

Expansão da soja na região do Arco Norte: uma análise de correlação de indicadores socioeconômicos e produtivos

Palavras-Chave: SOJA, DESIGUALDADE, ARCO NORTE

Autores(as):

EMMILY EDUARDA SANTOS DA SILVA, FCA – UNICAMP

ANDRÉA LEDA RAMOS DE OLIVEIRA, FEAGRI – UNICAMP

Me. MATHEUS MELO DE SOUZA, FEAGRI – UNICAMP

INTRODUÇÃO:

Em função da competitividade no mercado internacional, do aumento da demanda mundial por alimentos e das mudanças nos padrões de consumo, a expansão da fronteira agrícola ocorre rapidamente em direção ao Centro-Norte do país (Filassi & Oliveira, 2022) em uma região conhecida como Arco Norte. Este é considerado como uma alternativa aos escoamentos pelos portos do Sul e está mais próximo do mercado asiático pelo Canal do Panamá além de poder atracar navios de maior capacidade (Souza et al., 2020).

Nesta região, a expansão foi impulsionada por investimentos governamentais em pesquisa e desenvolvimento agrícola (Garret & Rausch, 2016). Entretanto, a expansão da soja, especialmente na região do MATOPIBA, composta principalmente por áreas de Cerrado nos estados do Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia, tem gerado intensos debates devido aos seus impactos socioeconômicos e ambientais negativos (Martinelli et al., 2017). Questões como a concentração fundiária e os desafios climáticos são centrais nesse debate (Rosanova et al., 2022).

Na Amazônia, os estudos indicam que a produção de soja não está associada ao aumento da pobreza e pode contribuir para ganhos de renda (Weinhold et al., 2012). No entanto, a concentração de terras produtivas continua sendo um fator significativo na geração de conflitos agrários e representa um problema estrutural do modelo de agronegócio adotado no Brasil (Bicudo da Silva et al., 2020). Diante deste cenário, o objetivo desta pesquisa é avaliar se a expansão da soja na região do Arco Norte promove o desenvolvimento regional.

METODOLOGIA:

Nesta pesquisa os métodos utilizados foram os índices de Moran I Global e *Local Indicators of Spatial Association* (LISA). Estes realizam uma autocorrelação espacial que mede a relação entre observações com proximidade espacial, considerando que observações próximas espacialmente possuem valores parecidos (Moran, 1948, Anselin, 1995).

Esse índice testa se as áreas vizinhas apresentam maior semelhança quanto ao indicador estudado do que se espera ao acaso. Para isso utiliza-se uma matriz de pesos espaciais que estabelece critérios para a definição do número de vizinhos utilizados no cálculo. O índice global de Moran

representa a autocorrelação considerando apenas o primeiro vizinho e pode ser calculado a partir da seguinte fórmula (Moran, 1948).

$$I = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (x_i - \bar{x}) (x_j - \bar{x})}{\sigma^2 \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij}} \quad (1)$$

$$\sigma = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2, \quad (2)$$

Em que, n é o número total de municípios avaliados, x_i e x_j são o valor da variável escolhida nos locais i e j respectivamente, \bar{x} é o valor médio do atributo desejado, w_{ij} é a matriz de peso espacial e σ é o desvio padrão.

O índice local de Moran I é empregado para medir o valor do grau de coordenação de acoplamento em cada espaço local da área de estudo, considerando a correlação espacial entre esta região e as regiões vizinhas. A partir da identificação dos padrões ele agrupa os valores em clusters e classifica os valores discrepantes (outliers). Ele pode ser mensurado pela seguinte fórmula (Anselin, 1995).

$$I_L = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (x_i - \bar{x}) (x_j - \bar{x})}{\sigma^2} \quad (3)$$

