

A implementação das câmeras on-board no transporte rodoviário de cargas: Segurança, monitoramento e eficiência operacional.

PALOMA CRISTINA NOGUEIRA DIAS

Faculdade de tecnologia de Americana/SP.

VINICIUS POLTRONIERI DA SILVA

Faculdade de tecnologia de Americana/Sp.

ADALBERTO ZORZO

Faculdade de tecnologia de Americana/SP.

Resumo

O presente artigo analisa a implementação das câmeras on-board no transporte rodoviário de cargas, enfatizando sua contribuição para a segurança, o monitoramento e a eficiência operacional. Trata-se de uma pesquisa bibliográfica de natureza qualitativa, descritiva e exploratória, fundamentada em estudos nacionais e internacionais publicados entre 2020 e 2025. O objetivo foi identificar como o uso dessas tecnologias embarcadas tem transformado a gestão logística, reduzindo riscos e promovendo a sustentabilidade. Os resultados evidenciam que as câmeras on-board possibilitam o monitoramento contínuo do comportamento dos motoristas e das condições operacionais, gerando dados estratégicos para decisões mais assertivas e eficazes. Constatou-se que sua integração com sistemas de rastreamento e análise comportamental reduz acidentes, melhora a eficiência energética e fortalece o clima de segurança organizacional. Além disso, observou-se que o uso ético e educativo dessas tecnologias contribui para a construção de uma cultura corporativa voltada à prevenção e à inovação. Conclui-se que a adoção das câmeras on-board representa um avanço significativo rumo à digitalização e sustentabilidade do transporte rodoviário, configurando-se como ferramenta indispensável para o aprimoramento da segurança e da competitividade logística.

Palavras-Chave: Transporte rodoviário. Câmeras on-board. Segurança logística. Monitoramento. Eficiência operacional.

INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, o transporte rodoviário de cargas tem passado por uma transformação tecnológica significativa, impulsionada pela busca por maior segurança, monitoramento e eficiência operacional. A crescente digitalização e o uso de câmeras on-board (câmeras embarcadas) consolidaram-se como instrumentos estratégicos para o gerenciamento de riscos e a otimização das operações logísticas. No contexto brasileiro, caracterizado por uma matriz de transporte fortemente dependente das rodovias e por elevados índices de acidentes e roubos de carga, tais tecnologias representam uma ferramenta essencial de modernização e controle.

O transporte rodoviário é responsável por mais de 60% do volume de cargas no país, segundo Oliveira et al. (2020), o que o torna um dos principais eixos econômicos, mas também o mais vulnerável a falhas humanas e estruturais. A

integração de câmeras inteligentes, sensores embarcados e sistemas de rastreamento permite monitorar em tempo real o comportamento dos motoristas, o estado do veículo e as condições da via, contribuindo para a redução de sinistros e melhoria da eficiência operacional. Essas tecnologias geram dados que, quando associados a programas de treinamento e feedback, aprimoram a segurança e diminuem custos de manutenção e combustível.

De acordo com Rosa (2025), a utilização de sistemas de rastreamento e monitoramento embarcados, como as câmeras on-board, está diretamente relacionada ao aumento da confiabilidade logística, à prevenção de perdas e ao fortalecimento da cultura organizacional voltada à segurança. Tais dispositivos, integrados a plataformas de análise em nuvem, produzem indicadores estratégicos que permitem uma gestão mais assertiva das frotas e das rotas percorridas, além de reduzir o risco de acidentes e roubos.

Em termos de segurança viária, estudos recentes têm demonstrado que os sistemas de gravação e monitoramento visual contribuem para a identificação de comportamentos de risco, como excesso de velocidade, distrações ou fadiga. Huang e Guo (2025) destacam que os fatores de risco no transporte de cargas estão fortemente associados à interação entre condutor, veículo, ambiente e gestão. A integração de tecnologias de prevenção e análise comportamental reduz a probabilidade de acidentes e melhora o desempenho operacional ao permitir intervenções preventivas baseadas em dados reais.

A implementação de câmeras on-board também se relaciona ao conceito de clima de segurança organizacional, conforme Xiong e Chen (2024), que apontam que empresas com monitoramento contínuo e comunicação efetiva entre gestores e motoristas apresentam menores índices de acidentes e maior aderência a protocolos de segurança. Essa cultura corporativa é fortalecida quando o monitoramento é utilizado não como instrumento punitivo, mas como base para formação, conscientização e feedback técnico.

A discussão sobre segurança e eficiência se amplia com a análise de Guo, Chen e Liu (2022), que observaram que a adoção de tecnologias emergentes no transporte rodoviário como câmeras, sensores e automação gera impacto positivo na sustentabilidade do setor, reduzindo o consumo de combustível e as emissões de gases de efeito estufa, sem comprometer a produtividade. Essa sinergia entre tecnologia e sustentabilidade reforça a importância da modernização digital das frotas como fator estratégico para o futuro do transporte de cargas.

No Brasil, o avanço dessas tecnologias é acompanhado de desafios, como o custo de implantação, a resistência cultural e a necessidade de treinamento especializado. Contudo, conforme aponta Boldizsár et al. (2023), a eficiência do transporte rodoviário está cada vez mais condicionada à capacidade de integrar soluções inteligentes de monitoramento com estratégias logísticas de alto desempenho. Assim, a implementação de câmeras on-board representa não apenas uma medida de segurança, mas um investimento em eficiência operacional, transparência e sustentabilidade.

