

**ANÁLISE MULTICRITÉRIO DA TOMADA DE DECISÃO PARA ESCOLHA DO  
PORTO DE EXPORTAÇÃO DE GRÃOS PRODUZIDOS NO MATO GROSSO**

**GABRIEL MORAIS OLIVEIRA**  
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO (USP)

**THIAGO GUILHERME PÉRA**  
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO (USP)

# ANÁLISE MULTICRITÉRIO DA TOMADA DE DECISÃO PARA ESCOLHA DO PORTO DE EXPORTAÇÃO DE GRÃOS PRODUZIDOS NO MATO GROSSO

## 1. INTRODUÇÃO

A expansão da produção agrícola brasileira, especialmente de grãos como soja e milho, consolidou o Brasil como um dos principais exportadores mundiais dessas commodities. Dentro desse cenário, o estado do Mato Grosso se destaca como o maior produtor nacional, sendo responsável por quase um terço da produção de soja e mais de um terço da produção de milho. No entanto, o escoamento da safra mato-grossense enfrenta desafios logísticos relevantes devido à longa distância até os principais portos e à infraestrutura de transporte ainda limitada em diversas regiões. Estudos mais recentes vêm utilizando o método *Analytic Hierarchy Process* (AHP) como ferramenta para apoiar decisões estratégicas na exportação de grãos, principalmente no que diz respeito à seleção de rotas logísticas e terminais portuários (CARDUCCI; FORMIGONI, 2021; TOLÓI et al., 2022; WAYDZIK et al., 2024).

A escolha do porto de exportação, nesse contexto, representa uma etapa estratégica no processo logístico, influenciando diretamente nos custos operacionais, na eficiência do transporte e na competitividade das tradings brasileiras no mercado internacional. Diversos critérios podem impactar essa decisão, incluindo infraestrutura portuária, conectividade logística, tempo de espera, tipo de terminal e custos com frete e tarifas. Entretanto, a complexidade do problema aumenta à medida que diferentes agentes do mercado atribuem pesos distintos a esses fatores, conforme suas realidades operacionais e estratégias comerciais.

Neste trabalho, busca-se identificar e hierarquizar os principais critérios utilizados pelas tradings na escolha de portos para a exportação de grãos oriundos do Mato Grosso. Para isso, é empregado o método *Analytic Hierarchy Process* (AHP), uma ferramenta multicritério amplamente utilizada para apoiar decisões complexas que envolvem variáveis qualitativas e quantitativas. A pesquisa se apoia na aplicação de um questionário enviado a profissionais de logística de grandes empresas exportadoras e em entrevistas estruturadas com representantes de quatro tradings relevantes no setor.

Ao proporcionar uma visão sistematizada dos fatores mais valorizados na escolha portuária, este estudo visa contribuir tanto para o aprimoramento da gestão logística das empresas quanto para políticas públicas e investimentos que fortaleçam os corredores de exportação de grãos. A expectativa é de que os resultados apoiem decisões mais eficientes, sustentáveis e alinhadas com os desafios da competitividade internacional do agronegócio brasileiro.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1. Exportação de grãos no Brasil e importância do Mato Grosso

A exportação de grãos é um dos pilares da economia brasileira, consolidando o país como um dos principais fornecedores mundiais de soja e milho. Esses produtos são amplamente utilizados na alimentação humana e animal, além da produção de biocombustíveis, como o etanol de milho. Segundo dados do Cepea/USP e da CNA (2025), o agronegócio representou cerca de 21,8% do PIB brasileiro em 2024, sendo que a soja respondeu por 42,8% do valor total da produção agrícola (R\$ 348,6 bilhões) e o milho por 12,5%. O Brasil é o maior produtor e exportador mundial de soja e o segundo maior exportador de milho, atrás apenas dos Estados Unidos. Na safra 2023/2024, foram produzidas aproximadamente 150 milhões de toneladas de soja e 120 milhões de toneladas de milho (CONAB, 2024). Em 2024, o país exportou cerca de

40 milhões de toneladas de milho (30% da produção) e, historicamente, exporta cerca de 70% da produção de soja (MAPA, 2024).

A China se mantém como o principal destino da soja brasileira, absorvendo aproximadamente 60% das exportações, o que corresponde a 41% de toda a soja exportada mundialmente (Trend Economy, 2023). Outros mercados importantes incluem União Europeia, Japão e Coreia do Sul. No caso do milho, os maiores compradores são países da União Europeia, Japão, Irã, Egito e outras nações do sudeste asiático (MAPA, 2024). Esse desempenho nas exportações reflete não apenas o volume produzido, mas também a competitividade logística do país, o que torna fundamental a análise dos canais de escoamento da produção. Além da intensificação da produção, estudos como os de Oliveira e Alvim (2016) destacam como a segregação da cadeia logística da soja e do milho impacta diretamente a competitividade da exportação brasileira, sendo a escolha eficiente de portos e modais um fator crucial para reduzir perdas e custos.

O estado do Mato Grosso é protagonista nesse cenário, sendo responsável por 29,1% da produção nacional de soja e 37,3% da de milho (CONAB, 2023). Essa liderança reforça sua importância não apenas na produção, mas também na logística de exportação. A maior parte dos grãos mato-grossenses é escoada por meio dos portos do Arco Norte, como Santarém, Barcarena e Itaituba, utilizando principalmente rodovias e hidrovias. Essa rota tem se consolidado como alternativa competitiva aos portos do Sudeste e Sul, como Santos e Paranaguá, por reduzir custos logísticos e encurtar distâncias até mercados internacionais. Essa mudança geográfica nas rotas de exportação reforça o papel estratégico do Mato Grosso como elo central entre a produção agrícola nacional e os mercados globais (MAPA, 2024; ROCHA, 2022).

## 2.2. Logística de exportação e corredores estratégicos para o Mato Grosso

O Brasil enfrenta grandes desafios logísticos para o escoamento de sua produção agrícola, especialmente devido à sua vasta extensão territorial e à histórica dependência do modal rodoviário. Cerca de 60% do transporte de cargas no país é realizado por rodovias, enquanto os modais ferroviário e hidroviário representam apenas 24% e 12%, respectivamente, de acordo com a ANTT. Essa matriz logística contrasta com a de outros países de dimensões continentais, como Estados Unidos, China e Canadá, que priorizam o uso de ferrovias e hidrovias por oferecerem menores custos em longas distâncias (CNI, 2024).

