

PRIORIZAÇÃO DE INTERVENÇÕES VIÁRIAS USANDO MCDA: Uma revisão PRIORITIZING ROAD INTERVENTION USING MCDA: A review

Rebeca Jacomini Cestari¹, Faculdade UMFG, rebeccajacominicestari@gmail.com

Thacila Aparecida Vieira², Faculdade UMFG, thacilavieira721@gmail.com

Carlos Eduardo de Oliveira³, Faculdade UMFG, carlos.oliveira@umfg.edu.br

Resumo: A infraestrutura viária brasileira enfrenta altos níveis de deterioração e escassez de recursos, o que exige processos eficientes para a priorização de intervenções. Este estudo objetivou identificar os principais critérios utilizados na seleção de vias prioritárias para manutenção e reabilitação de pavimentos, considerando diferentes abordagens de análise multicritério. Foi realizada uma revisão sistemática da literatura, utilizando como referência o método PRISMA, com etapas de identificação, triagem, elegibilidade e inclusão dos estudos. Os resultados apontaram que a condição do pavimento é o critério mais frequentemente utilizado, seguida por fatores econômicos e ambientais. Verificou-se uma diversidade de métodos empregados para apoio à decisão. A análise indicou, ainda, maior concentração de pesquisas em países em desenvolvimento. De forma geral, este estudo contribui para orientar pesquisas futuras e aprimorar a eficácia do planejamento de manutenção viária.

Palavras-chave: pavimentos; manutenção viária; análise multicritério; revisão sistemática.

Abstract: Brazilian road infrastructure faces high levels of deterioration and limited resources, demanding efficient processes for prioritizing interventions. This study aimed to identify the main criteria used in selecting priority roads for pavement maintenance and rehabilitation, considering different multi-criteria decision-making approaches. A systematic literature review was conducted using the PRISMA method, covering the stages of identification, screening, eligibility, and inclusion of studies. The results indicate pavement condition as the most frequently used criterion, followed by economic and environmental factors. A wide range of decision-support methods was identified. The analysis also revealed a higher concentration of research conducted in developing countries. Overall, this study contributes to guiding future research and improving the effectiveness of road maintenance planning.

Keywords: pavements; road maintenance; multi-criteria analysis; systematic review.

1 INTRODUÇÃO

O transporte rodoviário é o principal modal de transporte brasileiro, responsável por mais de 60% e 90% dos transportes de carga e passageiros, respectivamente. Apesar disso, quando se avalia as condições das rodovias, necessárias para que este transporte ocorra, constata-se a precariedade da infraestrutura viária nacional. De acordo com a Confederação Nacional do Transporte (CNT, 2024), cerca de 40% da malha rodoviária brasileira encontra-se em condição regular, enquanto outros 25% estão em estado ruim ou péssimo, evidenciando a necessidade de aplicação de medidas corretivas. Segundo Medeiros Junior e Lima Filho (2023), falhas no pavimento, como buracos, trincas, desgastes e afundamentos, são recorrentes não apenas nas rodovias, mas também nas vias urbanas dos municípios, comprometendo a segurança e o conforto dos usuários.

Embora a manutenção e a recuperação da malha rodoviária seja essencial, demanda de investimentos financeiros significativos, o que dificulta a realização dos reparos necessários em toda a extensão degradada. Nesse cenário, adotar processos de priorização para auxiliar na alocação racional dos recursos, considerando critérios como o nível de deterioração do pavimento, o volume de tráfego e a importância socioeconômica das vias, ajudam a maximizar o uso do orçamento disponível e alcançar os objetivos estabelecidos (Augeri *et al.*, 2019).

Uma forma de se considerar uma vasta gama de critérios de forma concomitante, de modo a auxiliar a tomada de decisão, consiste no uso de ferramentas de apoio baseadas em análise

¹ Graduanda em Engenharia Civil pela Faculdade UMFG.

² Graduanda em Engenharia Civil pela Faculdade UMFG.

