

Comparação entre Modelos Estimados por Máxima Verossimilhança para Estimar o Desenvolvimento dos Municípios Agrícolas

Paula Marcolino[†]

[†]Autor correspondente: paulamarcolino@hotmail.com

INFORMAÇÕES DO ARTIGO

Palavras-chave:

Desenvolvimento Regional
Commodities

RESUMO

Este estudo analisa a relação entre a produção agrícola dos cinco principais produtos do Brasil — arroz, café, cana-de-açúcar, milho e soja — e o desenvolvimento econômico dos municípios, utilizando o Índice de Desenvolvimento Econômico BB como indicador. Através de uma abordagem exploratória, emprega-se regressões lineares para analisar dados da Produção Agrícola Municipal do IBGE, complementados por informações internas do Banco do Brasil. O objetivo é elucidar como a agricultura influencia o progresso econômico em escala municipal, contribuindo para um entendimento mais aprofundado do desenvolvimento dos municípios agrícolas do país. Resultados preliminares apontam para a necessidade de investigações adicionais para assegurar conclusões mais conclusivas e robustas.

1. Introdução

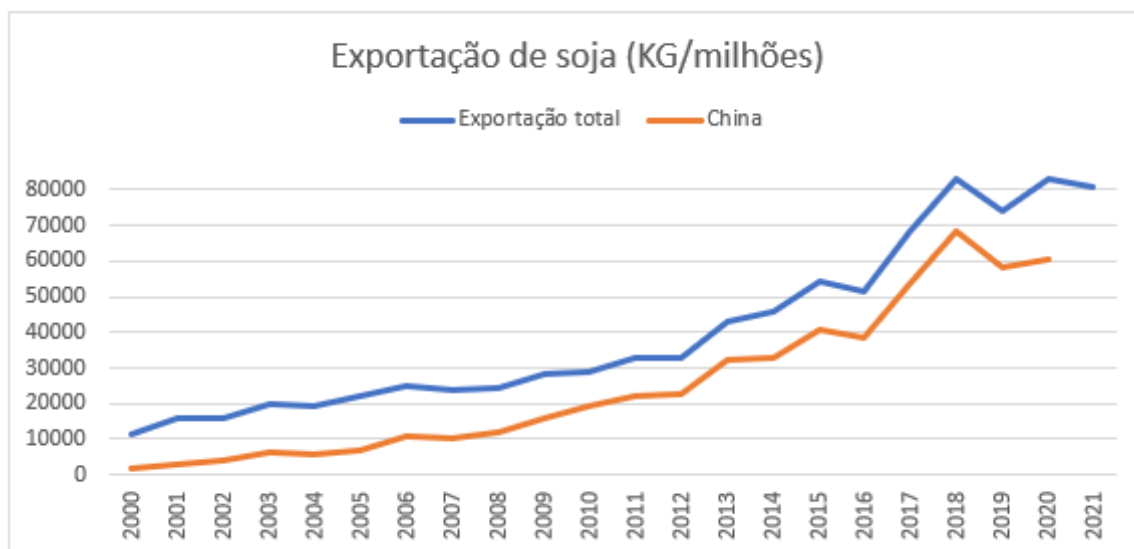
A recente expansão da fronteira agrícola brasileira nos últimos anos, especialmente em culturas como soja, milho, cana-de-açúcar, arroz e café, principais produtos de exportação do país, tem sido objeto de debates tanto nacionais quanto internacionais. Anualmente, a produção de soja, por exemplo, alcança novos recordes, independentemente de fatores adversos climáticos, econômicos ou políticos. Em 2020, a soja representou cerca de 35% das exportações do agronegócio, gerando uma receita de US\$ 35,24 bilhões, conforme dados da Secretaria de Comércio Exterior (Secex). O desenvolvimento regional derivado da agricultura transcende o valor agregado à própria agricultura e à cadeia produtiva. Ele engloba uma rede de atividades secundárias, incluindo serviços de apoio à estrutura produtiva, comércio local, crédito, transporte e estruturas de governança, entre outros órgãos e serviços. Conforme argumenta Leontief (1983), “dentro de cada setor, existe uma inter-relação entre os insumos que ele recebe de outros setores e sua contribuição para a produção total da economia”. Este trabalho visa explorar como o índice de desenvolvimento se correlaciona com municípios que cultivam ou não determinadas culturas agrícolas. Com base nisso, políticas públicas de desenvolvimento regional podem ser implementadas, permitindo a tomada de decisões estratégicas de negócios mais assertivas.

