ESCOLA TÉCNICA ESTADUAL DE MAUÁ

ADRIANO ALVES DE CARVALHO

ALANE SILVA PEREIRA CARVALHO

LUÍS FELIPE DE BARROS

RAMON JOSÉ XAVIER DA SILVA

A MITIGAÇÃO DO ROUBO DE CARGAS NAS RODOVIAS BRASILEIRAS POR MEIO DA UTILIZAÇÃO DE TECNOLOGIAS PELAS EMPRESAS DE TRANSPORTE

Mauá – SP

Junho/2025

ADRIANO ALVES DE CARVALHO

ALANE SILVA PEREIRA CARVALHO

LUÍS FELIPE DE BARROS

RAMON JOSÉ XAVIER DA SILVA

A MITIGAÇÃO DO ROUBO DE CARGAS NAS RODOVIAS BRASILEIRAS POR MEIO DA UTILIZAÇÃO DE TECNOLOGIAS PELAS EMPRESAS DE TRANSPORTE

Trabalho de conclusão de curso apresentado a Etec de Mauá como requisito parcial para a obtenção de título de técnico em logística

Orientadora do Projeto: Prof.ª Lucíola de Almeida Pereira

Mauá – SP

Junho/2025

ADRIANO ALVES DE CARVALHO

ALANE SILVA PEREIRA CARVALHO

LUÍS FELIPE DE BARROS

RAMON JOSÉ XAVIER DA SILVA

A MITIGAÇÃO DO ROUBO DE CARGAS NAS RODOVIAS BRASILEIRAS POR MEIO DA UTILIZAÇÃO DE TECNOLOGIAS PELAS EMPRESAS DE TRANSPORTE

Trabalho de conclusão de curso apresentado a Etec de Mauá como requisito parcial para a obtenção de título de técnico em logística

Orientadora do Projeto: Prof.ª Lucíola de Almeida Pereira

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado e aprovado em: dd/06/2025.

Banca examinadora:

_____

Profª. Lucíola de Almeida Pereira, ETEC de Mauá – Orientadora

_____

Prof. (Título) Nome do Professor, ETEC de Mauá – Avaliador

_____

Prof. (Título) Nome do Professor, ETEC de Mauá – Avaliador

RESUMO

Este Trabalho de Conclusão de Curso tem como objetivo analisar o roubo de cargas nas rodovias brasileiras e propor estratégias de prevenção por meio da aplicação de tecnologias de rastreamento e monitoramento. A pesquisa baseou-se em revisão bibliográfica e na aplicação de um questionário com profissionais da área logística. Os dados revelam que o roubo de cargas permanece como um problema recorrente, com forte impacto econômico e operacional no setor. Tecnologias como GPS, RFID e lacres eletrônicos foram identificadas como ferramentas eficazes na prevenção e no combate a essas ocorrências. Os resultados da pesquisa indicam uma aceitação generalizada dessas tecnologias por parte dos profissionais, embora ainda exista resistência ou falta de implementação em algumas empresas. Conclui-se que o uso estratégico de ferramentas tecnológicas é essencial para reduzir os riscos, aumentar a segurança das operações logísticas e promover maior confiabilidade no transporte rodoviário de cargas no Brasil.

Palavras-chave: Logística, Roubo de Cargas, Rastreamento, Tecnologia, Transporte Rodoviário.

ABSTRACT

This project aims to analyze cargo theft on Brazilian highways and propose prevention strategies through the application of tracking and monitoring technologies. The research was based on a literature review and the administration of a questionnaire to professionals in the logistics sector. The data reveal that cargo theft remains a recurring problem, with significant economic and operational impact on the industry. Technologies such as GPS, RFID, and electronic seals were identified as effective tools in preventing and combating these incidents. The research results indicate a widespread acceptance of these technologies among professionals, although resistance or lack of implementation still exists in some companies. It is concluded that the strategic use of technological tools is essential to reduce risks, increase the security of logistics operations, and promote greater reliability in road freight transport in Brazil.

