

IA como Ferramenta para Cidades Sustentáveis (ODS 11): Desafios Sociotécnicos da Mobilidade em Juiz de Fora

AI as a Tool for Sustainable Cities (SDG 11): Socio-technical Challenges of Mobility in Juiz de Fora

Leticia Spinelli Santos Miranda, Mestranda em Ambiente Construído, Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF).

E-mail leticia.spinelli@estudante.ufjf.br

Daniela Chagas de Araújo Mariano, Mestranda em Ambiente Construído, Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF).

E-mail daniela.mariano@estudante.ufjf.br

Lucas Ferreira de Assis, Mestrando em Ambiente Construído, Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF).

E-mail lucas.assis@estudante.ufjf.br

Róber Dias Botelho, Professor Adjunto, Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF).

E-mail roberdias.botelho@ufjf.br

Número da sessão temática da submissão – [02]

Resumo

Este artigo visa analisar como a Inteligência Artificial (IA) pode otimizar o transporte público, a logística e a segurança viária em Juiz de Fora (MG), alinhando-se ao ODS 11. O trabalho utilizou uma revisão sistemática de literatura, com análise qualitativa de 49 estudos publicados entre 2015 e 2025, para explorar o estado da arte da IA na mobilidade urbana. Os resultados confirmam que a IA oferece alto potencial para eficiência dos fluxos urbanos em cidades médias. Contudo, a conclusão principal é que sua implementação bem-sucedida não é puramente técnica, dependendo crucialmente de uma abordagem sociotécnica. O sucesso exige governança transparente, políticas participativas e design centrado no humano para mitigar o risco de aprofundamento das desigualdades sociais e garantir benefícios socioambientais duradouros.

Palavras-chave: Inteligência Artificial 1; Planejamento Urbano 2; Mobilidade Urbana 3; ODS 11 4; Cidades Médias 5

Abstract

This article aims to analyze how Artificial Intelligence (AI) can optimize public transportation,

logistics, and road safety in Juiz de Fora (Brazil), aligning with SDG 11. The study employed a systematic literature review, with a qualitative analysis of 49 studies published between 2015 and 2025, to explore the state-of-the-art of AI in urban mobility. The results confirm that AI offers high potential for urban flow efficiency in medium-sized cities. However, the main conclusion is that its successful implementation is not purely technical, depending critically on a socio-technical approach. Success requires transparent governance, participatory policies, and human-centered design to mitigate the risk of deepening social inequalities and ensure lasting socio-environmental benefits.

Keywords: Artificial Intelligence 1; Urban Planning 2; Urban Mobility 3; SDG 11 4; Medium-sized Cities 5.

1. Introdução

O desenvolvimento urbano contemporâneo encontra-se em um estágio de transição em que a busca pela sustentabilidade, preconizada pelo Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 11 (ODS 11), demanda a resolução de desafios complexos de mobilidade. No contexto brasileiro, a aplicação das diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana (PNMU) enfrenta obstáculos acentuados em municípios de porte médio, onde a limitação de recursos financeiros e técnicos impõe a necessidade de soluções adaptadas à realidade local. A cidade de Juiz de Fora (MG), dada sua configuração demográfica e geográfica, exemplifica o cenário onde a gestão eficiente dos fluxos urbanos é determinante para a qualidade de vida e o desenvolvimento econômico.

Nesse panorama, a Inteligência Artificial (IA) tem sido apresentada pela literatura especializada como um caminho promissor para a otimização de sistemas urbanos, abrangendo desde a gestão do tráfego até a segurança viária. A integração de tecnologias emergentes em governos locais sugere um potencial de transformação na governança urbana, permitindo uma resposta mais ágil às demandas por eficiência e resiliência. Contudo, a aplicação dessas ferramentas em ambientes urbanos não é um processo isento de controvérsias, exigindo uma análise profunda sobre as implicações sociotécnicas envolvidas na sua implementação.

