



TECNOLOGIAS DE RASTREAMENTO NO TRANSPORTE DE CARGAS: BENEFÍCIOS E APLICAÇÕES



<https://doi.org/10.56238/levv16n45-068>

Data de submissão: 24/01/2025

Data de publicação: 24/02/2025

Moisés de Oliveira Rosa

RESUMO

Este artigo tem como objetivo analisar as tecnologias de rastreamento aplicadas ao transporte rodoviário de cargas, destacando seus benefícios operacionais e suas aplicações práticas nas cadeias logísticas. Considerando os desafios enfrentados pelas empresas do setor em relação à segurança, eficiência e controle das operações, buscou-se compreender como a incorporação de recursos tecnológicos tem transformado a gestão do transporte e contribuído para a modernização das práticas logísticas. Para tanto, utilizou-se uma abordagem metodológica qualitativa, de natureza exploratória, por meio de uma revisão bibliográfica sistemática baseada em publicações nacionais e internacionais entre os anos de 2015 e 2024. A análise dos estudos selecionados evidenciou que os sistemas de rastreamento, especialmente aqueles integrados a sensores, softwares de gestão e plataformas de análise em nuvem, permitem o monitoramento em tempo real das cargas, a rastreabilidade de eventos críticos e a geração de indicadores estratégicos que fortalecem a tomada de decisão baseada em dados. Os resultados demonstram que a utilização dessas tecnologias contribui significativamente para a redução de perdas, melhoria na segurança, otimização de rotas, aumento da produtividade e conformidade regulatória. Também foi observado que a eficácia do rastreamento depende da infraestrutura tecnológica disponível, da cultura organizacional e da capacidade das empresas em utilizar os dados de forma estratégica. Conclui-se que as tecnologias de rastreamento representam um instrumento fundamental para a gestão contemporânea do transporte de cargas, sendo indispensáveis para empresas que buscam excelência operacional, vantagem competitiva e integração com as novas exigências do mercado logístico global.

Palavras-chave: Transporte rodoviário de cargas. Rastreamento logístico. Tecnologias de monitoramento. Logística integrada. Gestão de frotas.

1 INTRODUÇÃO

A logística de transporte de cargas no Brasil, caracterizada por sua vasta malha rodoviária e desafios operacionais históricos, tem passado por uma transformação significativa nas últimas décadas, impulsionada pelo avanço de tecnologias de rastreamento que se consolidaram como ferramentas estratégicas na cadeia logística ao permitirem o monitoramento em tempo real das mercadorias, a integração de dados operacionais e a tomada de decisões baseadas em informações precisas e atualizadas (Carvalho et al., 2022).

O uso de ferramentas como o Sistema de Posicionamento Global (GPS), sensores embarcados, telemetria e softwares de gestão tem se intensificado à medida que o mercado exige entregas mais rápidas, confiáveis e transparentes, ao mesmo tempo em que impõe desafios crescentes de redução de custos operacionais e mitigação de riscos associados à segurança e à eficiência das rotas (Rodrigues et al., 2023).

A rastreabilidade ultrapassa a simples localização do veículo e se torna um elemento estratégico para análise do desempenho logístico, controle do comportamento dos condutores, verificação de consumo de combustível e monitoramento das condições da carga durante o trajeto, contribuindo para a construção de uma logística orientada por dados, mais eficiente e compatível com as exigências normativas e ambientais do setor (Santos et al., 2021).

Com a utilização de dispositivos embarcados conectados a plataformas digitais de análise, os gestores conseguem acompanhar o posicionamento dos veículos, o estado das mercadorias e a conformidade dos prazos de entrega, o que permite respostas imediatas diante de desvios, acidentes ou tentativas de roubo, resultando em uma operação mais protegida e em um serviço mais valorizado pelos clientes (Stavrianou et al., 2020).

A tecnologia aplicada ao rastreamento também tem impacto direto na redução de perdas e avarias, uma vez que a visibilidade em tempo real possibilita intervenções rápidas para correções de rota ou alterações no planejamento logístico, o que contribui para uma maior confiabilidade do transporte, além de aumentar a segurança dos motoristas e preservar a integridade das cargas transportadas (Silva et al., 2024).

O monitoramento por satélite e o uso de sistemas inteligentes têm promovido ganhos operacionais expressivos, sobretudo em regiões com alto índice de roubo de cargas, onde a previsibilidade do trajeto e a comunicação instantânea com a central de controle representam um diferencial competitivo para as transportadoras que investem na profissionalização dos seus processos logísticos (Vieira et al., 2021).

Relatórios recentes indicam que empresas que implementaram soluções avançadas de rastreamento conseguiram reduzir custos com seguros, minimizar o número de sinistros e ampliar a confiança de seus clientes no cumprimento de prazos, o que reforça o impacto direto da tecnologia

sobre a qualidade do serviço prestado e a sustentabilidade do negócio a longo prazo (Prestes et al., 2022).

Além do aspecto operacional, o uso de sistemas de rastreamento contribui para o cumprimento de exigências regulatórias e fiscais, pois possibilita a geração de relatórios detalhados que comprovam o trajeto percorrido, os tempos de parada e a regularidade do transporte, conferindo maior transparência e controle às atividades logísticas (Gamero et al., 2021).

