
Faculdade de Tecnologia de Americana "Ministro Ralph Biasi"
Curso Superior de Tecnologia em Logística

**TRANSPORTES TERRESTRES INTELIGENTES:
INFRAESTRUTURA E IMPACTOS NA ERA DIGITAL**

Erika Silva Costa de Oliveira (Faculdade de Tecnologia de Americana Ministro Ralph Biasi) erika.oliveira01@aluno.cps.sp.gov.br

Gabrieli Vieira Tavares (Faculdade de Tecnologia de Americana Ministro Ralph Biasi) gabrieli.tavares@aluno.cps.sp.gov.br

Orientador Prof. Esp. Fabio Queiroz (Faculdade de Tecnologia de Americana Ministro Ralph Biasi) fabio.queiroz01@cps.sp.gov.br

RESUMO

O artigo analisa a evolução dos transportes terrestres no Brasil, comparando o modelo logístico tradicional com as inovações introduzidas pela Era Digital e a Logística 4.0. A pesquisa, de caráter bibliográfico, aborda como o histórico do modal rodoviário gerou vulnerabilidade econômica e desequilíbrios na infraestrutura nacional. Estuda-se o papel de tecnologias, como a Internet das Coisas (IoT), Inteligência Artificial (IA), Big Data e Redes Neurais Convolucionais (CNN), na modernização dos setores rodoviário e ferroviário. Os resultados indicam que a transição para uma infraestrutura inteligente permite a manutenção preditiva de pavimentos e trilhos, além da otimização de rotas que reduz custos operacionais e a emissão de gases poluentes. Conclui-se que, apesar dos desafios estruturais e da necessidade de maiores investimentos e qualificação profissional, a automação e a sustentabilidade são importantes para a competitividade da logística brasileira no cenário global.

PALAVRAS-CHAVE: transportes terrestres; logística 4.0; inteligência artificial; infraestrutura inteligente; sustentabilidade.

ABSTRACT

This article analyzes the evolution of land transportation in Brazil, comparing the traditional logistics model with the innovations introduced by the Digital Age and Logistics 4.0. The bibliographical research addresses how the history of road transport has generated economic vulnerability and imbalances in the national infrastructure. It studies the role of technologies such as the Internet of Things (IoT), Artificial Intelligence (AI), Big Data, and Convolutional Neural Networks (CNNs) in the modernization of the road and rail sectors. The results indicate that the transition to intelligent infrastructure allows for predictive maintenance of pavements and tracks, as well as route optimization that reduces operational costs and the emission of polluting gases. It concludes that, despite structural challenges and the need for greater investment and professional training, automation and sustainability are important for the competitiveness of Brazilian logistics in the global scenario.

KEYWORDS: land transportation; logistics 4.0; artificial intelligence; smart infrastructure; sustainability.

1 INTRODUÇÃO

O sistema de transporte terrestre brasileiro passou por profundas transformações desde a inauguração da primeira ferrovia em 1854 até a consolidação do modal rodoviário como principal eixo de integração nacional ao longo do século XX. Entretanto, durante o governo de Getúlio Vargas, ocorreu um processo de fortalecimento do transporte rodoviário por meio de políticas públicas voltadas à expansão da infraestrutura viária e à integração nacional. Esse movimento foi intensificado pela industrialização do país e pela instalação das montadoras automobilísticas, que estimularam a produção e a circulação de veículos, consolidando o modal rodoviário como principal meio de transporte terrestre brasileiro (RANGEL, 1981).

Segundo Schwab (2016), com o surgimento da Quarta Revolução Industrial, iniciada nas primeiras décadas do século XXI, o setor logístico passou a enfrentar a transição para a logística 4.0. Esse cenário exige a substituição da intuição do gestor por decisões baseadas em dados concretos e conectividade em tempo real. Tecnologias como a Inteligência Artificial (IA) e a Internet das Coisas (IoT) deixaram de ser recursos futuristas para se tornarem ferramentas essenciais na busca por eficiência e segurança operacional.