Dessa forma, o presente estudo tem como objetivo analisar a implementação das câmeras on-board no transporte rodoviário de cargas, destacando seu papel na melhoria da segurança, na redução de riscos operacionais e na promoção da eficiência logística. A pesquisa é de caráter exploratório e descritivo, baseada em revisão bibliográfica e em evidências empíricas da literatura nacional e internacional. Busca-se

compreender como a aplicação dessas tecnologias contribui para a evolução do setor de transporte e para o fortalecimento da gestão de riscos no modal rodoviário.

O artigo está estruturado de forma a discutir inicialmente o contexto e a justificativa da adoção das câmeras on-board, seguido pela abordagem metodológica da pesquisa e pela análise dos resultados, culminando em reflexões sobre a integração entre tecnologia, segurança e desempenho operacional no transporte de cargas.

METODOLOGIA

A pesquisa foi desenvolvida sob o delineamento de uma revisão bibliográfica de natureza qualitativa, descritiva e exploratória, voltada à análise de estudos científicos que abordam o uso de câmeras on-board no transporte rodoviário de cargas e seus impactos sobre a segurança, o monitoramento e a eficiência operacional. Essa abordagem foi escolhida por permitir a compreensão aprofundada de fenômenos contemporâneos sem a necessidade de experimentação direta, priorizando a sistematização e interpretação de conhecimentos existentes.

A revisão da literatura baseou-se na consulta a 18 artigos científicos publicados entre 2020 e 2025, dos quais 8 foram selecionados conforme critérios de relevância temática, atualidade, pertinência metodológica e disponibilidade em texto completo. Os artigos analisados foram extraídos de bases de dados reconhecidas, como ScienceDirect, Scopus, SciELO e Google Scholar, assegurando a confiabilidade das fontes e a abrangência internacional do levantamento.

Os critérios de inclusão compreenderam publicações que abordassem a aplicação de tecnologias de monitoramento embarcadas (câmeras, sensores e telemetria) no contexto do transporte de cargas, com ênfase em segurança operacional, eficiência logística, comportamento do motorista e sustentabilidade. Foram excluídos estudos que tratavam exclusivamente de transporte urbano de passageiros ou de modais não rodoviários.

O processo de seleção seguiu uma leitura em três fases: (i) leitura dos títulos e resumos para identificação da aderência temática; (ii) leitura integral dos textos classificados como relevantes; e (iii) exclusão dos artigos repetidos ou de baixo rigor metodológico. Esse procedimento garantiu a consistência teórica e a representatividade das evidências analisadas.

A tabela-síntese dos artigos selecionados (Quadro 1) apresenta as principais informações de cada estudo dos autores, ano, título, objetivo e principais contribuições, permitindo visualizar as convergências e divergências entre os achados da literatura. Os artigos selecionados foram: Oliveira et al. (2020), Pernestål et al. (2020), Guo, Chen e Liu (2022), Almujiyah (2022), Boldizsár, Mészáros e Sipos (2023), Xiong e Chen (2024), Huang e Guo (2025) e Rosa (2025).

A metodologia adotada fundamentou-se nos princípios da revisão integrativa da literatura, que busca reunir e sintetizar resultados de diferentes pesquisas sobre um mesmo tema, a fim de construir um panorama abrangente e crítico (Souza; Silva; Carvalho, 2021). Essa estratégia permitiu identificar tendências, lacunas de conhecimento e oportunidades de aplicação prática das tecnologias on-board.

A análise dos dados foi realizada por meio de análise de conteúdo temática, conforme proposta por Bardin (2016), que envolve as etapas de pré-análise, categorização e interpretação. As informações extraídas dos estudos foram agrupadas

em três eixos principais: (1) segurança e prevenção de acidentes; (2) monitoramento e gestão de risco; e (3) eficiência e sustentabilidade operacional.

No eixo da segurança, foram avaliadas as evidências sobre a contribuição das câmeras embarcadas na redução de acidentes e na formação de motoristas mais conscientes. O eixo de monitoramento e gestão de risco abordou a integração das câmeras com sistemas de rastreamento e telemetria para controle em tempo real das rotas e do comportamento dos condutores. Por fim, o eixo de eficiência operacional tratou dos impactos econômicos e ambientais da tecnologia, como economia de combustível e redução de emissões.

Durante o processo de leitura e análise, buscou-se observar a recorrência de conceitos e resultados, permitindo a comparação entre diferentes contextos geográficos e metodológicos. Essa abordagem favoreceu a triangulação teórica e a consolidação de interpretações sustentadas por múltiplas evidências científicas.

Os dados foram organizados em quadros e resumos analíticos que evidenciam as relações entre as categorias de análise, sendo posteriormente discutidos à luz dos principais autores e teorias da área de transporte e logística. Essa sistematização permitiu o desenvolvimento de uma visão integrada sobre o papel das câmeras on-board no contexto logístico contemporâneo.

A pesquisa também respeitou os princípios da transparência e rastreabilidade científica, garantindo que todas as fontes consultadas fossem devidamente referenciadas conforme a NBR 10520 (ABNT, 2023) e a NBR 6023 (ABNT, 2018). As citações indiretas e diretas foram elaboradas com atenção às normas de estilo, utilizando o sobrenome do autor e o ano da publicação, assegurando rigor e integridade acadêmica.

Importante ressaltar que não foram utilizados instrumentos de coleta primária, como entrevistas ou questionários, uma vez que o estudo se restringiu à análise documental e bibliográfica. Contudo, foram incluídas interpretações críticas e comparativas entre os resultados dos artigos, com o intuito de identificar padrões e relações causais relevantes.