³ Mestre em Engenharia Civil. Docente na Faculdade UMFG.

multicritério. Segundo Esmail e Geneletti (2018), a Análise Multicritério (MCDA, sigla para *Multi-Criteria Decision Analysis*) é um método estruturado que apoia o processo decisório, ao permitir a comparação de alternativas com base em diversos critérios relevantes. O objetivo dessa metodologia é simplificar a tomada de decisões, fornecendo mais clareza aos dados apresentados e garantindo mais segurança nas escolhas realizadas, sendo útil tanto em contextos individuais quanto em decisões coletivas em grandes organizações (Chaube *et al.*, 2024). Por isso, a MCDA tem sido aplicada na conservação de pavimentos, favorecendo decisões mais assertivas.

Para compreender o grau de maturidade e aplicação das ferramentas de análise multicritério na definição de vias prioritárias para a alocação de recursos financeiros, é fundamental examinar o que já foi produzido pela literatura científica. Como destacam Cruz e Ferreira (2023), diante do elevado volume de publicações acadêmicas, torna-se essencial identificar convergências entre os estudos, a fim de mapear o conhecimento consolidado sobre o tema. Nesse cenário, as revisões sistemáticas se apresentam como instrumentos valiosos, ao permitir a identificação de lacunas e orientar futuras investigações voltadas à ampliação do entendimento em áreas ainda pouco exploradas. Além de sintetizarem o estado da arte, essas revisões fomentam novas pesquisas alinhadas a demandas emergentes, contribuindo para o avanço contínuo do tema.

Dessa forma, este estudo buscou responder à seguinte questão: nos modelos de otimização da gestão da manutenção e recuperação viária que utilizam a análise multicritério, quais são os principais aspectos utilizados para a priorização, e como estes são considerados? Assim, a partir da realização de uma revisão sistematizada de literatura baseada no método PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*), objetivou-se identificar os principais critérios utilizados em estudos que adotam abordagem multicritério para a priorização de intervenções viárias, identificando padrões e particularidades, a fim de estimular a produção de metodologias concisas e eficientes na priorização de intervenções viárias, contribuindo para um planejamento mais racional e eficaz dos recursos disponíveis.

2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O método PRISMA é uma diretriz utilizada para garantir a transparência e a padronização em revisões sistemáticas. Ele fornece um *checklist* e um fluxograma que orientam os pesquisadores desde a identificação até a seleção final dos artigos incluídos, promovendo maior rigor metodológico e reprodutibilidade. Sua versão mais recente, publicada em 2021, incorpora avanços metodológicos e reforça a importância de uma descrição detalhada dos critérios de inclusão, estratégias de busca e métodos de extração e análise dos dados (PAGE *et al.*, 2021). O uso do PRISMA permite uma apresentação clara e objetiva do processo de revisão, contribuindo na confiabilidade dos resultados.

Neste trabalho, o método PRISMA foi utilizado para identificar e selecionar artigos que propõem métodos baseados em análise multicritério para a priorização de vias a receberem manutenção e/ou reabilitação do pavimento. Para isso, foram usadas duas bases bibliográficas: o Portal de Periódico da CAPES e o Google Acadêmico. Para a identificação dos artigos, foi utilizado o cruzamento de palavras-chave com o auxílio de indicadores booleanos, adequando seus usos de acordo com a base de pesquisa. No Portal de Periódico da CAPES, foi utilizada a ferramenta de busca avançada, filtrando-se a pesquisa por artigos que possuíam, no título, as expressões “*pavement maintenance*” ou “*paviment rehabilitation*”, enquanto que, nos demais campos do documento, tivessem os termos “*prioritization*” e “*multi-criteria*”. Já no Google Acadêmico, a busca foi feita diretamente no campo de busca, usando-se as seguintes palavras chaves e operadores booleanos: (“*pavement maintenance*” OR “*paviment rehabilitation*”) AND “*prioritization*” AND “*multi-criteria*”.

Em ambas as bases, os resultados foram filtrados por documentos do tipo artigo, escritos em inglês, de acesso aberto, publicados entre os anos de 2021 e 2025. Ainda, os artigos foram ordenados por relevância. Essa estratégia de filtragem visou garantir que fossem selecionadas publicações recentes, acessíveis, de qualidade e com alto alcance científico. Ainda na fase de

identificação, foram selecionados os 50 primeiros artigos encontrados em cada uma das bases de dados, totalizando 100 resultados. Essa delimitação foi adotada como estratégia de viabilidade, considerando o tempo e os recursos disponíveis para a leitura e análise detalhada dos estudos.