Os dados utilizados nesta pesquisa foram baixados dos Censos Agropecuários de 2006 e 2017, bem como da Pesquisa Agrícola Municipal e Produto Interno Bruto dos Municípios para os municípios do Arco Norte e foram divididos entre municípios produtores de soja (> 300ha) e não produtores de soja (<300 ha). Foram selecionadas 14 variáveis, divididas entre **Grupo 1** - (a) PIB do Agronegócio, (b) área plantada, (c) área colhida, (d) produção, (e) rendimento médio da produção, (f) área das propriedades agrícolas, (g) quantidade de maquinários, (h) capacidade estática de armazenagem, (i) área irrigada e **Grupo 2** - (j) índice de Gini, (k) renda do estabelecimento, (l) nível de escolaridade e (m) índice de atendimento total de água com os dados de municípios pertencentes ao Arco Norte, no Matopiba e Mato Grosso (IBGE, 2024a; IBGE, 2024b; IBGE, 2024c, IBGE 2018).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Uma vez que a soja pode atuar como atividade agrícola capaz de promover desenvolvimento, especialmente em fronteiras agrícolas, na região do Matopiba a produção da soja está associada a um aumento da desigualdade de renda, principalmente nas áreas com grandes produções de soja (Martinelli et al., 2017). Porém, encontramos que esses municípios com os maiores coeficientes de Gini, não possuem necessariamente as maiores áreas agrícolas da região.

Segundo Martinelli et al. (2017), as regiões Norte e Nordeste foram beneficiadas pela expansão da soja, sobretudo no Mato Grosso, e região Centro-Oeste. Porém, os resultados apontam que diferente do Matopiba, o Mato Grosso apresentou maiores relações entre a produção da soja com a renda dos estabelecimentos agropecuários e poucas relações entre a produção e o nível de desigualdade dos municípios produtores.

Ao aplicar o Índice de Moran I Global, na região do Matopiba os municípios com menor coeficiente de Gini em 2006, não são os que possuem maiores áreas agrícolas (Figura 1). Entre 2006 e 2017, os municípios com os maiores coeficientes de Gini, não possuem necessariamente as maiores áreas agrícolas da região.

Em 2006, o Mato Grosso apresentou os municípios com maiores áreas agrícolas, tinham altos coeficientes de Gini, porém os maiores coeficientes não eram das maiores áreas agrícolas. Os municípios com altos coeficientes de Gini, no ano de 2006, tiveram uma diminuição para o ano de 2017. Em 2017, os municípios do MATOPIBA com os menores coeficientes de Gini, apresentaram uma diminuição em seu índice de desigualdade e em área agrícola. Já no Mato Grosso, os municípios com os menores coeficientes de Gini obtiveram uma diminuição nesse indicador, comparado a 2006.

A partir da correlação de Spearman foi analisado que em ambas as regiões, a área agrícola mostra uma relação significativa com o coeficiente de Gini, especialmente em municípios com áreas colhidas maiores que 300 hectares. Essa relação foi consistente nos anos analisados, evidenciando que a concentração de terras impacta diretamente a desigualdade de renda nesses municípios. No entanto, em municípios menores, a relação é menos evidente. Isso sugere que a em municípios com maior produção de soja apresenta relações diretas entre produção de soja e desigualdade. (Weinhold et al., 2012, Martinelli et al., 2017).

No Mato Grosso, áreas maiores apresentaram relações positivas lineares com a maioria das variáveis, enquanto áreas menores mostraram complexidade nas relações, especialmente em 2017. No Matopiba, as variáveis como área das propriedades agrícolas, quantidade de maquinários e PIB agropecuário mostraram-se consistentes na determinação da renda, destacando sua importância para a economia agrícola. (VanWey et al., 2013).

Ainda no Matopiba, o nível de escolaridade mostrou um impacto direto e linear no PIB agropecuário, especialmente em áreas menores. Em áreas maiores, a relação torna-se mais complexa, sugerindo que a interação entre a escolaridade e outras variáveis é multifacetada. No Mato Grosso, a escolaridade tem um efeito mais direto sobre a área agrícola e o PIB agropecuário em municípios menores, enquanto em municípios maiores, as relações são mais complexas e não lineares.