A partir dessa metodologia, tornou-se possível compreender como a adoção das câmeras on-board influencia diretamente a governança corporativa das empresas de transporte, ampliando sua capacidade de prevenção de incidentes e gestão de desempenho operacional. O caráter exploratório da pesquisa favoreceu a identificação de novas perspectivas sobre o uso estratégico dessas tecnologias.

Assim, os procedimentos metodológicos adotados garantiram a validade e a consistência das conclusões, ao mesmo tempo em que respeitaram os princípios éticos e acadêmicos que regem a produção científica. A estrutura sistemática de análise permitiu reunir evidências robustas sobre o tema e fundamentar as discussões apresentadas na próxima seção, destinada aos resultados e às considerações analíticas.

1. Tecnologia, segurança e eficiência no transporte rodoviário de cargas

O transporte rodoviário de cargas integra o principal meio logístico no Brasil, sendo responsável por movimentar mais de 60% de todos os produtos que circulam no território nacional. Essa predominância, porém, também expõe essa área a desafios significativos relacionados à segurança, à eficiência e à sustentabilidade. A literatura contemporânea destaca que a inserção de tecnologias digitais e sistemas de monitoramento tem sido decisiva para transformar a gestão operacional e mitigar riscos nas estradas (Oliveira et al., 2020).

A adoção de câmeras on-board dispositivos instalados nos veículos para registrar imagens e dados em tempo real vem se consolidando como uma das estratégias mais promissoras para o aprimoramento do controle e da segurança no transporte de cargas. Segundo Rosa (2025), a integração de câmeras, rastreadores e softwares de análise em nuvem permite a criação de uma infraestrutura inteligente capaz de detectar desvios de rota, comportamento de risco e eventos críticos, fortalecendo a gestão de frotas e reduzindo perdas operacionais.

De acordo com Huang e Guo (2025), os acidentes envolvendo o transporte de cargas decorrem de múltiplos fatores interligados humanos, mecânicos, ambientais e administrativos que, quando analisados de forma isolada, oferecem uma visão incompleta da realidade. Nesse contexto, as câmeras on-board funcionam como instrumentos que viabilizam análises integradas, permitindo identificar padrões de risco e prevenir ocorrências antes que elas gerem consequências graves.

A gestão de risco no transporte rodoviário, segundo Oliveira et al. (2020), deve ser entendida como um processo contínuo que envolve monitoramento, capacitação e controle tecnológico. Os autores analisaram o impacto de dispositivos de gravação de eventos (Event Data Recorders – EDR) em frotas brasileiras e observaram que o uso combinado de tecnologia e treinamento promoveu melhora expressiva no comportamento dos condutores, reduzindo significativamente o índice de acidentes.

A eficiência operacional está diretamente ligada à digitalização do transporte. Estudos realizados na Suécia mostraram que a digitalização logística, incluindo automação e inteligência artificial, contribui para o redesenho do ecossistema de transporte, aumentando a produtividade e reduzindo as emissões de carbono (Pernestål et al., 2020). No contexto brasileiro, tais avanços representam um diferencial competitivo em um setor caracterizado por forte concorrência e custos logísticos elevados.

Segundo Guo, Chen e Liu (2022), a implementação de tecnologias emergentes, como o platooning (formação de comboios automatizados), o eco-driving e o design otimizado de veículos, apresenta impactos diretos na economia de combustível e na redução de gases de efeito estufa. O estudo indica que a integração de sistemas de monitoramento visual com essas práticas potencializa os resultados, tornando o transporte rodoviário mais sustentável e economicamente viável.

Boldizsár, Mészáros e Sipos (2023) complementam essa análise ao enfatizar a importância da eficiência espacial no transporte de cargas. Os autores destacam que as políticas públicas e os investimentos em tecnologia devem considerar as interações geográficas e a redistribuição do tráfego para minimizar os gargalos logísticos, favorecendo o equilíbrio entre eficiência e sustentabilidade no setor rodoviário.

Almujibah (2022) argumenta que o transporte ferroviário e rodoviário pode coexistir em uma lógica complementar, sendo as tecnologias embarcadas um elo integrador entre os modais. Ao introduzir câmeras on-board em caminhões de longa distância, cria-se um ambiente de monitoramento que reduz desgastes em infraestrutura, melhora o controle de emissões e contribui para a segurança dos condutores e das cargas.

Outro aspecto central está na dimensão organizacional e comportamental. Segundo Xiong e Chen (2024), a percepção de segurança dentro das empresas de transporte denominada “clima de segurança” influencia diretamente o comportamento dos motoristas. A pesquisa mostra que organizações com cultura de monitoramento e

feedback contínuo apresentam menores índices de acidentes, evidenciando a relevância do acompanhamento em tempo real por meio das câmeras embarcadas.

Huang e Guo (2025) reforçam que o uso de tecnologias como as câmeras on-board deve estar associado a uma abordagem sistêmica de prevenção, que considere o acoplamento entre fatores humanos e técnicos. As gravações permitem identificar não apenas falhas de operação, mas também variáveis cognitivas como fadiga, distração e tempo de reação, fornecendo dados valiosos para treinamentos personalizados.

Rosa (2025) acrescenta que a rastreabilidade digital cria uma lógica de governança para o transporte de cargas, baseada na transparência e na tomada de decisão orientada por dados. Com o uso de câmeras on-board integradas a sistemas de gestão logística, é possível gerar indicadores de desempenho (KPIs) em tempo real, o que aumenta a confiabilidade das entregas e reduz custos com seguros e manutenção.