A literatura acadêmica recente alerta para o risco de que o foco excessivo na solução tecnológica possa negligenciar ou até mesmo aprofundar desigualdades sociais pré-existentes. A transição para o modelo de Smart Cities deve, portanto, ser acompanhada de mecanismos que garantam a equidade e a inclusão, sob o risco de se tornarem sistemas de exclusão digital e espacial. Assim, a introdução da IA no planejamento urbano de Juiz de Fora deve ser avaliada não apenas pela sua eficácia algorítmica, mas pela sua capacidade de se alinhar aos pilares sociais da sustentabilidade.

Diante do exposto, propõe-se com o artigo a seguinte questão de pesquisa: de que maneira a aplicação da IA pode ser utilizada como ferramenta estratégica para o planejamento urbano sustentável em Juiz de Fora (MG), com foco na otimização da mobilidade e em alinhamento com o ODS 11?. Para responder a este questionamento, o trabalho baseia-se em duas hipóteses fundamentais: a primeira (H1) postula que a utilização da IA pode aprimorar significativamente o fluxo e a eficiência dos transportes locais; e a segunda (H2) argumenta que a efetividade dessa implementação depende criticamente de uma governança transparente e de um design centrado no ser humano.

O objetivo geral deste estudo consiste em analisar o potencial da IA na otimização do transporte público, da logística e da segurança viária na cidade de Juiz de Fora, contribuindo para uma estrutura urbana mais eficiente e alinhada às metas globais de desenvolvimento. A relevância do tema justifica-se pela necessidade de preencher lacunas de conhecimento sobre a aplicação de tecnologias avançadas em Cidades Inteligentes Médias (Smart and Medium-sized Cities - SMC), onde os modelos de maturidade diferem daqueles observados em grandes metrópoles globais.

2. Procedimentos Metodológicos

Este trabalho configura-se como uma pesquisa de natureza básica e caráter exploratório. Segundo a classificação de Gil (2022), a pesquisa exploratória visa proporcionar maior familiaridade com o problema, tornando-o mais explícito ou construindo hipóteses. A estratégia adotada foi a Revisão Sistemática de Literatura (RSL) com abordagem qualitativa, método rigoroso para investigar o estado da arte da Inteligência Artificial (IA) aplicada à mobilidade urbana. O levantamento bibliográfico foi conduzido nas bases de dados Google Acadêmico, ScienceDirect e Portal de Periódicos da CAPES, abrangendo o recorte temporal de 2015 a 2025. A recuperação dos documentos utilizou a string de busca (Artificial Intelligence OR Machine Learning) AND (Urban Mobility OR Smart Cities) AND (SDG 11 OR Sustainability), combinando descritores em português e inglês via operadores booleanos.

Para garantir a transparência e a replicabilidade do processo, a triagem do *corpus* foi gerenciada por meio da plataforma *Rayyan*. Inicialmente, foram identificados 962 artigos e, utilizando as ferramentas de automação da plataforma, procedeu-se à identificação e remoção de duplicatas para garantir a integridade da amostra inicial. Na sequência, os autores realizaram uma triagem por título e resumo através de uma análise independente e cega.

Nos critérios de inclusão, foram priorizados estudos sobre aplicações práticas de IA em cidades médias, ética, governança de dados e sustentabilidade, enquanto foram excluídos trabalhos estritamente técnicos de desenvolvimento de algoritmos sem correlação com o ambiente construído ou fora do intervalo temporal definido. Após essa triagem inicial, os textos selecionados foram submetidos à análise de elegibilidade mediante leitura na íntegra para confirmar sua aderência aos objetivos da pesquisa, resultando em um *corpus* final composto por 49 estudos.

Por fim, para a contextualização da realidade brasileira e local, foram incorporadas fontes primárias, incluindo diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana (PNMU), dados do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) e indicadores demográficos e geográficos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) atualizados para 2025. A análise qualitativa buscou interpretar esses achados globais sob a ótica dos desafios socioespaciais de Juiz de Fora, explorando como as soluções tecnológicas podem ser adaptadas a um contexto de recursos limitados e necessidade de equidade social.