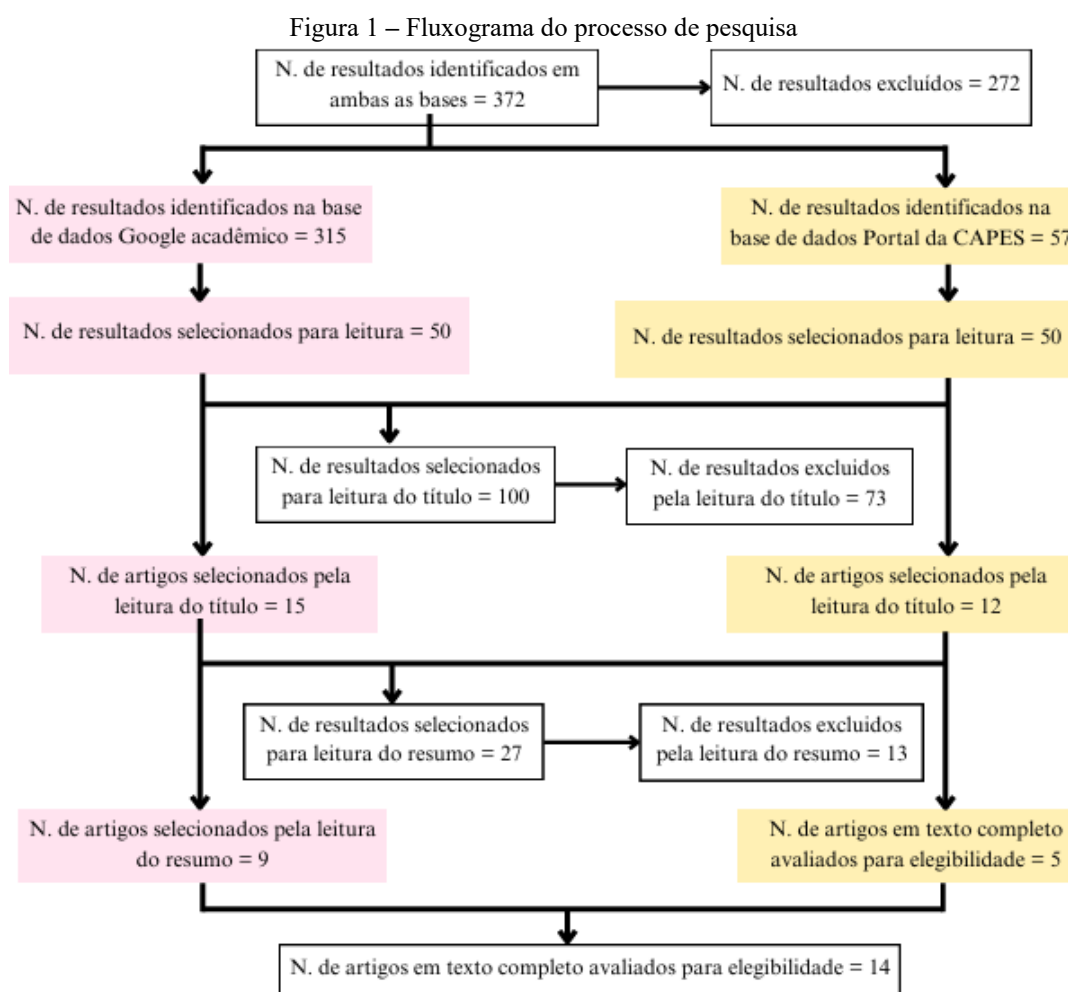
Na sequência, os títulos dos artigos selecionados foram examinados, com o intuito de filtrar apenas aqueles que apresentavam aderência direta ao tema da pesquisa. Essa triagem inicial permitiu remover publicações duplicadas, bem como eliminar conteúdos irrelevantes, concentrando esforços nos estudos mais alinhados ao escopo definido.