Apesar do grande volume de produção, a malha viária brasileira ainda apresenta limitações. Segundo dados do Ministério dos Transportes (2024), o Brasil possui apenas 19 km de rodovias pavimentadas para cada 1.000 km<sup>2</sup>, enquanto países como Alemanha e Japão superam os 1.000 km. Essa carência estrutural reforça a necessidade de estratégias intermodais no transporte de grãos. A distância média percorrida entre os polos produtores e os portos é de aproximadamente 865 km — semelhante à extensão total da Alemanha — o que intensifica o impacto de um sistema logístico ineficiente (ESALQ-LOG; USDA, 2024).

Com o crescimento da produção no Mato Grosso, dois corredores logísticos têm se destacado no escoamento de grãos: o Corredor Sudeste e o Corredor Norte (Arco Norte). O primeiro conecta os polos mato-grossenses ao Porto de Santos (SP) por meio das rodovias BR-153, BR-050 e BR-262, além de ferrovias como a Rumo Malha Paulista e a Ferrovia Centro-Atlântica (FCA). Os terminais intermodais de Rondonópolis (MT), Uberaba (MG) e Araguari (MG) funcionam como pontos de integração modal, permitindo a transferência eficiente da carga até os portos. O Porto de Santos, maior da América Latina, ainda é um dos principais destinos das exportações de grãos, com elevada capacidade operacional e localização estratégica.

Por outro lado, o Corredor Arco Norte tem ganhado protagonismo por oferecer alternativas mais próximas dos centros produtores do Centro-Oeste. Essa rota utiliza a BR-163 até os terminais hidroviários de Miritituba (PA), de onde os grãos seguem pelos rios Tapajós e Amazonas até os portos de Barcarena, Santarém e Itaquí. Além disso, a futura Ferrogrão, ferrovia em fase de projeto, pretende conectar Sinop (MT) a Miritituba, reduzindo ainda mais os custos logísticos. Essa rota tem sido considerada estratégica por aliviar a pressão sobre os portos do Sudeste e diminuir o tempo de transporte, além de apresentar maior aderência a critérios ambientais e operacionais desejados por tradings e compradores internacionais.

A consolidação do Arco Norte como corredor logístico competitivo reflete uma mudança estrutural importante na logística de exportação de grãos no Brasil. De acordo com o Ministério dos Transportes (MTPA, 2017), a integração de modais e a proximidade com os polos produtores tornam essa alternativa cada vez mais relevante. A escolha entre os dois corredores — Sudeste e Arco Norte — passa a depender de critérios operacionais estratégicos, como custo, infraestrutura, conectividade e tempo de transporte, todos analisados neste estudo. A literatura internacional também reforça essa perspectiva. Em estudos como o de Wang et al. (2025), a priorização logística na importação de soja pela China utiliza o AHP para balancear custo, tempo e risco geopolítico, ressaltando a necessidade de abordagens integradas na exportação agrícola.

### 2.3. Evolução histórica da logística de exportação de grãos no Brasil e Mato Grosso

A logística de exportação de grãos no Brasil passou por um processo gradual de transformação, à medida que a produção agrícola se expandiu das regiões Sul e Sudeste para o Centro-Oeste e o MATOPIBA (Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia). Até as décadas de 1980 e 1990, os portos de Santos (SP) e Paranaguá (PR) concentravam a maior parte das exportações, devido à proximidade com os centros produtores da época e à infraestrutura disponível. No entanto, o avanço da fronteira agrícola para o Cerrado e a crescente produção em estados como Mato Grosso e Goiás impuseram novos desafios logísticos e favoreceram o fortalecimento de rotas alternativas. Assim, os portos do Arco Norte passaram a ganhar importância estratégica, especialmente com o uso de hidrovias e terminais mais próximos aos polos produtores. Essa mudança estrutural é evidenciada pelos dados de 2024, quando os portos do Arco Norte (Belém, São Luís, Santarém, Manaus e Salvador) ampliaram suas participações de 15% nas exportações de grãos em 2010 para mais de 30% a partir de 2020, conforme pode ser observado pela Figura 1.

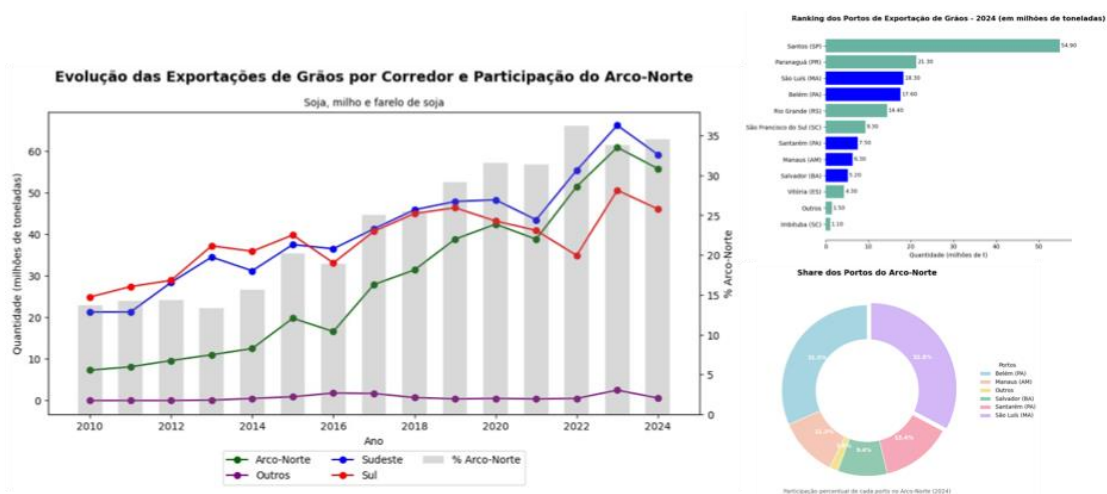


Figura 1 – Evolução das exportações de soja, milho e farelo de soja por corredor do Brasil e participação do Arco Norte  
 Fonte: Comexstat (2025)

Especificamente, o estado do Mato Grosso, maior região produtora de grãos do país, utiliza praticamente todos os grandes portos para a sua logística. Em 2024, por exemplo, o estado exportou aproximadamente 60 milhões de toneladas de soja, milho e farelo de soja, sendo 29 milhões para Santos e 27,3 milhões para o Arco Norte. A Figura 2 detalha tais movimentações.