A motivação para esta pesquisa surge do interesse no mercado agrícola e no início de uma exploração de dados visando a elaboração de um estudo nesta área, com foco na soja, a principal commodity agrícola do Brasil. A soja continua a quebrar recordes de produção, apesar dos problemas climáticos sazonais, mudanças na política ou na economia brasileira. Inclusive em 2020, quando a pandemia de Covid-19 alterou as dinâmicas econômicas e sociais globais e todas as principais commodities brasileiras sofreram redução na produção, a soja registrou mais um recorde.

O objetivo deste artigo é avaliar o impacto da expansão agrícola em culturas chave como soja, milho, cana-de-açúcar, arroz e café no desenvolvimento econômico e social dos municípios brasileiros, visando identificar contribuições para atividades secundárias e a formulação de políticas públicas eficazes.

2. Revisão de Literatura

A cultura da soja no Brasil tem aproximadamente 140 anos. Sua produção começou no sul do país e, atualmente, se espalha por diversos biomas distintos, como o cerrado e o semiárido. A soja foi responsável pela colonização e desenvolvimento de vários municípios na região central do Brasil durante os anos 80, uma área que, até então, era pouco habitada e desvalorizada. Com a abertura comercial dos anos 90 e diante da crescente demanda mundial pelo produto, o complexo agroindustrial evoluiu rapidamente, tornando-se um dos principais produtos do país. A Figura 1 ilustra o crescimento da exportação de soja total e especificamente para a China.

Figura 1. Evolução do consumo das atividades de comércio.

Fonte: Banco Central do Brasil (2021). Elaboração própria.

A China é apontada como um dos principais propulsores do aumento da produção e exportação de soja no Brasil. A população chinesa cresceu de cerca de 1,263 bilhões de pessoas em 2000 para 1,402 bilhões em 2020, um aumento de cerca de 11% em 20 anos. No final da década de 1990, o crescimento da indústria levou a um êxodo rural para as cidades na China, aumentando a demanda por alimentos de preparo rápido, adequados ao estilo de vida acelerado das grandes cidades, muitos dos quais têm a soja como ingrediente principal (Gould, 2002; United States Department of Agriculture, 2002). O aumento do nível de renda na China alterou o padrão alimentar do país, com um crescimento no consumo de alimentos considerados mais saudáveis, como leite, carnes e ovos (Gould, 2002; Zheng e Henneberry, 2009), o que, por sua vez, aumentou o consumo de grãos destinados à alimentação animal, tornando a China fortemente dependente da importação desses grãos para alimentar seu rebanho (Tian, 2007). A Figura 1 ilustra o crescimento das exportações para a China após o ano 2000, período em que a renda *per capita* chinesa aumentou de R\$ 4.000,00 para R\$ 16.000,00, segundo o Banco Mundial.

O consumo mundial de soja é majoritariamente de produtos intermediários, permanecendo quase invisível na economia. Apenas cerca de 2% do consumo de soja é direto, em alimentos como tofu, hambúrguer de soja ou análogos ao leite de soja (Goldsmith, 2008). Nos últimos anos, diversos países mudaram seus padrões alimentares, buscando alimentos mais saudáveis e de melhor qualidade. Além da China, a Europa se destaca pelo aumento da demanda por soja, uma vez que as pessoas estão mais conscientes de que os derivados da soja oferecem uma proteína com redução de gordura trans em comparação com a proteína animal (Paulsen, 2008).

Os esforços para aumentar a produção de soja no mundo são inúmeros, com cientistas estudando maneiras de adaptar a soja ao continente africano, por exemplo. Apesar das limitações de secas, chuvas inadequadas e outras dificuldades no território africano, testes são realizados em algumas regiões para tornar a soja uma cultura importante e viável na África, o que traria benefícios socioeconômicos imensuráveis para o continente (Sinclair et al., 2014).