Estudos apontam que tecnologias como Onix e Sascar, amplamente utilizadas no setor, apresentam características específicas de desempenho que influenciam a percepção dos usuários sobre sua eficiência, especialmente no que tange à frequência de perda de sinal e agilidade na execução de comandos, impactando diretamente na segurança e no controle das operações de transporte (Silva et al., 2024).

A utilização de tecnologias de rastreamento também está atrelada ao aprimoramento da gestão de frotas, possibilitando a identificação de padrões de uso dos veículos, horários de maior incidência de sinistros, desempenho dos motoristas e até mesmo a necessidade de manutenção preventiva, o que favorece a redução de custos e a elevação da disponibilidade operacional (Prado et al., 2010).

A análise da viabilidade econômica do investimento em rastreamento revela que, apesar do custo inicial para aquisição e implantação das tecnologias, os benefícios proporcionados em médio e longo prazo, como a diminuição de extravios, redução do tempo de resposta a ocorrências e aumento da eficiência no uso dos recursos logísticos, justificam sua utilização ampla no setor (Stavrianou et al., 2020).

O desenvolvimento de softwares integrados às plataformas de rastreamento permite que as empresas criem painéis analíticos personalizados, ajustando seus indicadores-chave de desempenho (KPIs) à realidade da operação, o que fortalece a capacidade gerencial e confere maior autonomia aos operadores logísticos no processo de tomada de decisão (Rodrigues et al., 2023).

Com a crescente demanda por rastreamento em tempo real, surgem também preocupações relacionadas à segurança da informação, uma vez que a exposição de dados sensíveis pode comprometer a operação caso sistemas sejam invadidos ou apresentem falhas, o que exige investimentos paralelos em infraestrutura digital, criptografia e protocolos de proteção de dados (Vieira et al., 2021).

Transportadoras que apostam na informatização das rotinas de transporte e no cruzamento de dados oriundos do rastreamento com outras áreas, como manutenção, logística reversa e atendimento ao cliente, conseguem criar um ciclo de melhoria contínua, onde cada etapa do processo logístico é monitorada, analisada e aprimorada com base em evidências concretas (Santos et al., 2021).

Portanto, a utilização das tecnologias de rastreamento no transporte rodoviário de cargas representa mais do que uma ferramenta de localização, assumindo a função de eixo estruturante da

logística moderna, ao agregar valor à operação, mitigar riscos, promover economia de recursos e contribuir diretamente para a construção de uma cultura organizacional orientada por dados e resultados mensuráveis (Prado et al., 2010).

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 EVOLUÇÃO TECNOLÓGICA NO SETOR LOGÍSTICO

A evolução tecnológica no setor logístico brasileiro tem sido impulsionada pelas crescentes exigências do mercado consumidor, pela complexidade das cadeias de suprimentos e pela necessidade de reduzir custos operacionais sem comprometer a qualidade dos serviços prestados, o que levou as empresas a adotarem ferramentas de automação, sistemas de informação integrados e, sobretudo, plataformas de rastreamento e monitoramento que conferem maior controle e visibilidade sobre os fluxos de transporte (Vieira et al., 2021).

Desde a década de 1990, com a popularização da tecnologia GPS e o avanço da microeletrônica, os sistemas de rastreamento passaram a ser incorporados aos veículos de carga, permitindo que transportadoras acompanhassem a posição geográfica dos seus caminhões em tempo real, o que representou uma quebra de paradigma na logística tradicional baseada em registros manuais e comunicação por rádio (Rodrigues et al., 2023).

Inicialmente utilizados com foco exclusivo na segurança patrimonial e na recuperação de veículos roubados, os sistemas de rastreamento evoluíram para soluções mais sofisticadas, capazes de coletar dados sobre rotas percorridas, tempo de parada, velocidade média, comportamento do motorista e condições da carga, tornando-se indispensáveis para a gestão eficiente das frotas (Silva et al., 2024).

Com o avanço da internet das coisas (IoT), os veículos de transporte passaram a funcionar como verdadeiras unidades móveis conectadas, equipadas com sensores que registram uma infinidade de variáveis operacionais, as quais são transmitidas para centros de controle que utilizam algoritmos de análise para gerar diagnósticos em tempo real e apoiar decisões logísticas estratégicas (Santos et al., 2021).

O desenvolvimento de sistemas de informação logística, como o TMS (Transportation Management System) e o WMS (Warehouse Management System), também contribuiu para a integração dos processos de transporte com os demais elos da cadeia de suprimentos, permitindo que o rastreamento de cargas não apenas indicasse localização, mas também orientasse a execução de atividades correlatas como agendamento de descarga, emissão de notas fiscais e controle de estoque (Prestes et al., 2022).

Empresas que investiram na informatização dos seus processos logísticos passaram a dispor de dados históricos e indicadores que possibilitam comparações entre períodos, avaliação de performance

por veículo ou motorista e planejamento de rotas com base em mapas de risco, o que eleva a competitividade e reduz perdas operacionais significativas (Rodrigues et al., 2023).