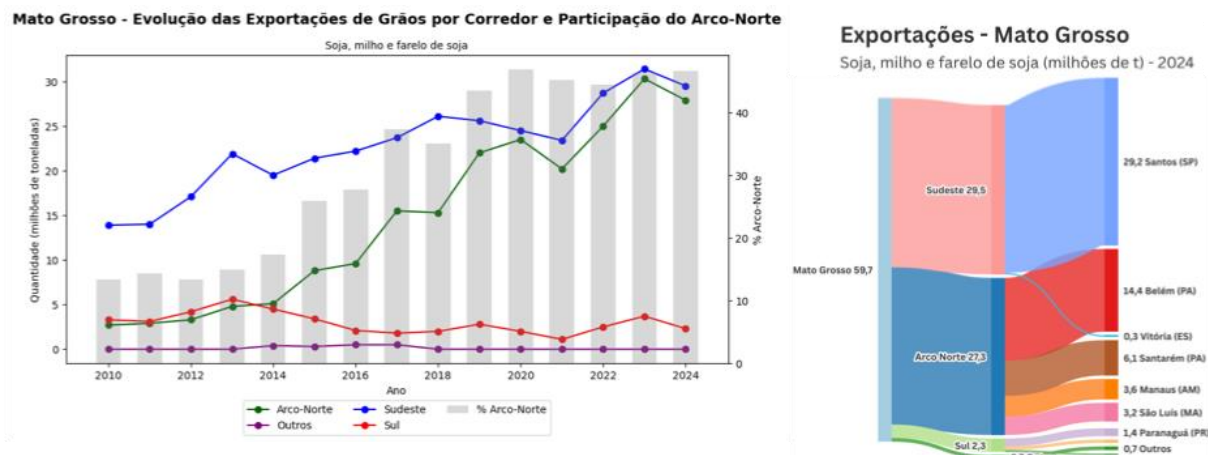


Figura 2 – Evolução das exportações de soja, milho e farelo de soja por corredor do Mato Grosso e participação do Arco Norte  
Fonte: Comexstat (2025)

#### 2.4. Importância do estudo e lacunas na literatura

A escolha de um porto para a exportação de grãos é influenciada por diversos fatores que refletem a prioridade logística, operacional e estratégica das tradings que atuam no mercado. Os critérios mais recorrentes na literatura especializada envolvem custo logístico, tipo de terminal, conectividade intermodal e infraestrutura portuária (CARDUCCI; FORMIGONI, 2021; TOLÓI et al., 2022). Alguns estudos também consideram a confiabilidade das operações, o tempo de espera e as práticas sustentáveis como elementos-chave na tomada de decisão (WAYDZIK et al., 2024; SINGH; DORWARD; OSBAHR, 2016). O uso de métodos multicritério, como o *Analytic Hierarchy Process* (AHP), tem sido amplamente adotado para estruturar essas escolhas em contextos de exportação agrícola, especialmente na cadeia da soja e do milho, com aplicações tanto nacionais quanto internacionais (OLIVEIRA NETO, 2010; OLIVEIRA; ALVIM, 2016; WANG et al., 2025).

Contudo, observa-se que muitos desses estudos concentram-se em comparar modais ou rotas de transporte, como ferroviário e hidroviário, mas sem aprofundar o papel decisivo de elementos portuários específicos, como o tempo de espera e a existência de terminais próprios (XUN et al., 2018). Além disso, poucos trabalhos utilizam dados primários diretamente obtidos de especialistas da área de logística internacional ou de profissionais de empresas exportadoras para atribuir pesos aos critérios utilizados nas análises. Essa ausência reduz o alinhamento dos modelos propostos com a realidade operacional vivida pelas tradings (YANG et al., 2022; TOLÓI et al., 2022).

Por fim, há uma lacuna relevante no que diz respeito à consideração de variáveis ambientais, regulatórias e relacionadas à sustentabilidade, que ganham importância diante de exigências crescentes do mercado global (SINGH; DORWARD; OSBAHR, 2016). Nesse contexto, este estudo se propõe a contribuir com a literatura ao aplicar o método AHP considerando múltiplos critérios, com especial atenção aos gargalos estruturais dos principais corredores de exportação brasileiros. A abordagem permite capturar a complexidade da escolha portuária sob uma ótica

prática e atualizada, fortalecendo a utilidade da pesquisa tanto para empresas quanto para políticas públicas de infraestrutura.

### 3. METODOLOGIA

#### 3.1 Pesquisa primária para obtenção de dados (entrevistas)

Realizou-se extensa pesquisa na literatura buscando mapear quais são os principais critérios levados em consideração na escolha de um porto para a exportação de grãos pelas tradings, os quais foram adicionados a um formulário a ser enviado para os agentes de mercado.

A escolha de um porto para a exportação de grãos é influenciada por diversos fatores que refletem a prioridade logística, operacional e estratégica das tradings que atuam no mercado. Os critérios que influenciam a decisão das tradings são amplos, porém na literatura alguns desses fatores são citados frequentemente, como o custo logístico do transporte até o porto e até o destino final, além do tipo de terminal e capacidades portuárias.

Os custos operacionais e tarifários associados à atividade portuária são critérios de grande relevância para as tradings, além de despesas com armazenagem e com os terminais, que são cruciais na tomada de decisão, visto que portos com políticas tarifárias competitivas tendem a atrair mais movimento (FLIEHR et al., 2018).

Questões ligadas à infraestrutura dos portos também são de extrema importância para a escolha do porto. Portos com silos e equipamentos modernos, além de terminais especializados e alta capacidade de armazenagem das cargas, reduzem as perdas durante o processo e aumentam a competitividade no mercado internacional (LIMA et al., 2018).

A localização dos portos e a facilidade do acesso logístico a eles são cruciais. A proximidade dos portos dos polos produtores, aliada a uma infraestrutura multimodal de transporte que permita o escoamento da produção até o porto, são critérios de extrema importância para a maior eficiência e competitividade das tradings. Justamente em razão desses fatores, os portos do Arco Norte vêm ganhando tração na exportação de grãos, com localização estratégica que facilita o acesso aos mercados internacionais e oferece estrutura logística para o escoamento da produção do principal polo produtor brasileiro, no estado do Mato Grosso (THADANI; ROCHA, 2024; GARCIA; VIEIRA FILHO, 2021).

Portos que oferecem maior agilidade no processo de carga e descarga e menor tempo de espera para atracação são preferidos. A eficiência operacional tem impacto direto na confiabilidade dos portos e na redução dos custos para as tradings (RAO et al., 2024; SOUSA et al., 2019).

A conformidade com normas e regulações ambientais vem ganhando cada vez mais importância no cenário global em todos os setores da economia, e na exportação não é diferente. Hoje, mais do que nunca, as tradings e empresas do setor estão preocupadas em seguir protocolos e normas ambientais, visto que isso é desejado pelos países importadores dos grãos brasileiros. Logo, portos que estão de acordo com esse modelo mais sustentável e possuem certificações que averiguem esse comportamento são cada vez mais valorizados pelas tradings (VIEIRA et al., 2014; YANG et al., 2022).