Este artigo procura compreender como a integração digital pode solucionar problemas da infraestrutura brasileira, como o desgaste de pavimentos e os altos índices de poluição. O objetivo é analisar a evolução e os impactos dos transportes inteligentes na economia e no meio ambiente, discutindo os benefícios da automação e os obstáculos que ainda limitam a modernização do setor no país.

De acordo com a Confederação Nacional do Transporte (CNT, 2024), a utilização de tecnologias inteligentes na gestão da infraestrutura viária contribui para a identificação mais precisa de falhas em pavimentos, maior eficiência no planejamento das manutenções e redução dos custos operacionais. Nesse contexto, a transformação digital tem se consolidado como uma importante ferramenta para aumentar a segurança, a eficiência e a sustentabilidade dos transportes terrestres brasileiros.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Evolução Histórica dos Transportes Terrestres no Brasil

O transporte terrestre brasileiro iniciou sua trajetória em 1854 com a inauguração da Estrada de Ferro Mauá. Embora as ferrovias tenham passado por transformações, o cenário

mudou drasticamente a partir de 1932, no governo de Getúlio Vargas, com o processo de rodoviarização (Rangel, 1981). Entre 1930 e 1995, as políticas públicas priorizaram as rodovias como principal modal de integração nacional (Rangel, 1981). Esse processo também foi favorecido pela industrialização do país e pela expansão da indústria automobilística, com a instalação de montadoras que estimularam a produção e a circulação de veículos no território nacional. Isso gerou consequências estruturais significativas como desequilíbrio e vulnerabilidade causados pela dependência do modal rodoviário, evidenciada em eventos como as greves dos caminhoneiros de 2018, que provocaram impactos no abastecimento e na distribuição de produtos em todo o país.

2.2 O modelo tradicional e a revolução logística

Antes da digitalização, o setor operava com baixa visibilidade e controles manuais baseados na intuição dos gestores (Ballou, 2006). No transporte rodoviário, as rotas eram definidas por mapas físicos e a comunicação era limitada. No ferroviário, a manutenção era predominantemente corretiva em vez de preventiva (Ballou, 2006). A transição para a Logística 4.0, impulsionada pela quarta revolução industrial, marca a substituição da intuição por decisões baseadas em dados e conectividade em tempo real (Schwab, 2016). A modernização dos transportes brasileiros está na integração de tecnologias para solucionar problemas de infraestrutura, segurança e sustentabilidade.

A inteligência artificial otimiza rotas em tempo real, com base em tráfego e condições climáticas, reduzindo tempo e custo operacionais. A IoT atua em sensores instalados em veículos, trilhos e vagões, permitindo o monitoramento de cargas e manutenção preditiva. As redes neurais convolucionais atuam na identificação de buracos, fissuras em pavimentos e trilhos com alta precisão. Big data e Computação em Nuvem são responsáveis pelo processamento de grandes volumes de dados e acesso remoto à informação (Schwab, 2016).

2.3 Impactos na Sustentabilidade e Infraestrutura

As tecnologias inteligentes não apenas melhoram a eficiência, mas também focam na diminuição de gases poluentes dos setores. O uso de IA para traçar trajetos menores reduz o consumo de combustível e na descarbonização. Estratégias da ANTF incluem o uso de biocombustíveis e a modernização de locomotivas para aumentar a participação deste setor no transporte de cargas, visando à redução de participação do setor rodoviário, que emite maior

quantidade de CO₂. A transição da inspeção visual que é lenta e perigosa para a automatizada garante maior rapidez e segurança aos inspetores e usuários.

2.4 Desafios Atuais

Apesar do potencial tecnológico, a implementação total no Brasil enfrenta barreiras como a baixa qualificação profissional, a falta de investimentos e a resistência à inovação. A competitividade nacional depende, portanto, da integração dessas ferramentas digitais com políticas públicas eficazes.

