tratamento (ano de 1991), também conhecido como ano base, e valor “1” se a observação está no período pós-tratamento (ano de 2010); estab é a variável que fornece o total de estabelecimentos por AMC; despeduc refere-se as despesas com educação por cada AMC.

Quanto ao componente de renda do desenvolvimento, analisado na Tabela 28, assim como na análise do PSM, o efeito do grupo de tratamento quanto a apresentar maiores níveis de IDHM - Renda em relação ao de controle não foi observado, não apresentando significativa estatisticamente para a variável grupo#t.

<sup>13</sup> Ressalta-se que o beta que acompanha a variável “grupo#t” fornece o efeito que o grupo de tratamento exerce sobre a variável dependente, enquanto as outras independentes adicionadas ao modelo têm o intuito de controlar para fatores que também impactam em cada componente avaliado nas análises.

Dessa forma, entre 1991 e 2010, o grupo de tratamento – composto pelas AMC’s que não plantavam soja no ano inicial e passaram a produzi-la no ano final -, não apresentou diferença quanto ao nível de renda, medido pelo IDHM, em comparação ao grupo de controle, com aquelas AMC’s que não plantaram o grão em nenhum dos anos.

Tabela 28 – Efeito médio sobre o IDHM – Renda

Variáveis	Coefficiente	p-valor
grupo#t	-0,002	0,383
t	0,117	0,000
estab	-0,09	0,303
despesa	0,0005	0,010
constante	0,535	0,000

Fonte: Resultados da pesquisa

Nota: “grupo” é a *dummy* para o tratamento, tendo valor “1” se a AMC é do grupo “Tratamento” e valor “0” se for do grupo “Controle”; t é uma variável *dummy*, a qual assume o valor “0” se estiver no período anterior ao tratamento (ano de 1991), também conhecido como ano base, e valor “1” se a observação está no período pós-tratamento (ano de 2010); estab é a variável que fornece o total de estabelecimentos por AMC; despesa é o somatório das despesas totais das AMC’s.

A esfera educacional do IDHM apresentou um efeito positivo e estatisticamente significativo; portanto, o fato de passarem a produzir soja entre o período da análise, propiciou às AMC’s do grupo de tratamento uma melhoria de seu nível educacional quando comparadas àquelas que não cultivaram a soja em nenhum dos anos da análise.

Este fenômeno pode estar intimamente relacionado ao que Orlandi *et al* (2012) constatam ao avaliar a produção de soja em Mato Grosso em comparação ao Paraná. No primeiro, a produção do grão é uma monocultura muito importante para o Estado, de forma a atuar como o principal gerador de renda e fomentar a construção e melhoria da infraestrutura nessas áreas rurais, incluindo a educacional. Assim, o resultado encontrado para o IDHM - Educação sugere uma contribuição positiva dos ganhos com a soja no fortalecimento da estrutura educacional das regiões contempladas com sua produção, potencializando a formação de capital humano local.

Tabela 29 – Efeito médio sobre o IDHM – Educação

Variáveis	Coefficiente	p-valor
grupo#t	0,009	0,000
t	0,339	0,000
idhmr	0,202	0,000
despeduc	0,000	0,000
constante	0,079	0,000

Fonte: Resultados da pesquisa

Nota: “grupo” é a *dummy* para o tratamento, tendo valor “1” se a AMC é do grupo “Tratamento” e valor “0” se for do grupo “Controle”; t é uma variável *dummy*, a qual assume o valor “0” se estiver no período anterior ao tratamento (ano de 1991), também conhecido como ano base, e valor “1” se a observação está no período pós-tratamento (ano de 2010); idhmr é o componente de renda do IDHM e despeduc é o total de despesas com educação para cada AMC.

Já o componente Longevidade do IDHM apresentou sinal negativo e estatisticamente significativo, ou seja, as AMC’s que passaram a produzir soja entre 1991 e 2010 tiveram uma piora no nível de saúde medido pelo IDHM – Longevidade em comparação àquelas do grupo de controle, que não produziram em nenhum dos anos.