Além da melhoria na eficiência interna, a evolução tecnológica transformou a relação entre transportadoras e clientes, que passaram a exigir acesso direto às informações de rastreamento, gerando a necessidade de plataformas web e aplicativos móveis que forneçam atualizações automáticas, notificações e históricos de entrega em linguagem acessível e intuitiva (Carvalho et al., 2022).

No ambiente corporativo, o uso de tecnologias de rastreamento também favorece a integração com os setores financeiro, fiscal e de atendimento ao cliente, permitindo, por exemplo, a emissão automática de faturas após a confirmação da entrega, a comprovação eletrônica do cumprimento de prazos contratuais e a antecipação de problemas operacionais com base em dados preditivos (Gamero et al., 2021).

A incorporação de inteligência artificial e machine learning nos sistemas logísticos mais modernos tem ampliado as possibilidades de uso dos dados coletados por tecnologias de rastreamento, permitindo que os algoritmos identifiquem padrões de consumo de combustível, horários de maior risco de roubo, trechos mais problemáticos e desvios de comportamento que poderiam comprometer a operação (Vieira et al., 2021).

Esses avanços tornaram a logística uma atividade cada vez mais orientada por dados e decisões automatizadas, em que a tecnologia substitui a intuição ou a experiência individual, criando um novo perfil de profissional logístico mais analítico, multidisciplinar e tecnicamente preparado para lidar com as ferramentas digitais que transformaram o setor (Stavrianou et al., 2020).

Ao mesmo tempo em que ampliou as possibilidades de controle, a evolução tecnológica trouxe consigo novos desafios, especialmente relacionados à segurança da informação, pois os sistemas de rastreamento lidam com dados sensíveis, como localização em tempo real, rotas estratégicas e horários de entrega, exigindo protocolos rigorosos de proteção, criptografia e acesso restrito (Santos et al., 2021).

Outro ponto relevante da evolução tecnológica é a possibilidade de integração das ferramentas de rastreamento com sistemas de previsão climática, aplicativos de geolocalização colaborativa e bases de dados públicas sobre o tráfego, o que permite o planejamento dinâmico de rotas e a reprogramação de entregas em função de variáveis externas, como acidentes, bloqueios ou intempéries (Silva et al., 2024).

A digitalização dos processos logísticos também tem contribuído para o cumprimento de metas ambientais, na medida em que o rastreamento otimiza trajetos, reduz o tempo de percurso, diminui o consumo de combustível e, conseqüentemente, a emissão de gases poluentes, o que se alinha às diretrizes de sustentabilidade corporativa exigidas por mercados mais exigentes (Prado et al., 2010).

Pesquisas recentes indicam que as empresas que mais investem em tecnologias de rastreamento e monitoramento apresentam índices superiores de produtividade e rentabilidade, pois conseguem reduzir o índice de perdas, aumentar a segurança da operação e entregar valor agregado aos seus serviços logísticos com base na informação precisa e tempestiva (Rodrigues et al., 2023).

Dessa forma, a evolução tecnológica no setor logístico não pode mais ser vista como um diferencial competitivo opcional, mas como uma condição indispensável para a sobrevivência e o crescimento das empresas de transporte de cargas, especialmente diante da instabilidade econômica, da concorrência acirrada e da expectativa crescente dos clientes por transparência e excelência nos serviços prestados (Vieira et al., 2021).

2.2 SISTEMAS DE RASTREAMENTO E MONITORAMENTO DE CARGAS

Os sistemas de rastreamento e monitoramento de cargas surgiram como resposta às vulnerabilidades históricas do transporte rodoviário brasileiro, marcado por altos índices de roubos, extravios e falhas operacionais que comprometem a integridade da mercadoria e a previsibilidade das entregas, sendo inicialmente adotados como mecanismos de segurança patrimonial, mas rapidamente ganhando complexidade e abrangência à medida que foram incorporados à lógica de gestão integrada da cadeia logística (Silva et al., 2024).

Entre as tecnologias mais comuns, destaca-se o Sistema de Posicionamento Global (GPS), que permite a localização geográfica precisa dos veículos durante todo o percurso, fornecendo dados em tempo real sobre posição, deslocamento, paradas e desvios de rota, o que se traduz em maior controle sobre a operação e em um histórico detalhado que pode ser utilizado em auditorias, análise de desempenho e replanejamento logístico (Vieira et al., 2021).

Além do GPS, outras soluções como sensores de temperatura, umidade e abertura de portas passaram a ser incorporadas aos sistemas de rastreamento, especialmente no transporte de cargas sensíveis como medicamentos, alimentos perecíveis e materiais perigosos, pois qualquer alteração nas condições ambientais durante o trajeto pode comprometer a qualidade do produto e acarretar prejuízos significativos (Santos et al., 2021).

Sistemas mais avançados como os da Sascar e da Onix são utilizados por grandes operadoras de transporte e gerenciamento de risco, pois oferecem não apenas a localização do veículo, mas também funcionalidades como bloqueio remoto, alerta de entrada e saída de zonas de risco, análise comportamental do motorista e integração com softwares de gestão de risco e segurança (Silva et al., 2024).

