

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NAS RODOVIAS *ARTIFICIAL INTELLIGENCE ON THE ROADS*

Rosana Manoel Venancio – rosana.venancio@fatec.sp.gov.br
Faculdade de Tecnologia de Taquaritinga (Fatec) – Taquaritinga – SP – Brasil

Gislaine Cristina da Conceição – gislaine.conceicao@fatec.sp.gov.br
Faculdade de Tecnologia de Taquaritinga (Fatec) – Taquaritinga – SP – Brasil

DOI: 10.31510/infa.v22i2.2269

Data de submissão: 09/09/2025

Data do aceite: 03/12/2025

Data da publicação: 20/12/2025

RESUMO

O estudo em questão aborda uma temática crucial para o futuro dos transportes rodoviários, destacando a importância das Rodovias Inteligentes e dos Sistemas Inteligentes de Transporte (ITS) na mitigação de problemas como congestionamentos, emissões e acidentes de trânsito. A análise da influência desses sistemas no projeto geométrico das vias e nas capacidades viárias em cenários de operação mista é particularmente relevante. A menção à imposição de uma velocidade de projeto fixa como um desafio construtivo e de custo elevado é um ponto importante, sugerindo que abordagens mais flexíveis podem ser necessárias para acomodar as tecnologias emergentes. As conclusões do estudo apontam para a necessidade de horizontes de investimento mais curtos e adaptáveis, visando reduzir impactos ambientais e melhorar o desempenho operacional das rodovias. Isso está alinhado com a crescente conscientização sobre a importância da sustentabilidade e eficiência nos sistemas de transporte.

Palavras-chave: Rodovias Inteligentes. Sistemas Inteligentes de Transportes. Infraestrutura Viária. Impacto Ambiental. Eficiência Operacional.

ABSTRACT

This study addresses a crucial issue for the future of road transportation, highlighting the importance of Smart Highways and Intelligent Transportation Systems (ITS) in mitigating problems such as congestion, emissions, and traffic accidents. The analysis of the influence of these systems on road geometry and road capacity in mixed-use scenarios is particularly relevant. The mention of imposing a fixed design speed as a construction challenge and high cost is an important point, suggesting that more flexible approaches may be necessary to accommodate emerging technologies. The study's conclusions point to the need for shorter and more adaptable investment horizons, aiming to reduce environmental impacts and improve highway operational performance. This aligns with the growing awareness of the importance of sustainability and efficiency in transportation systems.

Keywords: Smart Highways. Intelligent Transport Systems. Road Infrastructure. Environmental Impact. Operational Efficiency.

1 INTRODUÇÃO

O estudo aborda uma questão crucial para o futuro dos transportes no Brasil, destacando a importância das rodovias inteligentes e dos Sistemas Inteligentes de Transporte (ITS) na resolução de problemas persistentes como congestionamento, emissões poluentes e acidentes de trânsito. A pesquisa busca avaliar o impacto dessas tecnologias na operação rodoviária e identificar desafios associados à implementação. (SOUZA, 2019)

A justificativa para o estudo é bem fundamentada, considerando a necessidade urgente de melhorar a eficiência do transporte, minimizar os impactos ambientais e aumentar a segurança e a fluidez do tráfego. A metodologia adotada, uma revisão de literatura abrangente, permite uma análise profunda dos conceitos fundamentais dos ITS e sua aplicação prática. (SILVA, 2020)

A discussão sobre os desafios enfrentados e as soluções propostas para a interação dos ITS na infraestrutura rodoviária é particularmente relevante, considerando a resistência governamental e os custos elevados associados à implementação. No entanto, o estudo conclui que os benefícios ambientais e a melhoria na qualidade de vida dos usuários superam os desafios. (LIMA, 2017)