Esse fenômeno pode ser explicado pelo intensivo uso de agrotóxicos na produção da soja, especialmente na região Centro-Oeste. Conforme estudado por Belo *et al* (2012), ao buscar identificar os riscos do uso de agrotóxico na produção de soja no Mato Grosso, comprovou um nível de exposição elevado aos trabalhadores e moradores de áreas próximas às plantações por meio do contato direto com os herbicidas, além de detectar a presença de agrotóxicos na água da chuva, confirmando também uma contaminação ambiental que facilita a locomoção deste malefício para os territórios vizinhos. Assim, justifica-se o efeito negativo de “ser produtora de soja” no indicador de longevidade das AMC’s, dado que este último mede a média de anos que as pessoas viveriam a partir do nascimento, mantidos os mesmos padrões de mortalidade observados no ano de referência (PNUD, 2022).

Tabela 30 – Efeito médio sobre o IDHM – Longevidade

Variáveis	Coefficiente	p-valor
grupo#t	-0,005	0,020
t	0,157	0,000
idhmr	0,175	0,000
despsaude	-0,000	0,000
constante	0,564	0,000

Fonte: Resultados da pesquisa

Nota: “grupo” é a *dummy* para o tratamento, tendo valor “1” se a AMC é do grupo “Tratamento” e valor “0” se for do grupo “Controle”; t é uma variável *dummy*, a qual assume o valor “0” se estiver no período anterior ao tratamento (ano de 1991), também conhecido como ano base, e valor “1” se a observação está no período pós-tratamento (ano de 2010); idhmr é o componente de renda do IDHM e despsaude é o total de despesas com saúde para cada AMC.

Enquanto para o nível de desenvolvimento socioeconômico das AMC's o impacto da produção de soja tenha sido nulo quanto ao índice consolidado e pontual em relação a esfera educacional e de saúde, para o crescimento econômico - medido pelo PIB *per capita* na Tabela 31 -, ao nível de significância de 10%, o efeito foi positivo.

Dessa forma, a produção de soja contribuiu para que as AMC's do grupo de tratamento apresentarem um crescimento mais elevado de seu PIB *per capita* em comparação ao do grupo de controle.

Resultado que se assemelha ao encontrado por Zambra *et al* (2015), o qual, ao analisar o impacto da produção de soja no município de Sorriso (MT), observou uma elevação dos indicadores de crescimento econômico, como o PIB agropecuário, enquanto os indicadores de concentração de renda se tornaram piores, refletindo em uma maior dificuldade de repercutir diretamente sobre o desenvolvimento econômico e social do município.

Tabela 31 – Efeito médio sobre o PIB *per capita*

Variáveis	Coefficiente	p-valor
grupo#t	2.158,28	0,100
t	-3.078,26	0,030
estab	138.363	0,000
caphum	53,42	0,040
constante	8.047,98	0,000

Fonte: Resultados da pesquisa

Nota: “grupo” é a *dummy* para o tratamento, tendo valor “1” se a AMC é do grupo “Tratamento” e valor “0” se for do grupo “Controle”; t é uma variável *dummy*, a qual assume o valor “0” se estiver no período anterior ao tratamento (ano de 1991), também conhecido como ano base, e valor “1” se a observação está no período pós-tratamento (ano de 2010); *estab* é a variável que fornece o total de estabelecimentos por AMC e *caphum* calcula o percentual da população com ao menos ensino médio completo.