3. Análise dos Resultados e Discussões

3.1 O Cenário Brasileiro do ODS 11: Desafios e Linhas de Base

A aplicação de tecnologias avançadas no planejamento urbano brasileiro deve obrigatoriamente partir de um diagnóstico concreto dos desafios estruturais existentes. O Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) ressalta a complexidade no monitoramento de indicadores nacionais, uma vez que diversas metas carecem de dados devidamente sistematizados. O Quadro 1 sintetiza os principais obstáculos identificados, que servem como ponto de partida para qualquer intervenção tecnológica em cidades médias.

Quadro 1: Síntese dos Desafios e Linhas de Base do ODS 11 no Brasil (por Eixo Temático).

Eixo Temático (Meta ODS)	Principais Desafios e Linhas de Base (Fonte)
Monitoramento (Geral)	Complexidade no monitoramento e carência de dados sistematizados (IPEA, 2018; IPEA, 2019).
Habitação (Meta 11.1)	Déficit crônico; 31,8% da população em domicílios precários (2017). 28,6% das famílias com ônus excessivo de aluguel (IPEA, 2019).
Mobilidade (Meta 11.2)	Acesso restrito a transporte de média/alta capacidade. Apenas 24% dos deslocamentos por transporte ativo (2013). Custo comprometia 9% do orçamento familiar (2009) (IPEA, 2019).
Planejamento (Meta 11.3)	Apenas metade dos municípios com plano diretor participativo (2015). Menos de 1% com orçamento participativo (2014).
Gestão de Resíduos (Meta 11.6)	Apenas 75% do lixo com destinação adequada (2017) (ABRELPE, 2018).

Fonte: autores (2025).

Os dados evidenciam que a mobilidade urbana (Meta 11.2) é um dos eixos mais críticos, onde o custo tarifário compromete quase 10% do orçamento familiar. A "invisibilidade de dados" reportada pelo IPEA funciona como uma barreira para a justiça social urbana. Em cidades como Juiz de Fora, a aplicação da IA deve, prioritariamente, preencher esses vazios informacionais para evitar que o planejamento continue a ser feito com base em percepções obsoletas. A tecnologia atua como um catalisador de transparência, permitindo que a Meta 11.3 (planejamento participativo) evolua para um modelo de governança baseada em evidências em tempo real, sustentada pela evolução histórica da IA em governos locais de sistemas operacionais para pilares estratégicos (Yigitcanlar *et al.*, 2024).

3.2 A Inteligência Artificial como Ferramenta para Enfrentar os Desafios do ODS 11

A literatura alerta que um foco excessivo em soluções meramente tecnológicas pode, paradoxalmente, aprofundar as desigualdades sociais se não houver um monitoramento ético constante. É imperativo que a adoção de IA seja guiada por pilares de governança que assegurem a equidade e a participação cidadã efetiva. O Quadro 2 detalha o equilíbrio necessário entre o potencial de otimização e os riscos envolvidos.

Quadro 2: Agrupamento da Literatura sobre Potencial, Riscos e Governança da IA.

Subtema da Análise	Contribuição dos Autores (Referência)
Potencial e Otimização	Otimização de rotas (Sá et al., 2024). Monitoramento de mobilidade compartilhada (Kubik, 2023). Aumento da segurança viária (Jagatheesaperumal <i>et al.</i> , 2024).
Riscos e Desigualdade	Vital monitorar a pegada de carbono e o custo energético das soluções de IA para a sustentabilidade (Zamponi; Barbierato, 2022). A sustentabilidade do transporte inteligente é um paradigma (Reyes-Rubiano <i>et al.</i> , 2021).

Governança e Solução	Necessidade de participação cidadã (Jiménez-Caldera <i>et al.</i> , 2024). Exigência de governança de dados transparente (Grincheva, 2025). IA e Blockchain cruciais para Cidades Inteligentes Sustentáveis (Sharma <i>et al.</i> , 2021).
Conceito-chave (Evolução)	Conceito de "Cidades Cognitivas" (Prabowo <i>et al.</i> , 2023). O papel da IA no planejamento urbano (Haghani <i>et al.</i> , 2023).

