

PESOS DOS CRITÉRIOS DE COMPETITIVIDADE DAS ROTAS DE ESCOAMENTO DE SOJA DO MATO GROSSO COM APOIO DO MÉTODO DE ANÁLISE HIERÁRQUICA

Alessandro de Castro Corrêa
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia
do Pará (IFPA)

Maisa Sales Gama Tobias
Universidade Federal do Pará (UFPA)

Rui António Rodrigues Ramos
Universidade do Minho

Paulo Sérgio Lima Pereira Afonso
Universidade do Minho

Carlos Machado-Santos
Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (UTAD)

Victória Lima de Oliveira
Universidade Federal do Pará (UFPA)

RESUMO

A tomada de decisão é um processo mental e cognitivo que envolve a avaliação de critérios tangíveis e intangíveis, sendo particularmente desafiador em contextos complexos, como a logística de escoamento da produção em regiões com vasta dimensão territorial, dispersão geográfica das zonas produtoras e infraestrutura limitada. Este estudo teve como objetivo identificar e ponderar os critérios de competitividade na escolha de rotas logísticas, com foco no escoamento da soja produzida no estado do Mato Grosso, Brasil. Para tanto, foi utilizado o método *Analytic Hierarchy Process* (AHP), com a coleta de dados realizada por meio da aplicação de questionários junto aos tomadores de decisão envolvidos no processo. Os pesos atribuídos aos critérios de escolha de rotas foram posteriormente validados em reuniões de consenso com os *stakeholders*. Os resultados evidenciaram que critérios relacionados ao padrão de viagem e à segurança das rotas apresentaram maior relevância no processo decisório. Esses achados destacam a importância de considerar fatores operacionais e de segurança na definição de estratégias logísticas em cenários de grande complexidade, oferecendo subsídios para a melhoria da competitividade das rotas e, conseqüentemente, para a eficiência no transporte de commodities agrícolas.

Palavras-chave: tomada de decisão; competitividade; AHP.

INTRODUÇÃO

O escoamento da produção de soja do Centro-Oeste brasileiro tem se constituído como um desafio logístico. As rotas de transporte que saem dessa região para os portos do Sul e do Sudeste do país e, em parte, para os portos dos estados da região Norte apresentam carência de infraestrutura e diversos projetos em pauta governamental. Decisões relevantes para as rotas obrigam a decidir sobre quais projetos investir, dada a escassez de recursos e a necessidade de maximização de benefícios. Assim, a determinação das importâncias relativas dos critérios de competitividades das rotas de escoamento da produção é fundamental para analisar o processo decisório dos *stakeholders*, tidos como tomadores de decisão no tocante à logística do escoamento da produção, bem como a investimentos e elaborações de políticas de transporte.

Em termos de produção, a economia do estado do Mato Grosso é sustentada por dois pilares: a pecuária e a agricultura. Apesar de possuir o maior rebanho bovino do país, com aproximadamente 34,2 milhões de animais, segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (BRASIL, 2022), a produção e exportação de grãos são as principais atividades econômicas do estado. Em 2021, o Mato Grosso foi responsável por aproximadamente 28% da produção nacional de soja. Face a intensificação da produção de soja, os *stakeholders* têm promovido a busca por soluções logísticas eficientes para o escoamento da safra. Em face deste desafio, é consenso entre grande parte dos planejadores de transportes, estudiosos do tema, operadores logísticos e do setor produtivo, que as alternativas de escoamento da produção crescente do Centro-Oeste e Norte brasileiro devam ser consideradas em termos de investimentos, envolvendo a rede viária e os portos da região Norte, o chamado Arco Norte (abrangendo infraestruturas acima do paralelo 16°S).

