O papel do transporte rodoviário na cadeia de suprimentos e seus desafios operacionais

Autor(res)

Lucas Figueiredo Santos Melo
Vitor De Souza Nobre

Categoria do Trabalho

TCC

Instituição

FACULDADE ANHANGUERA DE IPATINGA

Introdução

A presente pesquisa abordou o papel do transporte rodoviário na cadeia de suprimentos, enfatizando a forma como esse modal estruturou os fluxos de mercadorias entre diferentes elos e regiões do país. O problema desta pesquisa consistiu em responder a seguinte questão: de que forma os desafios relacionados à infraestrutura, aos custos operacionais e à sustentabilidade no transporte rodoviário brasileiro influenciaram a eficiência da cadeia de suprimentos? Considerou-se que o transporte rodoviário desempenhou função central na articulação entre produção, distribuidores e consumo, em razão de sua capacidade de realizar entregas porta a porta e de operar com elevado grau de flexibilidade territorial. Em consequência dessa posição privilegiada, verificou-se que alterações nas condições operacionais do modal repercutiram de modo imediato sobre a disponibilidade de insumos, os prazos de entrega e os custos logísticos em setores distintos da economia.

Em complemento, o estudo explorou as funções operacionais específicas desempenhadas pelo modal rodoviário, tais como a distribuição de última milha, o apoio ao escoamento sazonal de produtos agrícolas e a ligação entre centros de produção e terminais intermodais. A crescente demanda por rapidez nas entregas e a adoção de cadeias de abastecimento mais just-in-time intensificaram a pressão sobre prazos e níveis de serviço, enquanto exigências contemporâneas por práticas sustentáveis e por maior previsibilidade logística ressaltaram a necessidade de modernização dos processos. Assim, o transporte rodoviário passou a ser analisado não apenas como um meio de movimentação de cargas, mas como componente estratégico da competitividade empresarial e da resiliência das cadeias.

A escolha deste tema justificou-se pela relevância sistêmica do modal para o abastecimento nacional e pelos impactos econômicos e sociais derivados de suas ineficiências. Considerou-se a urgência de compreender como entraves estruturais, como a condição da malha viária, e operacionais, como custos e riscos, influenciaram custos logísticos, níveis de serviço e sustentabilidade ambiental. Nesse sentido, a pesquisa visou consolidar, de forma sintética e crítica, evidências que subsidiaram a reflexão sobre prioridades de política pública e práticas gerenciais voltadas à melhoria do desempenho logístico.

No âmbito desta investigação, buscou-se averiguar de que forma as limitações relativas à infraestrutura, aos custos operacionais e à sustentabilidade no transporte rodoviário brasileiro influenciaram a eficiência da cadeia de suprimentos. Procurou-se, no escopo do trabalho, articular a interação entre condicionantes estruturais (qualidade das rodovias e integração modal), econômicos (preços de combustível, pedágios e manutenção) e institucionais

(regulação e segurança), bem como avaliar, em termos analíticos, o papel das tecnologias digitais na mitigação dos gargalos identificados.

O objetivo geral deste estudo foi compreender o papel do transporte rodoviário na cadeia de suprimentos, considerando como suas condicionantes estruturais e operacionais influenciaram o desempenho logístico e a disponibilidade de mercadorias. Como objetivo específico, procurou-se descrever os principais desafios operacionais enfrentados pelo transporte rodoviário no Brasil — com ênfase em infraestrutura, custos, segurança e sustentabilidade —, de forma a sistematizar conhecimento que fundamentasse análises posteriores e indicasse lacunas para investigações subsequentes.

Objetivo

O objetivo geral deste estudo foi compreender o papel do transporte rodoviário na cadeia de suprimentos, considerando como suas condicionantes estruturais e operacionais influenciaram o desempenho logístico e a disponibilidade de mercadorias. Como objetivo específico, procurou-se descrever os principais desafios operacionais enfrentados pelo transporte rodoviário no Brasil — com ênfase em infraestrutura, custos, segurança e sustentabilidade —, de forma a sistematizar conhecimento que fundamentasse análises posteriores e indicasse lacunas para investigações subsequentes.

Material e Métodos

A pesquisa foi realizada por meio de revisão bibliográfica, com recorte temporal preferencial para publicações entre 2015 e 2025. Foram consideradas obras acadêmicas e técnicas — artigos revisados por pares, livros, capítulos de coletâneas, dissertações, teses e relatórios institucionais — em português e em inglês; ficaram excluídos blogs, reportagens sem fundamentação técnica, entradas de enciclopédias abertas e resumos sem texto integral. Em razão da natureza do método, não se formularam hipóteses experimentais nem se propuseram intervenções práticas, cabendo à revisão a função de mapear e interpretar o conhecimento existente.