3 A EVOLUÇÃO DOS TRANSPORTES TERRESTRES

O transporte ferroviário surgiu na Europa entre o século XVIII e XIX inicialmente utilizado para o transporte de minério e carvão. No Brasil, o transporte ferroviário foi inaugurado em 30 de abril de 1854, com a criação da Estrada de Ferro Mauá. Desde então, as ferrovias passaram por diversas transformações. Mesmo com desafios estruturais e de investimento, atualmente está muito diferente de quando foi implantado (Santos, 2011). Atualmente, o setor conta com tecnologias de monitoramento, sistemas automatizados de controle operacional e manutenção preditiva, que contribuem para maior segurança, eficiência e confiabilidade no transporte ferroviário.

O transporte rodoviário começou a se desenvolver no Brasil no século XIX, porém sua expansão ocorreu durante o governo de Getúlio Vargas, a partir de 1930. Nesse período ocorreu um processo conhecido como rodoviarização, no qual as rodovias passaram a receber maior atenção nas políticas públicas de transporte. Entre os anos de 1930 e 1995, a política econômica voltada à expansão da rodovia nacional ajudou na urbanização e no fortalecimento do transporte rodoviário como principal modal terrestre no país. O “favorecimento” histórico do modal rodoviário no Brasil não apenas reduziu investimentos na infraestrutura ferroviária, mas também criou uma dependência significativa, que gera vulnerabilidade econômica crítica, como as paralisias em greve de caminhoneiros. Esse desequilíbrio eleva o custo como um todo, visto que o transporte ferroviário seria mais barato para longas distâncias e grandes volumes (Rangel, 1981). Segundo a CNT (2024), o transporte rodoviário continua sendo o principal modal de cargas do país, concentrando a maior parte da movimentação logística nacional.

Os transportes terrestres antes da implementação da IoT, operavam com um nível muito mais baixo de tecnologia. As operações logísticas apresentavam pouca visibilidade,

dificultando o acompanhamento das atividades e as tomadas de decisões (Ballou, 2006). O controle de veículos, cargas e rotas era realizado por meio de comunicação manual, registros físicos e sistemas pouco integrados, o que dificultava o monitoramento em tempo real das operações logísticas. Naquela época, as empresas buscavam garantir que suas mercadorias fossem transportadas com segurança, porém enfrentavam diversas incertezas devido à falta de rastreabilidade em tempo real (Ballou, 2006).

A **figura 1** ilustra a evolução dos transportes terrestres ao longo do tempo, tornando-os mais tecnológicos e integrados, destacando a dualidade entre o passado analógico e o futuro conectado.

Figura 1 – Evolução e Dualidade dos Transportes Terrestres



Fonte: Elaborado pelos autores (2026), com base em Santos (2011) e Rangel (1981).

Com o avanço das tecnologias e melhorias na infraestrutura, o sistema de transporte terrestre brasileiro ainda enfrenta diversos desafios logísticos, como trânsito intenso, desgaste elevado dos veículos, altos custos operacionais, aumento das emissões de gases poluentes e grande tempo de deslocamento. Esses fatores estão diretamente relacionados ao crescimento urbano desordenado, à dependência do modal rodoviário e à falta de planejamento integrado das cidades, reforçando a necessidade de modernização dos transportes terrestres por meio de tecnologias inteligentes.

4 CENÁRIO DO MODAL RODOVIÁRIO

No transporte rodoviário, o controle das operações era relativamente simples, porém apresentava baixa precisão e pouca capacidade de acompanhamento das atividades. As rotas eram definidas principalmente com base na experiência dos gestores e motoristas, utilizando mapas físicos e o conhecimento prático das estradas. A comunicação entre motoristas e empresas era limitada, ocorrendo por telefone, rádios comunicadores ou durante paradas em postos e pontos de apoio. As empresas não tinham informações precisas sobre a localização de suas cargas durante o transporte. Essa falta de rastreabilidade aumentava os riscos de roubos, extravios de mercadorias e atrasos nas entregas, além de dificultar o controle dos prazos logísticos.