Keywords: logistics, Cargo Theft, Tracking, Technology, Road Transport

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 8

1.2 Problemática 10

1.3 Hipóteses 10

1.4 Objetivos 10

1.4.1 Objetivo Geral 10

1.4.2 Objetivos Específicos 11

1.5 Justificativa 11

1.6 Metodologia 12

2.0 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA 12

2.1 O que é Transporte Rodoviário 13

2.2 Logística e transporte rodoviário de cargas 14

2.3 Roubo de Cargas em Rodovias 16

3.0 FERRAMENTAS TECNOLÓGICAS PARA MITIGAÇÃO DO ROUBO DE CARGAS 18

3.1 RFID 18

3.1.2 Funcionamento passo a passo 19

3.1.3 Aplicação do RFID contra o roubo de cargas 20

3.2 GPS 21

3.2.1 Aplicação do GPS contra o roubo de cargas 23

3.3 Lacres eletrônicos de segurança 24

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES 26

5 CONCLUSÃO 30

6 REFERÊNCIAS 31

7 APÊNDICE 33

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 ..... **14**

Figura 2 ..... **17**

Figura 3 ..... **20**

Figura 4 ..... **21**

Figura 5 ..... **22**

Figura 6 ..... **23**

Figura 7 ..... **25**

Figura 8 ..... **26**

Figura 9 ..... **27**

Figura 10 ..... **28**

Figura 11 ..... **28**

Figura 12 ..... **29**

1 INTRODUÇÃO

O transporte rodoviário desempenha um papel fundamental na logística brasileira, sendo responsável por cerca de 60% do total das mercadorias movimentadas no país, de acordo com a Confederação Nacional do Transporte (CNT, 2021). Essa predominância está associada à vasta extensão territorial do Brasil, à concentração de atividades econômicas em regiões afastadas de portos e ferrovias e à flexibilidade que o modal rodoviário oferece em termos de alcance e acesso a localidades remotas (Silva & Almeida, 2022). Além disso, é o principal meio utilizado para escoar produtos agrícolas, industriais e de consumo, conectando os principais polos de produção e os mercados consumidores internos e externos (Medeiros et al., 2023). Essa dependência destaca a necessidade de investimentos em infraestrutura, segurança e tecnologia para melhorar a eficiência e reduzir os custos operacionais no setor.

Entre 2020 e 2022, o Brasil enfrentou um aumento significativo nos casos de roubo de carga, um crime que afeta diretamente a economia e a segurança do transporte de mercadorias. Apenas em 2020 foram registrados mais de 14 mil casos de roubos de carga no país (NTC&Logística, 2021). Esse fenômeno foi impulsionado por uma combinação de fatores, incluindo a crescente vulnerabilidade das rotas de transporte, a crise econômica e as mudanças nas dinâmicas do crime organizado. O setor logístico, vital para a distribuição de bens, viu-se sob pressão, com prejuízos que ultrapassaram bilhões de reais. O roubo de carga não apenas gera perdas financeiras, mas também impacta a cadeia produtiva, levando empresas a reavaliar suas estratégias de segurança e logística. A resposta das autoridades, incluindo operações policiais e iniciativas de prevenção, tornou-se crucial para conter essa onda de criminalidade. Ao mesmo tempo, também entre 2020 e 2022, em razão do surto de Covid-19, muitas áreas tiveram suas demandas reduzidas, porém com a retomada de diversas atividades pelo país, as operações de transporte rodoviárias tiveram um rápido crescimento, elevando assim os riscos.

Ademais, muitas cargas transportadas foram afetadas pela pandemia e passaram a ter um valor agregado mais alto do que antes, o que contribuiu para

que ficassem na mira de criminosos, aumentando ainda mais o número de ocorrências. Combustíveis, alimentos, eletrônicos, cigarros, e mercadorias ligadas ao agronegócio, como fertilizantes e sementes, assim como os produtos farmacêuticos, estavam entre as principais cargas visadas pelos saqueadores.