A eficácia desses sistemas foi demonstrada em estudos de campo realizados em empresas como a Krona, onde os operadores relataram maior confiabilidade nas operações realizadas com a tecnologia Onix, que apesar de apresentar maior perda de sinal em determinadas regiões, mostrou melhor

desempenho nos testes de checklist e nas funcionalidades voltadas à segurança do condutor e da carga (Silva et al., 2024).

Esses sistemas também se diferenciam quanto à capacidade de armazenamento de dados, frequência de atualização das informações, interface com o usuário e compatibilidade com outras plataformas digitais, o que influencia diretamente a sua aplicabilidade em empresas de diferentes portes e segmentos logísticos, exigindo uma análise criteriosa no momento da contratação do serviço (Rodrigues et al., 2023).

Um fator relevante na avaliação desses sistemas é o tempo de resposta diante de eventos críticos, como tentativas de roubo, desvios de rota ou falhas mecânicas, pois os sistemas mais eficientes são capazes de gerar alertas instantâneos e acionar protocolos automatizados que reduzem o tempo de inatividade e evitam prejuízos maiores à operação (Prestes et al., 2022).

Além da funcionalidade técnica, os sistemas de rastreamento têm se tornado importantes instrumentos de relacionamento com o cliente, na medida em que oferecem visibilidade sobre a carga transportada, permitindo que os embarcadores acompanhem a evolução da entrega, recebam notificações em tempo real e obtenham comprovação eletrônica do serviço prestado, o que aumenta a confiabilidade e a satisfação do contratante (Santos et al., 2021).

O monitoramento contínuo também permite a implementação de políticas de compliance logístico, garantindo que as rotas sejam cumpridas conforme o planejado, que os tempos de jornada estejam de acordo com as normas trabalhistas e que não haja manipulação inadequada da carga, o que reduz os riscos legais e fortalece a governança da cadeia de suprimentos (Vieira et al., 2021).

A aplicação de inteligência artificial nesses sistemas permite a identificação de padrões operacionais e anomalias de forma preditiva, alertando os gestores antes mesmo que ocorra uma falha, como quando a análise de comportamento indica excesso de velocidade constante ou paradas não programadas, sinalizando risco de acidente, fadiga do condutor ou tentativa de desvio (Rodrigues et al., 2023).

A integração com sistemas de roteirização é outro avanço relevante, pois permite que os trajetos sejam calculados com base em critérios como distância, tempo, custo, segurança e condições das vias, promovendo a racionalização do transporte e a redução de custos com combustível, manutenção e horas extras, além de contribuir para a redução de emissões de CO₂ (Prado et al., 2010).

O uso de plataformas baseadas em nuvem garante maior escalabilidade e disponibilidade dos dados de rastreamento, permitindo o acesso remoto e simultâneo por diferentes usuários, além de facilitar a implementação de backups automáticos, atualizações constantes e integração com ferramentas de BI (Business Intelligence), o que fortalece a capacidade analítica das empresas (Rodrigues et al., 2023).

Algumas soluções mais recentes já incorporam tecnologias como blockchain, para garantir a integridade dos dados e a rastreabilidade total da cadeia logística, especialmente em operações que envolvem múltiplos agentes ou exigem alto nível de conformidade regulatória, como o transporte internacional de produtos farmacêuticos e insumos industriais (Gamero et al., 2021).

A confiabilidade da informação fornecida pelos sistemas de rastreamento também depende da qualidade da conectividade e da infraestrutura de telecomunicações ao longo das rotas, sendo um desafio constante para empresas que operam em regiões remotas ou com cobertura de sinal instável, o que exige estratégias complementares como uso de antenas externas, repetidores e satélites (Silva et al., 2024).

Desse modo, os sistemas de rastreamento e monitoramento de cargas representam uma das principais inovações tecnológicas do setor logístico, pois permitem o controle minucioso da operação em tempo real, promovem a segurança do transporte e aumentam a eficiência na tomada de decisões, transformando a forma como as empresas organizam, executam e aperfeiçoam suas atividades logísticas (Vieira et al., 2021).

2.3 IMPACTOS E APLICAÇÕES PRÁTICAS NAS CADEIAS DE SUPRIMENTOS

As tecnologias de rastreamento implementadas no transporte rodoviário de cargas têm causado impactos relevantes nas cadeias de suprimentos ao aprimorar a gestão da logística, reduzir incertezas nas entregas e melhorar a comunicação entre os diferentes agentes envolvidos no processo, promovendo uma operação mais sincronizada, segura e eficiente, que reduz desperdícios e amplia a competitividade das empresas que atuam nesse segmento (Santos et al., 2021).

Ao permitir o monitoramento em tempo real dos veículos e das mercadorias, os sistemas de rastreamento viabilizam o redesenho de rotas em função de eventos inesperados, como acidentes, congestionamentos ou condições climáticas adversas, o que evita atrasos e contribui para uma logística mais responsiva, característica essencial para cadeias de suprimentos que operam com prazos curtos e demandas variáveis (Vieira et al., 2021).