Por fim, o principal critério na escolha de um porto para exportação de grãos por parte das tradings na literatura ainda tende a ser o preço, dada a necessidade de se oferecer um valor competitivo no mercado internacional. No entanto, muitos fatores podem influenciar esse custo final, como questões logísticas, infraestrutura e certificações ambientais, que agregam valor aos produtos (CARDUCCI; FORMIGONI, 2021; TOLÓI et al., 2022).

Elaborou-se um questionário a ser enviado para gestores da área logística de empresas relevantes no setor com os critérios levantados na literatura e outros que poderiam influenciar na tomada de decisão segundo opiniões pessoais.

Levando em consideração que quanto maior o número de critérios de decisão mais complexo se torna o processo AHP, além de potencializar a aparência de inconsistências nas respostas e dificultar a comparação entre pares, foi elaborado um formulário através da plataforma Formulários Google, no qual foram colocados 15 critérios, dos quais os 5 de maior importância deveriam ser selecionados pelos gestores de 4 empresas líderes de mercado no setor de exportações de grãos. Os critérios incluídos no formulário inicial foram os seguintes: localização e proximidade com o centro de produção, infraestrutura portuária, conectividade logística, custo (frete e taxas portuárias), tempo de espera, confiabilidade das operações portuárias, disponibilidade de silos e armazéns no porto, condições climáticas e ambientais, incentivos governamentais, histórico de greves e interrupções, tecnologia existente no porto, facilidade nos processos alfandegários, práticas sustentáveis do porto, reputação do porto e por último o tipo de terminal (próprio ou de terceiros) e outros, possibilitando que os entrevistados pudessem contribuir com outros critérios. Após a definição dos cinco critérios principais na opinião dos agentes de mercado, foi aplicada uma entrevista para a comparação entre pares com um gestor logístico de uma dessas empresas (*trading* multinacional de exportação de grãos), para o desenvolvimento do método AHP.

### 3.2 Aplicação do método AHP

O Analytic Hierarchy Process (AHP) é um método multicritério proposto por Thomas L. Saaty na década de 1970, com o objetivo de apoiar decisões complexas envolvendo critérios quantitativos e qualitativos. A estrutura do método é composta por quatro etapas principais: representação hierárquica do problema, comparação de pares, cálculo dos pesos relativos (via autovalor) e agregação das prioridades.

Na primeira etapa, o problema é decomposto em três níveis hierárquicos: o objetivo (neste caso, a escolha do porto mais adequado para exportação de grãos), os critérios e subcritérios de decisão, e por fim, as alternativas — os portos a serem avaliados. Em seguida, realiza-se a comparação de pares entre os critérios, utilizando a escala de Saaty, que varia de 1 (igual importância) a 9 (importância extrema). Os resultados formam a matriz  $A$ , cujos elementos devem obedecer à condição, proposta por Saaty (1980):

$$a_{ij} = \frac{1}{a_{ji}}, \text{ e } a_{ii} = 1 \quad (1)$$

A terceira etapa envolve o cálculo dos pesos relativos (vetor  $w$ ) de cada critério, por meio do maior autovalor ( $\lambda_{max}$ ) da matriz  $A$ . A equação fundamental, fornecida por Saaty (1980), é:

$$\hat{A}\hat{w} = \lambda_{max}\hat{w} \quad (2)$$

Na prática, isso é feito normalizando as colunas da matriz  $A$  e calculando a média das linhas.

Para verificar a consistência dos julgamentos, calcula-se o Índice de Consistência (IC), fornecido por Saaty (1980):

$$IC = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad (3)$$

Onde  $n$  é o número de critérios. Em seguida, obtém-se o Quociente de Consistência (QC) comparando o IC ao Índice de Consistência Aleatório (ICA) fornecido por Saaty:

$$QC = \frac{IC}{ICA} \quad (4)$$

Para este estudo, com 5 critérios, adota-se  $ICA=1,11$ . Um resultado de  $QC \leq 0,10$  é considerado aceitável. Se for maior, as comparações devem ser revisadas.

Com os pesos dos critérios validados, procede-se à comparação das alternativas (portos de Santos, Barcarena e São Luís) em relação a cada critério. Por fim, realiza-se a agregação das prioridades relativas combinando os pesos dos critérios com os pesos das alternativas, utilizando a equação proposta por Saaty(1980):

$$P_c = P_2 \times P_1 \quad (5)$$

Em que:

- $P_c$  representa o vetor de prioridade composta;
- $P_1$  são os pesos dos critérios de seleção;
- $P_2$  são os pesos das alternativas em cada critério.

Ou seja, para cada porto, multiplica-se seu peso em cada critério pelo peso daquele critério na decisão global. A soma dos produtos resulta na preferência agregada, indicando a alternativa mais adequada segundo os critérios avaliados.

### 3.4 Limitações do método

Entretanto existem também algumas limitações do método, como por exemplo a subjetividade de julgamento, que pode introduzir viés pessoal na pesquisa e influenciar a tomada de decisões. Em problemas nos quais se considera muitos critérios de decisão, a comparação par a par cresce exponencialmente, o que aumenta a complexidade do método e o torna mais suscetível a inconsistências. Além disso, na aplicação do método se pressupõe a independência entre todos os critérios de decisão, o que na realidade nem sempre é o caso (Ishizaka; Labib, 2011; Mazurek; Perzina, 2017). O processo de comparações par-a-par em muitos critérios, frequentemente gera matrizes inconsistentes: estudos mostram que cerca de 36 % das matrizes submetidas ultrapassam o limite tolerável de inconsistência (Mazurek; Perzina, 2017).

## 4. ANÁLISE DOS RESULTADOS

A análise dos dados obtidos por meio da aplicação do método AHP permitiu identificar, com clareza, os critérios mais relevantes na escolha de portos para escoamento da produção de grãos do estado do Mato Grosso. Através da estruturação hierárquica dos fatores decisórios e da ponderação realizada por especialista do setor, foi possível atribuir valores objetivos a aspectos frequentemente avaliados de forma subjetiva na logística portuária. Como pode ser observado a Figura 3, o critério de custo logístico foi considerado o mais relevante entre os cinco analisados, com um peso relativo de 48,2%, refletindo a predominância da variável econômica nas decisões operacionais de exportação.