Como um contraponto a isso, com o avanço tecnológico impulsionado pela logística 4.0, tecnologias surgiram com o intuito de prover mais segurança no transporte das cargas rodoviárias através do rastreamento e do gerenciamento inteligente dos riscos.

Um exemplo de utilização de tecnologias para prevenção de roubos de carga em rodovias é do Sistema de Posicionamento Global (GPS, além da RFID.

Diante da maciça presença do transporte rodoviário na sociedade e da necessidade constante de abastecimento da cadeia de suprimentos, uma pesquisa a respeito de formas de amenizar algumas questões de foco negativo revelam-se extremamente pertinente.

O roubo de cargas no Brasil, por exemplo, trouxe um prejuízo de 1,2 bilhão de reais para as transportadoras em 2022 (NCT& Logística, 2022). Ao mesmo tempo, observa-se que muitas ferramentas tecnológicas têm se mostrado úteis quando aplicadas no transporte rodoviário na prevenção desse tipo de ação criminosa.

Tendo isso em vista, indaga-se: qual o efeito da implementação das tecnologias no processo do transporte rodoviário?

Logo, o objetivo geral da presente pesquisa é analisar as causas, consequências e estratégias de prevenção do roubo de carga, visando entender sua impactação na cadeia logística, na segurança pública e na economia, além de propor soluções que possam reduzir a incidência desse crime e aumentar a proteção das mercadorias durante o transporte.

Portanto, foram delineados os seguintes objetivos específicos; listar as principais estratégias para reduzir os roubos de carga e apresentar as tecnologias (GPS), (RFID) e (TMS) como as principais armas na prevenção desse tipo de ação criminosa.

A presente pesquisa caracteriza-se como bibliográfica e exploratória, com abordagem qualitativa e quantitativa, baseada na análise de dados secundários obtidos em fontes confiáveis, como a Confederação Nacional do Transporte (CNT), NTC\&Logística, ABRAS, entre outras.

1.2 Problemática

De acordo com o site NCT&Logística (2022), o roubo de cargas no Brasil, por exemplo, trouxe um prejuízo de 1,2 bilhão de reais para as transportadoras em 2022. Ao mesmo tempo, observa-se que muitas ferramentas tecnológicas têm se mostrado úteis quando aplicadas no transporte rodoviário na prevenção desse tipo de ação criminosa.

Tendo isso em vista, indaga-se: qual o efeito da implementação das tecnologias no processo do transporte rodoviário?

1.3 Hipóteses

A utilização maciça de sistemas de monitoramento e rastreamento em tempo real e geolocalização poderiam reduzir significativamente os índices de roubo de cargas no transporte rodoviário brasileiro.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo Geral

O objetivo geral da presente pesquisa é analisar as causas, consequências e estratégias de prevenção do roubo de carga, visando entender sua impactação na cadeia logística, na segurança pública e na economia, além de propor soluções que possam reduzir a incidência desse crime e aumentar a proteção das mercadorias durante o transporte.

1.4.2 Objetivos específicos

Foram delineados os seguintes objetivos específicos: listar as principais estratégias para reduzir os roubos de carga e apresentar o GPS e o RFID , como as principais armas na prevenção desse tipo de ação criminosa:

- O GPS mostra a localização dos veículos, permitindo detectar desvios e agir rapidamente. O rastreamento de cargas por GPS ocorre através de um sistema de satélites que transmitem sinais para dispositivos receptores instalados nos veículos, permitindo calcular a posição geográfica exata e enviar essas informações para um sistema centralizado, em tempo real, para acompanhamento das cargas;
- A RFID identifica e rastreia mercadorias com etiquetas eletrônicas, facilitando o controle sem contato direto e aumentando a segurança. Juntas, essas tecnologias dificultam roubos e ajudam na recuperação rápida de cargas. O sistema usa etiquetas RFID no veículo e no motorista, lidas por um rastreador que envia os dados a um software. Esse software analisa as informações e pode autorizar o acesso ao veículo, registrar pedágios ou fornecer detalhes do veículo. As principais vantagens incluem monitoramento individual dos motoristas, melhor gestão operacional, controle de atividades, otimização de rotas e redução de custos.