Para potenciar o escoamento da safra pelos portos do Arco Norte, as alternativas de rotas se constituem em diversos investimentos inseridos em planos governamentais e estudos técnicos. Dentre eles, a pavimentação da rodovia BR-163/PA, restaurações das rodovias BR-155/PA e BR-158/PA e, realização de intervenções de adequação de capacidade na rodovia BR-364/RO. Também, em termos de investimentos, é importante viabilizar a chegada da Ferrovia Norte-Sul a Barcarena (PA), construir a ferrovia EF-170 (Ferrogrão), derrocar o

Pedral do Lourenço, construir novos terminais privados em Miritituba e Vila do Conde, além de dragar, balizar e sinalizar o Rio Madeira e o Rio Tapajós. Não menos importante, é preciso retomar um projeto esquecido desde a década de 1970, a BR-210 (inserida no antigo projeto Calha Norte), que ligará Roraima, Pará e Amapá, viabilizando a integração comercial com as Guianas, o Suriname e a Venezuela. Tais infraestruturas possibilitam a diversificação de rotas, o aumento na sua capacidade de escoamento e a utilização combinada de diversos modos de transporte rodo, ferro e hidroviário.

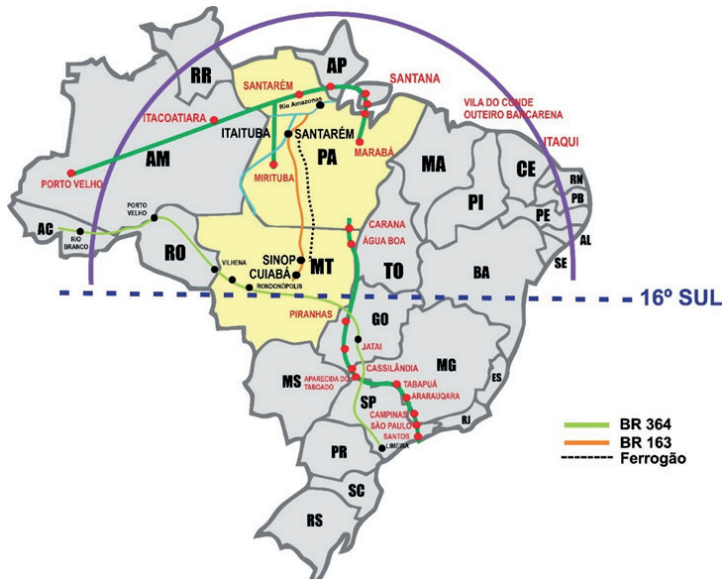
No âmbito logístico, relacionado aos fluxos de transportes gerados pelo escoamento da produção, convém notar a importância que os *stakeholders* atribuem às alternativas resultantes de combinação de rotas e modos de transporte, de forma a identificar as que podem oferecer a melhor opção dada a valoração de critérios críticos da escolha no momento da decisão pela rota-porto disponível. Vale ressaltar que frente à necessidade premente ao aumento de competitividade, num mundo globalizado com um ambiente permeado de mudanças contínuas, ter como base critérios adequados e alinhados a uma realidade presente de *stakeholders* torna-se um aspecto crítico e até mesmo de sobrevivência no mercado, e de desenvolvimento do setor produtivo nacional. O aumento da competitividade surge, assim, atrelado à necessidade de aproveitamento eficiente dos recursos de infraestrutura existentes e investimentos financeiros bem direcionados, visando a maximização de benefícios dos projetos em novas infraestruturas.

Diante do exposto, este trabalho teve como foco a análise do processo de escolha das alternativas de rotas-porto de escoamento, em termos da definição de pesos dos critérios envolvidos na tomada de decisão, por aqueles *stakeholders* que de fato definem por onde escoar a produção. Para tal análise, foi utilizado o *Analytic Hierarchy Process*, conhecido como método AHP, com os dados coletados a partir de um questionário dirigido aos tomadores de decisão. A busca de resultados foi dirigida para a obtenção da estrutura hierárquica de critérios e subcritérios que, numa ação preliminar, foi possível elencar, a partir da revisão de literatura sobre o assunto. A estrutura hierárquica de tomada de decisão em transporte inclui critérios tradicionais, mas também incorpora fatores sociais e ambientais essenciais para a Amazônia. Essa abordagem considera as peculiaridades regionais, como a presença de reservas ambientais e indígenas, a dispersão populacional e os baixos índices de desenvolvimento humano em diversas cidades.