## Hierarquização dos Critérios de Decisão

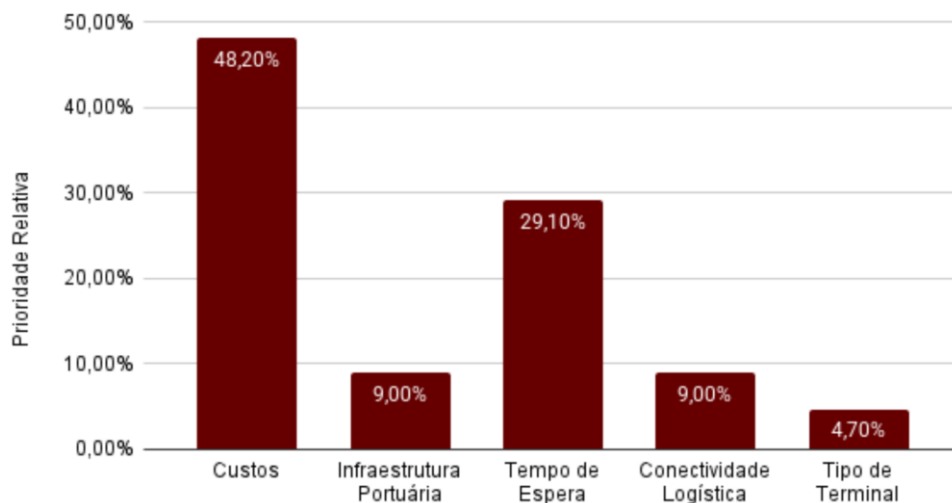


Figura 3 – Hierarquização dos critérios de decisão de escolha dos portos de exportação de grãos  
Fonte: Elaborado pelos autores, 2024.

A importância atribuída ao tempo de espera no porto (29,1%) também se mostrou significativa, sinalizando preocupação com a previsibilidade operacional e os impactos da ociosidade dos modais de transporte. Já os critérios infraestrutura portuária (11,1%), conectividade logística (6,9%) e tipo de terminal (4,7%) obtiveram pesos menores, o que não significa que sejam irrelevantes, mas sim que, sob a ótica do especialista consultado, exercem influência secundária frente aos fatores de maior impacto direto nos custos e na eficiência operacional.

Esses pesos serviram de base para avaliar as alternativas — Santos, Barcarena e São Luís — em cada um dos critérios, conforme apresentado pela Figura 4. A análise individual por critério demonstrou que Santos, por sua ampla infraestrutura, conectividade com ferrovias e rodovias, e histórico de operações, obteve os maiores valores em custo logístico (64,3%) e infraestrutura portuária (76,4%). Já Barcarena se destacou em tempo de espera (53,9%), evidenciando a eficiência operacional proporcionada por um menor grau de congestionamento. Por outro lado, São Luís apresentou desempenho modesto, com destaque apenas no critério conectividade logística (40%).

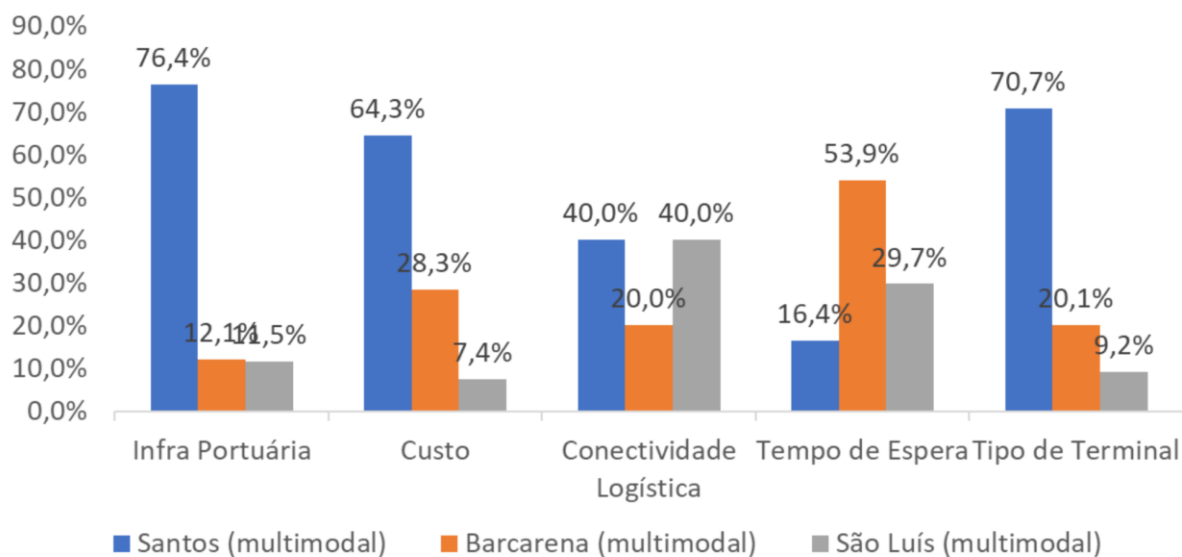


Figura 4 – Comparação entre portos em cada critério definido.  
 Fonte: Elaborado pelos autores, 2024.

Quando esses resultados foram integrados por meio da prioridade composta, processo que pondera os desempenhos das alternativas segundo a importância de cada critério, o porto de Santos alcançou a maior pontuação global (0,496), sendo classificado como a alternativa mais adequada para o escoamento de grãos do Mato Grosso no contexto analisado (vide Figura 5). Barcarena, com 0,331, ocupou a segunda posição, mostrando-se uma opção viável, especialmente em contextos nos quais o tempo de espera tornou-se mais crítico. Por fim, São Luís obteve o menor índice (0,173), o que sugere menor aderência aos critérios definidos como prioritários.

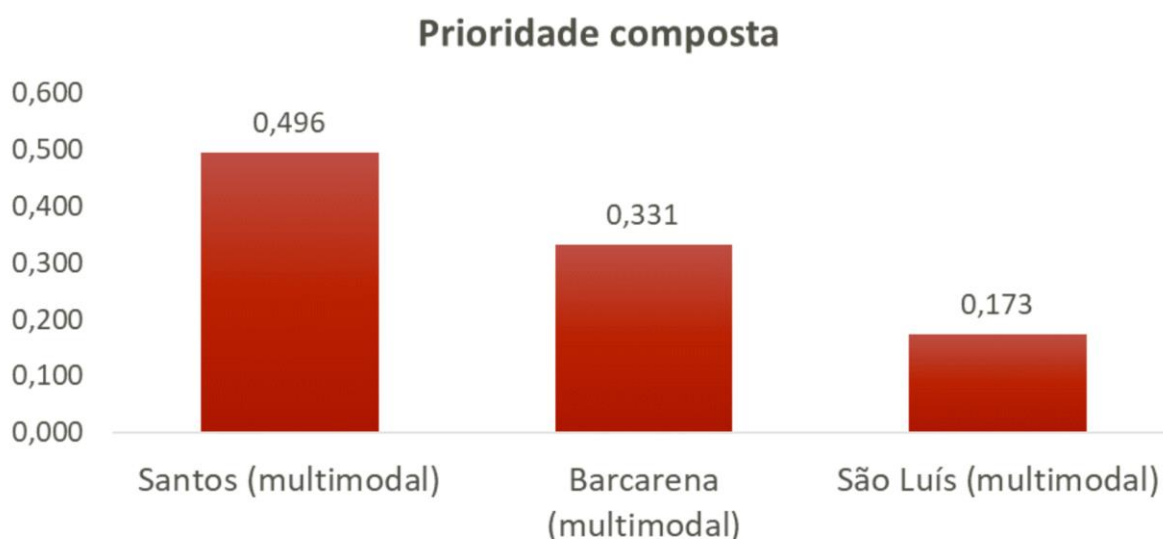


Figura 5 – Prioridade composta de cada alternativa portuária.  
 Fonte: Elaborado pelos autores, 2024.