Por meio da análise do modelo DDM e PSM, pôde-se observar que para o período considerado nesta pesquisa, que a produção de soja não impactou no nível de desenvolvimento das AMC's, apenas observando efeitos pontuais sobre a educação (efeito positivo) e a longevidade (efeito negativo); no entanto, para o crescimento econômico, “ser uma produtora de soja” impactou diretamente nos níveis de PIB *per capita* das AMC's. Isso deve-se as respostas para o impacto sobre o crescimento econômico por vezes serem mais rápidas do que sobre o nível de desenvolvimento dos municípios, pois este não necessita de mudanças estruturais dos agentes de uma economia, fato que demanda um intervalo maior de tempo para que possa ser captado empiricamente, conforme constatado em Zambra *et al* (2015) para o caso da produção de soja em um dos maiores municípios produtores do grão.

Para o crescimento econômico, medido pelo PIB *per capita*, o fato da população não se modificar tão bruscamente a curto prazo contribui para que aumentos de produtividade,

como a observada para a soja especialmente no início do século XXI com o *boom* das *commodities*, impactem diretamente em aumentos no nível deste indicador. Este resultado vai de encontro ao observado por Júnior *et al* (2019), em que ao avaliar o impacto dos inoculantes da produção de soja no Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro, observou um resultado positivo e estatisticamente significativo para o ano de 2006.

No entanto, este efeito positivo sobre o PIB *per capita* reflete também uma preocupação compartilhada em Martinelli *et al* (2017), onde, apesar da produção da soja em regiões de novas fronteiras agrícolas atuar como uma primeira etapa do desenvolvimento econômico, está também relacionado com uma maior concentração de renda. Este fato, segundo os autores, inviabiliza o escoamento dos ganhos financeiros em obras de melhoria das condições de vida da região, mitigando, em parte, a geração de bem-estar populacional, justificando o motivo de não se verificar efeito de “ser produtora de soja” na dimensão de padrão de vida do IDHM.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo geral da pesquisa foi de avaliar o impacto da produção de soja entre 1991 e 2010 sobre o nível de crescimento e desenvolvimento econômico dos municípios brasileiros. As etapas deste estudo consistiram em, primeiramente, considerar as Áreas Mínimas Comparáveis entre os anos de pesquisa, a fim de garantir a solução do problema de criação de novos municípios entre os censos, conforme comprovado por Ehrl (2016), e separar essas AMC's entre grupos de tratamento e controle – a fim de estimar o modelo PSM e DIF-DIF com pareamento.

A escolha pelos componentes dos grupos se deu de forma a garantir a captação dos efeitos da produção de soja entre o período de 1991 e 2010; portanto, justifica-se a escolha para o grupo de tratamento daquelas AMC's que passaram a produzir soja dentro deste período, de forma a garantir a visualização clara de impactos apenas entre os anos censitários, sem a presença de efeitos fixos não observáveis que uma produção anterior possa ter contribuído nos níveis de desenvolvimento e crescimento econômico. Além disso, a escolha pelas AMC's que nunca produziram soja visa também garantir a neutralidade do grupo de controle frente a impactos que uma prévia produção de soja possa ter interferido em seus níveis de IDHM e PIB *per capita*.

Para o cálculo dos escores de propensão para os métodos de estimação utilizados, as covariadas, através de um modelo *probit* espacial SLX, apresentaram um teste de diferenças de médias não significativo estatisticamente entre os grupos de controle e tratamento após o pareamento por dois vizinhos mais próximos. Assim, os fatores que facilitam o município vir a se tornar um produtor de soja foram igualados, e potenciais diferenças tendem a decorrer da AMC ter se tornado um produtor de soja entre 1991 e 2010 ou não.

A primeira estimação por PSM teve como objetivo garantir o suporte comum entre as unidades de análise. O pareamento realizado por dois vizinhos mais próximos garantiu uma igualdade entre os escores de propensão do grupo de tratamento e de controle. Assim, os efeitos puderam ser calculados com maior rigor para as cinco modelagens criadas: I)  $\Delta$ IDHM; II)  $\Delta$ IDHM – Renda; III)  $\Delta$ IDHM - Educação; IV)  $\Delta$ IDHM – Longevidade e V)  $\Delta$ PIB *per capita*. Como corolário, observou-se apenas a existência de impacto da produção de soja sobre a variação do PIB *per capita*, com os efeitos sobre o IDHM sendo nulo em todas as suas dimensões. No entanto, nesta avaliação pouco se pode concluir acerca dos reais impactos, pois a existência de outros efeitos não controlados no pareamento pode acabar por não refletir de forma precisa o que ocorreu.