Fonte: autores (2025).

A literatura técnica reforça que modelos de Deep Learning são capazes de prever fluxos de tráfego com precisão mesmo sob condições climáticas variáveis, o que é vital para a resiliência de Juiz de Fora (Al Duhayyim *et al.*, 2021). Adicionalmente, o controle semafórico inteligente e a futura automação veicular dependem diretamente da maturidade dessa infraestrutura digital nas cidades (Englund *et al.*, 2021).

Esta perspectiva crítica introduz o conceito de "sustentabilidade algorítmica", em que o custo energético do treino de modelos deve ser pesado frente ao ganho socioambiental. A convergência entre IA e tecnologias de registro distribuído, como o Blockchain, surge como um fator decisivo para estabelecer uma governança transparente. Esse ecossistema, denominado Inteligência Artificial das Coisas (AIoT), atua como um habilitador essencial para serviços de mobilidade inteligente e interoperável (Bokolo Jnr., 2024).

3.3 Potencial de Aplicação da IA para a Mobilidade Sustentável em Juiz de Fora

Para Juiz de Fora, classificada como uma cidade inteligente de médio porte (SMC), o modelo de maturidade tecnológica deve priorizar a governança e as pessoas antes da infraestrutura pura. O potencial de aplicação abrange desde melhorias imediatas na zeladoria urbana até o planejamento estratégico de longo prazo com sistemas ciberfísicos.

Quadro 3: Agrupamento da Literatura sobre Aplicações Práticas e Estratégicas da IA.

Escopo da Aplicação	Contribuição dos Autores (Referência)
Aplicações Imediatas (Otimização)	Otimização de serviços sob demanda (Prefeitura de Juiz de Fora, 2022). Previsão de congestionamentos e otimização de rotas. Previsão do impacto de eventos (Bellodi <i>et al.</i> , 2024).
Ferramentas de Monitoramento	Detecção automática de incidentes (Gkioka, Dominguez, Mentzas, 2024). Monitoramento de aglomerações (Alsubai <i>et al.</i> , 2024).
Sistemas Cognitivos (Médio Prazo)	Definição inteligente de rotas (Hussain <i>et al.</i> , 2020). Conceitos como a "cidade de 30 minutos" por Big Data (Pettit <i>et al.</i> , 2022).
Planejamento Estratégico (Longo Prazo)	Criação de sistemas ciberfísicos (Rathore <i>et al.</i> , 2021). Adaptação para veículos autônomos (Fan; Wang, 2022). Modelo focado em Governança e Pessoas (Anschütz; Ebner; Smolnik, 2024).

Fonte: autores (2025).

As aplicações práticas em Juiz de Fora podem incluir a otimização de serviços como o

"Carro Boniteza", integrando algoritmos para previsão de congestionamentos. A integração da IA com o monitoramento de aglomerações e incidentes não deve servir apenas para a fluidez, mas para garantir que o transporte público receba a prioridade semafórica necessária. Por fim, a tecnologia deve atuar como vetor de inclusão social, utilizando sistemas de IA para garantir a acessibilidade plena de cidadãos com deficiência visual e mobilidade reduzida (Almurayziq *et al.*, 2023), reduzindo assim a exclusão espacial histórica na cidade.

4 Considerações Finais

A investigação sobre a Inteligência Artificial (IA) como vetor para o alcance do ODS 11 em Juiz de Fora revela que o potencial tecnológico é vasto, mas sua eficácia está intrinsecamente ligada à superação de barreiras estruturais e políticas. A revisão sistemática de 49 estudos e o confronto com indicadores do IPEA e IBGE demonstram que a IA não é uma solução autônoma, mas uma ferramenta de gestão que exige uma base de dados sólida e uma governança ética transparente. A conclusão central deste trabalho é que a transição para uma "Cidade Cognitiva" demanda que a tecnologia seja aplicada prioritariamente para corrigir desigualdades históricas de acesso, transformando a gestão de tráfego em uma gestão de acessibilidade humana voltada para a inclusão socioespacial.