De forma semelhante, Oliveira et al. (2020) observam que o uso de câmeras acopladas aos EDRs permite a identificação de comportamentos de risco como frenagens bruscas, excesso de velocidade e condução agressiva. Esses dados são transformados em relatórios de desempenho individual, utilizados para treinamento dos motoristas e para a criação de programas de incentivo à direção segura.

Pernestål et al. (2020) defendem que a digitalização no transporte rodoviário deve ser acompanhada de uma estrutura regulatória que garanta a padronização de dados e a proteção de informações sensíveis. No caso das câmeras on-board, é fundamental assegurar o uso ético das imagens, evitando violações de privacidade e assegurando que o objetivo seja a melhoria da segurança, e não o controle punitivo dos trabalhadores.

Guo, Chen e Liu (2022) ressaltam ainda que a adoção de tecnologias embarcadas enfrenta desafios relacionados ao custo inicial e à resistência cultural dentro das empresas. Entretanto, a longo prazo, os benefícios superam as barreiras, uma vez que os sistemas de monitoramento permitem otimizar rotas, reduzir consumo de combustível e prolongar a vida útil dos veículos.

Xiong e Chen (2024) propõem que as câmeras on-board, aliadas a uma política de comunicação transparente entre gestores e motoristas, favorecem o desenvolvimento de um ambiente de confiança. Esse fator é crucial para que os colaboradores percebam o sistema como ferramenta de apoio e não como vigilância coercitiva, fortalecendo o engajamento e a adesão às normas de segurança.

Boldizsár, Mészáros e Sipos (2023) indicam que a eficiência no transporte depende também da análise territorial dos fluxos de cargas. As câmeras e sensores permitem mapear o comportamento dos veículos em diferentes regiões, contribuindo para o planejamento de políticas públicas que reduzam congestionamentos e otimizem o uso da infraestrutura rodoviária.

Almujibah (2022) observa que países em desenvolvimento, como a Arábia Saudita e o Brasil, enfrentam desafios adicionais quanto à infraestrutura e à qualificação profissional. Nesse cenário, a adoção de tecnologias inteligentes embarcadas representa uma estratégia fundamental para aumentar a competitividade e alinhar-se às metas globais de sustentabilidade e eficiência logística.

Rosa (2025) enfatiza que a tecnologia deve ser vista como parte de uma gestão integrada de riscos, onde câmeras, sensores e telemetria atuam de forma sinérgica. A integração desses sistemas favorece a previsão de falhas mecânicas, a correção de desvios operacionais e o aumento da produtividade.

Oliveira et al. (2020) demonstram empiricamente que programas de treinamento baseados em dados coletados pelas câmeras reduzem a reincidência de comportamentos inseguros. Essa constatação reforça que a análise de dados visuais é um elemento-chave para o desenvolvimento de políticas corporativas de segurança.

Por fim, a literatura converge no entendimento de que a implementação das câmeras on-board transcende o aspecto tecnológico: trata-se de uma mudança cultural e estratégica no transporte rodoviário de cargas. A combinação entre digitalização, segurança comportamental e eficiência operacional delineia um novo paradigma de gestão logística voltado à inovação e à sustentabilidade (Pernestål et al., 2020; Rosa, 2025; Xiong; Chen, 2024).

2. Segurança e monitoramento

A segurança no transporte rodoviário de cargas é um dos pilares centrais da eficiência logística contemporânea. Com o aumento da complexidade das rotas e da exposição dos veículos a riscos de acidentes e roubos, a necessidade de adoção de ferramentas de controle tecnológico tornou-se imperativa (Oliveira et al., 2020). As câmeras on-board surgem nesse contexto como dispositivos capazes de monitorar continuamente a condução e o ambiente externo, oferecendo subsídios objetivos para a tomada de decisão gerencial.

Segundo Xiong e Chen (2024), a utilização de sistemas de monitoramento visual está diretamente associada à melhoria do clima de segurança organizacional, conceito que descreve a percepção coletiva dos trabalhadores em relação às práticas e valores de segurança dentro das empresas. O estudo conduzido na China demonstrou que companhias que adotaram sistemas embarcados de avaliação comportamental reduziram significativamente o número de acidentes por mil quilômetros percorridos.

Esses resultados se explicam pela capacidade das câmeras em identificar falhas humanas, como fadiga, distrações e excesso de velocidade. Huang e Guo (2025) destacam que o fator humano é responsável por mais de 80% das ocorrências rodoviárias, e que a integração entre vigilância digital e programas de capacitação oferece ganhos expressivos em segurança. Os autores apontam que o registro contínuo de eventos permite a criação de bases de dados comportamentais que auxiliam gestores na formulação de treinamentos personalizados.

Rosa (2025) acrescenta que o uso de câmeras integradas a plataformas de rastreamento possibilita o acompanhamento de todo o ciclo logístico, desde a saída até a entrega final. Essa visibilidade total amplia a capacidade de resposta a incidentes, permitindo ações imediatas em caso de desvios de rota ou tentativas de roubo. Além disso, a tecnologia fornece evidências concretas em casos de acidentes, protegendo tanto o motorista quanto a transportadora de possíveis litígios judiciais.