Na etapa seguinte, foi realizada a leitura dos resumos com o objetivo de garantir a consistência temática e metodológica dos artigos selecionados e eliminar eventuais dúvidas decorrentes da análise do título. Nesse processo, uma vez aprofundada a análise das publicações, foram removidas aquelas que não atendiam integralmente aos critérios estabelecidos. A leitura dos resumos funcionou como uma etapa intermediária de refinamento, assegurando a qualidade do material a ser analisado integralmente.

Por fim, os artigos remanescentes foram lidos na íntegra, possibilitando uma análise detalhada dos critérios utilizados, da abordagem metodológica adotada e das principais particularidades de cada estudo. Esse processo sequencial garantiu maior rigor na revisão, conferindo validade ao levantamento sistematizado realizado.

3 RESULTADOS: APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO

As pesquisas nas bases Portal de Periódicos da CAPES e Google Acadêmico resultaram no fluxograma mostrado na Figura 1.



Fonte: os autores (2025).

A aplicação do método PRISMA permitiu refinar a busca literária e garantir a relevância dos estudos sobre priorização de intervenções viárias com métodos multicritério considerados. Dessa forma, a partir da leitura e sistematização dos 14 artigos selecionados sobre a aplicação da análise multicritério em decisões relacionadas à manutenção de pavimentos, foram identificados os principais critérios utilizados na priorização e escolha de intervenções.

De modo geral, a condição da via destacou-se como o critério mais recorrente, presente em 78,6% dos estudos analisados. Diversos indicadores foram utilizados para mensurar essa condição, como o Índice de Irregularidade Internacional (IRI), o Índice de Condição do Pavimento (PCI) e o *Pavement Condition Rating* (PCR), que oferecem uma avaliação objetiva e quantitativa do estado do pavimento. Além disso, alguns estudos também levaram em conta o histórico de manutenções, o que ajudou a tornar as análises mais estratégicas e precisas.

O critério econômico apareceu em 57,1% dos estudos, evidenciando a preocupação com a otimização de recursos financeiros e a viabilidade das intervenções. Foram considerados aspectos como custos diretos de manutenção, custos para os usuários e impactos econômicos regionais, reforçando a importância de integrar fatores técnicos e financeiros no processo decisório.

Outro ponto relevante foi a inclusão de critérios ambientais em algumas análises multicritério. A emissão de gases de efeito estufa, por exemplo, foi destacada em estudos como os de Chong, Liao e Fu (2024) e Santos *et al.* (2022). Neste último, o critério recebeu peso decisivo no processo de seleção, demonstrando uma forte preocupação com a sustentabilidade das ações de manutenção. Embora ainda pouco explorada, essa abordagem representa uma tendência crescente, alinhada às agendas globais de desenvolvimento sustentável e combate às mudanças climáticas.

Além dos critérios técnicos, econômicos e ambientais, alguns estudos também consideraram fatores como impactos na mobilidade, segurança viária e aspectos institucionais, evidenciando a complexidade dos processos decisórios em infraestrutura viária. De uma forma geral, a escolha das variáveis consideradas estiveram diretamente alinhadas ao tipo de infraestrutura selecionada, dos dados disponíveis e/ou passíveis de obtenção, e da complexidade do sistema proposto.

Destaca-se também a diversidade de métodos de análise multicritério utilizados. As metodologias mais frequentes foram o AHP (*Analytic Hierarchy Process*) e o TOPSIS (*Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution*), com destaque, também, para o uso de ferramentas como *Fuzzy Delphi* e Sistemas de Informação Geográfica (SIG). Essa variedade de metodologias demonstra o esforço contínuo da comunidade acadêmica em aprimorar os processos de priorização, adaptando-os a diferentes contextos e realidades.