1.5 Justificativa

Diante da maciça presença do transporte rodoviário na sociedade e da necessidade constante de abastecimento da cadeia de suprimentos, uma pesquisa a respeito de formas de amenizar algumas questões de foco negativo revelam-se extremamente pertinente.

1.6 Metodologia

A presente pesquisa caracteriza-se como bibliográfica e exploratória, com abordagem qualitativa e quantitativa, baseada na análise de dados secundários obtidos em fontes confiáveis, como a Confederação Nacional do Transporte (CNT), NTC\&Logística, ABRAS, entre outras.

O levantamento de dados foi realizado com o objetivo de identificar a evolução dos índices de roubo de carga entre os anos de 2020 e 2022; as principais tecnologias adotadas pelas empresas de transporte para mitigar esse problema e os impactos econômicos e logísticos associados.

A abordagem quantitativa foi utilizada para a análise estatística de ocorrências de roubo de carga, identificando padrões regionais e temporais com base nos relatórios disponíveis. Já a abordagem qualitativa permitiu a interpretação crítica sobre a efetividade das tecnologias de rastreamento (como GPS, RFID e lacres eletrônicos), por meio da revisão de artigos técnicos, manuais industriais e relatórios setoriais.

A seleção das fontes foi feita com base em sua atualidade (últimos 5 anos) credibilidade institucional relevância direta com o tema central da pesquisa. Os dados foram sistematizados e comparados com os objetivos propostos no estudo.

2.0 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A seguir serão apresentados os principais tópicos que norteiam o objeto de pesquisa desse estudo.

2.1 O que é o Transporte Rodoviário

O transporte rodoviário é o transporte de pessoas, mercadorias e bens em veículos terrestres, como carros, caminhões, ônibus e vans, por meio de rodovias, estradas e ruas.

O transporte rodoviário no Brasil é o principal modal logístico, sendo responsável por cerca de 60% do transporte de cargas (CNT, 2022) e desempenhando um papel crucial no deslocamento de pessoas, com veículos como carros, caminhões, ônibus e vans circulando por rodovias e estradas. Com uma vasta malha rodoviária, o Brasil se beneficia da flexibilidade e agilidade desse meio de transporte, que possibilita entregas em regiões remotas e garante rapidez nas entregas sem a necessidade de transbordo, tornando-o mais ágil que outros modais como ferrovias e hidrovias. O transporte rodoviário de carga no Brasil é extremamente flexível, permitindo o transporte de uma variedade de produtos, como perecíveis, materiais perigosos e cargas fracionadas, o que o torna crucial para vários setores econômicos. No entanto, o setor enfrenta desafios significativos, como a infraestrutura rodoviária precária, com rodovias mal-conservadas e problemas de pavimentação e sinalização. A segurança também é uma preocupação constante, devido aos altos índices de roubo de cargas e acidentes (HUERTAS, 2013). O impacto ambiental é outro problema, pois o transporte rodoviário é uma das fontes significativas de emissões de gases de efeito estufa no Brasil, exacerbando as mudanças climáticas. Além disso, o congestionamento nas estradas, especialmente em áreas urbanas, e as limitações de capacidade dos caminhões, que precisam dividir grandes cargas em várias viagens, também contribuem para as dificuldades do setor (CNT, 2022).