A integração dos dados coletados durante o transporte com os sistemas de gestão empresarial permite a automação de processos como faturamento, conferência de entregas, reposição de estoques e planejamento de novas expedições, reduzindo a necessidade de intervenção humana e minimizando a ocorrência de erros operacionais, o que fortalece a confiabilidade do sistema logístico como um todo (Rodrigues et al., 2023).

No transporte de produtos perecíveis ou sensíveis, como medicamentos, carnes e produtos químicos, o uso de sensores embarcados permite monitorar variáveis como temperatura, vibração e umidade durante todo o trajeto, assegurando que as condições estabelecidas no contrato sejam

mantidas até a entrega final, o que reduz perdas, garante conformidade regulatória e protege a saúde do consumidor final (Silva et al., 2024).

Empresas que operam com rastreamento em suas cadeias de suprimentos conseguem responder com maior agilidade a demandas emergenciais dos clientes, pois visualizam o estoque em trânsito, estimam com precisão o tempo de chegada dos materiais e redirecionam os recursos disponíveis de acordo com a prioridade da entrega, o que melhora o nível de serviço e fortalece as relações comerciais de longo prazo (Prado et al., 2010).

A visibilidade proporcionada pelo rastreamento também contribui para o controle de indicadores de desempenho logístico, como o percentual de entregas dentro do prazo, o tempo médio de ciclo de transporte e a taxa de ocorrências durante o trajeto, o que permite a identificação de gargalos, a avaliação de fornecedores logísticos e o ajuste fino das estratégias operacionais das empresas (Stavrianou et al., 2020).

O monitoramento das condições do trajeto em tempo real, com base em dados georreferenciados, possibilita que os gestores ajustem as rotas conforme a evolução do trânsito, identificando atalhos ou caminhos alternativos que reduzam o consumo de combustível, o tempo de deslocamento e o desgaste dos veículos, o que gera economia financeira e menor impacto ambiental para as operações logísticas (Vieira et al., 2021).

Além disso, os dados obtidos durante o rastreamento alimentam sistemas de business intelligence que permitem a construção de dashboards gerenciais e mapas de calor logístico, revelando padrões de deslocamento, regiões de maior incidência de sinistros e horários críticos para a segurança da carga, o que apoia o planejamento estratégico das empresas com base em evidências concretas (Rodrigues et al., 2023).

O uso dessas tecnologias também tem aplicações importantes na logística reversa, pois possibilita o controle dos fluxos de retorno, a rastreabilidade de produtos devolvidos e a análise de performance de devoluções por região ou cliente, o que permite ajustes nas políticas comerciais e nas estratégias de fidelização, contribuindo para a sustentabilidade financeira da operação (Gamero et al., 2021).

Nas operações intermodais, onde o transporte de cargas envolve mais de um modal, como rodoviário e ferroviário, os sistemas de rastreamento permitem o acompanhamento contínuo da mercadoria, mesmo durante a troca de veículos ou operadores logísticos, o que elimina zonas cegas de informação e garante a integridade da cadeia logística do ponto de origem até o destino final (Santos et al., 2021).

As seguradoras também se beneficiam dessas tecnologias, pois utilizam os dados de rastreamento para mensurar o risco das operações, ajustar os prêmios dos seguros e investigar sinistros, o que reduz fraudes, melhora a relação custo-benefício para o cliente e incentiva práticas mais seguras

no transporte de mercadorias por parte das transportadoras e dos motoristas autônomos (Prestes et al., 2022).

Do ponto de vista da governança corporativa, a utilização de tecnologias de rastreamento está alinhada às exigências por maior transparência nas operações e pela rastreabilidade de ponta a ponta nas cadeias produtivas, sendo cada vez mais exigida por clientes internacionais, especialmente em setores que demandam certificações e padrões de qualidade rigorosos como o farmacêutico, o alimentício e o automotivo (Vieira et al., 2021).

Em operações de grande escala, como o abastecimento de redes varejistas ou o transporte de insumos industriais, o rastreamento permite acompanhar o desempenho de cada elo da cadeia de suprimentos, avaliar o cumprimento de metas operacionais e realizar benchmarking entre diferentes unidades, o que contribui para a uniformização de processos e para a disseminação de boas práticas logísticas em toda a organização (Rodrigues et al., 2023).

Os dados oriundos do rastreamento também têm valor estratégico para negociações contratuais entre embarcadores e operadores logísticos, pois permitem justificar reajustes, renegociar prazos e revisar cláusulas com base em indicadores objetivos, como tempo médio de entrega, índice de sinistros, taxa de ocupação da frota e frequência de paradas técnicas, fortalecendo o equilíbrio e a transparência na relação comercial (Silva et al., 2024).

Portanto, as tecnologias de rastreamento não apenas modernizam o transporte de cargas, mas também se integram às cadeias de suprimentos como instrumentos indispensáveis de controle, planejamento e otimização, contribuindo para a competitividade das empresas em um mercado cada vez mais dinâmico, exigente e orientado por dados precisos e confiáveis (Santos et al., 2021).