METODOLOGIA

O objeto de estudo é a região de produção de grãos no Mato Grosso, onde se situam os principais municípios produtores de soja, tendo à frente o município de Sorriso (BRASIL, 2022) e que utiliza como corredores de escoamento, atualmente, a BR 163 e a BR 364. Num futuro próximo é expectável adicionar o corredor resultante do projeto da ferrovia Ferrogrão. Na região, conforme a Figura 1, os principais municípios produtores são Sinop e Sorriso e os de recebimento de carga são Santarém e Itaituba (Miritituba), no Norte e, Rondonópolis para os portos do Sul e Sudeste, onde há transbordo rodoviário para a ferrovia que faz ligação direta ao Porto de Santos.

Figura 1 - Rotas de Transporte de Soja.



Fonte: Autores, 2024.

Tipo de Estudo e Público-Alvo

A pesquisa teve caráter exploratório e a amostra foi não probabilística, apoiada no aproveitamento de respondentes que aderiram espontaneamente a pesquisa sendo, portanto, usado um método de amostragem intencional, apoiada em reuniões *in loco* com operadores logísticos e de entidades de comercialização, admitidos como conhecedores do processo de recepção e despacho de carga

de soja. Tal amostragem mostrou-se adequada para um estudo preliminar e de validação para uma fase mais alargada, após a experiência de aplicação e aperfeiçoamento do questionário para aplicação em outras situações de condições similares (REIS *et al.*, 2022). Admitiu-se que, os respondentes que se mostraram disponíveis são elementos de amostra representativos do universo de população em questão.

O uso do Método AHP

O AHP (SAATY, 1977, 1980) é um método de apoio à decisão multicritério, que desde o seu desenvolvimento na década de 70 tem sido amplamente aplicada em diversos campos, como na resolução de problemas relacionados à engenharia de materiais (GEHLOT; SHRIVASTAVA, 2024), avaliação de docentes (DO; TRAN; TRAN, 2024), energia (MANIVASAGAM *et al.*, 2023; LI *et al.*, 2024), logística (MENON; RAVI, 2022), controle de finanças públicas (ARAUJO *et al.*, 2023) e transportes (RABIA; BELLABDAOUI, 2023; LIN *et al.*, 2024; GARIPAGAO-GLU; DUMAN; YILMAZ, 2023; JUNYENT *et al.*, 2024). Apesar ter sido concebido para o processo completo de avaliação de alternativas, seja na versão original ou com adaptações, tem sido frequentemente empregado na etapa de atribuição de pesos dos critérios em virtude das dificuldades de julgamentos que surgem na presença de muitas alternativas em decorrência do aumento do número de comparações, tal como apresentadas por Araujo *et al.* (2023), Manivasagam *et al.* (2023), Lin *et al.* (2024) e Menon e Ravi (2022).

O AHP é um método baseado em síntese aditiva, que divide o problema em objetivo, critérios, subcritérios e alternativas, formando uma árvore hierárquica de decisão, tornando mais simples o processo de análise. As avaliações dos critérios e subcritérios, bem como das alternativas em relação aos critérios são realizadas em matrizes de comparações em pares, seguindo uma escala que permite a avaliação de atributos qualitativos (SAATY, 1977, 1980), representando a tradução semântica da preferência de uma alternativa em relação a outra, apresentada na Tabela 1. Saaty (1991a) sugere que devem ser adotados, preferencialmente, os valores ímpares para a melhor distinção de preferências, reservando-se os valores intermediários (pares) para situações avaliações em grupo como forma de contornar dificuldades de consenso entre avaliadores, uma vez que serve de ponto médio entre escalas, permitindo uma solução de compromisso.

As matrizes geradas com avaliações da escala Saaty, conforme Equação (1), são positivas, quadradas e recíprocas.

$$A = [a_{ij}]_{n \times n} \quad (1)$$

na qual, a_{ij} representa uma comparação entre o elemento da linha i e o elemento coluna j ; e n representa a dimensão da matriz e é o número de critérios em comparação.

Tabela 1 - Escala de Saaty.

Escala	Comparação entre linhas (i) e colunas (j)
1	Importância igual
3	Importância moderada
5	Importância grande
7	Importância muito grande
9	Importância absoluta
2, 4, 6, 8	Valores intermediários para refinamento do julgamento.