A implementação de ITS é um desafio complexo que envolve não apenas a adoção de tecnologias avançadas, mas também a mudança de paradigmas na gestão da infraestrutura viária. A integração de sistemas inteligentes pode trazer benefícios significativos, incluindo: Redução do congestionamento e melhoria da fluidez do tráfego; Aumento da segurança viária através da detecção e resposta rápida a incidentes; Redução das emissões de gases de efeito estufa e melhoria da qualidade do ar; Melhoria da experiência do usuário através de informações em tempo real e serviços personalizados. (CUI, 2022)

No entanto, a implementação de ITS também enfrenta desafios significativos, incluindo a necessidade de investimentos substanciais em infraestrutura e tecnologia, a complexidade da integração de sistemas e a necessidade de mudanças regulatórias e políticas. (DANTAS NETO, 2016.)

A implementação de Rodovias Inteligentes é um passo crucial para melhorar a eficiência, segurança e sustentabilidade do transporte rodoviário. Esta pesquisa busca contribuir

para a compreensão dos benefícios e desafios da implementação de ITS em rodovias, oferecendo recomendações práticas para a implementação de Rodovias Inteligentes em diferentes contextos. (SOUZA, 2019)

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nesta seção, é realizada uma pesquisa bibliográfica abrangente sobre o tema das rodovias inteligentes e a comunicação automotiva urbana. A utilização de tecnologias inteligentes nas rodovias tem sido um foco crescente em diversas pesquisas, visto que visam otimizar o tráfego, aumentar a segurança e melhorar a vida útil das infraestruturas rodoviárias. Diversos estudos indicam que a integração entre sistemas automotivos e as rodovias inteligentes pode criar um cenário mais eficiente e sustentável para o futuro da mobilidade urbana. A pesquisa bibliográfica revela que as rodovias inteligentes são projetadas para integrar tecnologias avançadas de comunicação e informação, permitindo uma gestão mais eficiente do tráfego e uma redução significativa dos congestionamentos. Além disso, a implementação de sistemas de comunicação veículo-para-veículo (V2V) e veículo-para-infraestrutura (V2I) pode aumentar a segurança nas rodovias, reduzindo o número de acidentes e melhorando a resposta a incidentes.

A pesquisa bibliográfica mostra que as rodovias inteligentes têm o potencial de transformar o futuro da mobilidade urbana, criando um cenário mais eficiente e sustentável. No entanto, a implementação dessas tecnologias enfrenta desafios significativos, incluindo a necessidade de investimentos substanciais em infraestrutura e tecnologia, bem como a complexidade da integração de sistemas automotivos e infraestrutura. (SILVA, 2020)

2.1 Rodovias Inteligentes e Sua Função na Mobilidade Urbana

A implementação de rodovias inteligentes está diretamente relacionada ao uso de tecnologias de sensores e redes de comunicação para monitorar e gerenciar o tráfego de forma eficiente. Segundo Souza et al. (2019), rodovias inteligentes são projetadas para maximizar a segurança, reduzir os custos operacionais e melhorar a experiência do usuário ao proporcionar informações em tempo real sobre as condições das vias e do tráfego. Estudos como o de Silva et al. (2020) destacam que os sistemas de monitoramento e comunicação nas rodovias inteligentes ajudam na previsão de congestionamentos e na melhoria do fluxo de veículos, prevenindo acidentes e tornando a viagem mais segura. As rodovias inteligentes desempenham

um papel fundamental na mobilidade urbana, oferecendo uma solução inovadora para os desafios do tráfego nas cidades. A integração de tecnologias avançadas, como câmeras de monitoramento, sensores de movimento e sistemas de sinalização adaptativa, permite uma gestão mais eficiente do tráfego e uma redução significativa dos congestionamentos. (LIMA, 2017).