No Brasil, o modal rodoviário ocupa uma malha superior a 1,7 milhão de quilômetros. Nessas rodovias transitam os transportes de cargas, veículos particulares e transportes públicos que são responsáveis por deslocar pessoas entre municípios e estados. Por outro lado, observa-se que a infraestrutura das estradas apresenta irregularidades, o que compromete a segurança dos usuários e a agilidade logística, refletindo diretamente na economia nacional (Freitas; Nobre Júnior, 2020).

4.1 Análise da infraestrutura

Para encontrar os pontos de irregularidades nos asfaltos, são realizadas avaliações visuais. Esses processos acabam sendo lentos e incertos, por depender exclusivamente da atuação humana, sem o apoio de sistemas automatizados. Além disso apresenta riscos aos profissionais envolvidos, visto que os inspetores ficam suscetíveis a acidentes de trânsito. Por ainda não ocorrer de forma totalmente automatizada, o procedimento também pode apresentar falhas na classificação dos danos, o que pode afetar na priorização e eficácia das manutenções (Freitas; Nobre Júnior, 2020).

Para aprimorar a detecção de problemas nos pavimentos e reduzir a dependência de avaliações manuais, cientistas juntamente com indústrias vêm em constante criação de automação voltada a parte computacional. O objetivo é trazer mais rapidez, precisão e segurança para as inspeções. A Rede Neural Convolucional (CNN), por exemplo, é uma rede neural artificial que analisa dados visuais, vídeos e imagens de boa resolução, com bastante precisão, sem a necessidade de ampliação, fazendo a classificação de defeitos dos pavimentos que precisam ser resolvidos com prioridade, de acordo com os buracos, remendos e fissuras. A

partir dessas análises, é possível identificar com exatidão o tamanho e a extensão das irregularidades.

5 CENÁRIO DO MODAL FERROVIÁRIO

No transporte ferroviário existia uma organização operacional, porém os sistemas ainda eram pouco integrados. Grande parte do controle ferroviário era realizado por sistemas mecânicos ou eletrônicos simples, sem integração digital avançada. As operações eram supervisionadas em centros de controle responsáveis por monitorar o trajeto ferroviário, em tempo real, porém com limitações. A manutenção ocorria após falhas ou acidentes, e não de forma preventiva, como ocorre atualmente. Dessa forma aumentava os riscos de interrupções nas operações e acidentes. Segundo Santos (2011), o transporte ferroviário desempenha um papel fundamental na eficiência logística, especialmente no escoamento de grandes volumes.

5.1 Análise da infraestrutura

Segundo os estudos sensoriais da ANTF (associação nacional dos transportes ferroviários), algumas estratégias estão sendo definidas no setor ferroviário com o intuito de descarbonizar, ou seja, contribuir ativamente na redução significativa de gases poluentes. Para isso o investimento em novas ferrovias, a modernização dos vagões, substituição de locomotivas, uso de biocombustíveis (óleo vegetal hidrotratado e o biodiesel) e a modernização da infraestrutura atual são fundamentais para o processo ser efetivo. A ideia central é o aumento da malha ferroviária, para ter uma maior participação no transporte de cargas, visto que, o setor ferroviário emite 85% menos gases de efeito estufa por tonelada quilômetro útil (TKU) do que o setor rodoviário (ANTF, 2026).

Atualmente, a sinalização ferroviária é composta por diferentes formas de comunicação que garantem a segurança e a eficiência da operação dos trens. A sinalização horizontal é responsável por indicar limites de gabarito e pela numeração dos trilhos, auxiliando na organização e no correto posicionamento das composições. Já a sinalização vertical utiliza sinais laterais luminosos que orientam o maquinista sobre as ações a serem tomadas durante a condução, como parar, reduzir a velocidade ou seguir, de acordo com as cores exibidas (vermelho, amarelo e verde).