O vetor de prioridade de cada matriz de comparação, ou peso que representa a importância relativa de cada alternativa ou critério, é obtido pela normalização de seus maiores autovetores, os quais podem ser facilmente calculados pelo método da média geométrica conforme Equações de (2) a (4).

$$w = [w_i]_n \quad (2)$$

$$w_i = \frac{g_i}{\sum_{i=1}^n g_i} \quad (3)$$

$$g_i = (\prod_{j=1}^n a_{ij})^{1/n} \quad (4)$$

nas quais, w é o vetor de prioridade normalizado cuja somatória dos elementos, w_i são os elementos normalizados que representam os pesos de cada critério, g_i é o elemento i do maior autovetor de matriz de comparações A , calculado como a média geométrica dos elementos da linha i .

As prioridades de cada critério representam os pesos ou importância atribuídos pelos decisores. As prioridades calculadas dentro de cada critério ou entre critérios, antes da ponderação por suas categorias, são denominadas prioridades locais. As prioridades calculadas após ponderação pela categoria superior a qual

pertencem são denominadas globais (SAATY, 1980, 1991a, 1996). A consistência de cada matriz é avaliada pela razão de consistência (CR) que deve ser igual ou inferior a 0,10 e é calculada pela divisão do Índice de Consistência (CI) pelo Índice de Consistência Aleatória (RI), respectivamente definidos nas Equações de (5) a (7).

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (5)$$

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad (6)$$

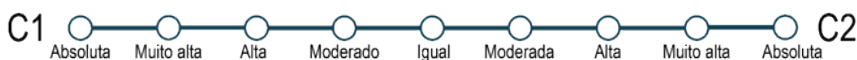
$$\lambda_{max} = \sum_{j=1}^n a_{ij} w_j \quad (7)$$

na qual λ_{max} é o maior autovalor da matriz de comparações A que pode ser calculado, conforme sugestão de Saaty (1977, 1980, 1996), como o produto do vetor resultante da soma dos elementos de suas colunas pelo seu vetor de prioridade normalizado, n a sua dimensão e o valor de RI é um valor tabelado para cada valor de n , para $n=3$, $RI=0,58$ e para $n=4$, $RI=0,9$ (SAATY, 1977, 1980).

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

As avaliações foram realizadas *in loco* a partir das percepções dos *stakeholders*, entre março e abril de 2024, nas macrorregiões produtoras de soja de Sorriso e Sinop, no traçado da BR163, e da Região Oeste do Pará, de embarque da carga. O instrumento de coleta adotado foi um questionário o qual foi respondido pelos tomadores de decisão envolvidos no processo de escoamento da soja. Os termos semânticos da escala de Saaty foi adaptada no questionário apresentado aos respondentes, sem os valores intermediários, tendo em vista que respostas são realizadas individualmente sem necessidade de soluções de compromisso, traduzindo-se na escala da Figura 2.

Figura 2 - Escala de Saaty adaptada.



Fonte: Autores, 2024.

Deve-se atentar para a importância tida na identificação de possíveis inconsistências nas respostas refletidas nas matrizes de prioridades individuais.

Assim, para que as preferências pareadas fossem consideradas satisfatórias o valor da Razão de Consistência (CR) teria que ser igual ou inferior a 0,10 (SAATY, 1991b). As matrizes inconsistentes foram corrigidas, utilizando o procedimento matemático proposto por Harker (1987).

As matrizes de comparações individuais resultantes das respostas, corrigidas quando necessário, foram agregadas, utilizando médias geométricas, conforme Equações 8 e 9.

$$\mathbf{A}^{(C)} = \left[a_{ij}^{(C)} \right]_{n \times n} \quad (8)$$

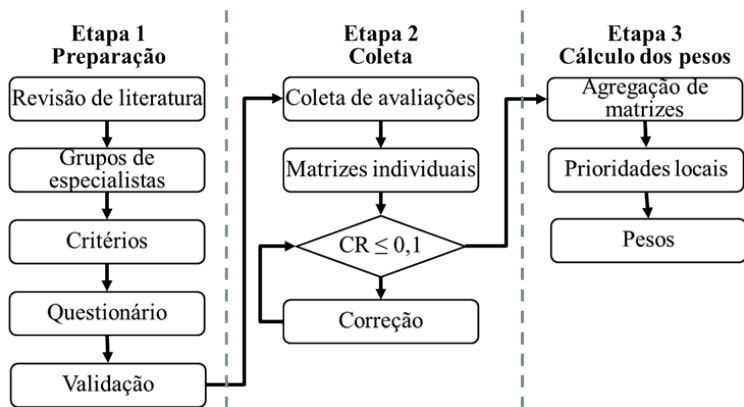
$$a_{ij}^{(C)} = \prod_{k=1}^m \left(a_{ij}^{(k)} \right)^{\lambda_k} \quad (9)$$