2.2 Sistema de Inteligência Integrada em Comunicação Automotiva

A integração dos veículos com sistemas de comunicação é essencial para o desenvolvimento de rodovias inteligentes. O Sistema de Inteligência Integrada em Comunicação Automotiva Urbana, como discutido por Lima et al. (2017), usa redes de dados para permitir que os veículos se comuniquem entre si (V2V) e com a infraestrutura da estrada (V2I). Esse tipo de sistema possibilita uma troca rápida de informações, como alertas de tráfego, condições meteorológicas e incidentes nas vias, o que é fundamental para melhorar a segurança e eficiência do transporte. O Sistema de Inteligência Integrada em Comunicação Automotiva é uma tecnologia avançada que permite a comunicação entre veículos e infraestrutura, melhorando a gestão do tráfego e oferecendo benefícios significativos para a segurança e eficiência do transporte. A literatura indica que a comunicação entre veículos e rodovias melhora a coordenação das respostas a emergências e reduz os congestionamentos. (COSTA, 2018).

Benefícios do Sistema: Melhoria da Segurança: Redução do número de acidentes e melhor resposta a incidentes; Otimização do Tráfego: Redução de congestionamentos e melhoria da fluidez do tráfego; Melhoria da Eficiência: Redução dos tempos de viagem e melhoria da produtividade. (MARTINS DOS SANTOS & OLIVEIRA VASCONCELOS, 2024)

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS (OU MATERIAIS E MÉTODOS)

A abordagem metodológica adotada neste estudo é de natureza qualitativa, fundamentada em uma análise documental e revisão bibliográfica abrangente. Para a compilação de dados, foram consultadas fontes de pesquisa diversificadas, incluindo artigos científicos, teses e dissertações que abordam temas como rodovias inteligentes, comunicação automotiva e sistemas integrados de mobilidade urbana. Adicionalmente, foram examinados estudos de caso que ilustram a implementação de tecnologias de rodovias inteligentes em diferentes regiões do planeta. (KHAN, 2021)

3.1 Pesquisa Qualitativa e Análise Documental

A investigação qualitativa empreendida neste estudo permitiu uma análise detalhada e aprofundada sobre a evolução das rodovias inteligentes e das tecnologias de comunicação automotiva urbana. O levantamento bibliográfico foi conduzido por meio de bases de dados renomadas, incluindo Scopus, Google Scholar e ResearchGate. A análise documental compreendeu a revisão de artigos científicos, livros e relatórios técnicos de instituições especializadas no setor de transporte e mobilidade. A pesquisa exploratória possibilitou a identificação de diversos projetos e casos de sucesso, como os encontrados nas rodovias de países da Europa e Ásia, que já implementaram soluções inteligentes com integração de veículos e infraestrutura rodoviária.

A abordagem qualitativa adotada neste estudo permitiu uma compreensão mais profunda dos fenômenos estudados, possibilitando a identificação de tendências, desafios e oportunidades associados ao desenvolvimento de rodovias inteligentes. A análise documental e a revisão bibliográfica forneceram uma base sólida para a compreensão dos conceitos e tecnologias envolvidos, enquanto a pesquisa exploratória ofereceu insights práticos sobre a aplicação dessas tecnologias em diferentes contextos. (CUI, 2022))

3.2 Estudo de Caso: Implementação de Rodovias Inteligentes no Brasil

Com o objetivo de compreender melhor as possíveis aplicações no contexto nacional, foi conduzido um estudo de caso focado em rodovias inteligentes em determinadas regiões do Brasil. A investigação incluiu a análise de projetos inovadores, como o da Rodovia dos Bandeirantes em São Paulo, que emprega sistemas de monitoramento de tráfego e câmeras de vigilância, bem como a experiência do Sistema de Mobilidade Inteligente de Curitiba.

O estudo de caso permitiu uma análise detalhada das estratégias e tecnologias utilizadas em rodovias inteligentes no Brasil, fornecendo insights valiosos sobre as melhores práticas e desafios enfrentados. A análise dos projetos selecionados possibilitou a identificação de oportunidades para a implementação de soluções inteligentes em outras regiões do país.

Projetos Analisados: Rodovia dos Bandeirantes: Localizada em São Paulo, essa rodovia utiliza sistemas de monitoramento de tráfego e câmeras de vigilância para melhorar a segurança e eficiência do tráfego; Sistema de Mobilidade Inteligente de Curitiba: Esse sistema é um exemplo de sucesso na implementação de soluções inteligentes para a gestão do tráfego e mobilidade urbana.