3 METODOLOGIA

A elaboração deste artigo fundamentou-se em uma abordagem qualitativa de caráter exploratório, por meio de uma revisão bibliográfica sistemática, com o objetivo de investigar as principais tecnologias de rastreamento aplicadas ao transporte rodoviário de cargas, seus benefícios operacionais e aplicações práticas no ambiente logístico, utilizando como base teórica estudos publicados entre os anos de 2015 e 2024 nas áreas de logística, transporte, engenharia de produção e tecnologia da informação (Gil, 2010).

A escolha pelo método qualitativo se justifica pela necessidade de compreender os fenômenos de forma aprofundada, considerando não apenas dados objetivos, mas também interpretações e análises críticas de autores especializados, o que permitiu explorar o impacto das ferramentas tecnológicas de rastreamento em diferentes realidades operacionais, contemplando tanto aspectos técnicos quanto estratégicos das organizações envolvidas no transporte de cargas (Lakatos; Marconi, 2017).

Para a seleção do material bibliográfico, foram utilizados critérios de relevância temática e atualidade, priorizando artigos científicos, dissertações, teses, publicações técnicas e relatórios institucionais indexados em bases como Google Acadêmico, Scielo, Periódicos CAPES, além de fontes confiáveis extraídas de congressos e revistas especializadas em logística e gestão da cadeia de suprimentos, o que garantiu a credibilidade das referências utilizadas no estudo (Severino, 2016).

Durante o processo de levantamento bibliográfico, aplicaram-se descritores específicos, como "rastreadabilidade de cargas", "sistemas de monitoramento", "tecnologias no transporte rodoviário", "logística 4.0" e "segurança no transporte", filtrando os materiais publicados no recorte temporal de 2015 a 2024, com ênfase nos estudos dos últimos cinco anos, considerando a aceleração da transformação digital nas operações logísticas após o período pandêmico.

A análise dos documentos coletados seguiu um roteiro metodológico estruturado, no qual os textos foram organizados em fichamentos temáticos e sintetizados conforme sua contribuição para os eixos centrais da pesquisa, sendo classificados em categorias como benefícios operacionais, aplicações tecnológicas, impactos na cadeia de suprimentos e avanços estratégicos para o setor logístico, facilitando a construção de uma discussão consistente e embasada em evidências (Yin, 2016).

Para garantir a confiabilidade da análise, foram selecionadas fontes que apresentassem fundamentação teórica consolidada, metodologias explícitas e resultados mensuráveis, evitando materiais com caráter opinativo ou sem rigor científico, o que reforçou o compromisso deste estudo com a qualidade acadêmica e a coerência na articulação entre os dados apresentados e as reflexões desenvolvidas ao longo do artigo.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise da literatura revelou que o uso de tecnologias de rastreamento no transporte de cargas representa uma das mais significativas transformações ocorridas na logística brasileira nos últimos anos, com impactos que ultrapassam a simples localização dos veículos para alcançar esferas mais amplas como segurança patrimonial, controle operacional, qualidade do serviço e tomada de decisões estratégicas, configurando-se como um diferencial competitivo adotado por empresas que buscam excelência em suas entregas (Rodrigues et al., 2023).

A partir dos dados obtidos nos estudos analisados, é possível observar que a eficiência dos sistemas de rastreamento está diretamente associada à sua capacidade de integração com outros recursos tecnológicos, como sensores embarcados, softwares de gestão de transporte e plataformas de análise em nuvem, os quais, quando utilizados de forma coordenada, aumentam significativamente a visibilidade da cadeia logística e permitem respostas rápidas a eventos críticos, como desvios de rota e tentativas de roubo (Silva et al., 2024).

Entre os benefícios mais frequentemente citados na literatura está a redução de sinistros, uma vez que os sistemas permitem o bloqueio remoto do veículo, o envio de alertas imediatos para a central de monitoramento e o rastreamento contínuo do trajeto, o que desestimula ações criminosas e melhora o tempo de resposta das equipes de segurança, proporcionando maior tranquilidade tanto para as transportadoras quanto para os clientes finais (Stavrianou et al., 2020).

Outro ponto amplamente discutido é a possibilidade de otimização das rotas com base em dados históricos e em tempo real, pois os sistemas de rastreamento fornecem informações sobre padrões de tráfego, horários de pico, regiões de risco e condições climáticas, permitindo que os gestores ajustem o planejamento logístico de forma dinâmica, reduzam o tempo de entrega e aumentem a eficiência do transporte (Vieira et al., 2021).

A literatura também evidencia que a utilização desses sistemas melhora significativamente o controle operacional, pois permite acompanhar com precisão o cumprimento dos horários de saída e chegada, o tempo de parada em cada ponto da rota, o comportamento do condutor e o consumo de combustível, fatores que, quando monitorados com regularidade, contribuem para a redução de custos operacionais e o aumento da produtividade da frota (Santos et al., 2021).

Além do aspecto técnico, os sistemas de rastreamento proporcionam avanços importantes na comunicação entre os diferentes atores da cadeia logística, pois permitem o compartilhamento de informações com clientes, parceiros e fornecedores, por meio de portais digitais e aplicativos, garantindo maior transparência, previsibilidade e confiança nas relações comerciais estabelecidas (Rodrigues et al., 2023).