Por isso, na sequência, optou-se pela estimação do DDM por garantir uma modelagem mais robusta ao controlar os efeitos fixos não observáveis que impactam nos indicadores de desenvolvimento e crescimento econômico entre os anos. Nesta modelagem, o impacto da produção de soja também seguiu a estimação dos cinco modelos criados na análise anterior, no entanto, desta vez, variáveis independentes foram acrescentadas de acordo com a configuração de cada efeito. Em I, o indicador consolidado apresentou controle para o número de estabelecimentos e o gasto com educação.

No modelo II, o efeito sobre o componente renda foi controlado para o número de estabelecimentos per capita – utilizado como *proxy* para o investimento privado em capital físico – e as despesas *per capita* totais – captando não só investimentos sociais e culturais, mas também sobre a capacidade produtiva.

O modelo III, responsável por captar o efeito da produção de soja sobre o IDHM - Educação teve como variáveis independentes a despesa com educação, em que se espera que maiores gastos gerem uma elevação dos níveis educacionais de cada AMC, e o IDHM – Renda, desejando-se um sinal positivo, ressaltando que ambientes com um nível de renda mais elevado impactem diretamente em sua qualidade de ensino. Em IV, ao medir o impacto sobre o IDHM – Longevidade, é esperado que os gastos com saúde melhorem a qualidade de vida da região, enquanto o IDHM – Renda controla para as diferenças de níveis de Emprego e Renda entre as AMC's e a possibilidade de retornar em investimento à saúde.

Por fim, o modelo V desejou abordar outra via de impacto da produção de soja, não mais sobre o desenvolvimento socioeconômico, mas para o crescimento econômico, medido pelo PIB *per capita*. Para isso, seguiu-se a estrutura do modelo Mankiw-Romer-Weil, utilizando como *proxy* para o capital humano o percentual da população com ao menos ensino médio completo e para capital físico o número de estabelecimentos *per capita* em cada AMC

Os efeitos significativos foram captados nos indicadores de Educação – efeito positivo - e Longevidade – efeito negativo - do IDHM. No primeiro caso, tal impacto decorre especialmente por conta do aumento nos gastos educacionais que impactaram diretamente em ganhos do indicador, enquanto a piora da longevidade deve-se em grande parte aos malefícios do uso intensivo de agrotóxico para a saúde de trabalhadores e moradores de municípios próximos, conforme constatado em outros trabalhos, como em Belo *et al* (2012).

No caso do crescimento econômico, observou-se a existência, na média, de um efeito positivo, de modo que “ser uma AMC produtora de soja” tende a intensificar o seu PIB per capita.

Portanto, através da visualização das duas modelagens (PMS e DDM), pôde-se observar que os impactos se concentram especialmente quanto ao nível de crescimento do PIB *per capita* e com alguns impactos pontuais sobre a melhoria dos indicadores de educação e piora dos níveis de longevidade para as AMC's do grupo de tratamento. Estes resultados refletem o efeito da cadeia produtiva da soja ser uma atividade essencialmente exportadora, e seus efeitos para a localidade que a produz se limitarem a ganhos de produção captado pelo PIB *per capita*. Além deste fator, o desenvolvimento socioeconômico demanda uma modificação estrutural nas relações entre os agentes econômicos que necessita de um período de tempo relativamente grande para que esses efeitos sobre o IDHM possam ser captados.