As buscas foram efetuadas em bases e repositórios reconhecidos, como SciELO, Periódicos CAPES e Google Acadêmico, além de repositórios institucionais (IPEA, CNT) e portais de organismos internacionais e editoras científicas; também foram consultados documentos oficiais em portais (gov.br) e relatórios setoriais. Foram utilizados descritores em português — por exemplo, “transporte rodoviário”, “cadeia de suprimentos”, “infraestrutura rodoviária”, “custos logísticos”, “segurança de cargas”, “sustentabilidade no transporte”, “biocombustíveis”, “eletrificação de frotas”, “Internet das Coisas”, “telemetria” e “logística de última milha” — procedeu-se inicialmente à triagem por título e resumo e, em seguida, à leitura integral dos textos que atenderam aos objetivos do estudo.

A análise dos documentos selecionados foi realizada por meio de síntese narrativa e categorização temática, organizando os achados em eixos analíticos — infraestrutura, custos operacionais, segurança, sustentabilidade, tecnologias e políticas públicas — para facilitar a comparação crítica entre evidências e a identificação de lacunas. Foram extraídos e sintetizados argumentos, dados e propostas relevantes, mantendo a documentação dos critérios e passos adotados para assegurar transparência metodológica. As citações e referências foram apresentadas conforme as normas ABNT, permitindo rastreabilidade do levantamento bibliográfico e sustentando a discussão teórica subsequente.

Resultados e Discussão

A presente revisão bibliográfica analisa o papel do transporte rodoviário na cadeia de suprimentos brasileira, enfatizando como condicionantes estruturais, econômicos e institucionais moldam a eficiência logística. Adotando

a visão sistêmica clássica da logística, o estudo operacionaliza conceitos centrais — lead time, fill rate, custo por tonelada-quilômetro, custo total de propriedade (TCO), análise de ciclo de vida (ACV) e downtime — para quantificar impactos e comparar alternativas. Evidências provenientes de relatórios setoriais e literatura acadêmica indicam que a precariedade da malha viária, a volatilidade dos preços de combustíveis e a multiplicidade de pedágios elevam o custo por t-km e o TCO, aumentam o tempo de trânsito e reduzem a disponibilidade da frota, forçando estratégias compensatórias (estoques de segurança, rotas alternativas) que diminuem a eficiência sistêmica. A insegurança nas rotas intensifica custos e tempos de entrega, enquanto a pressão por sustentabilidade introduz a necessidade de avaliações integradas TCO+ACV para decisões sobre biocombustíveis e eletrificação; nesta última, a viabilidade de caminhões pesados depende de avanços tecnológicos e infraestrutura de recarga. A integração multimodal apresenta-se como alternativa para reduzir custos em longas distâncias, mas sua materialização exige terminais eficientes, modelos contratuais de partilha de risco e financiamento de longo prazo. Tecnologias digitais — telemetria, IoT, roteirização dinâmica e sistemas de gestão (TMS) — demonstram potencial para reduzir quilometragem ociosa, otimizar consumo e permitir manutenção preditiva, com ganhos mensuráveis quando combinadas a processos gerenciais e capacitação; porém, barreiras como CAPEX, interoperabilidade e cobertura de telecomunicações limitam a adoção. Na logística urbana, a fragmentação das entregas decorrente do e-commerce eleva o custo por entrega, e soluções como micro-hubs e janelas temporais requerem coordenação entre autoridades municipais, operadores e plataformas. A síntese da literatura aponta convergência quanto aos entraves centrais e ao papel mitigador das tecnologias e da integração modal, mas divergência sobre o desenho institucional e financeiro ideal. Em razão da escassez de estudos longitudinais e de avaliações integradas de TCO e ACV para veículos pesados no contexto nacional, recomenda-se a priorização de programas-piloto com indicadores padronizados, avaliações prévias e posteriores e estudos empíricos regionais que permitam calibrar políticas de investimento, arranjos contratuais e práticas gerenciais. Em suma, a modernização eficaz do transporte rodoviário depende de intervenções integradas que articulem infraestrutura, tecnologia, capacitação e governança.

Conclusão

O presente trabalho atingiu o objetivo de compreender o papel do transporte rodoviário na cadeia de suprimentos e de sistematizar, a partir da literatura técnico-acadêmica e de relatórios institucionais, as principais propostas destinadas a mitigar seus desafios operacionais. A análise demonstrou que a dependência do modal rodoviário, acrescida de limitações infraestruturais, elevação de custos, insegurança e pressões por sustentabilidade, comprometeu a previsibilidade e a eficiência dos fluxos logísticos, exigindo abordagens integradas. Verificou-se que soluções técnicas, gerenciais e institucionais atuaram de forma complementar e que a eficácia das medidas variou conforme o contexto regional e operacional.

Em resposta ao problema de pesquisa, concluiu-se que as limitações relativas à infraestrutura, aos custos operacionais e à sustentabilidade influenciaram de modo significativo a eficiência da cadeia de suprimentos, mas que um conjunto de vetores — integração modal, adoção de tecnologias digitais, manutenção baseada em condição e arranjos de governança — apresentou potencial mitigador. Todavia, esse potencial mostrou-se condicionado a fatores como densidade de fluxo, capacidade institucional e disponibilidade de recursos, o que impediu a prescrição de soluções únicas e demandou a priorização de intervenções calibradas segundo características locais.