No entanto, a implementação dessas inovações em cidades médias como Juiz de Fora enfrenta riscos significativos que transcendem a esfera técnica. A "sustentabilidade algorítmica" e a transparência dos sistemas emergem como pontos críticos, uma vez que, sem mecanismos de participação cidadã e o uso de tecnologias auditáveis como o Blockchain, a IA corre o risco de se tornar uma "caixa-preta" decisória. É imperativo que a automação não priorize fluxos de veículos privados em detrimento do transporte público e ativo, sob pena de aprofundar a exclusão espacial e contrariar os princípios de sustentabilidade e resiliência urbana propostos pela Agenda 2030.

Em última análise, a IA em Juiz de Fora deve ser entendida como um paradigma sociotécnico que exige a integração da infraestrutura digital ao Plano Diretor e à Política Nacional de Mobilidade Urbana. Recomenda-se que o município priorize o desenvolvimento de um inventário de dados urbanos e adote critérios éticos na contratação de algoritmos, garantindo que o cidadão seja coautor das soluções e não apenas um gerador passivo de informações. O sucesso no alcance das metas do ODS 11 dependerá menos da sofisticação computacional e mais da capacidade da gestão pública em utilizar o processamento de Big Data como um vetor de justiça social e eficiência operacional no ambiente construído.

Agradecimentos

Agradecemos à CAPES pela bolsa de Mestrado.

Referências

ABRELPE. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2017**. São Paulo: ABRELPE, 2018. Disponível em: <https://www.abrema.org.br/panorama/>. Acesso em: 16 jul. 2025.

AL DUHAYYIM, M.; ALBRAIKAN, A. A.; AL-WESABI, F. N.; BURBUR, H. M.; ALAMGEER, M.; HILAL, A. M.; HAMZA, M. A.; RIZWANULLAH, M. Modeling of Artificial Intelligence Based Traffic Flow Prediction with Weather Conditions. **Computers, Materials & Continua**, v. 71, n. 2, p. 3953-3968, Tech Science Press, 2021. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/357495750_Modeling_of_Artificial_Intelligence_Based_Traffic_Flow_Prediction_with_Weather_Conditions. Acesso em: 16 jul. 2025.

ALMURAYZIQ, T. S.; ALOTIBI, N.; ALSHAMMARI, G.; ALSHAMMARI, A.; ALSAFFAR, M. Smart and Guide Hat for Blind Persons in Smart Cities Using Deep Learning. **IEEE Access**, v. 11, p. 12345-12356, 2023. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/375802261_Smart_and_Guide_Hat_for_Blind_Persons_in_Smart_Cities_Using_Deep_Learning. Acesso em: 16 jul. 2025.

ALSUBAI, S.; DUTTA, A. K.; ALGHAYADH, F.; ALAMER, B. H.; PATTANAYAK, R. M.; RAMESH, J. V. N.; MOHANTY, S. N. Design of Artificial Intelligence Driven Crowd Density Analysis for Sustainable Smart Cities. **IEEE Access**, v. 12, p. 70007-70020, 2024. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/379869939_Design_of_Artificial_Intelligence_Driven_Crowd_Density_Analysis_for_Sustainable_Smart_Cities. Acesso em: 16 jul. 2025.

ANSCHÜTZ, C.; EBNER, K.; SMOLNIK, S. Size does matter: A maturity model for the special needs of small and medium-sized smart cities. **Cities**, v. 150, p. 104998, 2024. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0264275124002129>. Acesso em: 16 jul. 2025.

BELLODI, E.; ZESE, R.; PETROVICH, C.; FRASCELLA, A.; BERTASI, F. Predicting the impact of public events and mobility in Smart Cities. **IET Smart Cities**, v. 6, n. 4, p. 253-275, Wiley, nov. 2024. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/385505163_Predicting_the_impact_of_public_events_and_mobility_in_Smart_Cities. Acesso em: 16 jul. 2025.