Como sugestão para futuras pesquisas, a avaliação sob uma ótica micro regional seria oportuna para visualização dos efeitos sobre o desenvolvimento e crescimento econômico de forma pormenorizada, avaliando se os impactos ocorrem de forma distinta de acordo com a localidade da AMC. Ademais, a não influência identificada no IDHM pode decorrer da análise geral feita para o Brasil, sem uma subdivisão das AMC's por níveis de desenvolvimento, fator que pode estar mitigando os resultados tendo em vista que alguns autores inferem uma maior importância da oleaginosa no bem-estar populacional especialmente nos níveis iniciais do desenvolvimento; assim, futuras pesquisas podem avançar, subdividindo a análise.



## REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA** **BRASIL;** disponível em: <<https://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2021-01/balanca-comercial-do-agronegocio-soma-us-10081-bilhoes-em-2020>>. Acesso em out.2021
- ALBUQUERQUE, M. C. C.; NICOL, R. **Economia agrícola: o setor primário e a evolução da economia brasileira**. São Paulo: Editora McGraw-Hill, Ltda, 1987.
- BAER, Werner. **A Economia Brasileira**. Ed. Nobel. São Paulo, 1995.
- BARUFFI, S. S. **Análise histórica do custo de produção de soja: o fator semente na construção do resultado**. 2015. 51 f. Dissertação (Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes) – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2015.
- Belo MSS, Pignati W, Dores EGC, Moreira JC, Peres F. Uso de agrotóxicos na produção de soja do estado de Mato Grosso: um estudo preliminar de riscos ocupacionais e ambientais. **Revbrassaudeocup** 2012; 37(125):78-88.
- BERTRAND, Jean Pierre; LAURENT, Catherine; LECLERCQ, Vincent. O mundo da Soja. Ed. HUCITEC- **Editora da Universidade de São Paulo**. São Paulo, 1987.
- BOISIER, S. Desarrollo (Local): De que estamos hablando? In: **Transformaciones globales ,instituciones y políticas de desarrollo local**. Rosário: Editoria Homo Sapiens, 2001.
- BONATO, E. R; BONATO, A. L. V. A soja no Brasil: história e estatística. **Embrapa Soja - Documentos** (INFOTECA-E), 1987.
- CARVALHO, T. S.;MAGALHÃES, A. S.; DOMINGUES. E. P.; Desmatamento e a contribuição econômica da floresta na Amazônia. **Estudos Econômicos (São Paulo) [online]**. 2016, v. 46, n. 02 [Acesso em out. 2021], p. 499-531. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/0101-416146288tae>>.ISSN1980-5357. <https://doi.org/10.1590/0101-416146288tae>.
- CATTELAN A.J.;DALL’AGNOL A. 2018. The rapid soybean growth in Brazil. **OCL** 25(1): D102.
- CEPEA. **Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada**; Acesso em out. 2021, disponível em :<<https://www.cepea.esalq.usp.br/br/pib-do-agronegocio-brasileiro.aspx>>.
- CHAGAS, A.L.S; TONETO, R.; AZZONI, C.R. A spatial propensity score matching evaluation of the social impacts of sugarcane growing on municipalities in Brazil. **International Regional Science Review**, v. 35, n. 1, p. 48-69, 2012.
- DEHEJIA, Rajeeve.; WAHBA, Sadek. Propensity score matching methods for non experimental causal Studies. **The Review of Economic and Statistics**, v. 84, n.1, p. 151-161, 2002.

DENES, G. **Análise do Impacto da Mineração no Desenvolvimento dos Municípios Mineiros e Paraenses entre 2000 e 2010**. Dissertação (Economia) - Universidade Federal de Minas Gerais. 2018.

EMBRAPA. **Tecnologias de Produção de Soja: Região Central do Brasil 2004**. (2003). Disponível em: <<http://www.cnpso.embrapa.br/producaosoja/SojanoBrasil.htm>>. Acesso em out. 2021.