Em que $\mathbf{A}^{(C)}$ é a matriz de comparações agregada ou coletiva dos *stakeholders* ($k=1, \dots, m$); λ_k representa a importância do julgamento de cada *stakeholder* cujo valor varia entre 0 e 1, todavia, neste estudo, os julgamentos foram considerados de igual importância de forma que $\lambda_k = 1/m$ para todos os avaliadores.

As prioridades locais e globais foram calculadas a partir das matrizes de comparações agregadas. As prioridades globais agregadas representam os pesos dos critérios. Os procedimentos computacionais foram realizados com apoio da Linguagem R (R CORE TEAM, 2024) e dos pacotes Ahpsurvey (CHO, 2019) e ggplot2 (WICKHAM, 2016).

A Figura 3 sintetiza os procedimentos adotados para a designação dos pesos dos critérios de competitividade das rotas de escoamento de soja do Mato Grosso nesta investigação.

Figura 3 - Procedimentos para a designação dos pesos dos critérios de competitividade.



Fonte: Autores, 2024.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A revisão de literatura e as reuniões *in loco*, realizadas na etapa de preparação, permitiram o aprofundamento do conhecimento da produção de soja no Mato Grosso e a identificação de *stakeholders*, tido como grupos de especialistas, bem como dos possíveis tomadores de decisão no escoamento da produção de soja.

Os autores empreenderam viagem à campo, com reuniões programadas, para aplicar o questionário e ter reuniões com os respectivos *stakeholders*, tanto na região de produção de soja, no Estado do Mato Grosso, quanto na região portuária de embarque de soja no Estado do Pará, nomeadamente, Santarém e Itaituba.

O questionário foi o instrumento da coleta de avaliações, tendo havido também a observação *in loco* pelos pesquisadores das opiniões obtidas nas sessões das reuniões, como métrica de validação dos questionários e os resultados da sua aplicação.

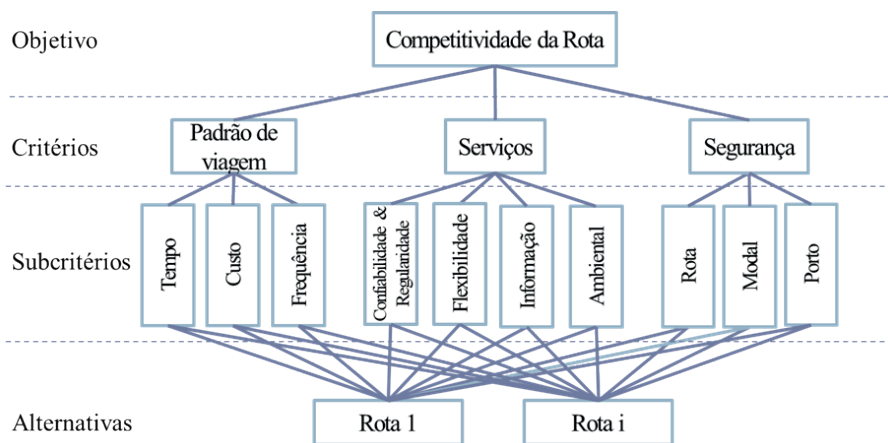
A estrutura hierárquica de decisão, resultante do consenso de especialistas e validada posteriormente pelos *stakeholders*, é apresentada na Figura 4, sendo constituída por três grupos de critérios e dez subcritérios, qualitativos e quantitativos, quais sejam:

- a) Padrão de viagem que correspondente ao tempo total; ao custo de transporte e ao transbordo e à frequência de transporte.