Historicamente, o transporte rodoviário brasileiro foi favorecido por políticas públicas desde os anos 1920, com a construção de novas rodovias e investimentos no setor automobilístico, o que consolidou esse modal como o principal meio de transporte no país. A criação de Brasília, por exemplo, aumentou a necessidade de integração entre as regiões, reforçando a importância das rodovias. A falta de investimentos nas ferrovias, que sofreram

sucateamento, também ajudou a fortalecer o papel central das rodovias no Brasil (SILVA, 2008). Além disso, ao longo do século XX, o Brasil optou por priorizar as rodovias como alternativa para o transporte de cargas, com o objetivo de integrar o território nacional e fomentar a industrialização do país, criando polos automobilísticos (BRASIL ESCOLA, 2021).

Figura 1 - Transporte Rodoviário

Fonte: https://www.uff.br/20-08-2024/pesquisa-aponta-acoes-para-melhorar-o-transporte-rodoviario-no-brasil

2.2 Logística e o transporte rodoviário de cargas

Segundo Ballou (2011), a logística reside no gerenciamento responsável pelo planejamento, execução e controle eficientes e eficazes do fluxo de matérias-primas, estoques em processo, produtos acabados e informações associadas, desde o ponto de origem até o ponto de consumo, com o objetivo de atender às

demandas e requisitos dos clientes. O autor enfatiza a importância estratégica da logística na otimização dos processos empresariais, salientando os pilares fundamentais da gestão logística, como estratégias de transporte, armazenamento, gestão de estoques e processamento de pedidos. Sua abordagem destaca a inter-relação e integração entre os diversos elementos da cadeia de suprimentos como um meio de alcançar uma vantagem competitiva tangível. A logística no transporte rodoviário de cargas é essencial para planejar, executar e controlar o fluxo de mercadorias. Ela otimiza rotas, gerencia estoques e escolhe os melhores modais, visando eficiência e redução de custos. Além disso, a logística contribui para a segurança, identificando pontos vulneráveis e permitindo a implementação de estratégias preventivas, como sistemas de rastreamento e cooperação entre os diferentes agentes da cadeia logística. Em resumo, ela desempenha um papel crucial na eficiência operacional, na redução de riscos e na segurança das cargas no transporte rodoviário (CHRISTINE DE OLIVEIRA, 2021). O transporte rodoviário de cargas no Brasil é fundamental para a movimentação de produtos, representando mais de 60% do transporte no país. É o principal modal de transporte utilizado no Brasil (CNT, 2021). Apesar de sua importância, o transporte rodoviário enfrenta desafios como infraestrutura deficiente, problemas de segurança e questões regulatórias. Ainda assim, sua flexibilidade e abrangência territorial continuam sendo pilares essenciais para a logística nacional. No Brasil, o transporte rodoviário de cargas é regulamentado pelo Ministério da Infraestrutura, por meio da Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT). A ANTT é responsável por fiscalizar o setor e garantir a segurança e a eficiência do transporte de cargas. O transporte desempenha um papel crucial nos serviços logísticos, e a infraestrutura de transporte é um componente essencial para sua eficiência, conforme apontado por Holl e Mariotti (2018). Essa rede infraestrutural representa o principal elemento no sistema logístico, como destacado por FLEURY (2002). No Brasil, os custos relacionados ao transporte podem atingir até 7% do produto interno bruto, conforme relatório da Confederação Nacional dos Transportes (CNT, 2021). Compreender o papel do modal rodoviário é essencial para contextualizar o cenário do transporte e ocorrências de roubo de cargas no Brasil. O crescimento do transporte rodoviário no país foi notável ao longo do século XX, desde a inauguração da primeira estrada em 1928 até a década de 80. Washington Luís, responsável pela