FERREIRA NASCIMENTO, Wellington et al. Efeitos da temperatura sobre a soja e milho no Estado de Mato Grosso do Sul. **Investig. Agrar**, San Lorenzo, v. 20, n. 1, p. 30-37, jun. 2018.

FEARNSIDE, P. M. Soybean cultivation as a threat to the environment in Brazil. **Environmental Conservation**, p. 23-38, 2000.

FURTADO, C. (1963). Formação econômica do Brasil. Rio de Janeiro: **Fundo de Cultura**.

HECKMAN, J. J.; ICHIMURA, H.; TODD, P. Matching as na econometric evaluation estimator. **The review of economic studies**, Wiley-Blackwell, v. 65, n. 2, p. 261–294, 1998.

HEINRICH, C.;MAFFIOLI, A.;VÁZQUEZ,GONZALO. A Primer for Applying Propensity – Score Matching: Impact – Evaluation Guidelines. **Inter-american Development Bank**, 2010.

IBGE, PAM - **Produção Agrícola Municipal**, disponível em <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/default.shtm>> Acessado em out. 2021.

IBGE - **Produto Interno Bruto dos Municípios**, disponível em <[https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101630\\_notas\\_tecnicas.pdf](https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101630_notas_tecnicas.pdf)>. Acessado em fev. 2022.

JOHNSTON, B.F. e MELLOR, J. W. "The Role of Agriculture in Economic Development". **American Economic Review**, September,v.51, n. 4, p. 566-593, 1961

KURT, Serdar; SAVRUL, Mesut. The effect of the European Union on human development. **International Research Journal of Finance and Economics**, United Kingdom, v. 65, p. 35-42, 2011.

LEWIS, A. W. Economic development with unlimited supplies of labor. Manchester: **Manchester School**, 1954

MANKIW, N. G.; ROMER, D.; WEIL, D. A contribution to the empirics of economic growth. **The Quarterly Journal of Economics**, v. 107, n. 2, p. 407- 437, 1992.

MARTINELLI, L.; BATISTELLA, M.; da SILVA, R., &MORAN, E. (2017). **Soy expansion and socioeconomic development in municipalities of Brazil**. *Land*, 6(3), 62.

MARTINS, José de Souza. O cativo da terra. 9º ed. São Paulo: **Editora Contexto**, 2010.

NORTH, D. A agricultura no crescimento econômico. In: SCHWARTZMAN, J. (Org.). **Economia regional: textos escolhidos**. Belo Horizonte, MG: CEDEPLAR/CETEDRE – MINTER, p. 333-343, 1977

ORLANDI, M., WILLERS, E., STADUTO, EBERHARDT, P., e PIACENTI, C. (2012). Caminhos da soja e o desenvolvimento rural no Paraná e em Mato Grosso. **Revista de Política Agrícola**, 21(4), 75-90, 2012.

PIFFER, Moacir. **A teoria da base econômica e o desenvolvimento regional do estado do Paraná no final do século XX**. 2009. 182 f., il. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Regional) - Universidade Federal de Santa Cruz - UNISC, Santa Cruz do Sul, 2009.

PNUD – **Índice de Desenvolvimento Humano Municipal**. Disponível em :<<https://www.br.undp.org/content/brazil/pt/home/idh0/conceitos/o-que-e-o-idhm.html#:~:text=A%20metodologia%20de%20c%C3%A1lculo%20do%20IDHM&text=Pa dr%C3%A3o%20de%20vida%20C3%A9%20medido,pessoas%20sem%20registro%20de%20renda>>.

RAIHER, A. P.; FERRERA DE LIMA, J. Desenvolvimento humano municipal no Sul do Brasil: evolução recente e o círculo vicioso da pobreza. *Acta Scientiarum. Human and Social Sciences*, Maringá (PR), v.36, n.02, p.147-154, 2014.

RICARDO, David. **The Principles of Political Economy and Taxation**, Dover Publications, 1996.