No contexto brasileiro, o monitoramento visual embarcado tem se mostrado uma ferramenta essencial para reduzir sinistros e fraudes. Oliveira et al. (2020) relatam que transportadoras que implementaram câmeras com reconhecimento facial e sensores de fadiga registraram queda de até 40% nos índices de acidentes e 25% na sinistralidade de seguros. A coleta de imagens e dados em tempo real gera relatórios de performance e histórico de condução, permitindo auditorias internas e planos de melhoria contínua.

De acordo com Xiong e Chen (2024), um aspecto crítico é a forma como as empresas interpretam e aplicam os dados coletados. Quando as câmeras são usadas apenas de modo punitivo, há resistência dos motoristas; porém, quando integradas a

programas educativos e feedback construtivo, o engajamento aumenta. Essa perspectiva reforça que a segurança deve ser compreendida como um valor organizacional e não como uma imposição externa.

O papel das câmeras também se estende ao controle ambiental e de tráfego, pois os registros auxiliam as autoridades e as empresas na análise de causas de acidentes e na proposição de políticas públicas. Almujiyah (2022) observa que a introdução de tecnologias inteligentes no transporte pesado, como sensores embarcados e câmeras, tem contribuído para o mapeamento de pontos críticos nas rodovias, orientando investimentos em infraestrutura e manutenção preventiva.

3. Eficiência operacional e sustentabilidade

A eficiência operacional é o outro eixo fundamental da implementação das câmeras on-board. As empresas de transporte enfrentam pressões simultâneas por maior produtividade, menores custos e práticas sustentáveis metas que só podem ser alcançadas mediante o uso inteligente de dados e tecnologias digitais (Pernestål et al., 2020). A literatura evidencia que o monitoramento visual e telemétrico contribui diretamente para a otimização do desempenho da frota, ao fornecer informações sobre consumo, manutenção e tempo de percurso.

Segundo Guo, Chen e Liu (2022), as tecnologias embarcadas, quando aliadas à automação e à análise em nuvem, reduzem custos logísticos ao permitir a identificação de rotas mais econômicas e a eliminação de trajetos ociosos. A integração de câmeras e sensores fornece uma visão global do comportamento dos motoristas e do desempenho dos veículos, resultando em ganhos expressivos de eficiência energética e operacional.

Boldizsár, Mészáros e Sipos (2023) destacam que a eficiência logística deve ser analisada sob uma perspectiva territorial. As câmeras e sistemas embarcados permitem compreender os padrões espaciais de deslocamento, auxiliando na redistribuição da carga rodoviária e na mitigação de gargalos urbanos. Essa abordagem baseada em evidências contribui para políticas de transporte mais sustentáveis e menos congestionadas.

A sustentabilidade ambiental também é fortemente beneficiada pelo uso dessas tecnologias. Huang e Guo (2025) observam que a análise preditiva derivada dos dados de câmeras e sensores possibilita intervenções que reduzem o desperdício de combustível e as emissões de CO₂. O controle de frenagens bruscas, acelerações excessivas e tempo ocioso de motor contribui para o prolongamento da vida útil dos veículos e para o cumprimento de metas ambientais.

De acordo com Almujiyah (2022), a transição para sistemas de transporte mais sustentáveis depende de uma sinergia entre rodovias e ferrovias, e as tecnologias embarcadas são essenciais nesse processo. A utilização de câmeras em veículos de transporte pesado fornece informações complementares para a integração intermodal, promovendo uma logística mais equilibrada e de menor impacto ambiental.

No contexto organizacional, Rosa (2025) afirma que as empresas que implementam câmeras on-board e sistemas de gestão de dados alcançam maior transparência e credibilidade junto aos clientes. Isso ocorre porque a rastreabilidade digital possibilita comprovar a integridade da carga, os tempos de parada e o cumprimento das normas de segurança e de trânsito. Essa confiabilidade resulta em contratos mais duradouros e em redução de custos com seguros e indenizações.

Oliveira et al. (2020) reforçam que o investimento inicial em tecnologias de monitoramento é compensado pelos ganhos operacionais a médio prazo. Em um estudo

de caso envolvendo empresas de transporte no Brasil, os autores verificaram que a implantação de sistemas de câmeras resultou em redução de 22% no consumo de combustível e aumento de 18% na produtividade dos motoristas, demonstrando o impacto direto da tecnologia na rentabilidade do negócio.

Pernestål et al. (2020) acrescentam que a digitalização do transporte também favorece a criação de cadeias logísticas mais resilientes. A capacidade de analisar dados em tempo real permite replanejar rotas diante de imprevistos, como congestionamentos ou condições climáticas adversas, garantindo entregas mais rápidas e com menor custo ambiental.

Por fim, a convergência entre eficiência e sustentabilidade redefine o papel das câmeras on-board como elementos centrais da modernização logística. Elas não apenas registram informações visuais, mas integram um ecossistema tecnológico que conecta pessoas, veículos e infraestrutura em uma rede inteligente e responsiva. Esse modelo consolida o transporte rodoviário de cargas como um sistema orientado por dados, capaz de unir segurança, produtividade e responsabilidade ambiental (Guo; Chen; Liu, 2022; Rosa, 2025; Pernestål et al., 2020).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A etapa de resultados e discussões apresenta a síntese e a análise crítica dos estudos selecionados, permitindo compreender as principais contribuições teóricas e empíricas acerca da implementação das câmeras on-board no transporte rodoviário de cargas.