Durante a análise dos artigos selecionados, constatou-se que 57% das pesquisas estão concentradas em países em desenvolvimento, como China, Índia, Tailândia e Colômbia. Essa concentração está associada ao rápido crescimento econômico dessas nações, que impulsiona a demanda por modernização da infraestrutura viária, mesmo diante de limitações em recursos e capacidade técnica. Além disso, cerca de 29% das pesquisas foram realizadas em países desenvolvidos, como Taiwan, Itália e Inglaterra, que também investem em políticas públicas e novas metodologias para gestão e conservação dos pavimentos, buscando aumentar a durabilidade das vias, reduzir custos de manutenção e garantir maior segurança e conforto aos usuários. Essas iniciativas visam promover uma infraestrutura mais sustentável e eficiente, capaz de atender às crescentes demandas do tráfego. Por outro lado, observa-se que, em países subdesenvolvidos, as pesquisas sobre gestão viária ainda são escassas, o que torna fundamental incentivar a realização e aplicação desses estudos, visando ampliar a capacidade técnica local e promover o uso de soluções eficazes para a infraestrutura local.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em síntese, os resultados apontam que a aplicação da análise multicritério na manutenção de pavimentos é uma abordagem já consolidada, mas em constante evolução. Observa-se a

predominância de critérios técnicos e econômicos, com uma tendência de incorporação de dimensões ambientais e sociais, fundamental para decisões mais equilibradas, eficazes e alinhadas aos princípios do desenvolvimento sustentável.

Ao longo da pesquisa, foi possível identificar não apenas os critérios mais utilizados, mas também a forma como diferentes métodos são escolhidos, de acordo com o contexto e as condições locais de cada situação. A organização desse panorama contribui para tornar o conhecimento mais acessível e pode apoiar pesquisadores e profissionais na definição de estratégias mais eficazes para o planejamento e a execução de ações de manutenção viária.

Como próximos passos, é importante aprofundar esse tipo de análise em contextos ainda pouco explorados, como países subdesenvolvidos, pequenas cidades e regiões com recursos limitados. Essas pesquisas podem gerar soluções adaptadas às condições específicas dessas áreas, que frequentemente enfrentam escassez de recursos e dados restritos ou pouco confiáveis. Além disso, ao colocar os impactos sociais e ambientais no centro das discussões, os processos decisórios tornam-se mais responsáveis e alinhados às necessidades reais da população e à preservação ambiental.

REFERÊNCIAS

- AUGERI, M. G.; GRECO, S.; NICOLOSI, V. Planning urban pavement maintenance by a new interactive multiobjective optimization approach. **European Transport Research Review**, v. 11, p. 1-14, 2019.
- CHAUBE, S., PANT, S., KUMAR, A., UNIYAL, S., SINGH, M. K., KOTTECHA, K., & KUMAR, A. An overview of multi-criteria decision analysis and the applications of AHP and TOPSIS methods. **International Journal of Mathematical, Engineering and Management Sciences**, v. 9, n. 3, p. 581, 2024.
- CONFEDERAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTES (CNT). **Pesquisa CNT de Rodovias 2024**. Brasília, 2024, 224p.
- CHONG, D.; LIAO, P.; FU, W. Multi-Objective Optimization for Sustainable Pavement Maintenance Decision Making by Integrating Pavement Image Segmentation and TOPSIS Methods. **Sustainability**, v. 16, n. 3, p. 1257, 2024.
- CRUZ, F. R.; DE LIMA FERREIRA, J. Estudos de revisão em educação: estado da arte e revisão sistemática. **Revista espaço pedagógico**, v. 30, p. e11512-e11512, 2023.
- ESMAIL, B. A.; GENELETTI, D. Multi-criteria decision analysis for nature conservation: A review of 20 years of applications. **Methods in Ecology and Evolution**, v. 9, n. 1, p. 42-53, 2018.
- MEDEIROS JUNIOR, C. C. de; LIMA FILHO, F. G. de. **PATOLOGIAS NOS PAVIMENTOS: a degradação asfáltica do Bairro Camargo em Ituiutaba/MG**. TCC (Bacharelado em Engenharia Civil) – Faculdade FacMais de Ituiutaba-MG. 2015.
- PAGE M. J.; MCKENZIE J.E.; BOSSUYT P.M.; BOUTRON I.; HOFFMANN T.C.; MULROW C.D. *et al.* The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. **BMJ**, v. 372, 2021.
- SANTOS, J., TORRES-MACHI, C., MORILLAS, S., CEREZO, V. (2020). A fuzzy logic expert system for selecting optimal and sustainable life cycle maintenance and rehabilitation strategies for road pavements. **International Journal of Pavement Engineering**, v. 23, n. 2, p. 425-437, 2022.