- b) Serviços que indicam a confiabilidade/regularidade, que incluem a entrega no prazo e a regularidade de oferta de transporte; a flexibilidade, definida como a capacidade de reagir a alterações no ambiente de frete; a disponibilidade de informações do frete; e o nível de interferência no ambiente percebido.
- c) Segurança que envolve a segurança da rota, do modal e portuária.

As matrizes de comparação agregadas dos critérios e dos subcritérios de competitividade das rotas de escoamento de soja do estado do Mato Grosso são apresentadas na Tabela 2. As prioridades locais representam as importâncias relativas de cada critério dentro de seu grupo. As prioridades dos critérios gerais (Padrão, Serviços e Segurança) determinam a contribuição de cada grupo de subcritérios a seleção de uma rota. Os aspectos relacionados com os padrões de transporte das rotas foram considerados os mais importantes com peso de 0,6542, muito superior aos demais. As prioridades globais correspondem à ponderação das prioridades locais pela prioridade da respectiva categoria superior e correspondem aos pesos ou importâncias relativas de cada subcritério no processo de escolha de rotas pelos tomadores decisão.

Figura 4 - Estrutura hierárquica de decisão da escolha de rotas de soja.



Fonte: Autores, 2024.

Para uma melhor exposição, os pesos são apresentados ordenados por magnitude em escala percentual na Figura 5, na qual pode-se observar o destaque para os critérios de padrões de transporte, e, em especial, para os Custo de

Transporte (38,29%), como resultado da sua elevada preferência dentro de sua categoria de subcritérios (0,5853). A segurança portuária se situa entre 4 quatro aspectos mais importantes (6,99%). Observou-se, ainda, a baixa importância atribuída aos aspectos ambientais na escolha de uma rota (2,08%). Em termos de serviços da rota a disponibilidade de informações do frete (4,85%) e a confiabilidade/regularidade (4,52%) foram considerando os mais importantes.

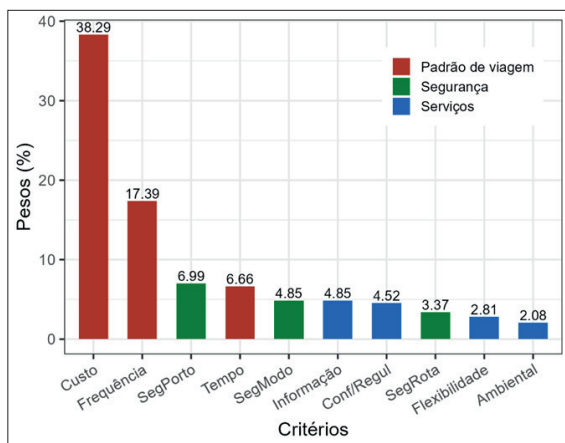
Com base na importância dos aspectos considerados no processo de escolha de rotas declarada pelos *stakeholders* é razoável concluir que os custos de transporte, frequência de transportes, segurança portuária e tempo de viagem são os principais condicionantes para a determinação da competitividade de rotas de escoamento de produção de soja da região.

Em termos gerais, tanto o conjunto de critérios de decisão como os mais destacados estão em linha com os resultados de Lee *et al.* (2013), que identificaram o tempo de transporte, o custo do frete e a pontualidade de entrega como sendo os fatores mais importante na escolha de serviços intermodais

Tabela 2 - Matrizes agregadas e prioridades locais e globais dos critérios.

		Matrizes		Prioridades (wi)	
Critérios	Padrão	Serviços	Segurança	Locais	Globais
Padrão	1,0000	3,9791	3,9791	0,6542	
Serviços	0,2513	1,0000	1,0000	0,1644	
Segurança	0,2513	1,0000	1,0000	0,1644	
Subcritérios:					
Padrão	Tempo	Custo	Frequência		
Tempo	1,0000	0,1395	0,3420	0,1019	0,0666
Custo	7,1683	1,0000	2,4662	0,5853	0,3829
Frequência	2,9240	0,4055	1,0000	0,2659	0,1739
Serviços	Conf/Regul	Flexibilidade	Ambiental	Informação	
Conf/Regul	1,0000	1,9129	2,0801	0,8221	0,2751
Flexibilidade	0,5228	1,0000	1,3403	0,6934	0,1708
Ambiental	0,4807	0,7461	1,0000	0,4055	0,1263
Informação	1,2164	1,4422	2,4662	1,0000	0,2950
Segurança	SegRota	SegModo	SegPorto		
SegRota	1,0000	0,6934	0,4830	0,2050	0,0337
SegModo	1,4422	1,0000	0,6934	0,2952	0,0485
SegPorto	2,0702	1,4422	1,0000	0,4250	0,0699