A partir da revisão de 18 artigos, dos quais 8 foram considerados mais relevantes por atenderem aos critérios de atualidade, pertinência e rigor metodológico, buscou-se identificar convergências e divergências quanto aos impactos dessas tecnologias na segurança, no monitoramento e na eficiência operacional. O Quadro 1, a seguir, reúne os estudos analisados, destacando seus objetivos, metodologias e principais resultados, que fundamentam a discussão interpretativa desenvolvida nesta seção.

Quadro 1 – Síntese dos artigos selecionados na revisão da literatura

Autores / Ano	Título do Estudo	Objetivo Principal	Principais Contribuições / Resultados
Oliveira et al. (2020)	<i>Tecnologias de rastreamento e segurança no transporte rodoviário de cargas</i>	Analisar a aplicação de sistemas de rastreamento e câmeras embarcadas em empresas de transporte rodoviário.	Evidenciou que o uso de câmeras e sensores embarcados reduz índices de sinistros e melhora o desempenho dos condutores, além de otimizar a eficiência logística.
Pernestål et al. (2020)	<i>Digitalization in road freight transport ecosystems</i>	Investigar o impacto da digitalização e automação no setor de transporte de cargas.	Demonstrou que a integração digital e o uso de dados em tempo real aumentam a eficiência, reduzem emissões e fortalecem a sustentabilidade logística.
Guo, Chen e Liu (2022)	<i>Technological evolution and sustainable freight management</i>	Avaliar como tecnologias embarcadas e automação contribuem para a sustentabilidade no transporte de cargas.	Concluiu que sensores e câmeras embarcadas reduzem custos, otimizam rotas e promovem a ecoeficiência no transporte rodoviário.
Almujibah (2022)	<i>Sustainable development of freight transport using eco-friendly modes</i>	Comparar impactos econômicos e ambientais entre transporte rodoviário e ferroviário.	Apontou que tecnologias de monitoramento no modal rodoviário podem reduzir desgastes e emissões, integrando-se a políticas sustentáveis.

Paloma Cristina Nogueira Dias, Vinicius Poltronieri da Silva, Adalberto Zorzo– *A implementação das câmeras on-board no transporte rodoviário de cargas: Segurança, monitoramento e eficiência operacional.*

Autores / Ano	Título do Estudo	Objetivo Principal	Principais Contribuições / Resultados
Boldizsár, Mészáros e Sipos (2023)	<i>Spatial efficiency and logistics optimization in European freight transport</i>	Investigar estratégias de eficiência espacial e logística no transporte de cargas.	Identificou que a integração de câmeras e rastreamento inteligente melhora o uso de infraestrutura e reduz congestionamentos.
Xiong e Chen (2024)	<i>Truck driving assessment for logistics companies based on safety climate</i>	Desenvolver um modelo de avaliação do clima de segurança e comportamento de motoristas.	Constatou que empresas com câmeras e programas de segurança integrados apresentaram redução significativa de acidentes e maior engajamento dos condutores.
Huang e Guo (2025)	<i>Safety analysis of road freight transport with onboard monitoring systems</i>	Examinar fatores humanos e técnicos que influenciam a segurança no transporte rodoviário.	Mostrou que a integração de câmeras e análise comportamental diminui erros humanos e fortalece a gestão de riscos nas operações logísticas.
Rosa (2025)	<i>Tecnologias de rastreamento no transporte de cargas: benefícios e aplicações</i>	Analisar os efeitos do rastreamento e das câmeras embarcadas sobre a segurança e produtividade.	Demonstrou que o monitoramento contínuo gera dados estratégicos para a gestão logística e aumenta a confiabilidade nas operações.

Fonte: Elaborada pelos autores (2025).

A partir da análise dos oito artigos selecionados, observa-se que a implementação das câmeras on-board no transporte rodoviário de cargas tem se consolidado como uma solução tecnológica de alto impacto para a segurança, o monitoramento e a eficiência operacional. Os resultados apontam uma convergência teórica e empírica quanto à contribuição dessas tecnologias para o aprimoramento da gestão de riscos e para a profissionalização do setor logístico.

Conforme destacado por Oliveira et al. (2020), a introdução de sistemas de gravação embarcados proporciona uma transformação no comportamento dos motoristas e na cultura de segurança das empresas. O estudo revelou que as câmeras reduzem em até 40% o número de sinistros e possibilitam intervenções preventivas baseadas em dados concretos, fortalecendo a governança corporativa nas transportadoras.

Esses achados se alinham aos resultados apresentados por Xiong e Chen (2024), que desenvolveram um modelo de avaliação do clima de segurança nas empresas de transporte. Segundo os autores, organizações que adotam câmeras embarcadas, combinadas a programas de conscientização e treinamento, apresentam índices mais baixos de acidentes e maior engajamento dos condutores com as normas de segurança. De forma semelhante, Huang e Guo (2025) demonstram que a integração das câmeras a sistemas de análise comportamental permite identificar e corrigir fatores humanos críticos, como fadiga, distração e direção agressiva. O estudo conclui que a tecnologia é capaz de transformar dados visuais em informações preditivas, antecipando incidentes e promovendo ações corretivas antes da ocorrência de acidentes.

A literatura também evidencia que o uso de câmeras on-board contribui significativamente para a otimização das operações logísticas. Segundo Pernestål et al. (2020), a digitalização do transporte rodoviário impulsiona a eficiência por meio da automatização de processos e da coleta de dados em tempo real, o que permite decisões baseadas em evidências. Os autores argumentam que essa integração tecnológica é essencial para o avanço de modelos de transporte inteligentes e sustentáveis.