RICHARDS P.; PELLEGRINA H.; VANWEY L.; SPERA S. (2015) **Soybean Development: The Impact of a Decade of Agricultural Change on Urban and Economic Growth** in Mato Grosso, Brazil. *PLoS ONE* 10(4): e0122510.

RODRIGUES, Paulo Fernandes Ferreira. **Novos e velhos atores na soja no centro-oeste e norte do Brasil**. 2016. 212 f., il. Tese (Doutorado em Ciências Sociais) - Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ, Rio de Janeiro, 2016.

ROSTOW, W. **Etapas do desenvolvimento econômico**. Rio de Janeiro, Zahar, 1971.

SACHS, I. **Desenvolvimento: incluyente, sustentável, sustentado**. Rio de Janeiro: Garamond, 2008.

SANT'ANA, M. The evolution of the concept of development: from economic growth to human development. **Inter-University Attraction Pole VI/06**, mai. 2008.

SANTOS, Manuel Roque Dos; DIAS, José Maria; FERNANDES, Gilênio Borges. Avaliação da Capacidade de Predição de Índice de Desenvolvimento Humano dos Municípios (IDHM) a partir das Demonstrações Contábeis Legais. In: **ENCONTRO DA ANPAD**, 34; 2010, Rio de Janeiro. Anais...Rio de Janeiro: ANPAD, 2010. p. 1-17.

SCHUNTZEMBERGER, A. M. S.; Rodrigues, E. J.; Oliveira, F. O.; Vaz. A. S.; Análises Quase-experimentais Sobre o Impacto das Cooperativas de Crédito Rural Solidário no PIB Municipal da Agropecuária. **Revista de Economia e Sociologia Rural [online]**. 2015, v. 53,

n. 3 [Acessado out. 2021], p. 497-516. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1234-56781806-9479005303007>>.

SEERS, D. The meaning of development. **Revista Brasileira de Economia**, Rio de Janeiro, v.24, n. 3, p.5-50, jul/set. 1970.

SEN, A. **Development as Freedom**. Oxford: Oxford University Press, 1999.

STADUTO, J. A. R.; KRETER, A. C. A questão agrária e o mercado de trabalho rural no Brasil. **Informe GEPEC**, [S. l.], v. 18, n. 1, p. 177–192, 2014. DOI: 10.48075/igepec.v18i1.9283. Disponível em: <<https://e-revista.unioeste.br/index.php/gepec/article/view/9283>>. Acesso em: out. 2021.

SILVA, Margot Riemann Costa e et al. Expansão da cultura de soja, infraestrutura viária e desenvolvimento regional: a BR 158 e o Vale do Araguaia Mato-Grossense entre 1990 e 2010. **Revista Brasileira de Desenvolvimento Regional**, Blumenau, v. 3, n. 2, p. 135-159, abr. 2016. ISSN 2317-5443. Disponível em: <<https://proxy.furb.br/ojs/index.php/rbdr/article/view/5444>>. Acesso em: out. 2021. doi: <http://dx.doi.org/10.7867/2317-5443.2015v3n2p135-159>.

SIQUEIRA, Tagore Villarim de; SIFFERT FILHO, Nelson Fontes. Desenvolvimento regional no Brasil: tendências e novas perspectivas. **Revista do BNDES**, Rio de Janeiro, v. 8, n. 46. P [79] – 117, dez. 2001.

SOLOW, Robert M. A Contribution to the theory of Economic Growth, **The Quarterly Journal of Economics**, v.70, n.1, 1956, p.65-94

SPACIL, Eliane de Mello. **O direito ao desenvolvimento e a produção local: o plantio direto da soja como uma alternativa de geração de renda e de melhor qualidade de vida**. 2014. 85 f., il. Dissertação (Mestrado em Direitos Humanos) - Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul - UNIJUI, Ijuí, 2014.

SZIRMAI, A. Dynamics of socio-economic development:an introduction. **UK: Cambridge University Press**, p. 1-34, 2005.