Contudo, como o AHP é sensível às mudanças nos pesos atribuídos, foi conduzida uma análise de sensibilidade para cada critério. O objetivo foi verificar a robustez da escolha do porto mais adequado, caso os contextos operacionais mudem ou outras empresas atribuam pesos diferentes aos critérios.

No critério infraestrutura portuária (Figura 6), mesmo ao elevar seu peso a 100%, Santos continua sendo a melhor alternativa, dado seu desempenho superior nesse aspecto. Esse resultado confirma a dominância estrutural de Santos nesse quesito, sendo uma vantagem que se mantém mesmo sob cenários extremos de priorização desse critério.

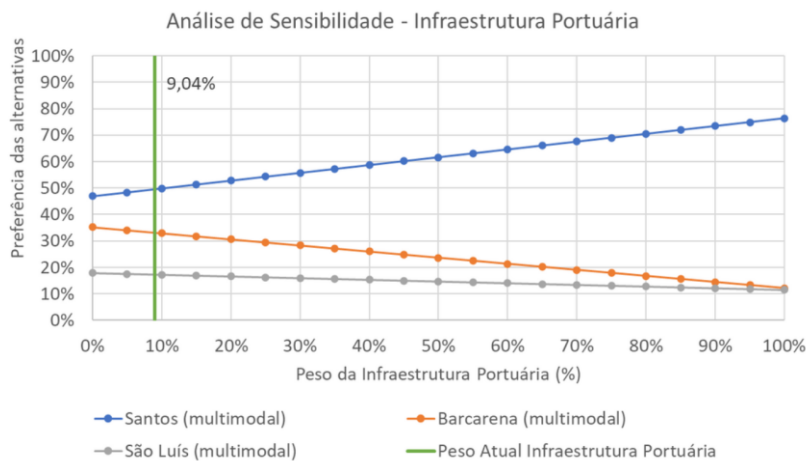


Figura 6 – Análise de sensibilidade critério infraestrutura portuária.  
Fonte: Elaborado pelos autores, 2024.

No critério tipo de terminal (Figura 7), o porto de Santos também manteve sua liderança em todos os cenários, reforçando a baixa sensibilidade da decisão a esse fator. Isso pode indicar que, embora o tipo de terminal utilizado seja relevante operacionalmente, ele não é decisivo no processo de escolha de porto quando comparado a critérios como custo e tempo.

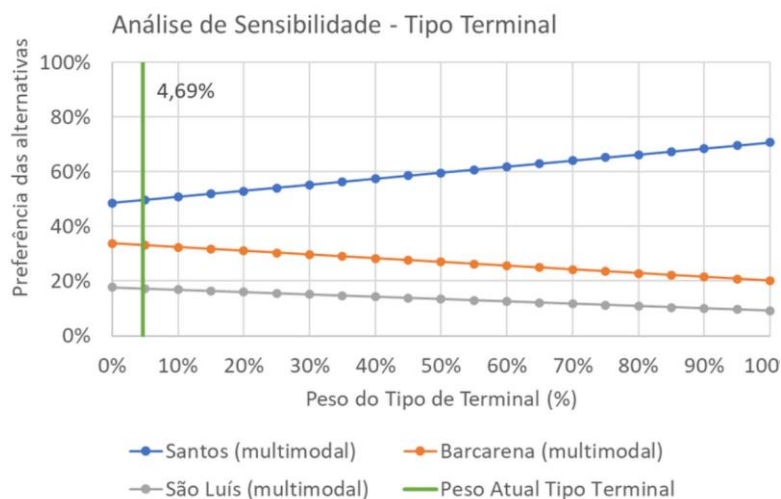


Figura 7 – Análise de sensibilidade critério tipo de terminal.  
Fonte: Elaborado pelos autores, 2024.

A análise do critério conectividade logística (Figura 8), no entanto, revelou um cenário mais volátil. A partir de um peso superior a 65% para esse critério, São Luís ultrapassa Santos como porto preferencial. Isso indica que, em situações em que a integração logística multimodal (rodovia, ferrovia e hidrovía) é determinante para o exportador, como em operações que buscam reduzir transbordos, São Luís pode se tornar uma alternativa viável e até preferida.

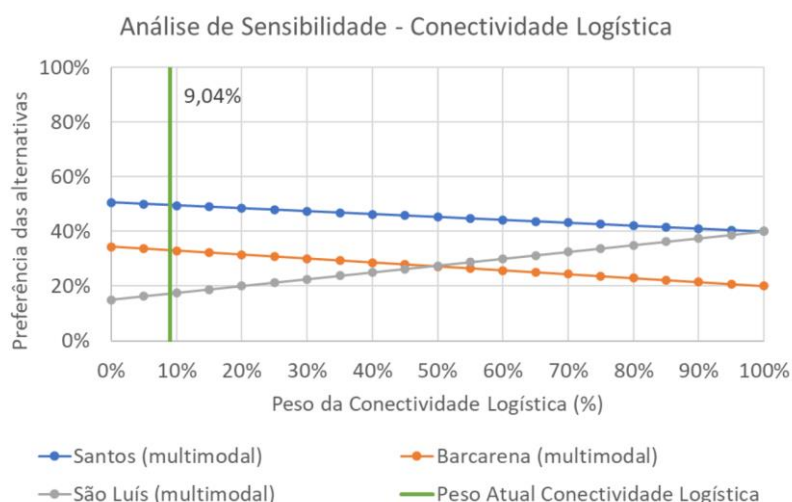


Figura 8 – Análise de sensibilidade critério conectividade logística.  
 Fonte: Elaborado pelos autores, 2024.

No critério tempo de espera (Figura 9), observou-se a maior sensibilidade entre todas as análises. Com apenas um aumento moderado no peso deste fator (acima de 35%), Barcarena ultrapassa Santos, destacando-se como uma excelente alternativa em operações que exigem agilidade e menor tempo de estadia portuária. Essa conclusão é especialmente relevante em períodos de alta demanda portuária ou diante de atrasos nos ciclos logísticos.