Em consonância, Guo, Chen e Liu (2022) apontam que o uso de sensores e câmeras embarcadas reduz custos operacionais e melhora o desempenho energético das

frotas. O estudo indica que, ao eliminar o tempo ocioso dos veículos e ajustar rotas de forma dinâmica, as empresas alcançam uma economia média de 15% no consumo de combustível, com impacto direto na sustentabilidade ambiental e financeira.

Outro aspecto importante refere-se à sustentabilidade logística, amplamente abordada por Almujiyah (2022). O autor defende que o transporte rodoviário, quando apoiado em tecnologias embarcadas, pode ser tão eficiente e menos poluente quanto o ferroviário, desde que adote sistemas de monitoramento integrados. Os dados coletados pelas câmeras permitem reduzir o desgaste de pneus e freios, diminuir as emissões de CO₂ e apoiar políticas ambientais corporativas.

Em perspectiva semelhante, Boldizsár, Mészáros e Sipos (2023) destacam que a eficiência no transporte de cargas não se limita à operação individual dos veículos, mas envolve a otimização espacial e territorial. As câmeras on-board, ao fornecerem dados georreferenciados, permitem compreender padrões de tráfego e planejar melhor as rotas logísticas, reduzindo congestionamentos e aumentando a produtividade do sistema de transporte como um todo.

Comparando os resultados entre os estudos europeus e asiáticos, nota-se que há variações de enfoque metodológico, mas um consenso conceitual. Enquanto autores como Xiong e Chen (2024) e Huang e Guo (2025) enfatizam a dimensão humana e comportamental, as pesquisas de Pernestål et al. (2020) e Boldizsár et al. (2023) priorizam a eficiência sistêmica e ambiental. Em conjunto, essas abordagens confirmam que as câmeras on-board atuam como ferramenta multifuncional, simultaneamente voltada à segurança e à gestão de desempenho.

Rosa (2025) contribui com uma análise mais aplicada ao contexto brasileiro, destacando que o monitoramento contínuo fortalece a confiança entre clientes e transportadoras, além de reduzir custos com seguros e indenizações. Segundo o autor, a rastreabilidade digital proporcionada pelas câmeras cria transparência operacional e aprimora o relacionamento com os stakeholders, promovendo credibilidade no mercado logístico.

Os estudos convergem na constatação de que a implementação de câmeras on-board exige integração tecnológica e mudança cultural dentro das empresas. Oliveira et al. (2020) e Xiong e Chen (2024) ressaltam que, quando o monitoramento é utilizado apenas de modo punitivo, tende a gerar resistência entre os motoristas. Contudo, quando associado a programas de reconhecimento e aprimoramento profissional, o sistema se torna um aliado estratégico para a segurança e produtividade.

Em nível organizacional, as pesquisas indicam que a presença de câmeras embarcadas fortalece o clima de segurança e contribui para a criação de uma cultura corporativa mais orientada por dados. Conforme argumenta Huang e Guo (2025), os registros audiovisuais servem como base para auditorias internas, treinamentos personalizados e políticas de prevenção, tornando a segurança um valor partilhado dentro das empresas de transporte.

A análise comparativa também evidencia que o impacto econômico das câmeras on-board é amplamente positivo. Guo, Chen e Liu (2022) observaram que as empresas que adotaram sistemas inteligentes de monitoramento obtiveram aumento médio de 20% na produtividade operacional. Esses ganhos derivam da redução de paradas não programadas, melhor aproveitamento de rotas e diminuição do tempo de resposta em casos de emergência.

No campo ambiental, Almujiyah (2022) e Pernestål et al. (2020) convergem ao afirmar que o uso de tecnologias de rastreamento e registro visual reduz o consumo de

combustível e as emissões de poluentes. Essa melhoria decorre do controle mais rigoroso da condução e do planejamento logístico mais racional, o que coloca o transporte rodoviário em linha com as metas globais de sustentabilidade.

Os resultados de Boldizsár, Mészáros e Sipos (2023) complementam essa visão ao indicar que o mapeamento geoespacial gerado pelas câmeras on-board pode subsidiar políticas públicas de infraestrutura, contribuindo para o redesenho de corredores logísticos e a melhoria do fluxo de transportes em regiões de alta densidade rodoviária. De modo geral, os dados analisados demonstram que a tecnologia on-board transcende a função de vigilância, tornando-se um instrumento estratégico para a gestão logística moderna. Rosa (2025) argumenta que o uso dessas ferramentas cria um sistema de informação integrado que apoia a tomada de decisão em todos os níveis da operação, desde o motorista até a alta administração.

Ao confrontar os resultados obtidos com a fundamentação teórica, nota-se uma forte coerência entre as evidências empíricas e as premissas conceituais apresentadas por autores internacionais. As pesquisas convergem no entendimento de que a adoção de câmeras on-board representa um avanço inevitável rumo à digitalização plena do transporte rodoviário, promovendo segurança, eficiência e sustentabilidade de forma simultânea.

Todavia, os estudos também apontam desafios persistentes, como o custo inicial de implantação, a necessidade de infraestrutura digital adequada e a importância da capacitação dos profissionais para interpretar corretamente os dados gerados. Esses fatores, conforme Oliveira et al. (2020), podem retardar a adoção em larga escala, especialmente entre pequenas e médias transportadoras.

A síntese dos resultados revela, portanto, que a implementação das câmeras on-board contribui para um novo modelo de gestão integrada, no qual tecnologia, segurança e desempenho são dimensões interdependentes. As empresas que compreendem essa interligação conseguem transformar o monitoramento em diferencial competitivo e em vetor de inovação contínua.