Figura 5 - Pesos dos critérios de competitividade das rotas, com identificação dos grupos de subcritérios.



Fonte: Autores, 2024.

Como pode ser observado na figura 5, o padrão de viagem exerce influência de maneira significativa no processo de avaliação das rotas, em que o custo da viagem (ou frete) tem uma importância muito superior. Fica evidente que este é o aspecto diferenciador e deve ser tido como determinante na formação preço de mercado. Em segundo lugar surge a frequência, dado o volume de carga produzida e a necessidade de agilidade no escoamento. Como atualmente a modalidade de transporte predominante é o rodoviário, portanto, de menor capacidade por veículo, a oferta de viagens é tida como um aspecto importante. Em termos de subcritérios, destaca-se a segurança portuária, que apresenta preocupação aos transportadores por haver tempo relevante de espera para embarque em áreas de vulnerabilidade da carga às intempéries e segurança pública, aumentando o custo generalizado da viagem. E de maneira pouco significativa para os *stakeholders*, os aspectos ambientais surgem em último lugar.

CONCLUSÕES

No que se refere aos principais critérios referentes à escolha das rotas que influenciam na tomada de decisão, por aqueles *stakeholders* que de fato respondem por onde escoar a produção, os resultados da avaliação multicritério pelo método AHP mostraram uma hierarquização consistente de critérios pré-selecionados. Apesar das restrições do trabalho, no que tange à amostra, os

resultados se mostraram satisfatórios para responder à questão norteadora da pesquisa, quanto aos pesos e principais critérios de escolha de rota que influenciariam no escoamento da soja a partir do Estado do Mato Grosso.

Adicionalmente, o trabalho contribuiu por apresentar um conjunto de critérios de maior prioridade obtidos a partir da ótica dos tomadores de decisão que, se modificados nas respectivas rotas, numa perspectiva de estudos de cenários, pela implantação de investimentos, poderiam contribuir para alterações em tomadas de decisões, interferindo na distribuição de tráfego na matriz intermodal – tidos como aqueles ligados às condições operacionais e de competitividade das infraestruturas e na segurança de rota e portuária.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPQ, pelo aporte financeiro na chamada CNPq/FNDCT/MCTI 15/2022, às universidades parceiras da pesquisa e, a todos aqueles que colaboraram com a pesquisa de campo, bem como nas discussões e nos materiais recebidos, para se tornar viável a sua execução.

REFERÊNCIAS

ARAUJO, J. V. G. A. *et al.* Multi-Criteria Decision Support Method AHP-TOPSIS-2N Applied in Bids to Improve the Control of Public Expenses. **Procedia Computer Science**, v. 221, p. 362-369, 2023. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2023.07.049>

BRASIL. Produção agrícola municipal: culturas temporárias e permanentes. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, 2022. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=766> Acesso em 20 de out 2023.

CHO, F. **ahpsurvey: Analytic Hierarchy Process for Survey Data** (R package version 0.4.1), 2019. Disponível em: <https://CRAN.R-project.org/package=ahpsurvey>. Acesso em: 01 de jan de 2025.

