

# Impacto da expansão e produção da soja na logística de exportação: uma análise para uma região de fronteira agrícola

**Palavras-Chave:** Infraestrutura, logística, agronegócio.

**Autores(as):**

**Maria Eduarda da Costa Gravio, FEAGRI – UNICAMP**

**Prof<sup>(a)</sup>. Dr<sup>(a)</sup>. Profa. Dra. Andréa Leda Ramos de Oliveira (orientadora), FEAGRI - UNICAMP**

**Tatiana de Oliveira Russo (coorientadora), FEAGRI - UNICAMP**

---

## INTRODUÇÃO:

A soja é o grão mais exportado pelo Brasil, apenas no ano de 2023 o país foi responsável por exportar cerca de 101 milhões de toneladas, o impacto disso representa cerca de 40% de todas as exportações feitas no território brasileiro (COMEXSTAT, 2023). Com o aumento da produção da soja, fez-se necessário a busca por territórios de plantio desse grão, e um dos alvos dessa expansão é a região de fronteira conhecida como MATOPIBA, que é o acrônimo dos estados do Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia, sendo uma das regiões que mais produzem soja no país, sendo responsável por 14,8 milhões de toneladas no último ano (COMEXSTAT, 2023).

Apesar do crescimento da região, a capacidade de armazenagem estimada para o MATOPIBA é de 16,6 milhões de toneladas (CONAB, 2024) que devem atender além da soja, a demanda de outros grãos. Além disso, o transporte mais utilizado para o escoamento dos grãos é o modal rodoviário, o qual apresenta limitações devido à capacidade limitada de transporte e altos custos de frete. (Russo et al., 2023).

Tendo em vista o aumento da produção na região de fronteira, o objetivo é analisar se a expansão e produção da soja na região do MATOPIBA pode impactar a logística de exportação da soja, nas rotas rodoviárias e no sistema de armazenagem. Para analisar os impactos foi adotado métodos de séries temporais, a fim de obter a previsão da produção da soja, e correlacionar os dados da previsão da produção futura com o sistema de transporte de exportação e armazenagem. Para quantificar esses impactos adotou-se o método de programação de origem-destino.

## METODOLOGIA:

Para prever a produção da soja na pesquisa, foi utilizado o método de séries temporais com auxílio de um software de programação, adotando dados históricos de produção, que foram coletados da produção agrícola municipal (PAM) disponibilizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2024) entre os anos de 1988 a 2021, e com eles foram criados quatro modelos estatísticos, sendo eles: Auto Regressivo (AR), Média Móvel (MA), Auto Regressivo de Média Móvel (ARMA), Auto Regressivo Integrado de Médias Móveis (ARIMA), para estimar a previsão futura da produção de soja mais assertiva. Os modelos passaram no teste de normalidade (Shapiro-Wilk) considerando o nível de significância de 5%, e no teste de estacionariedade (KPSS – Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin). O modelo que apresentou melhor acurácia foi o modelo ARIMA, após passar no teste de validação de Função de Autocorrelação (ACF) e Função de Autocorrelação Parcial (PACF) dos resíduos, apresentando os dados dentro do intervalo de confiança. Com isso, foram utilizados os valores preditivos da produção para os anos de 2023, 2024 e 2025 para analisar o impacto da produção futura de grãos no sistema de transporte logístico rodoviário e no sistema de armazenagem de grãos da região.

Dessa forma, foi necessário correlacionar os dados de produção com a capacidade de armazenagem e as rotas logísticas da região. O método utilizado para essa etapa foi o método de programação adotando-se um algoritmo de origem-destino. No qual foi considerado o centróide georreferenciado do MATOPIBA, localizado no município de Alto Parnaíba no estado do Maranhão, e as cinco rotas logísticas rodoviárias de que mais exportaram a soja no ano de 2023, para os portos de Vila do Conde (PA), Ilhéus (BA), Vitória (ES), Itaqui (MA) e Salvador (BA) (COMEXSTAT, 2023).

Para o modelo de origem-destino, os dados de *input* utilizados foram os obtidos anteriormente no modelo ARIMA de séries temporais de previsão para os anos de 2023 a 2025, e a capacidade de armazenagem de grãos no MATOPIBA, obtida no banco de dados disponibilizado pela Conab, sendo atualmente 16,6 milhões de toneladas (CONAB, 2024).

Além disso, também foi considerada a capacidade das rotas analisadas, por meio de quantas toneladas foram transportadas pelas mesmas em 2017, para analisar o impacto causado pelo aumento previsto. Os dados de 2017 das rotas logísticas foram os mais recentes disponibilizados pelo Observatório Nacional de Transporte e Logística (ONTL, 2024).

A rota de origem destino foi considerada a partir do centróide do MATOPIBA, localizado no município de Alto Parnaíba (MA) e chegando até os cinco portos selecionados (tabela 1).