Foram reconhecidas limitações inerentes ao método de revisão bibliográfica, notadamente a dependência de fontes secundárias e a escassez de avaliações longitudinais que quantifiquem impactos em contextos regionais específicos. Assim, recomendou-se que pesquisas futuras desenvolvam estudos empíricos longitudinais,

avaliações integradas de custo total de propriedade e de ciclo de vida para alternativas energéticas, bem como estudos de caso regionais. Ademais, sugeriu-se a implementação de programas-piloto integrados — combinando investimentos em infraestrutura, capacitação profissional e tecnologias digitais — acompanhados de indicadores padronizados e monitoramento rigoroso, como caminho para reduzir incertezas e subsidiar decisões de política pública e práticas gerenciais.

Referências

AHMETOGLU, S.; CHE COB, Z.; ALI, N. A systematic review of Internet of Things adoption in organizations: taxonomy, benefits, challenges and critical factors. Applied Sciences, Basel, v. 12, n. 9, art. 4117, 2022. DOI: 10.3390/app12094117. Disponível em: https://www.mdpi.com/2076-3417/12/9/4117. Acesso em: 16 set. 2025.

BALLOU, Ronald H. Logística empresarial: gerenciamento da cadeia de suprimentos. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2006.

BASMA, H.; RODRÍGUEZ, F.; HILDERMEIER, J.; JAHN, A. Electrifying last-mile delivery: a total cost of ownership comparison of battery-electric and diesel trucks in Europe. Washington, DC: International Council on Clean Transportation (ICCT), jun. 2022. Disponível em: https://theicct.org/publication/tco-battery-diesel-delivery-trucks-jun2022/. Acesso em: 16 set. 2025.

BRASIL. Lei nº 10.233, de 5 de junho de 2001. Dispõe sobre a reestruturação dos transportes aquaviário e terrestre, cria o Conselho Nacional de Integração de Políticas de Transporte e a Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT). Diário Oficial da União, Brasília, 6 jun. 2001. Disponível em: https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/2001/lei-10233-5-junho-2001-338107-publicacaooriginal-1-pl.html. Acesso em: 16 set. 2025.

BRASIL. Lei nº 13.576, de 26 de dezembro de 2017. Institui a Política Nacional de Biocombustíveis (RenovaBio). Diário Oficial da União, Brasília, 27 dez. 2017. Disponível em: https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/secretarias/petroleo-gas-natural-e-biocombustiveis/renovabio-1. Acesso em: 16 set. 2025.

CHOPRA, Sunil; MEINDL, Peter. Supply Chain Management: Strategy, Planning, and Operation. 7. ed. Harlow: Pearson Education, 2019.

CHRISTOPHER, M. Logistics & Supply Chain Management. 5. ed. Harlow: Pearson Education, 2016.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE — CNT. Anuário CNT do Transporte: principais dados — 2022. Brasília: CNT, 2022. Disponível em: https://anuariodotransporte.cnt.org.br/2022/File/PrincipaisDados.pdf. Acesso em: 16 set. 2025.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE — CNT. Pesquisa CNT de Rodovias — 2022. Brasília: CNT, 2022. Disponível em: https://cnt.org.br/documento/6b24f1b4-9081-485d-835d-c8aafac2b708. Acesso em: 16 set. 2025.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA — IPEA. Logística e transportes no Brasil: uma análise do programa de investimentos 2013–2017 em rodovias e ferrovias. Brasília: IPEA, 2016. Disponível em: https://repositorio.ipea.gov.br/bitstreams/0bc4a0aa-81af-4c3f-afa9-806016fcab56/download. Acesso em: 16 set. 2025.

NTC — ASSOCIAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE DE CARGAS E LOGÍSTICA. Relatório: Roubo de cargas — 2021. São Paulo: NTC, 2021. Disponível em: https://portalntc.org.br. Acesso em: 16 set. 2025.

PÊGO FILHO, B.; CASTRO, N. A.; CAVALCANTE, L. R. Logística e transportes no Brasil: custos e competitividade. Brasília: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), 2016.

TRAN-DANG, H.; KROMMENACKER, N.; CHARPENTIER, P.; KIM, D.-S. The Internet of Things for logistics: perspectives, application review, and challenges. IETE Technical Review, v. 37, n. 5, p. 451–464, 2020. DOI:

10.1080/02564602.2020.1827308. Disponível em: https://doi.org/10.1080/02564602.2020.1827308. Acesso em: 16 set. 2025.

VIU-ROIG, M.; ÁLVAREZ-PALAU, E. J. The impact of e-commerce-related last-mile logistics on cities: a systematic literature review. Sustainability, Basel, v. 12, n. 16, art. 6492, 2020. DOI: 10.3390/su12166492. Disponível em: https://www.mdpi.com/2071-1050/12/16/6492. Acesso em: 16 set. 2025.

WORLD BANK. Connecting to Compete 2018: Trade Logistics in the Global Economy — The Logistics Performance Index and Its Indicators. Washington, DC: World Bank, 2018. Disponível em: https://documents.worldbank.org/curated/en/576061531492034646/pdf/Connecting-to-compete-2018-trade-logistics-in-the-global-economy-the-logistics-performance-index-and-its-indicators.pdf. Acesso em: 16 set. 2025.