Um dos estudos analisados demonstrou que, em empresas que atuam no transporte de cargas sensíveis, como alimentos e medicamentos, a utilização de sensores de temperatura e umidade acoplados aos dispositivos de rastreamento tem sido fundamental para assegurar a integridade da carga, pois permite o monitoramento contínuo das condições ambientais e a intervenção imediata em caso de não conformidades (Silva et al., 2024).

Também foram observadas contribuições significativas no que diz respeito à análise de desempenho dos motoristas, pois os dados registrados pelos sistemas permitem avaliar o estilo de condução, a frequência de frenagens bruscas, a velocidade média e o tempo de descanso, possibilitando treinamentos personalizados, reconhecimento de boas práticas e identificação de condutas que possam comprometer a segurança da operação (Santos et al., 2021).

Em relação à gestão de riscos, os sistemas mais modernos incluem funcionalidades que cruzam dados de geolocalização com mapas de criminalidade, detectam comportamentos anormais e acionam automaticamente protocolos de emergência, como bloqueio do motor e notificação à polícia, medidas que têm reduzido significativamente os índices de roubo de cargas em regiões críticas (Stavrianou et al., 2020).

A análise também apontou que a eficácia do rastreamento está relacionada à qualidade do sinal e da cobertura das operadoras de telecomunicação, sendo ainda um desafio para transportadoras que operam em áreas rurais ou com infraestrutura deficiente, o que tem levado ao uso combinado de tecnologias como comunicação via satélite, antenas reforçadas e redes híbridas para garantir a continuidade do monitoramento (Vieira et al., 2021).

Os resultados dos estudos revelam ainda que a aplicação do rastreamento no transporte rodoviário está fortemente associada à cultura organizacional das empresas, pois aquelas que valorizam a inovação, o controle de processos e a melhoria contínua tendem a explorar mais profundamente as funcionalidades disponíveis, enquanto organizações mais tradicionais muitas vezes limitam o uso da ferramenta à localização básica do veículo (Rodrigues et al., 2023).

Algumas pesquisas destacam a resistência inicial de certos motoristas à implantação dos sistemas, especialmente em empresas onde não há uma política clara de uso dos dados coletados, o que pode gerar desconforto com a vigilância constante e sensação de desconfiança, sendo necessário estabelecer diretrizes transparentes e treinamentos adequados para promover a adesão e o entendimento dos benefícios para todos os envolvidos (Prestes et al., 2022).

A literatura também aponta que o investimento em rastreamento deve ser acompanhado de uma estratégia de integração com os demais sistemas logísticos, para que os dados coletados não fiquem restritos à segurança patrimonial, mas sejam utilizados como insumo para decisões operacionais, análises preditivas e elaboração de políticas de melhoria do serviço prestado (Silva et al., 2024).

Os autores destacam que o rastreamento contribui para o cumprimento de exigências regulatórias, como a comprovação da jornada de trabalho dos motoristas, o registro da movimentação de produtos perigosos e a rastreabilidade completa da carga, sendo um recurso que agrega valor ao serviço e facilita a conformidade legal das transportadoras diante de fiscalizações e auditorias (Santos et al., 2021).

Em síntese, os resultados obtidos por meio da análise dos estudos indicam que os sistemas de rastreamento e monitoramento representam uma ferramenta multifuncional, que contribui para a segurança, eficiência, integração e profissionalização da logística de transporte, sendo essencial que as empresas adotem uma abordagem estratégica e estruturada em sua utilização, aproveitando todo o potencial dessas tecnologias para transformar suas operações e consolidar sua presença no mercado (Rodrigues et al., 2023).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo evidenciou a relevância crescente das tecnologias de rastreamento no transporte rodoviário de cargas, demonstrando que essas ferramentas ultrapassam a simples função de localização de veículos para se tornarem aliadas fundamentais da gestão logística, da segurança

operacional e da transparência nas relações comerciais, consolidando-se como um pilar da logística moderna em um mercado cada vez mais exigente e competitivo.

A análise da literatura permitiu identificar que, ao integrar sensores, sistemas de monitoramento em tempo real e plataformas de gestão, as tecnologias de rastreamento possibilitam uma abordagem mais inteligente e estratégica das operações, ao permitir o controle minucioso dos fluxos de transporte, a resposta ágil a imprevistos e a construção de indicadores que fortalecem a tomada de decisão baseada em dados confiáveis e acessíveis.

Ficou evidente que o uso dessas tecnologias impacta positivamente a eficiência operacional, ao reduzir desperdícios, melhorar o planejamento de rotas, aperfeiçoar o desempenho dos condutores e evitar perdas de mercadorias, além de permitir um gerenciamento mais eficaz dos ativos logísticos, como veículos e cargas sensíveis, por meio do monitoramento contínuo das condições de transporte.

Também se observou que a aplicação das ferramentas de rastreamento contribui significativamente para o cumprimento de normas legais e regulatórias, ao registrar dados da jornada dos motoristas, monitorar a movimentação de produtos perigosos e fornecer evidências documentais que respaldam auditorias e fiscalizações, o que amplia a confiabilidade da empresa perante os órgãos de controle e os clientes.