Além disso, a sinalização sonora desempenha um papel importante como forma de alerta, por meio de buzinas ou apitos dos trens e também de sirenes em passagens de nível,

contribuindo para a prevenção de acidentes. A sinalização gestual complementa o sistema, sendo realizada por controladores de manobra ou agentes de pátio, que utilizam sinais manuais para se comunicar diretamente com o maquinista, especialmente em operações dentro de pátios ferroviários. (Santos, 2011).

6 A REVOLUÇÃO LOGÍSTICA

Para compreender a chamada revolução logística, é importante analisar, de forma objetiva, as transformações ocorridas nas revoluções industriais, pois cada uma delas impactou diretamente os sistemas de transporte, distribuição e controle de mercadorias.

A primeira Revolução Industrial ocorreu entre os séculos XVIII e XIX, iniciando-se na Inglaterra. Já a segunda Revolução Industrial desenvolveu-se entre o final do século XIX e início do século XX, expandindo-se para países como Alemanha, França e Estados Unidos. Essas revoluções foram responsáveis pelo aumento da produção e pela necessidade de expansão dos transportes, principalmente ferroviários e rodoviários. Nesse período, a logística ainda era limitada, porém começou a ganhar importância como suporte ao escoamento da produção de carvão, ferro, aço, produtos manufaturados e matérias-primas. Já na terceira revolução industrial, com o avanço da informática e da automação, a logística passou a utilizar sistemas mais organizados, permitindo maior controle de estoque, planejamento de rotas e melhor gestão das operações.

Hoje, com a quarta revolução industrial (Indústria 4.0), ocorre uma transformação mais profunda, dando origem à revolução logística 4.0, na qual há maior eficiência, controle, digitalização e integração dos processos logísticos. O objetivo é minimizar a intervenção manual e aumentar o uso de tecnologias avançadas para otimizar processos, reduzir custos e melhorar as tomadas de decisões. Mesmo com os avanços tecnológicos, o Brasil enfrenta a falta de capital para investimento em infraestrutura, baixa qualificação profissional e principalmente resistência à inovação. Se antigamente as decisões eram baseadas em intuição e experiência prática, o cenário atual exige decisões baseadas em fatos, análises e interpretações de dados concretos, se fazendo necessário uma mudança no perfil dos gestores (Schwab, 2016). São fatores que dificultam a modernização do setor logístico e impactam a competitividade do país.

6.1 Era digital e suas tecnologias

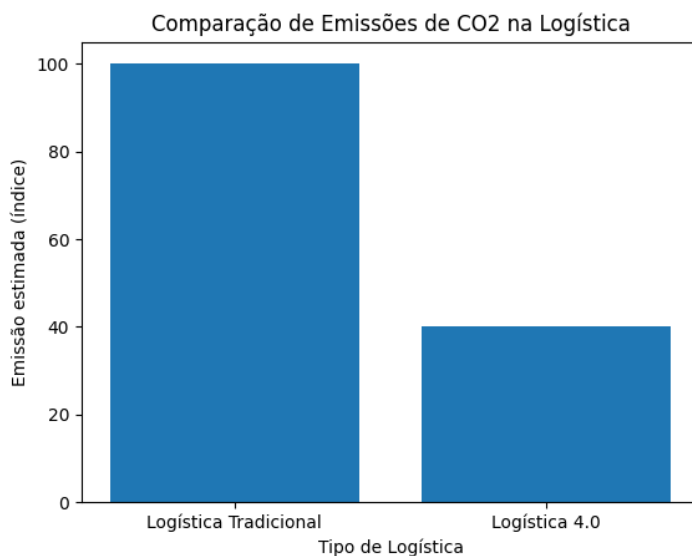
A era digital compreende na utilização de tecnologias eficazes que acompanham a

localização das operações em tempo real, auxilia nas tomadas de decisões e minimiza os impactos ambientais.