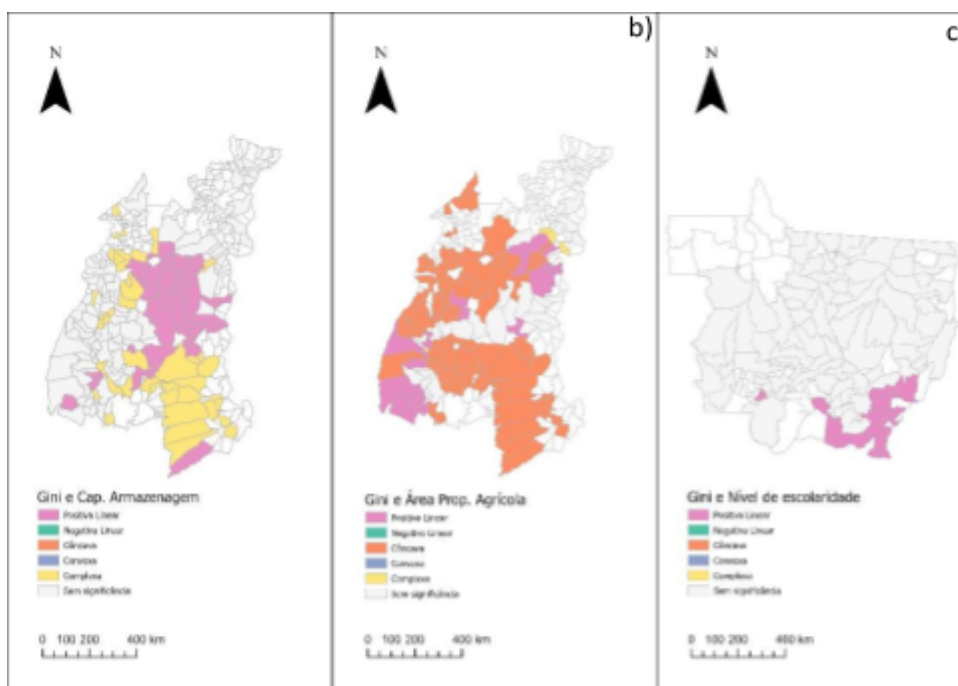


Figura SEQ Figura * ARABIC 1: Relação espacial entre o Coef. de Gini e a) Capacidade de Armazenagem, b) Área das propriedades agrícolas e c) Nível de escolaridade

O índice de atendimento total de água tem um impacto não linear sobre o uso de maquinários e outras variáveis agropecuárias em ambas as regiões. No Matopiba, a relação entre o índice de atendimento e fatores como PIB agropecuário é influenciada por múltiplos fatores, não seguindo um padrão uniforme. Já no Mato Grosso, a complexidade dessa relação é mais evidente em municípios com áreas colhidas maiores, enquanto em áreas menores, o impacto da disponibilidade de água é menor e menos significativo.

A análise a partir do Índice de Moran Bivariado, a relação entre o coeficiente de Gini e a capacidade de armazenagem (V23/V24) foi identificada como positiva linear nas regiões centrais do Matopiba (Ex: Balsas e Alto Parnaíba), nos municípios produtores em 2017. Ela também apresentou relação positiva linear nas mesoregiões nordeste e sudeste Mato Grosso, sendo a primeira considerada uma rota de expansão em direção ao Matopiba e novas rotas como a Ferrovia Norte-Sul e a segunda como rota de escoamento rumo ao porto de Santos.

A relação entre área das propriedades agrícolas (V15/V16) e coeficiente de Gini, em 2017, indicou a parte da região leste e central do Matopiba com relação positiva linear. Em relação ao nível de escolaridade (V29/V30), no Mato Grosso, em 2006, os municípios produtores relação positiva linear com o coeficiente de Gini na mesorregião sudeste, em áreas com média produção e rotas de escoamento ao porto de Santos.

As demais variáveis apresentaram em sua maioria, não significância e/ou relações complexas com o coeficiente de Gini no Mato Grosso e Matopiba, nos dois períodos analisados. Nestes casos, as variáveis utilizadas não são suficientes para caracterizar a distribuição espacial bem como sua relação com as regiões do entorno.

CONCLUSÕES:

A análise dos indicadores socioeconômicos da região do Arco Norte mostra que a expansão da soja tem um impacto complexo no desenvolvimento regional. A expansão agrícola tem demonstrado um potencial significativo para impulsionar o crescimento econômico, principalmente nos municípios com grandes áreas agrícolas de cultivo da soja. Porém, essa expansão também traz desafios relacionados à desigualdade social e impactos ambientais.

Os resultados indicam que municípios com grandes áreas de cultivo acabam concentrando mais terras, o que está ligado ao aumento da desigualdade e conflitos agrários. Grandes propriedades costumam se beneficiar da expansão da soja e avanços tecnológicos, enquanto as pequenas propriedades têm dificuldades para acompanhar esse crescimento, o que dificulta o fortalecimento da agricultura familiar e perpetua um modelo de expansão agrícola voltado à exportação. No entanto, estes resultados foram distintos entre os municípios produtores e não produtores de soja nos dois períodos analisados.