Algo também relevante é a integração dos sistemas de rastreamento com outras soluções logísticas e administrativas, como ERPs, sistemas fiscais e plataformas de atendimento, o que amplia o alcance dos dados coletados e transforma o rastreamento em um recurso estratégico de apoio à gestão corporativa, com impactos que extrapolam o setor de transportes e contribuem para o desempenho organizacional como um todo.

As transformações trazidas pelas tecnologias de rastreamento exigem das empresas uma postura proativa, com investimentos contínuos em capacitação, atualização tecnológica e integração sistêmica, de modo a assegurar que os benefícios potenciais dessas ferramentas sejam plenamente aproveitados e que eventuais resistências internas sejam superadas por meio de uma cultura organizacional orientada pela inovação.

Foi possível concluir que a eficácia do rastreamento depende diretamente da qualidade da infraestrutura tecnológica, da cobertura de sinal, da compatibilidade entre os sistemas utilizados e, sobretudo, da capacidade das empresas em transformar os dados obtidos em ações práticas e melhorias reais, evitando que a tecnologia seja subutilizada ou aplicada de maneira superficial.

As aplicações práticas do rastreamento demonstram que ele pode ser utilizado não apenas para garantir entregas mais rápidas e seguras, mas também para gerar valor agregado ao serviço logístico, por meio da oferta de informações em tempo real ao cliente, da personalização de relatórios gerenciais e do suporte às estratégias de logística reversa, sustentabilidade e fidelização comercial.

A adoção dessas tecnologias reforça o papel do transporte de cargas como elo integrador das cadeias de suprimentos, permitindo que diferentes setores da economia operem de forma coordenada, com visibilidade total sobre os processos e capacidade de adaptação às demandas do mercado, o que se torna ainda mais essencial em contextos de alta instabilidade econômica, pressões ambientais e evolução constante do comportamento do consumidor.

Portanto, a implementação estratégica dos sistemas de rastreamento no transporte rodoviário representa não apenas uma resposta às necessidades operacionais, mas uma decisão que impacta diretamente a competitividade da empresa, sua reputação no mercado e sua capacidade de se adaptar às exigências contemporâneas da logística global, consolidando-se como uma ferramenta indispensável para as organizações que almejam sustentabilidade, inovação e excelência em seus serviços.

REFERÊNCIAS

- CARVALHO, Bruno Vieira et al. Tecnologias de informação utilizadas nos transportes de cargas rodoviárias. *Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento*, v. 5, n. 6, p. 81–94, 2022.
- FACHIN, Odília. *Fundamentos de metodologia*. 4. ed. São Paulo: Saraiva, 2001.
- GAMERO, Francisco Antonio dos Santos et al. A importância do monitoramento de cargas na logística organizacional. In: *Anais do Congresso Brasileiro de Custos*. João Pessoa: ABC, 2021. p. 1–12.
- GIL, Antonio Carlos. *Como elaborar projetos de pesquisa*. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.
- LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. *Fundamentos de metodologia científica*. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2017.
- MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. *Técnicas de pesquisa*. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2011.
- OLIVEIRA, Silvio Luiz de. *Tratado de metodologia científica: projetos de pesquisa, TGI, TCC, monografias, dissertações e teses*. 2. ed. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2007.
- PRADO, Edson Pacheco; BERTAGLIA, Paulo Roberto; TEIXEIRA, Luciana Gonçalves. Aplicativos de frete no transporte rodoviário de cargas. In: *ENGETEC – Encontro de Gestão, Tecnologia e Engenharia*. São Paulo: FMU, 2010.
- PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cesar de. *Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico*. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.
- RODRIGUES, Valdecir Donizete et al. Análise da rastreabilidade no setor logístico: o uso da tecnologia para otimizar os processos e o nível de serviço. *Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento*, v. 4, n. 8, p. 105–122, 2023.
- SANTOS, Juliana Andrade dos et al. Tecnologias de rastreamento no transporte de cargas e seus impactos na logística empresarial. *Revista Científica da Faculdade de Educação e Meio Ambiente*, v. 12, n. 1, p. 103–116, 2021.
- SEVERINO, Antonio Joaquim. *Metodologia do trabalho científico*. 23. ed. São Paulo: Cortez, 2016.
- SILVA, André Luiz da et al. Percepção dos benefícios do uso de sistemas de rastreamento de veículos pelos transportadores rodoviários. *Brazilian Business Review*, v. 19, n. 2, p. 249–268, 2024.
- STAVRIANOU, Konstantinos et al. Percepção dos benefícios do uso de sistemas de rastreamento de veículos pelos transportadores rodoviários. *Brazilian Business Review*, v. 17, n. 4, p. 325–346, 2020.
- TRIVIÑOS, Augusto Nivaldo Silva. *Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação*. 18. ed. São Paulo: Atlas, 2008.
- VIEIRA, Mariana Lima et al. Geotecnologias aplicadas ao transporte de cargas no Brasil: uma revisão sistemática. *Revista de Transportes e Logística*, v. 9, n. 1, p. 45–60, 2021.
- YIN, Robert K. *Pesquisa qualitativa: do início ao relatório*. Porto Alegre: Penso, 2016.