Meyfroidt et al. (2014) analisou a expansão territorial e o aumento da produtividade de commodities em cinco países: Brasil, Peru, Costa Rica, Vietnã e Indonésia. Ao discutir a expansão territorial e o desmatamento para a plantação de soja, é importante considerar que o aumento da produtividade pode ter impactos ambientais maiores que o próprio desmatamento, devido ao tipo de cobertura da terra utilizado, geralmente bastante agressivo ao meio ambiente. Contudo, a expansão territorial das commodities distribui melhor os empregos, a renda e os demais benefícios da produção na economia local.

Em relação aos custos ambientais da produção de soja, que são amplamente discutidos mundialmente, Garrett e Rausch (2016) analisaram a evolução da sustentabilidade da indústria de soja no Brasil em comparação com outras culturas, tanto em aspectos econômicos quanto sociais. Os autores constataram que a soja melhorou a renda dos produtores rurais, a qualidade dos alimentos e o crescimento das receitas com exportações. Apesar dos custos ecológicos, os benefícios em termos de bem-estar, como o aumento do poder de compra, melhorias no acesso rural, na saúde e na educação das áreas que antes não tinham nada antes do cultivo da soja, compensaram o impacto ecológico, que não pode ser atribuído exclusivamente à soja.

Garrett e Rausch (2016) também apontam que, apesar dos benefícios que a soja trouxe para o Brasil, faltam políticas públicas para ampliar os benefícios sociais e ambientais da soja na sociedade brasileira.

Com os avanços tecnológicos para manejo do solo e combate a pragas, a soja expandiu-se para o norte e o nordeste do país, regiões que até então praticamente não produziam soja. Essa área, composta por Maranhão, Piauí, Tocantins e Bahia, conhecida como “MATOPIBA”, apresentou significativo crescimento socioeconômico nos últimos anos, relacionado à fronteira agrícola (Bolfe et al., 2016).

Entender o encadeamento dos setores produtivos inter-regionais no Brasil é crucial para o desenvolvimento de políticas públicas direcionadas e/ou melhores investimentos privados (Haddad e Domingues, 2001; Guilhoto e Sesso Filho, 2010). Analisar como o aumento da produção de soja se correlaciona com outros setores da economia revelará como nosso principal produto exportado contribui para a economia do país, um dos objetivos deste trabalho.

3. Dados

Neste trabalho, utilizaram-se bases de dados em nível municipal para refinar a especificação do modelo. A Produção Agrícola Municipal (PAM) de 2020, fornecida anualmente pelo IBGE, oferece informações sobre os principais produtos das lavouras temporárias e permanentes do Brasil, incluindo área plantada e/ou colhida, quantidade produzida e valor da produção.

O Índice de Desenvolvimento Econômico do BB agrega indicadores econômicos dos municípios, abrangendo dados da RAIS municipal, disponibilizados pelo Ministério da Economia, dados da saúde dos municípios fornecidos pela ANS, dados do saldo de crédito disponibilizados pelo Banco Central e, por fim, dados internos do Banco do Brasil. Este índice, monitorado desde 2017, variou entre o mínimo de 78,52 e o máximo de 129,69 no período analisado. A análise dos dados foi conduzida em *cross-section* com informações do ano de 2020.

Para identificar as culturas que influenciam o desenvolvimento econômico nos municípios, com ou sem produção de determinadas culturas, empregou-se o modelo econométrico de regressão Probit, que analisa variáveis binárias baseando-se em uma distribuição normal padrão. As variáveis binárias são definidas como 0 para “não” e 1 para “sim”. Assumimos que:

$$E(Y|X) = P(Y = 1|X) = \Phi(\beta_0 + \beta_1 X)$$

onde $(\beta_0 + \beta_1 X)$ desempenha o papel do quantil z , dado que possui uma distribuição normal:

$$\Phi(z) = P(Z \leq z), \quad Z \sim \mathcal{N}(0, 1)$$

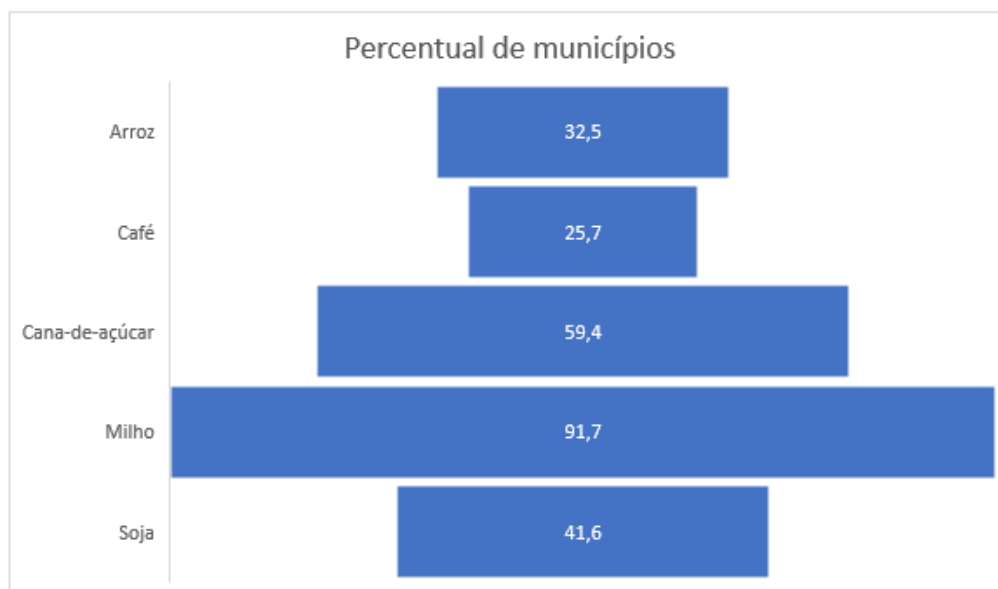
O coeficiente (β_1) será a mudança em z associada à variação de uma unidade em X . A interpretação de z a variável dependente Y não é feita de forma linear. Um aumento em x aumenta/diminui a probabilidade de que $y = 1$ (torna esse resultado mais/menos provável). Em outras palavras, um aumento em x torna o resultado de 1 mais ou menos provável. Interpretamos o sinal do coeficiente, mas não a magnitude. A grandeza não pode ser interpretada usando o coeficiente. Nosso modelo possui a variável dependente Índice de Desenvolvimento Econômico alto ou baixo (0 ou 1 respectivamente). A mediana do Índice de desenvolvimento entre 2017 e 2020 foi de 112 e por isso foi estabelecido que abaixo desse valor o Y será igual a zero e acima desse valor será igual a 1. Então o valor igual a 1 será um município com alto desenvolvimento econômico. O nosso modelo possui a seguinte estrutura:

$$\text{ÍndiceDes}_i = \alpha + \beta_1 \text{Arroz}_i + \beta_2 \text{Café}_i + \beta_3 \text{Cana}_i + \beta_4 \text{Milho}_i + \beta_5 \text{Soja}_i + \epsilon_i \quad (1)$$

onde:

- ÍndiceDes_i : Índice de Desenvolvimento Econômico, alto ou baixo (0 ou 1).
- β : parâmetro constante para todas as observações.
- i : representa os municípios.
- ϵ_i : termo de erro para a observação i .

Como variáveis independentes temos a produção de arroz, produção de café, produção de cana, produção de milho e produção de soja. A Figura 2 mostra o percentual de cada município que possui plantação de cada cultura. Foi determinado que caso o município tenha produção a variável terá o valor igual a 1 e caso não tenha produção o valor será igual a zero.

Figura 2. Percentual de produção das culturas nos municípios em 2020.

Fonte: PAM – IBGE. Elaboração própria.

4. Resultados

Os resultados da análise do Índice de Desenvolvimento revelam uma distribuição desigual entre as categorias “Alto” e “Baixo”. Conforme apresentado na Tabela 1, observa-se que 23,8% dos casos são classificados como de Alto desenvolvimento, enquanto uma maioria significativa de 76,2% é categorizada como de Baixo desenvolvimento. Essa distribuição ressalta uma predominância de condições de desenvolvimento mais baixas dentro do conjunto de dados analisado.