Em resumo, os achados desta revisão confirmam que as câmeras on-board são ferramentas essenciais para o futuro do transporte rodoviário de cargas, atuando não apenas na mitigação de riscos, mas também na construção de cadeias logísticas mais eficientes, seguras e sustentáveis.

CONCLUSÃO

Nesta investigação, o objetivo principal foi analisar como a implementação das câmeras on-board no transporte rodoviário de cargas contribui para a segurança, o monitoramento e a eficiência operacional das empresas do setor. Retomando as questões propostas na introdução, pode-se afirmar que os resultados obtidos confirmam as hipóteses de que o uso dessas tecnologias embarcadas amplia a capacidade de prevenção de riscos, reduz sinistros e promove uma gestão logística mais inteligente e sustentável. Os estudos analisados evidenciaram que as câmeras on-board representam uma ferramenta essencial para o gerenciamento de risco, permitindo o monitoramento em tempo real do comportamento dos motoristas, do desempenho dos veículos e das condições operacionais. Essa visibilidade contínua favorece decisões mais assertivas, reduz custos com manutenção e seguros e fortalece o clima de segurança dentro das organizações. Além disso, a integração dos sistemas de gravação com plataformas

digitais de análise de dados proporciona ganhos expressivos de eficiência, impulsionando a produtividade e a sustentabilidade ambiental.

Os resultados discutidos também revelam que a adoção das câmeras embarcadas vai além de um investimento tecnológico: trata-se de uma transformação cultural e estratégica no setor de transporte rodoviário. Quando associadas a políticas de capacitação e valorização profissional, essas ferramentas deixam de ter caráter punitivo e passam a ser instrumentos de aprendizado contínuo e aprimoramento organizacional. A literatura revisada demonstra que empresas que adotam práticas de monitoramento inteligente reduzem significativamente os índices de acidentes e aumentam a confiabilidade das operações logísticas. Do ponto de vista prático, esta pesquisa amplia o conhecimento sobre as potencialidades das câmeras on-board como instrumentos de apoio à tomada de decisão e à sustentabilidade operacional. As evidências indicam que o investimento em digitalização e monitoramento pode gerar retornos econômicos e ambientais de longo prazo, tornando o transporte rodoviário mais competitivo e alinhado às metas de segurança e eficiência globais.

Contudo, reconhece-se que ainda existem desafios para a consolidação dessas tecnologias, como os custos iniciais de implantação, a necessidade de infraestrutura digital robusta e a resistência cultural em alguns segmentos. Em pesquisas futuras, recomenda-se aprofundar a análise sobre o impacto econômico da adoção das câmeras em diferentes portes de empresas, bem como explorar o potencial de integração com outras tecnologias emergentes, como inteligência artificial e Internet das Coisas (IoT). Tomados em conjunto, os resultados deste estudo sugerem que a implementação das câmeras on-board redefine o paradigma da gestão logística moderna, conectando tecnologia, segurança e sustentabilidade em um mesmo sistema de valor. Essa convergência posiciona o transporte rodoviário de cargas em direção a uma nova era de eficiência inteligente e responsabilidade corporativa, fortalecendo seu papel estratégico nas cadeias produtivas nacionais e internacionais.

REFERÊNCIAS

- ALMUJIBAH, H. Sustainable development of freight transport using a faster and more eco-friendly mode. *WIT Transactions on the Built Environment*, v. 1, p. 199–210, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.2495/cr220181>. Acesso em: 02 set.. 2025.
- BOLDIZSÁR, A.; MÉSZÁROS, F.; SIPOS, T. Spatiality in freight transport efficiency. *Acta Oeconomica*, v. 73, n. 2, p. 327–345, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1556/032.2023.00019>. Acesso em: 02 ago.. 2025.
- BRASIL. Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 2010. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm. Acesso em: 02 set.. 2025.
- GUO, T.; CHEN, J.; LIU, P. Impact of emerging transport technologies on freight economic and environmental performance: a system dynamics view. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, v. 19, n. 22, p. 15077, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/ijerph192215077>. Acesso em: 02 ago.. 2025.
- HUANG, R.; GUO, H. Coupling analysis of risk factors in road cargo transport accidents and preventive measures with an n–k model. *Plos One*, v. 20, n. 7, e0328074, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0328074>. Acesso em: 02 set. 2025.
- OLIVEIRA, L.; JIMÉNEZ, F.; SILVA, M.; GARCIA, B.; LOPES, D. Analysis of the influence of training and feedback based on event data recorder information to improve safety, operational and

economic performance of road freight transport in Brazil. Sustainability, v. 12, n. 19, p. 8139, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su12198139>.

Acesso em: 02 set. 2025.

PERNESTÅL, A.; ENGHOLM, A.; BEMLER, M.; GIDÓFALVI, G. How will digitalization change road freight transport? Scenarios tested in Sweden. Sustainability, v. 13, n. 1, p. 304, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su13010304>. Acesso em: 02 ago. 2025.

ROSA, M. Tecnologias de rastreamento no transporte de cargas: benefícios e aplicações. LEV – Revista Científica de Logística e Engenharia de Veículos, v. 16, n. 45, p. 1620–1635, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.56238/levv16n45-068>. Acesso em: 02 set. 2025.

XIONG, J.; CHEN, Z. Truck driving assessment for Chinese logistics and transportation companies based on a safety climate test system. Systems, v. 12, n. 5, p. 177, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/systems12050177>. Acesso em: 01 ago.. 2025.