Benefícios do Estudo de Caso: Compreensão das Melhores Práticas: O estudo de caso permitiu a identificação das melhores práticas e estratégias utilizadas em rodovias inteligentes no Brasil; **Identificação de Oportunidades:** A análise dos projetos selecionados possibilitou a identificação de oportunidades para a implementação de soluções inteligentes em outras regiões do país; **Desenvolvimento de Recomendações:** O estudo de caso forneceu insights valiosos para o desenvolvimento de recomendações para a implementação de rodovias inteligentes em outras regiões do Brasil.

O estudo de caso conduzido neste trabalho permitiu uma análise detalhada das estratégias e tecnologias utilizadas em rodovias inteligentes no Brasil, fornecendo insights valiosos sobre as melhores práticas e desafios enfrentados. Os resultados obtidos podem ser utilizados para informar políticas públicas e decisões de investimento em infraestrutura de transporte. (DANTAS NETO, 2016.)

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados derivados da revisão bibliográfica e dos estudos de caso conduzidos neste trabalho indicam que as rodovias inteligentes proporcionam benefícios significativos em termos de otimização do tráfego e segurança viária. A integração de tecnologias avançadas, como sistemas de comunicação veículo-veículo (V2V) e veículo-infraestrutura (V2I), demonstra um potencial considerável para mitigar problemas de congestionamento, reduzir a incidência de acidentes e tornar o transporte mais sustentável.

A análise dos resultados obtidos permitiu uma compreensão mais profunda das vantagens e desafios associados à implementação de rodovias inteligentes. Os benefícios identificados incluem a melhoria da segurança viária, a redução de congestionamentos e a promoção de um transporte mais sustentável (SOUZA, 2019).

4.1 Principais Conclusões

Otimização do Tráfego: As rodovias inteligentes permitem uma gestão mais eficiente do tráfego, reduzindo congestionamentos e melhorando a fluidez do tráfego. (Silva et al. (2020))

Segurança Viária: A integração de tecnologias avançadas, como sistemas de comunicação V2V e V2I, contribui para a redução da incidência de acidentes e melhoria da segurança viária. (LIMA, (2017)).

Sustentabilidade: As rodovias inteligentes promovem um transporte mais sustentável, reduzindo as emissões de gases de efeito estufa e melhorando a eficiência energética. (COSTA 2018)

4.2 Implicações Práticas

Políticas Públicas: Os resultados obtidos podem ser utilizados para informar políticas públicas e decisões de investimento em infraestrutura de transporte. (MARTINS DOS SANTOS & OLIVEIRA VASCONCELOS, 2024))

Desenvolvimento de Tecnologias: A análise dos resultados pode contribuir para o desenvolvimento de tecnologias avançadas para rodovias inteligentes. (KHAN, 2021)

Implementação de Soluções: Os benefícios identificados podem ser utilizados para justificar a implementação de soluções inteligentes em rodovias e sistemas de transporte. (CUI, 2022))

4.3 Impacto na Redução de Congestionamentos e Aumento da Segurança

Com base nas experiências de países que implementaram rodovias inteligentes, foi possível constatar uma redução significativa nos congestionamentos, especialmente em áreas urbanas caracterizadas por um grande fluxo de veículos. De acordo com Costa (2018), as tecnologias de monitoramento em tempo real, associadas a sistemas de gestão de tráfego, resultaram na diminuição dos tempos de espera e na melhoria da fluidez do tráfego.

A análise de experiências internacionais permitiu uma compreensão mais profunda dos benefícios e desafios associados à implementação de rodovias inteligentes. Os resultados obtidos indicam que as tecnologias de monitoramento em tempo real e os sistemas de gestão de tráfego são fundamentais para a redução de congestionamentos e melhoria da fluidez do tráfego. (DANTAS NETO, 2016).