A inteligência artificial surgiu em meados do século XX, após o surgimento dos primeiros computadores eletrônicos. Um dos marcos importantes ocorreu em 1950, quando o cientista Alan Turing iniciou estudos relacionados à capacidade das máquinas de apresentarem comportamentos considerados inteligentes (SENAC, 2024). Atualmente, a inteligência artificial é um recurso cada vez mais utilizado pelas transportadoras, contribuindo na eficiência das operações logísticas e na qualidade das entregas de mercadorias. Na otimização de rotas, desempenha o papel de verificar, em tempo real, por meio de algoritmos, as condições climáticas, normas e restrições do tráfego de cada região. Com essas informações, o sistema apresenta a melhor rota, proporcionando o menor tempo de deslocamento e melhor custo operacional (Romualdo, 2025).

O **Gráfico 1** apresenta uma projeção sustentável, comparando o alto índice de emissões de gases poluentes da logística tradicional com a eficiência alcançada na Logística 4.0.

Gráfico 1 – Projeção da redução de emissões de gases poluentes na logística



Fonte: Elaborado pelos autores (2026), com base em Romualdo (2025) e dados de sustentabilidade em transportes inteligentes.

Os algoritmos da inteligência artificial (IA) tem contribuído para a sustentabilidade, pois ao traçar trajetos menores, reduz o consumo de combustível e, conseqüentemente, minimiza a emissão de gases poluentes. Outras tecnologias que auxiliam nas operações logísticas do transporte terrestre, tornando-as mais inteligentes, ágeis e integradas, são a IoT

responsável por monitorar em tempo real os veículos e cargas, a Big Data utilizado na análise de grande volume de dados e a computação em nuvem, que garante acesso remoto às informações armazenadas (Romualdo, 2025).

7 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este artigo foi elaborado por meio de pesquisa bibliográfica, que, segundo Gil (2008), é desenvolvida com base em materiais já publicados, como livros, artigos científicos, dissertações e teses. Dessa forma, a pesquisa foi baseada em artigos científicos, livros e estudos sobre infraestrutura dos transportes, logística 4.0, inteligência artificial, Internet das Coisas e sustentabilidade no setor logístico. O método comparativo foi utilizado para analisar as diferenças entre o cenário passado, caracterizado por operações manuais, e o cenário futuro, baseado na automação, monitoramento inteligente e logística sustentável.

A seleção do material bibliográfico ocorreu por meio da análise de livros, artigos científicos, relatórios técnicos e publicações institucionais relacionados aos transportes terrestres, à logística 4.0 e às tecnologias aplicadas ao setor logístico. Após a coleta das informações, realizou-se uma análise comparativa entre os modelos tradicionais e os modelos inteligentes de transporte, buscando identificar as principais transformações proporcionadas pela digitalização, pela automação e pelo uso de tecnologias como Inteligência Artificial, Internet das Coisas e Big Data. Os dados obtidos foram organizados e interpretados de forma qualitativa, permitindo compreender os impactos dessas inovações na eficiência operacional, na sustentabilidade e na modernização dos transportes terrestres brasileiros.

8 RESULTADOS E DISCUSSÕES

8.1 Comparação entre transporte tradicional e inteligente

Os estudos sobre transportes terrestres inteligentes, permitiram compreender a evolução do modelo logístico tradicional para um modelo mais tecnológico e integrado.

No passado, as operações eram realizadas de forma manual, com comunicação limitada por rádios e telefones, registros físicos e pouca visibilidade das rotas e cargas (Ballou, 2006). Esse modelo tornava a logística mais lenta e com altos custos operacionais. Diferentemente do sistema tradicional, onde a manutenção ocorria após a falha, a era digital permite ações antecipadas. Sensores em trilhos e vagões detectam problemas nos equipamentos antes que

acidentes ocorram, contribuindo para maior segurança operacional.

Com a chegada da era digital, tecnologias como inteligência artificial, sensores inteligentes, internet das coisas e big data permitem maior controle das operações, monitoramento em tempo real e a melhor tomada de decisões logísticas.