inauguração da primeira rodovia pavimentada do país em 1928, associou o ato de governar à abertura de estradas (GÔMARA, 1999). Durante seu mandato, em 1928, foi estabelecido o Fundo Especial para a Construção e Conservação de Estradas de Rodagem Federais, marcando o início de um incentivo histórico dos governos brasileiros ao desenvolvimento do rodoviarismo no país. O transporte rodoviário é o meio mais utilizado devido à sua flexibilidade e capacidade de alcançar áreas remotas. No entanto, desafios como a infraestrutura rodoviária deficiente e os riscos de sinistros exigem uma gestão de risco eficaz para garantir a integridade e a pontualidade das entregas. Ter um plano de gestão de riscos bem estruturado, incluindo a análise de possíveis interrupções e estratégias de contingência é fundamental para manter a resiliência no transporte de cargas (SILVA et al, 2012).

2.3 Roubo de Cargas em Rodovias

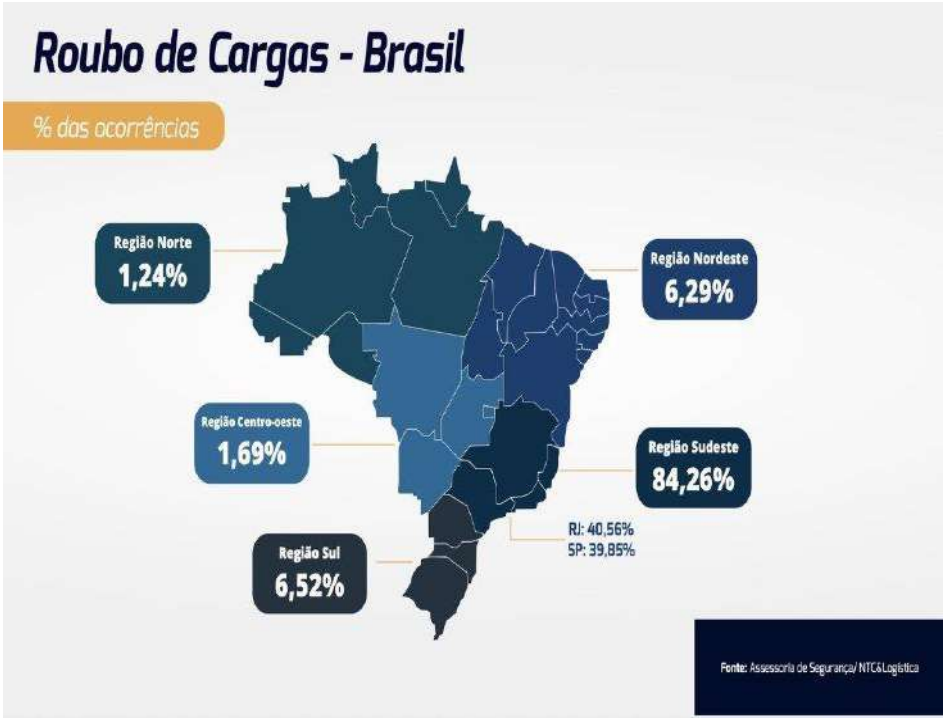
O roubo de cargas tem se consolidado como um dos maiores desafios para o setor de transporte rodoviário no Brasil, afetando profundamente tanto a segurança nas estradas quanto a economia do país. As quadrilhas especializadas visam principalmente caminhões que transportam produtos de alto valor, como eletrônicos, medicamentos e combustíveis, causando perdas financeiras significativas. Além dos prejuízos diretos, os roubos resultam em interrupções nas operações logísticas, aumento de custos com seguros e fretes, e um impacto negativo na pontualidade das entregas. A situação é ainda mais complicada devido à atuação de grupos criminosos bem-organizados, que obtêm informações detalhadas sobre as rotas e horários dos transportes, o que torna a prevenção e o combate ao crime uma tarefa ainda mais difícil (CNT, 2023).