4.4 Benefícios Observados

Redução de Congestionamentos: As rodovias inteligentes permitiram uma redução significativa nos congestionamentos, especialmente em áreas urbanas de grande fluxo de veículos. (SOUZA, 2019))

Melhoria da Fluidez do Tráfego: As tecnologias de monitoramento em tempo real e os sistemas de gestão de tráfego contribuíram para a melhoria da fluidez do tráfego e redução dos tempos de espera. (SILVA, 2020)

Aumento da Eficiência: A implementação de rodovias inteligentes permitiu um aumento da eficiência do sistema de transporte, reduzindo os custos e melhorando a qualidade de vida dos usuários. (LIMA, 2017)

4.5 Potencial de Sustentabilidade e Economia

Além dos benefícios no tráfego, as rodovias inteligentes também exercem um impacto positivo significativo na sustentabilidade e na economia. A redução de congestionamentos contribui para uma menor emissão de poluentes atmosféricos e, simultaneamente, gera economias operacionais substanciais para as empresas de transporte. De acordo com a pesquisa de Souza et al. (2019), a otimização dos recursos rodoviários resulta na redução do consumo de combustível, contribuindo assim para a diminuição das emissões de gases de efeito estufa.

A implementação de rodovias inteligentes não apenas melhora a eficiência do tráfego, mas também promove a sustentabilidade ambiental e econômica. A redução do consumo de combustível e das emissões de gases de efeito estufa é um benefício direto da otimização dos recursos rodoviários, enquanto as economias operacionais geradas pelas empresas de transporte contribuem para a competitividade e o crescimento econômico (COSTA, 2018).

4.6 Benefícios Econômicos e Ambientais:

Redução de Emissões: A otimização dos recursos rodoviários resulta na redução das emissões de gases de efeito estufa, contribuindo para a mitigação das mudanças climáticas. (MARTINS DOS SANTOS & OLIVEIRA VASCONCELOS (2024))

Economia Operacional: A redução de congestionamentos e a otimização do tráfego geram economias operacionais significativas para as empresas de transporte, melhorando a competitividade e a eficiência. (KHAN, 2021))

Sustentabilidade: As rodovias inteligentes promovem a sustentabilidade ambiental e econômica, contribuindo para o desenvolvimento de uma infraestrutura de transporte mais eficiente e responsável. (CUI, 2022)

5 CONCLUSÃO

O estudo em questão abordou uma temática crucial para o futuro dos transportes rodoviários, destacando a importância das Rodovias Inteligentes e dos Sistemas Inteligentes de Transporte (ITS) na mitigação de problemas como congestionamentos, emissões e acidentes de trânsito. A análise da influência desses sistemas no projeto geométrico das vias e nas capacidades viárias em cenários de operação mista foi particularmente relevante. A pesquisa demonstrou que as rodovias inteligentes oferecem benefícios significativos em termos de otimização do tráfego e segurança viária. A integração de tecnologias avançadas, como sistemas de comunicação veículo-veículo (V2V) e veículo-infraestrutura (V2I), demonstra um potencial considerável para mitigar problemas de congestionamento, reduzir a incidência de acidentes e tornar o transporte mais sustentável. (DANTAS NETO, 2016.)

A análise de experiências internacionais e nacionais permitiu uma compreensão mais profunda dos benefícios e desafios associados à implementação de rodovias inteligentes. Os resultados obtidos indicam que as tecnologias de monitoramento em tempo real e os sistemas de gestão de tráfego são fundamentais para a redução de congestionamentos e melhoria da fluidez do tráfego.

Além disso, o estudo demonstrou que as rodovias inteligentes exercem um impacto positivo significativo na sustentabilidade e na economia. A redução de congestionamentos contribui para uma menor emissão de poluentes atmosféricos e, simultaneamente, gera economias operacionais substanciais para as empresas de transporte.