Tabela 1: Cenários considerados saindo do centróide e chegando aos portos

Cenário 1	Origem	Rotas (mil km)	Capacidade (Mt)	Porto de destino
-----------	--------	----------------	-----------------	------------------

1	Alto Parnaíba (MA)	BR-235 a PA-483= 1,3	5,5	Vila do Conde
2		BR-235 a BR-415= 1,5	1,6	Ilhéus
3		BR-235 a ES-080= 2,1	1,6	Vitória
4		BR-235 a BR-135= 1,0	0,752	Itaqui
5		BR-235 a BR-324= 4,0	6,2	Salvador

As equações adotadas no modelo de origem-destino, para analisarmos o impacto da produção no sistema logístico rodoviário foram descritas abaixo, levando em consideração a mesma capacidade de armazenagem em todos os cenários:

$$P_S = p_t - p_{t-1} \quad (1)$$

$$I_T = C_T - P_S \quad (2)$$

$$I_A = C_A - P_S \quad (3)$$

$P_S$  = Projeção do aumento da produção de soja (Mt);

$p_t$  = Valor observado no tempo t;

$t - 1$  = valor da série temporal um período antes;

$I_T$  = Impacto da produção de soja no sistema de transporte rodoviário;

$I_A$  = Impacto da produção de soja no sistema de armazenagem;

$C_T$  = Capacidade da rota no transporte rodoviário de grãos (Mt/ano);

$C_A$  = Capacidade de armazenagem de grãos (Mt).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO:

Através do modelo preditivo ARIMA foi possível identificar um enorme potencial de crescimento da produção da soja ao longo dos anos (tabela 2). Os dados da série estavam dentro do intervalo de

confiança, e com isso foi possível observar que o valor preditivo obtido no modelo para o ano de 2021 (16,8 milhões de toneladas) foi próximo ao dado real de produção disponibilizado pelo IBGE (16,27 milhões de toneladas).

Tabela 2: Previsão da produção da soja

Ano	Valor real da soja (Mt) (IBGE, 2024)	Valor preditivo da soja (Mt)
2021	16,27	16,80
2022	16,47	17,08
2023	-	18,06
2024	-	19,85
2025	-	21,2

Porém, a previsão do modelo superou a capacidade de armazenagem atual na região no ano de 2023, com um déficit de 1,42 milhões, e em 2025 o valor aumentou para 4,47 milhões de toneladas (tabela 3). Dessa forma torna-se evidente que o sistema de armazenagem necessita de alterações para suprir o crescimento da produção.

Tabela 3: Capacidade de armazenagem dos grãos no MATOPIBA

Ano	Produção da soja (Mt)	Déficit na armazenagem (Mt)
2021	16,27	0,359
2022	16,47	0,157
2023	18,06	-1,42
2024	19,85	-3,22
2025	21,10	-4,47

A capacidade das rotas rodoviárias logísticas analisadas (tabela 1), apresentaram déficit de escoamento dos grãos. No primeiro cenário estudado, partindo do município de Alto Parnaíba (MA) com destino ao porto de Vila do Conde, a rota que deveria escoar aproximadamente 16,3 milhões de toneladas de grãos apresentou um déficit de 10,3 milhões de toneladas no transporte rodoviário, e os demais cenários também apresentaram esse resultado com tendência a aumentar o déficit ao longo dos anos.

Tabela 4: Déficit da capacidade das rotas logísticas de grãos em cada cenário

Ano	Produção (Mt)	1 cenário (Mt)	%	2 cenário (Mt)	%	3 cenário (Mt)	%	4 cenário (Mt)	%
2021	16,27	-10,8	66,1	-14,6	89,9	-15,5	95,4	-10	61,6
2022	16,47	-11	66,6	-14,8	90,1	-15,7	95,4	-10,2	62,1
2023	18,06	-12,5	69,5	-16,4	90,9	-17,3	95,8	-11,8	65,4
2024	19,85	-14,3	72,3	-18,2	91,7	-19,1	96,2	-13,6	68,5
2025	21,1	-15,6	73,9	-19,2	92,2	-20,3	96,4	-14,9	70,4

## CONCLUSÕES:

Por meio dessa pesquisa é possível compreender que a região do MATOPIBA tem enorme potencial de crescimento na produção da soja, porém a infraestrutura da região não está preparada para este aumento, pois com base nos resultados obtidos, a projeção da produção estimada é maior que a capacidade de armazenagem da região, havendo um déficit significativo que compromete a produção de *commodities*, pois a capacidade atual não comporta o aumento previsto.

Além disso, o escoamento dos grãos é realizado majoritariamente pelo transporte rodoviário, e esse meio apresenta déficit em sua capacidade de transporte até os portos de destino. Com isso torna-se necessário melhoria nas rotas rodoviárias, ou a implantação de um sistema de transporte intermodal para suprir a demanda necessária do escoamento.

## BIBLIOGRAFIA:

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. (2024). Portal Armazéns do Brasil. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/armazenagem/consultar-armazens-cadastrados> (acesso em: 3/07/2024).

COMEXSTAT – Estatística do Comércio Exterior. (2023). Exportações. Disponível em:

<https://comexstat.mdic.gov.br/pt/home> (acesso em: 3/07/2024).

ONTL – Observatório Nacional de Transporte e Logística (2024) Panorama de Transporte. Disponível em: <https://www.infrasa.gov.br/ontl/> (acesso em: 30/06/2024).

Sidra/IBGE – Sistema IBGE de Recuperação Automática (2024) Levantamento Sistemático da Produção Agrícola. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6588> (acesso em: 10/06/2024).

Russo, T. O.; T. C. O. da Conceição.; M. M. de Souza.; A. L. R. de Oliveira.; J. G. de Oliveira e N. M. S. da Silva(2023). Otimização do transporte intermodal para exportação da soja. Artigo Científico, 2. 162952. Disponível em: <https://proceedings.science/p/174658?lang=pt-br> (acesso em: 3/07/2024).