Tabela 1. Distribuição do Índice de Desenvolvimento Econômico.

Índice de Desenvolvimento	Código Y	Percentual de frequência
Alto	1	23,8%
Baixo	0	76,2%

Fonte: Elaboração própria.

Interpretando os coeficientes, os municípios com o Índice de desenvolvimento econômico alto são mais propensos a produzir arroz, cana-de-açúcar e soja. Em contrapartida, esses municípios são menos propensos a produzir café e milho.

Quando estimamos probit é comum analisarmos os efeitos marginais. Interpretando os efeitos marginais, o milho tem 5,7% menos chance de ser um município com desenvolvimento econômico alto. A soja tem 6% mais chance de ser um município com desenvolvimento econômico alto. Já o arroz e a cana-de-açúcar possuem a chance de 1,3% e 1,6% respectivamente a chance de ser um município com Índice de desenvolvimento alto.

Tabela 2. Resultados dos modelos probit.

	Coef. probit	Erro	Ef. marginais probit	Probit ordenado
Arroz	0,04*	0,04	0,013*	−0,087
Café	−0,01*	0,04	−0,004*	0,203
Cana-de-açúcar	0,05*	0,03	0,016*	0,321
Milho	−0,18*	0,06	−0,057*	−0,330
Soja	0,19*	0,03	0,060*	0,686

* Significativo. Fonte: Elaboração própria.

A média das probabilidades de ser um município com o índice de desenvolvimento alto é de cerca de 23,71%. O teste de ajuste deu cerca de 5%, portanto o modelo deve ser revisto e ajustado para obtermos melhores resultados. O segundo modelo utilizado é o logit/Probit ordenado que categoriza as variáveis dependentes em *ranking*. O modelo logit/probit ordenado possui j alternativas e terá um conjunto de coeficientes ($j - 1$). No nosso modelo, a variável dependente foi dividida em 3 subcategorias, sendo elas:

1. Desenvolvimento baixo
2. Desenvolvimento médio

3. Desenvolvimento alto

No modelo Logit ordenado, como resultado tivemos dois valores de intercepto, sendo $Y \geq 2$ igual a 0,77 e $Y \geq 3$ igual a -0,27. A previsão do logit ordenado é de 28,3% para $Y = 1$, 23,6% para o $Y = 2$ e para o $Y = 3$ o percentual de 48,1%.

5. Conclusão

Esta análise demonstra a importância de examinar as variáveis agrícolas dentro do contexto do desenvolvimento. Os resultados sugerem que certas culturas, especialmente a “Soja”, podem desempenhar um papel crucial no impulsionamento do desenvolvimento, enquanto outras, como o “Milho”, podem estar associadas a menores índices de desenvolvimento. Esses *insights* podem informar políticas voltadas para a promoção do desenvolvimento, destacando a necessidade de abordagens diferenciadas para cada tipo de cultivo.