Em 2020, o Brasil registrou 13.089 roubos de cargas, uma redução de 9,1% em relação ao ano anterior (ABRAS, 2022). A maior parte desses roubos ocorre em estados economicamente desenvolvidos como São Paulo e Rio de Janeiro, que juntos concentram 70% dos roubos no país. Outras regiões como o Sul também têm experimentado aumentos nas ocorrências, um reflexo de novas

estratégias adotadas pelos criminosos para diversificar os alvos. (NTC&Logística, 2022)

O impacto é considerável não apenas em termos financeiros, mas também logísticos. As empresas precisam gastar mais com segurança, uma vez que se torna necessária a implementação de soluções tecnológicas, como o rastreamento e monitoramento de cargas. A combinação desses investimentos, além de ações de prevenção por parte das empresas, é crucial para diminuir a incidência dos roubos e seus efeitos negativos. (NTC&Logística, 2022).

Figura 2 - Perceptual por região (2020)



Fonte:Apresentação-Roubo-de-Cargas-2020

Os dados de 2020 sobre roubos de carga no Brasil mostram que a maior parte desses crimes se concentra na Região Sudeste, que sozinha representa mais de 80% dos casos. Outras regiões como Sul, Nordeste, Centro-Oeste e Norte tiveram índices significativamente menores, com destaque para o Sul (6,52%) e o Nordeste (6,29%).

A disparidade entre as regiões mostra que o Sudeste continua sendo o principal foco desse tipo de crime no país.

3.0 FERRAMENTAS TECNOLÓGICAS PARA MITIGAÇÃO DO ROUBO DE CARGAS

As tecnologias de rastreamento e monitoramento têm papel essencial na modernização dos processos logísticos, especialmente no modal rodoviário. Elas permitem a automatização de tarefas que antes eram executadas manualmente, resultando em maior agilidade, precisão e produtividade nas operações. Com a integração entre setores, essas soluções facilitam a coleta, análise e distribuição de dados em tempo real, otimizando a tomada de decisões e reduzindo significativamente os custos operacionais.

Entre as ferramentas mais utilizadas estão os sistemas de rastreamento por GPS e a Identificação por Rádio Frequência (RFID), que permitem acompanhar com exatidão a localização de veículos e cargas ao longo de todo o percurso. Essas tecnologias aumentam a visibilidade da cadeia logística, fortalecem o controle sobre o transporte, minimizam os riscos de perdas e roubos, e permitem respostas rápidas em situações críticas. Conforme destaca Ballou (1993), os sistemas aplicados à logística são indispensáveis para o gerenciamento eficiente do fluxo de informações dentro das organizações, contribuindo diretamente para a eficácia dos processos administrativos e operacionais.

3.1 RFID

A tecnologia RFID (Identificação por Radiofrequência) é um sistema de captura automática de dados que usa ondas de rádio para identificar, rastrear e gerenciar objetos à distância. Ela funciona com base na comunicação entre dois elementos principais: o leitor RFID e a etiqueta RFID, também chamada de tag. As tags RFID são pequenos dispositivos que contêm um chip com dados e uma antena. Esses dispositivos podem ser fixados a produtos, embalagens, paletes

ou até veículos. Quando uma tag se aproxima do leitor — que emite um sinal de rádio — ela recebe essa energia (no caso das tags passivas) ou responde imediatamente (se for ativa), transmitindo as informações armazenadas no chip. O leitor então coleta esses dados e os envia para um sistema central que processa as informações em tempo real. (COMPROVEI, 2025)

3.1.2 Funcionamento passo a passo

1. O leitor RFID gera um campo de radiofrequência.
2. Quando a tag entra nesse campo, ela responde com os dados gravados.
3. O leitor capta esse sinal e envia ao sistema de gestão.
4. O sistema interpreta a informação — como identificação, localização e status do item.