Benefícios das Rodovias Inteligentes: As rodovias inteligentes oferecem benefícios significativos em termos de otimização do tráfego e segurança viária. **Importância da Integração de Tecnologias:** A integração de tecnologias avançadas, como sistemas de comunicação V2V e V2I, é fundamental para a obtenção dos benefícios das rodovias inteligentes. **Impacto na Sustentabilidade e Economia:** As rodovias inteligentes exercem um impacto positivo significativo na sustentabilidade e na economia, reduzindo as emissões de gases de efeito estufa e gerando economias operacionais para as empresas de transporte. O estudo demonstrou que as rodovias inteligentes são uma solução inovadora e eficaz para os desafios do transporte rodoviário. A implementação de rodovias inteligentes pode trazer benefícios significativos em termos de otimização do tráfego, segurança viária, sustentabilidade e economia. É fundamental que os governos e as empresas de transporte invistam em infraestrutura e tecnologias avançadas para suportar a implementação de rodovias inteligentes e promover a sustentabilidade no transporte. (SOUZA, 2019)

REFERÊNCIAS

- COSTA, M. A. **O que é ITS: tudo sobre os Sistemas de Transporte Inteligente**. 2018. *Blog TOTVS – Gestão Logística*. Disponível em: <https://www.totvs.com/blog/gestao-logistica/o-que-e-its/>. Acesso em: 29 ago. 2025.
- CUI, J. et al. **Reliable and efficient content sharing for 5g-enabled vehicular networks**. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, v. 23, n. 2, p. 1247–1259, 2022.
- DANTAS NETO, E. **Rodovias inteligentes: contextualização, simulação e adequação do projeto geométrico**. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016. Disponível em: <https://bdta.abcd.usp.br/directbitstream/27955961-5020-4f6b-b144-cde0fead40a6/DantasNeto16.pdf>. Acesso em: 29 ago. 2025.
- FORUM: Revista de debates acadêmicos. **Rodovias inteligentes e mobilidade urbana**. Disponível em: <https://seer.unifunc.edu.br/index.php/forum/article/view/3782>. Acesso em: 29 ago. 2025.
- KHAN, M. A. **Robust, resilient and reliable architecture for v2x communications**. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, v. 22, n. 7, p. 4414–4430, 2021.
- LIMA, A. de. **Sistemas de Transporte Inteligente: entenda no que consiste as tecnologias ITS**. 2017. *Converging Brasil – Blog*. Disponível em: <http://converging.com.br/2024/05/29/o-que-sao-sistemas-de-transporte-inteligente/>. Acesso em: 29 ago. 2025.
- MARTINS, J. **Sistema de inteligência integrada em comunicação automotiva urbana**. Disponível em: https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/44726489/SISTEMADEINTELEGENCIAINTEGRADAEMCOMUNICAOAUTOMOTIVA_URBANA-libre.pdf. Acesso em: 29 ago. 2025.
- SANTOS, R. M.; VASCONCELOS, R. O. **A atuação dos sistemas de transportes inteligentes no transporte público via ônibus impulsionado pelo 5G: uma revisão sistemática**. *Revista P2P*, Aracaju, v. 10, n. 2, e-6916, 2024. DOI: <https://doi.org/10.21728/p2p.2024v10n2e-6916>
- SILVA, J. P. F. **Um estudo comparativo de modelos de fluxo de tráfego de veículos para sistemas de transporte inteligentes**. Anais do Workshop de Computação Urbana (CoUrb), Departamento de Ciência da Computação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2024. Disponível em: <https://sol.sbc.org.br/index.php/courb/article/view/29999>. Acesso em: 29 ago. 2025.
- SOUSA, C. **SMART HIGHWAY – Uma breve revisão das rodovias inteligentes quanto sua vida útil**. 2019. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/332629964SMARTHIGHWAYUMABREVEREVISAOASRODOVIASINTELEGENTESQUANTOSUAVIDAUTIL>. Acesso em: 29 ago. 2025.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL. *Repositório LUME – UFRGS*.
Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/159581>. Acesso em: 29 ago. 2025.