DO, Q. H.; TRAN, V. T.; TRAN, T. T. Evaluating Lecturer Performance in Vietnam: an Application of Fuzzy AHP and Fuzzy TOPSIS Methods, **Heliyon**, v. 10, n. 11, 2024. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e30772>

GARIPAGA OGLU, S.; DUMAN, B. M.; YILMAZ, D. C. E-bike Sharing System Location Analysis on City Level with AHP Method: The Case of Istanbul, **Transportation Research Procedia**, v. 72, p. 1045-1052, 2023. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2023.11.534>

GEHLOT, M. R.; SHRIVASTAVA, S. An AHP Based Sustainability Assessment of Cement Mortar with Synergistic Utilization of Granite Cutting Waste. **Journal of Building Engineering**, v. 86, p. 108794, 2024. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2024.108794>

HARKER, P. Incomplete Pairwise Comparisons in the Analytic Hierarchy Process, **Mathematical Modelling**, v. 9, n. 11, p. 837 – 848, 1987. Doi: [https://doi.org/10.1016/0270-0255\(87\)90503-3](https://doi.org/10.1016/0270-0255(87)90503-3)

JUNYENT, I. A. *et al.* Planning Shared Mobility Hubs in European Cities: A Methodological Framework using MCDA and GIS Applied to Barcelona, **Sustainable Cities and Society**, v. 106, p. 105377, 2024. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.scs.2024.105377>

LEE, N.; JEON, J.; JO, G; YEO, G. Weighing the Importance of Mode Choice Factors on Intermodal Transportation Service in Europe, **Journal of Korea Port Economic Association**, v. 29, n. 3, p. 113-133, 2013. Disponível em: <https://koreascience.kr/article/JAKO201334559957835.pdf>. Acesso em: 01 de jan de 2025.

LI, Y. *et al.* Distribution of Geothermal Resources in Eryuan County Based on Entropy Weight TOPSIS and AHP–TOPSIS methods, **Natural Gas Industry B**. v. 11, n. 2, p. 213-226, 2024. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.ngib.2024.03.002>

LIN, Q. *et al.* Evaluating the impact of Trans-Asian railway on logistics mode selection between Thailand and China: An AHP-TOPSIS approach, **Alexandria Engineering Journal**, v. 98, p. 147-158, 2024. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.aej.2024.04.041>

MANIVASAGAM, V. *et al.* Investigation on 1-Propanol Electronic Mode of Fumigation on Diesel Engine Performance and Emission Fueled with Diesel and Lemongrass Biodiesel Blend using AHP-COPRAS, **Energy Conversion and Management: X**, v. 20, p. 100468, 2023. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.ecmx.2023.100468>

MENON, R. R.; RAVI, V. Using AHP-TOPSIS Methodologies in the Selection of Sustainable Suppliers in an Electronics Supply Chain, **Cleaner Materials**, v. 5, p. 100130, 2022. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.clema.2022.100130>

R CORE TEAM. **R: A Language and Environment for Statistical Computing**, R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2024. Disponível em: <https://www.R-project.org/> . Acesso em: 15 de dez de 2024.

RABIA, M. A. B.; BELLABDAOUI, A. Collaborative Intuitionistic Fuzzy-AHP to Evaluate Simulation-Based Analytics for Freight Transport. **Expert Systems with Applications**, v. 225, p. 120116, 2023. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2023.120116>

REIS, E.; ANDRADE M.; CALAPEZ, T; MELO P. **Estatística Aplicada**, v. 1. Lisboa: Sílabo, 2021.

SAATY, T. L. A Scaling Method for Priorities in Hierarchical Structures, **Journal of mathematical psychology**, 15, n. 3, p. 234-281, 1977. Doi: [https://doi.org/10.1016/0022-2496\(77\)90033-5](https://doi.org/10.1016/0022-2496(77)90033-5).

SAATY, T. L. **The Analytic Hierarchy Process: planning, priority, setting and resource Allocation**. EUA: McGraw-Hill, Inc., p. 287, 1980.

SAATY, T. L. **Método de análise hierárquica**. São Paulo: McGraw-Hill, 1991a.

SAATY, T. L. Some Mathematical Concepts of the Analytic Hierarchy Process, **Behaviormetrika**, v. 18, n. 29, p. 1-9, 1991b. Doi: https://doi.org/10.2333/bhmk.18.29_1

SAATY, T.L. **Decision Making with Dependence and Feedback: The Analytic Network Process**. Pittsburgh, PA: RWS Publications, 1996. Doi: https://doi.org/10.1007/978-1-4419-1153-7_32

WICKHAM, H. **ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis**, Springer-Verlag New York, 2016. Disponível em: <https://ggplot2.tidyverse.org>. Acesso em: 15 de dez de 2024.