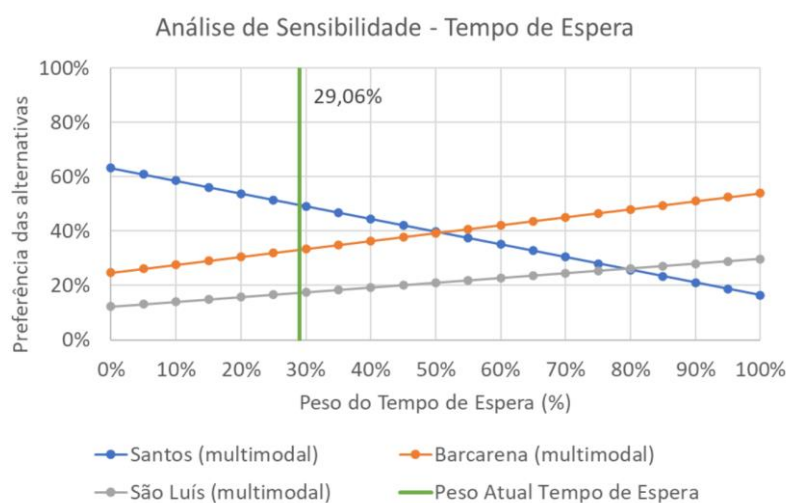


Figura 9 – Análise de sensibilidade critério tempo de espera.  
 Fonte: Elaborado pelos autores, 2024.

Por fim, a análise de sensibilidade do critério custo (Figura 10) reafirma o protagonismo de Santos: mesmo com a redução progressiva do peso atribuído a esse critério, Santos se mantém como o porto mais indicado até que o peso de custo caia abaixo de 20%, o que é improvável em contextos operacionais reais. Isso demonstra que o desempenho de Santos é tão robusto que, mesmo em cenários onde o custo não é o critério dominante, ele continua competitivo.

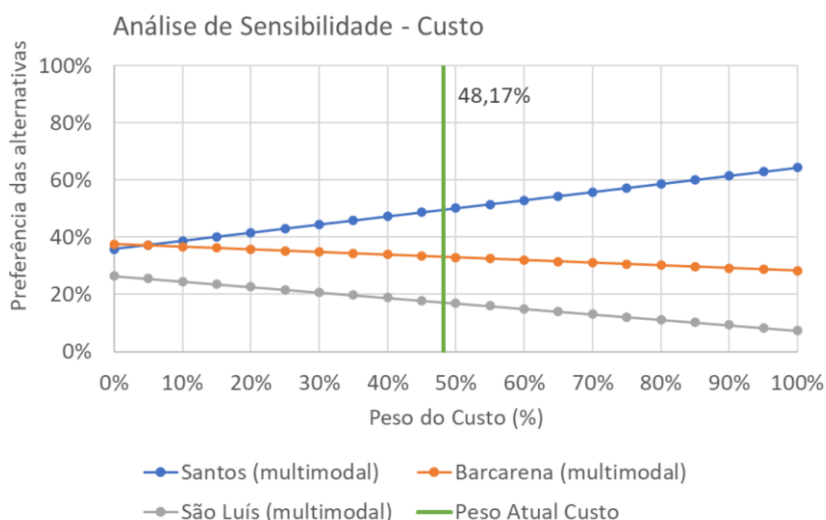


Figura 10 – Análise de sensibilidade critério custo.  
 Fonte: Elaborado pelos autores, 2024.

## 5. CONCLUSÃO

A análise realizada evidenciou que o porto de Santos ainda se destaca frente às demais alternativas avaliadas, em especial devido à sua infraestrutura portuária consolidada, maior conectividade logística. Apesar dos avanços nos portos do Arco Norte, como Barcarena e São Luís, a diferença estrutural ainda é marcante, reflexo de décadas de concentração de investimentos no Sudeste e da maior qualidade das vias de acesso à região. Essa disparidade reforça a vantagem competitiva do porto de Santos, cuja estrutura física e operacional segue sendo um diferencial para a escolha de rotas por empresas do setor.

Curiosamente, o critério mais relevante na hierarquização foi o tempo de espera (29,1%), superando até mesmo o critério de custo (48,2%) na definição final das prioridades, o que pode soar como uma surpresa inicial, dado que é comum se esperar que o menor custo total determine a decisão. No entanto, esse resultado pode ser explicado pelos altos custos indiretos associados ao tempo de espera, especialmente com *demurrage* (taxas aplicadas pelo atraso na devolução de contêineres ou liberação de navios), que oneram significativamente a operação portuária. Isso revela como os critérios estão profundamente interligados: uma infraestrutura mais eficiente contribui para menor tempo de espera, o que por sua vez reduz os custos operacionais, ainda que não diretamente percebidos na cotação inicial de frete.

Contudo, é importante reconhecer as limitações deste estudo. A principal delas refere-se ao fato de a etapa de comparação de pares, fundamental no AHP, ter sido realizada com base na percepção de um único especialista logístico de uma trading exportadora. Embora esse profissional detenha vasta experiência no setor, a representatividade da amostra pode restringir a generalização dos resultados para todo o mercado.