8.2 Automação e inteligência artificial

A automação é um dos principais avanços da logística moderna, são sistemas inteligentes capazes de analisar dados de tráfego, clima e rotas, oferecendo caminhos mais eficientes para o transporte de cargas. Tecnologias como IA e IoT reduzem o tempo de deslocamento, diminuem os custos operacionais e aumentam a segurança das operações, tornando o sistema logístico mais eficiente e competitivo. No setor ferroviário, concessionárias utilizam sensores IoT instalados em trilhos e vagões para realizar a manutenção preditiva, identificando aquecimentos excessivos em rolamentos e microfissuras na via antes que resultem em acidentes (CNT, 2024).

No modal rodoviário, o uso de redes neurais convolucionais tem automatizado a inspeção de pavimentos, permitindo que sistemas digitais identifiquem a profundidade de buracos e fissuras com precisão. Além disso, a aplicação de algoritmos de IA para rotas inteligentes possibilita que transportadoras otimizem trajetos em tempo real, considerando variáveis climáticas e de tráfego, o que reflete diretamente na redução de custos e na menor emissão de gases poluentes. Essas aplicações confirmam que a Logística 4.0 não é apenas uma tendência, mas uma ferramenta de competitividade indispensável para a infraestrutura nacional.

8.3 Sustentabilidade no transporte terrestre

De acordo com a associação nacional de transporte ferroviário (ANTF), as tecnologias digitais vêm contribuindo com a sustentabilidade, cerca de 15% menos gases de efeito estufa são lançados na atmosfera. A inteligência artificial e a internet das coisas permitem traçar rotas mais curtas e eficientes, a modernização de locomotivas com adoção de biocombustíveis, também reduz o consumo de combustível e a emissão de gases poluentes. Esses sistemas otimizam tempo de motor ocioso e fazem comparação da eficiência energética entre ferrovias em relação às rodovias. Dessa forma, o transporte terrestre inteligente contribui para a preservação ambiental e para o cumprimento das metas de sustentabilidade.

8.4 Desafios do Brasil

Segundo dados da confederação nacional do transporte (CNT, 2023), embora haja avanços tecnológicos, o Brasil ainda enfrenta desafios para implementar totalmente os transportes inteligentes. Entre os principais obstáculos estão a falta de investimento, infraestrutura limitada, baixa qualificação profissional e dificuldades na integração tecnológica. Esses fatores mostram que a modernização dos transportes depende de políticas públicas, investimentos e inovação tecnológica.

9 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo analisa a evolução dos transportes terrestres no Brasil, diferenciando o modelo tradicional com as inovações da logística 4.0 e da era digital. A pesquisa aborda como a dependência histórica do modal rodoviário gerou vulnerabilidade econômica e desequilíbrios na infraestrutura nacional, em contrapartida evidencia que o modal ferroviário é capaz de emitir 85% menos gases de efeito estufa por tonelada-quilômetro útil (TKU) em comparação ao rodoviário. A modernização da infraestrutura e a adoção de biocombustíveis tornam-se ferramentas cruciais para a descarbonização. A automação e a integração digital são fundamentais para garantir a competitividade e a sustentabilidade da logística brasileira no cenário global. Portanto, a construção de um sistema de transporte mais inteligente, integrado e sustentável depende não apenas da adoção de novas tecnologias, mas também de planejamento estratégico, investimento em infraestrutura, qualificação profissional e políticas públicas eficazes.