TIMMER, C. P. Agriculture and economic development revisited. **Agricultural Systems**, v. 40. 1992.

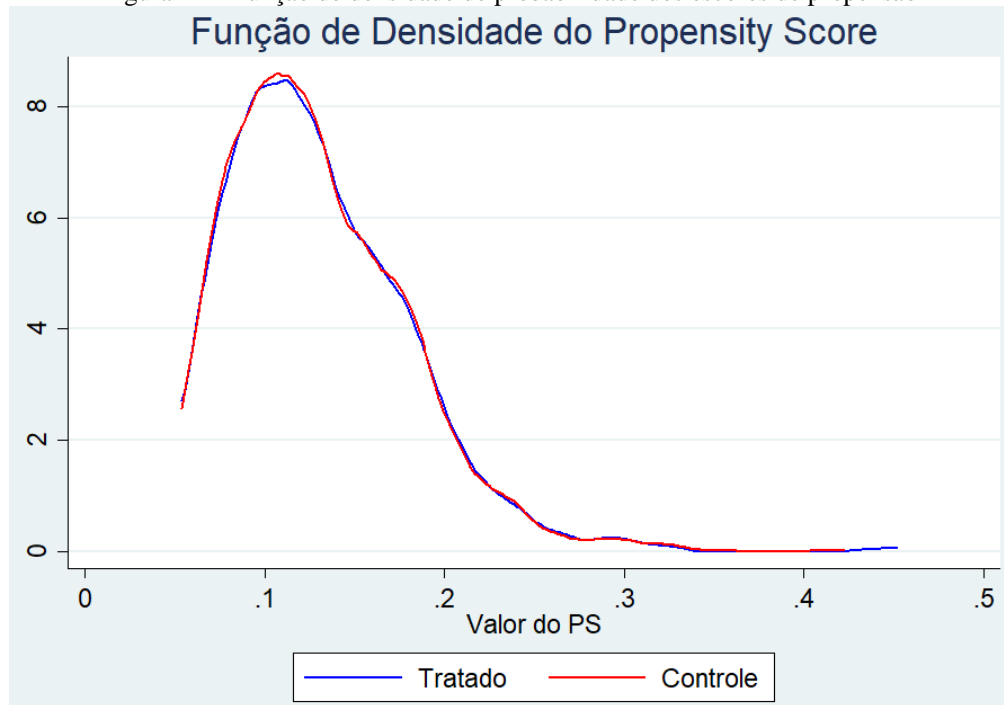
VIEIRA FILHO, J. E. R.; FISHLOW, A. **Agricultura e indústria no Brasil: inovação e competitividade**. Brasília: IPEA, 2017. 316 p. Inclui Bibliografia. ISBN: 978-85-7811-294-3

WEINHOLD, D.; KILLICK, E.; Reis, E.J. Soybeans, poverty and inequality in the Brazilian Amazon. **World Dev.** 2013, 52, 132–143.

ZAMBRA, E. M.; SOUZA, P. A. R.; PEREIRA, R; S; (2015). **Os impactos da produção de soja e a dinâmica do desenvolvimento em Sorriso – MT**. Pretexto, 16(3), 92-105.

**APÊNDICE A – FUNÇÃO DE DENSIDADE DE PROBABILIDADE**

Figura 14 – Função de densidade de probabilidade dos escores de propensão



Fonte: Resultados da pesquisa

## APÊNDICE B – RESULTADOS DA ESTIMAÇÃO DO MODELO PROBIT

Tabela 32 – Modelo Probit

Variáveis	Coefficiente	p valor
tempverao	-0,070	0.000
dummy	1,012	0.000
areatemporaria	0,000	0.000
milho	0,004	0.000
partagro	0,024	0.000
giniterra	0,379	0.154
wsoja	0,584	0.000
constante	-0,719	0.040

Fonte: Resultados da pesquisa