BOKOLO Jnr, A. Artificial intelligence of things and distributed technologies as enablers for intelligent mobility services in smart cities-A survey. **Results in Engineering**, v. 24, p. 102927, Elsevier, 2024. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2542660524003408>. Acesso em: 16 jul. 2025.

BRASIL. **Lei nº 12.587, de 3 de janeiro de 2012**. Institui as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana. Diário Oficial da União: Brasília, DF, 4 jan. 2012. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12587.htm. Acesso em: 16 jul. 2025.

ENGLUND, C.; AKSOY, E. E.; ALONSO-FERNANDEZ, F.; COONEY, M. D.; PASHAMI, S.; ÅSTRAND, B. AI Perspectives in Smart Cities and Communities to Enable Road Vehicle

Automation and Smart Traffic Control. **Smart Cities**, v. 4, n. 2, p. 783-802, MDPI, 2021. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2624-6511/4/2/40>. Acesso em: 16 jul. 2025.

FAN, Y.; WANG, L. **Adaptation for autonomous vehicles in smart cities**. 2022.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 7. ed. Barueri, SP: Atlas, 2022.

GKIOKA, A.; DOMINGUEZ, A.; MENTZAS, G. Automated incident detection in smart cities. **Journal of Urban Mobility**, 2024.

GRINCHEVA, N. Towards creative and smart urban sustainability: Understanding smart cultural data intelligence (the case of Singapore). **Cities**, v. 166, p. 106216, 2025. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0264275125005177>. Acesso em 16 jul. 2025.

HAGHANI, M.; SABRI, S.; DE GRUYTER, C.; ARDESHIRI, A.; SHAHHOSEINI, Z.; SANCHEZ, T. W.; ACUTO, M. The landscape and evolution of urban planning science. **Cities**, v. 136, p. 104261, 2023. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0264275123000732>. Acesso em 16 jul. 2025.

HUSSAIN, D.; KHAN, M. A.; ABBAS, S.; NAQVI, R. A.; MUSHTAQ, M. F.; REHMAN, A.; NADEEM, A. Enabling Smart Cities with Cognition Based Intelligent Route Decision in Vehicles Empowered with Deep Extreme Learning Machine. **CMC-Computers, Materials & Continua**, v. 66, n. 1, p. 141-156, 2020. Disponível em: <https://www.techscience.com/cmc/v66n1/40437>. Acesso em 16 jul. 2025.

IBGE. **Cidades e Estados: Juiz de Fora - MG**. Panorama. [S.l.]: IBGE, 2025. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/juiz-de-fora/panorama>. Acesso em: 26 jun. 2025.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA (IPEA). **Agenda 2030: ODS – metas nacionais dos objetivos de desenvolvimento sustentável: proposta de adequação**. Brasília, DF: Ipea, 2018. Disponível em: <http://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/8636>. Acesso em 16 jul. 2025.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA (IPEA). **Cadernos ODS: ODS 11: tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis**. Brasília, DF: Ipea, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ipea.gov.br/server/api/core/bitstreams/9597b753-547a-442f-ad5b-6bf6ad6a0a88/content>. Acesso em 16 jul. 2025.

JAGATHEESAPERUMAL, S. K.; BIBRI, S. E.; HUANG, J.; RAJAPANDIAN, J.; PARTHIBAN, B. Artificial intelligence of things for smart cities: advanced solutions for enhancing transportation safety. **Computational Urban Science**, v. 4, n. 10, 2024. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/379874504_Artificial_intelligence_of_things_for_smart_cities_advanced_solutions_for_enhancing_transportation_safety. Acesso em: 16 jul. 2025.

JIMÉNEZ-CALDERA, J.; DURANGO-SEVERICHE, G. Y.; PÉREZ-ARÉVALO, R.; SERRANO-MONTES, J. L.; RODRIGO-COMINO, J.; CABALLERO-CALVO, A. Methodological proposal for the inclusion of citizen participation in the management and planning of urban public spaces. **Cities**, v. 150, p. 105008, 2024. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0264275124002221>. Acesso em: 16 jul. 2025.