REFERÊNCIAS

- ANTF. **Estratégia de Descarbonização por Ferrovias**. Disponível em: <https://www.antf.org.br/wp-content/uploads/2026/03/Artigo-Estrategias-de-Descarbonizacao-por-Ferrovias-ANTF.pdf>. Acesso em: 08 abr. 2026.
- BALLOU, Ronald H.. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos/Logística Empresarial**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.
- CNT. Pesquisa CNT de Rodovias 2024: **O impacto da tecnologia na manutenção do pavimento**. Disponível em: <https://pesquisarodovias.cnt.org.br/>. Acesso em: 14 abr. 2026.
- CNT. Pesquisa CNT de Rodovias 2023: **Relatório gerencial**.. Disponível em: <https://pesquisarodovias.cnt.org.br/>. Acesso em: 15 abr. 2026.
- EIRA, Gabriel Ribeiro Garcia; MONÇÃO, Brener Ryan Silva Rodrigues. **Como o uso de ia melhora a tomada de decisão na gestão de frotas**. Revista Contemporânea, [S.L.], v. 5, n. 12, p. 1-18, 4 dez. 2025. Brazilian Journals. <http://dx.doi.org/10.56083/rcv5n12-031>.
- FREITAS, Gabriel Tavares de Melo ; NOBRE JÚNIOR, Ernesto Ferreira. **Identificação de patologias em pavimentos rodoviários utilizando inteligência artificial**. In: CONGRESSO DE PESQUISA E ENSINO EM TRANSPORTES. 34º., 100% Digital, 16 a 21 nov. 2020. p.831-834. Associação Nacional de Pesquisa e Ensino em Transportes.
- HINTZE, Fernando Stival; IERARDI, Joao Pedro Miranda; COSTA, Renan Lima; VULCANO, Victor Tadeu; MOORI, Roberto Giro; GARDESANI, Roberto. **Gestão do Transporte de Cargas e a Inteligência Artificial**. Advances In Global Innovation & Technology, [S.L.], v. 2, n. 2, p. 109-125, 2024. Even3. <http://dx.doi.org/10.29327/2384439.2.2-9>. Acesso em: 16 abr. 2026.
- RANGEL, Ignácio. História da dualidade brasileira. **Revista de Economia Política**. São Paulo, v. 1, n. 4, p. 05-34, 1981.
- ROMUALDO, Amanda. **IA como aliada do gestor de frotas: como a inteligência artificial transforma a gestão**. Blog Cobli, 20 ago. 2025. Disponível em: <https://www.cobli.co/blog/ia-como-aliada-do-gestor-de-frotas/>. Acesso em: 08 abril 2026.
- SANTOS, Silvio dos. O surgimento da estrada de ferro. In: SANTOS, Silvio dos. **Transporte Ferroviário: história e técnicas**. São Paulo: Cengage Learning, 2011. p. 13-21.
- SENAC. Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial. Quando surgiu a inteligência artificial? Veja a evolução dessa tecnologia! Disponível em: <https://www.rj.senac.br/noticias/tecnologia-da-informacao/quando-surgiu-a-inteligencia-artificial>. Acesso em: 29 mar. 2026.

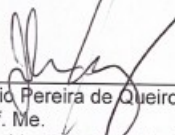
Erika Silva Costa de Oliveira
Gabrieli Vieira Tavares

**TRANSPORTES TERRESTRES INTELIGENTES:
INFRAESTRUTURA E IMPACTOS NA ERA DIGITAL**

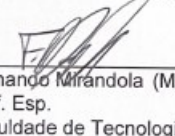
Trabalho de graduação apresentado como
exigência parcial para obtenção do título
de Tecnólogo em Logística pelo
CEETEPS/Faculdade de Tecnologia de
Americana "Ministro Ralph Biasi".
Área de concentração: logística

Americana, 11 de junho de 2026.

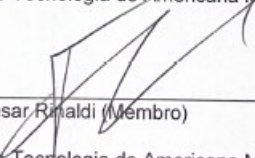
Banca Examinadora:



Fabio Pereira de Queiroz (Presidente)
Prof. Me.
Faculdade de Tecnologia de Americana Ministro Ralph Biasi



Fernando Mirandola (Membro)
Prof. Esp.
Faculdade de Tecnologia de Americana Ministro Ralph Biasi



Fernando Cesar Rinaldi (Membro)
Prof. Dr.
Faculdade de Tecnologia de Americana Ministro Ralph Biasi