Referências

- Banco Central do Brasil (2021). Dados abertos SFN. Acesso em: 28 out. 2021.
- Bertussi, G. L., Takasago, M., e Guilhoto, J. J. M. (2020). Infraestrutura econômica no Brasil: uma análise de sua relevância sob a ótica de matriz insumo-produto. *Análise Econômica*, 38(77).
- Bolfe, É. L. et al. (2016). Matopiba em crescimento agrícola: aspectos territoriais e socioeconômicos. *Revista de Política Agrícola*, 25(4):38–62.
- Brei, M. e Schclarek, A. (2013). Public bank lending in times of crisis. *Journal of Financial Stability*, 9(4):820–830.
- Brei, M. e Schclarek, A. (2015). A theoretical model of bank lending: does ownership matter in times of crisis? *Journal of Banking & Finance*, 50:298–307.
- Cano, W. (2008). *Desconcentração produtiva regional do Brasil – 1970–2005*. UNESP, São Paulo.
- da Silva Junior, J. J. et al. (2019). Impacto econômico dos inoculantes na soja: uma análise insumo-produto. *Revista de Estudos Sociais*, 21(42):99–121.
- Freitas, M. (2011). A cultura da soja no Brasil: o crescimento da produção brasileira e o surgimento de uma nova fronteira agrícola. *Enciclopédia Biosfera*, 7(12).
- Garrett, R. D. e 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.
- Goldsmith, P. D. (2008). Economics of soybean production, marketing, and utilization. In *Soybeans*, pages 117–150. AOCS Press.
- Gould, B. W. (2002). Household composition and food expenditure in China. *Agribusiness*, 18:384–402.
- Greene, W. H. (2008). The econometric approach to efficiency analysis. *The Measurement of Productive Efficiency and Productivity Growth*, 1(1):92–250.
- Gremaud, A. P., de Vasconcellos, M. A. S., e Toneto Jr., R. (2002). *Economia brasileira contemporânea*. Atlas, São Paulo.
- Guilhoto, J. e Sesso Filho, U. (2010). Estimação da matriz insumo-produto a partir de dados preliminares das Contas Nacionais. *Economia e Tecnologia*, 23. Curitiba-PR, ano 06.
- Guilhoto, J. J. M. e Sesso Filho, U. A. (2011). Input-output analysis: theory and foundations. Munich Personal RePEc Archive Paper No. 32566.
- Haddad, E. e Domingues, E. (2001). Inter-regional computable general equilibrium model for Brazil. Working Paper, IPE/USP, São Paulo.
- Haddad, E. A. (2018). *Regional Inequality and Structural Changes: Lessons from the Brazilian Experience*. Routledge.
- Leontief, W. (1951). *The Structure of the American Economy*. Oxford University Press, New York, 2 edition.
- Leontief, W. (1983). *A economia do insumo-produto*. Abril Cultural, São Paulo.
- Leontief, W. (1986). *Input-Output Economics*. Oxford University Press, New York, 2 edition.
- Meyfroidt, P. et al. (2014). Multiple pathways of commodity crop expansion in tropical forest landscapes. *Environmental Research Letters*, 9(7):074012.
- Pulsen, M. R. (2008). Measurement and maintenance of soybean quality. In *Soybeans*, pages 151–192. AOCS Press.
- Petersen, M. A. (2009). Estimating standard errors in finance panel data sets: comparing approaches. *The Review of Financial Studies*, 22(1). doi: 10.1093/rfs/hhn053.
- Piekarski, A. E. T. e Torkomian, A. L. V. (2005). Identificação de clusters industriais: uma análise de métodos quantitativos. *Gestão da Produção, Operação e Sistemas*.
- Pires, M. C. (2016). Política econômica e estabilização: uma breve análise da recessão brasileira. *Brazilian Keynesian Review*, 2(2):247–251.
- Porsse, A. A. et al. (2020). Impactos econômicos da COVID-19 no Brasil. Nota Técnica NEDUR-UFPR, v. 1.
- Rasmussen, P. (1956). *Studies in Intersectoral Relations*. North Holland, Amsterdam.
- Rodrigues, W. O. P., Frainer, D. M., e Eduardo, A. S. (2020). Cadeia produtiva de frango de corte: uma análise de desempenho a partir da matriz insumo-produto de Mato Grosso do Sul. *Geosul*, 35(76):428–452.
- Santos, J. O. (2021). Estrutura de produção da região Nordeste e estados nos anos de 2010 e 2015: uma contribuição a partir da abordagem insumo-produto. Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Norte.
- Silva, R. F. B. d. et al. (2017). The Sino-Brazilian telecoupled soybean system and cascading effects for the exporting country. *Land*, 6(3):53.

- Sinclair, T. R. et al. (2014). Soybean production potential in Africa. *Global Food Security*, 3(1):31–40.
- Tian, W. (2007). Agricultural development in China. In *Congresso Brasileiro de Agribusiness and Institute for International Trade Negotiations*, number 1, São Paulo.
- Tiryaki, G. F. et al. (2017). Ciclos de crédito, inadimplência e as flutuações econômicas no Brasil. *Revista de Economia Contemporânea*, 21.
- United States Department of Agriculture (2002). World agricultural supply and demand estimates. WASDE Report.
- Zheng, Z. e Henneberry, S. R. (2009). An analysis of food demand in China: a case study of urban households in Jiangsu province. *Review of Agricultural Economics*, 31(4):873–893.