KUBIK, A. The Use of Artificial Intelligence in the Assessment of User Routes in Shared Mobility Systems in Smart Cities. **Smart Cities**, v. 6, n. 4, p. 1858-1878, 2023. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2624-6511/6/4/86>. Acesso em 16 jul. 2025.

PETTIT, C. J.; LEO, S. Z.; LOCK, O.; NG, M.; READES, J. Big Data: The Engine to Future Cities - A Reflective Case Study in Urban Transport. **Sustainability**, v. 14, n. 3, p. 1727, 2022. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2071-1050/14/3/1727>. Acesso em: 16 jul. 2025.

PRABOWO, O. M.; MULYANA, E.; NUGRAHA, G. B. B.; SUPANGKAT, S. H. Cognitive City Platform as Digital Public Infrastructure for Developing a Smart, Sustainable and Resilient City in Indonesia. **IEEE Access**, v. 11, p. 1-1, 2023. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/374932639_Cognitive_City_Platform_as_Digital_Public_Infrastructure_for_Developing_a_Smart_Sustainable_and_Resilient_City_in_Indonesia. Acesso em: 16 jul. 2025.

PREFEITURA DE JUIZ DE FORA. **Carro Boniteza intensifica zeladoria em Juiz de Fora**. Juiz de Fora, 2022. Disponível em: <https://www.pjf.mg.gov.br>. Acesso em: 10 ago. 2025.

RATHORE, M. R.; SHAH, S. A.; AWAD, A.; SHUKLA, D.; VIMAL, S.; PAUL, A. A Cyber-Physical System and Graph-based Approach for Transportation Management in Smart Cities. **Sustainability**, v. 13, n. 14, p. 7606, 2021. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2071-1050/13/14/7606>. Acesso em: 16 jul. 2025.

REYES-RUBIANO, L.; SERRANO-HERNANDEZ, A.; MONTOYA-TORRES, J. R.; FAULIN, J. The Sustainability Dimensions in Intelligent Urban Transportation: A Paradigm for Smart Cities. **Sustainability**, v. 13, n. 19, 10653, MDPI, 2021. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2071-1050/13/19/10653>. Acesso em: 16 jul. 2025.

SÁ, J. S.; DA SILVA, E. N.; GONÇALVES, L. N.; CARDOSO, C. M. M.; DO NASCIMENTO, A. A.; DOS SANTOS CAVALCANTE, G. P.; DE LIMA TOSTES, M. E.; DE ARAÚJO, J. P. L.; BARROS, F. J. B.; DE SOUZA FARIAS, F. Multimodal urban mobility solutions for a smart campus using artificial neural networks for route determination and an algorithm for arrival time prediction. **Engineering Applications of Artificial Intelligence**, v. 137, p. 109074, 2024. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0952197624012326>. Acesso em: 16 jul. 2025.

SHARMA, A.; PODOPLELOVA, E.; SHAPOVALOV, G.; TSELYKH, A.; TSELYKH, A. Sustainable Smart Cities: Convergence of Artificial Intelligence and Blockchain. **Sustainability**, v. 13,

n. 23, 2021. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2071-1050/13/23/13076>. Acesso em: 16 jul. 2025.

YIGITCANLAR, T.; SENADHEERA, S.; MARASINGHE, R.; BIBRI, S. E.; SANCHEZ, T.; CUGURULLO, F.; SIEBER, R. Artificial intelligence and the local government: A five-decade scientometric analysis on the evolution, state-of-the-art, and emerging trends. **Cities**, v. 152, p. 105151, 2024. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0264275124003652>. Acesso em: 16 jul. 2025.

ZAMPONI, M. E.; BARBIERATO, E. The Dual Role of Artificial Intelligence in Developing Smart Cities. **Smart Cities**, v. 5, n. 2, p. 728-755, 2022. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2624-6511/5/2/38>. Acesso em: 16 jul. 2025