Além disso, tendo em vista que o nível de escolaridade e o índice de atendimento total de água são importantes variáveis para caracterizar o desenvolvimento regional, a escolaridade afeta mais diretamente as áreas menores, enquanto em áreas maiores, outras variáveis têm um papel mais complexo. Já o índice de atendimento total de água afeta o uso de maquinários e práticas agrícolas, e seu impacto varia conforme a região e o tamanho das propriedades.

Esta pesquisa também destaca a necessidade de políticas públicas que considerem as diferenças regionais e tentem reduzir os efeitos negativos da expansão agrícola, apesar da soja contribuir para o crescimento econômico, é importante apresentar também estratégias que abordem a desigualdade social e a gestão dos recursos naturais.

A expansão da soja no Arco Norte pode impulsionar o desenvolvimento econômico, mas para que esse crescimento seja sustentável e justo, é necessário adotar políticas focadas na distribuição equitativa de recursos, no aumento da escolaridade e na gestão sustentável dos recursos naturais que tratam da desigualdade e para um desenvolvimento equilibrado e sustentável na região.

BIBLIOGRAFIA

- Anselin, L. (1995). Local indicators of spatial association—Lisa. *Geographical Analysis*, 27(2), 93–115. <https://doi.org/10.1111/j.1538-4632.1995.tb00338.x>.
- Bicudo da Silva, R. F., Batistella, M., Millington, J. D., Moran, E., Martinelli, L. A., Dou, Y., & Liu, J. (2020). Three decades of changes in Brazilian municipalities and their food production systems. *Land*, 9(11), 422.
- Filassi, M., & Oliveira, A. L. R. (2022) Competitiveness drivers for soybean exportation and the fundamental role of the supply chain. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, 60(3), e235296. <https://doi.org/10.1590/1806-9479.2021.235296>.
- Garrett, R. D., & Rausch, L. L. (2016). Green for gold: Social and ecological tradeoffs influencing the sustainability of the Brazilian soy industry. *The Journal of Peasant Studies*, 43(2), 461–493. <https://doi.org/10.1080/03066150.2015.1010077>.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. (2018). Acessibilidade Geográfica. Recuperado em 05 de janeiro de 2024, de <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/tipologias-do-territorio/26253-acessibilidade-geografica.html?>
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. (2024a). PAM - Produção Agrícola Municipal. Recuperado em 05 de fevereiro de 2024, de <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9117-producao-agricola-municipal-culturas-temporarias-epermanentes.html?=&t=downloads>.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. (2024b). PIB-Mun – Produto Interno Bruto dos Municípios. Recuperado em 15 de janeiro de 2024, de <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pib-munic/tabelas>.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. (2024c). Censo Agropecuário. Recuperado em 05 de janeiro de 2024, de <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9827-censo-agropecuario.html?>
- Martinelli, L. A., Batistella, M., Silva, R. F. B. D., & Moran, E. (2017). Soy expansion and socioeconomic development in municipalities of Brazil. *Land*, 6(3), 62. <https://doi.org/10.3390/land6030062>.
- Moran, P. A. P. (1948). The interpretation of statistical maps. *Journal of the Royal Statistical Society: Series B (Methodological)*, 10(2), 243–251. <https://doi.org/10.1111/j.2517-6161.1948.tb00012.x>.
- Rosanov, C., Dias, D. R., Gonçalves, A. C. G., Jesus, L. F., Sousa, D. B. V., Rocha, A. S., Rebouças, G. F., Gonçalves, A. C. S., & Neto, O. C. (2022). A expansão do agronegócio da soja no tocantins: Contextualização dos impactos e mudanças no desenvolvimento regional. *Em Open Science Research IV* (1o ed, p. 158–167). Editora Científica Digital. <https://doi.org/10.37885/220609176>.
- Souza, M.M.; Rocha, M.P.C; Farias, V., & Tavares, H. (2020) Optimization of Soybean Outflow Routes from Mato Grosso, Brazil. *International Journal for Innovation Education and Research*, 8(8), 176-91. <https://doi.org/10.31686/ijer.vol8.iss8.2502>.
- Weinhold, D., Killick, E., & Reis, E. J. (2013). Soybeans, poverty and inequality in the Brazilian Amazon. *World Development*, 52, 132–143. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2012.11.016>.