Diante disso, o presente trabalho se mostra relevante pela aplicação do método AHP como ferramenta de apoio à decisão e também por evidenciar de maneira estruturada os gargalos logísticos que ainda precisam ser enfrentados para que os portos do Arco Norte alcancem plena competitividade. O estudo apresenta subsídios para empresas exportadoras, operadores logísticos e formuladores de políticas públicas, reforçando a necessidade de uma agenda de investimentos consistente, que reduza as desigualdades logísticas entre as regiões e fortaleça a integração entre os modos de transporte no Brasil.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CARDUCCI, C. E.; FORMIGONI, A. Análise do escoamento da soja no estado de Mato Grosso do Sul: reflexão sobre rotas via corredor bioceânico e portos tradicionais utilizando AHP. **Research, Society and Development**, Pelotas, v. 10, n. 16, 2021.
- CONFEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO BRASIL (CNA). **PIB do Agronegócio mantém queda no segundo trimestre, acumulando recuo de 3,5% em 2024**. 2024. Disponível em: <https://cnabrasil.org.br>. Acesso em: 15 out. 2024.
- CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA (CNI). **Brasil e a dependência das rodovias: desafios e caminhos para investimentos**. 2024. Disponível em: <https://noticias.portaldaindustria.com.br/noticias/infraestrutura/brasil-e-a-dependencia-das-rodovias-desafios-e-caminhos-para-investimentos/>. Acesso em: 18 dez. 2024.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **Boletim Logístico mostra desempenho das exportações de soja e milho em 2023/24 e aponta tendência para 2024/25**. 2024. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/5886-boletim-logistico-mostra-desempenho-das-exportacoes-de-soja-e-milho-em-2023-24-e-aponta-tendencia-para-2024-25>. Acesso em: 15 fev. 2025.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **Último levantamento da safra 2023/2024 estima produção de grãos em 298,41 milhões de toneladas**. 2024. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/5728-ultimo-levantamento-da-safra-2023-2024-estima-producao-de-graos-em-298-41-milhoes-de-toneladas>. Acesso em: 15 out. 2024.
- ESALQ-LOG. **Dados sobre infraestrutura rodoviária brasileira e comparação internacional**. 2024. Disponível em: <https://esalqlog.esalq.usp.br/>. Acesso em: 16 nov. 2024.
- FLIEHR, J. C.; MARTINS, M.; KREMLIS, A. Impacts of transportation and logistics on Brazilian soybean prices. **Transportation Journal**, Nova York, v. 58, n. 1, p. 65-85, 2018.
- GARCIA, J. R.; VIEIRA FILHO, J. E. R. A nova geografia da agropecuária brasileira e os desafios logísticos. **Confins**, Paris, n. 50, 2021.
- ISHIZAKA, A.; LABIB, A. Review of the main developments in the analytic hierarchy process. **Expert Systems with Applications**, Londres, v. 38, n. 11, p. 14336-14345, 2011.
- LIMA, D. P.; MARTINS, M. A.; OLIVEIRA, B. C. The impact of Chinese imports of soybean on port infrastructure in Brazil: a study based on the concept of the “Bullwhip Effect”. **Journal of Commodity Markets**, Amsterdã, v. 9, p. 55-76, 2018.
- MAZUREK, J.; PERZINA, R. On the inconsistency of pairwise comparisons: an experimental study. **Journal of Multi Criteria Decision Analysis**, Londres, jan. 2017 (pre published).
- MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA (MAPA). **Exportações Brasileiras: Milho**. 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/relacoes-internacionais/documentos/Milho.pdf>. Acesso em: 3 fev. 2024.
- MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES, PORTOS E AVIAÇÃO CIVIL (MTPA). **Corredores Logísticos Estratégicos: Volume I – Complexo Soja e Milho**. 2017. Disponível em: [https://issuu.com/transportabrasil/docs/relatorio\\_corredores\\_logisticos\\_vol](https://issuu.com/transportabrasil/docs/relatorio_corredores_logisticos_vol). Acesso em: 2 jan. 2025.
- OLIVEIRA, A. L. R.; ALVIM, A. M. The supply chain of Brazilian maize and soybeans: the effects of segregation on logistics and competitiveness. **International Food and Agribusiness Management Review**, Gainesville, v. 19, n. 4, 2016.
- RAO, A. R.; WANG, H.; GUPTA, C. Predictive analysis for optimizing port operations. **Journal of Maritime Logistics**, Seul, 2024.

- ROCHA, F.; SOUZA, J.; LIMA, M. **Emissão de CO<sub>2</sub> na logística de exportação de soja do Mato Grosso: o caso das exportações pelo Arco Norte**. 2017. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/314898926\\_EMITSAO\\_DE\\_CO2\\_NA\\_LOGISTICA\\_DE\\_EXPORTACAO\\_DE\\_SOJA\\_DO\\_MATO\\_GROSSO\\_O\\_CASO\\_DAS\\_EXPORTACOES\\_PELo\\_ARCO\\_NORTE](https://www.researchgate.net/publication/314898926_EMITSAO_DE_CO2_NA_LOGISTICA_DE_EXPORTACAO_DE_SOJA_DO_MATO_GROSSO_O_CASO_DAS_EXPORTACOES_PELo_ARCO_NORTE). Acesso em: 15 dez. 2024.
- SAATY, T. L. **The Analytic Hierarchy Process: planning, priority setting, resource allocation**. New York: McGraw-Hill, 1980.
- SOUZA, E. F.; SANTOS FILHO, A. O.; RAMOS, F. B. R.; SOUZA, R. A. G.; CARDOSO JUNIOR, V. Eficiência e governança portuária: evidência do sistema portuário brasileiro. **Revista Produção Online**, João Pessoa, v. 19, n. 3, p. 761-783, 2019.
- THADANI, R. M.; ROCHA, A. C. B. Mapping least cost transport corridors for soybean exports from Mato Grosso: a case study of logistics from farm to port. **Global Journal of Human-Social Science**, Nova York, v. 24, n. 4, p. 1-24, 2024.
- TOLÓI, R. C.; OLIVEIRA, L. F. M.; MORAIS, M. F.; ROCHA, L. A.; FREITAS, P. L. Applying Analytic Hierarchy Process (AHP) to identify decision-making in soybean supply chains: a case of Mato Grosso production. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, v. 60, n. 2, e229595, 2022.
- TRENDECONOMY. **Soya beans (soybeans) | Imports and Exports | 2023**. 2023. Disponível em: [https://trendeconomy.com/data/commodity\\_h2/1201](https://trendeconomy.com/data/commodity_h2/1201). Acesso em: 15 nov. 2024.
- VIEIRA, G. B. B.; GONÇALVES, R. B.; LAZZARI, F.; BERTUOL, S. Critérios de escolha portuária: uma revisão
- WANG, Y. et al. Optimization of grain import market layout in the context of food systems: estudo de caso da China e soja. **Frontiers in Sustainable Food Systems**, Lausanne, 2025.
- WAYDZIK, F. A. et al. **Otimização logística do transporte para o escoamento agrícola: o uso da AHP como ferramenta de apoio**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO (CONBREPRO), 1., 2024, Florianópolis. *Anais eletrônicos...* Florianópolis: ABREPRO, 2024. Disponível em: [https://aprepro.org.br/conbrepro/anais/2024/arquivos/10282024\\_121000\\_671fa9482142b.pdf](https://aprepro.org.br/conbrepro/anais/2024/arquivos/10282024_121000_671fa9482142b.pdf). Acesso em: 9 jul. 2025.
- XUN, Y. et al. A study on the quality management of containerised grains in Asia: aplicação do AHP para controle de qualidade de grãos. **Journal of Cleaner Production**, Amsterdã, 2018.
- YANG, X.; MEHTA, P.; GOSAIN, A.; SINGH, N.; NANDA, A. Crop-suitability analysis using the analytic hierarchy process and GIS: application to cereal crops in Haryana, India. **Sustainability**, Basel, v. 14, n. 9, 2022.