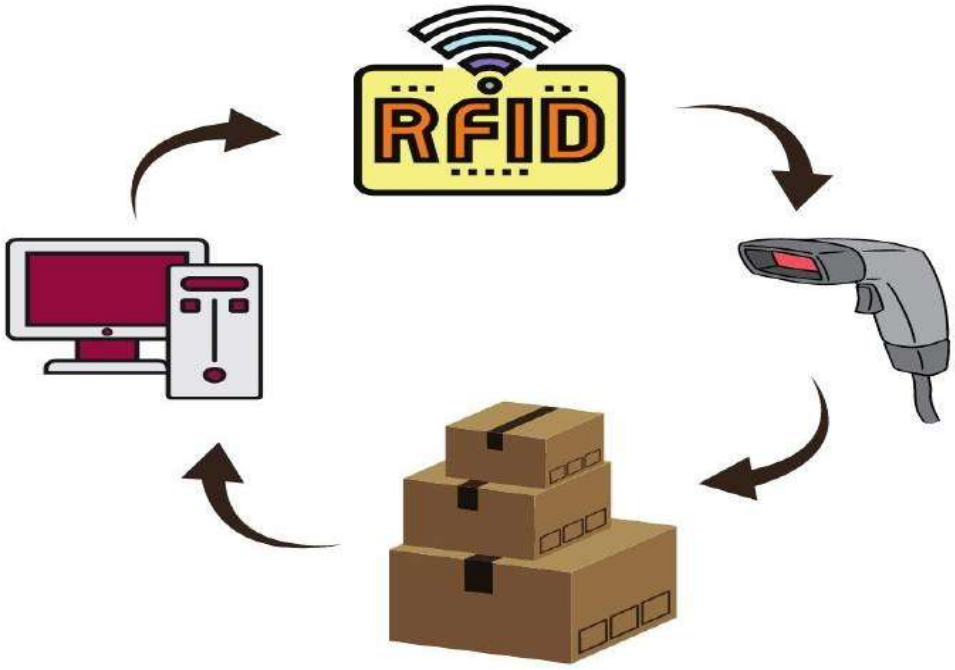
Essa comunicação pode acontecer mesmo sem contato visual direto, o que permite que objetos sejam lidos mesmo dentro de caixas ou em movimento, algo que códigos de barras tradicionais não permitem. Além disso, centenas de tags podem ser lidas simultaneamente, otimizando ainda mais os processos logísticos.

Na logística e no transporte de cargas, o RFID oferece grandes vantagens:

I. Monitoramento em tempo real de mercadorias durante o transporte;
II. Localização precisa de produtos em depósitos e centros de distribuição;
III. Automação de inventários, reduzindo erros manuais;
IV. Aumento da segurança contra furtos e extravios;
V. Redução de custos com processos operacionais mais rápidos.

Mesmo que o custo inicial da implementação ainda seja um desafio, os benefícios de rastreamento preciso, automação e visibilidade da cadeia logística compensam o investimento. Com a integração ao IoT (Internet das Coisas) e à Inteligência Artificial, o RFID tende a ser ainda mais eficaz, formando bases para sistemas logísticos inteligentes (CARGOCENTER,2024).

Figura 3 - RFID



Fonte: https://www.inovacode.com.br/rastreamento-rfid

3.1.3 Aplicação do RFID contra o roubo de cargas

A implementação da tecnologia RFID oferece maior segurança para a mercadoria durante o transporte. Ao adicionar uma etiqueta RFID a cada item, ele recebe uma identificação eletrônica exclusiva, que pode ser lida de forma remota, sem a necessidade de escanear individualmente cada item.

O uso de RFID na prevenção de roubos ocorre por meio da utilização de etiquetas eletrônicas que, fixadas em cargas ou veículos, permitem monitoramento em tempo real e registro automático de movimentações (TOTVS, 2022) Entre os benefícios estão o rastreamento contínuo para identificar desvios de rota, controle de acesso em terminais, integração com sistemas de alarme

para alertas imediatos, autenticação da carga para evitar fraudes e maior agilidade nas operações logísticas. Além disso, o RFID coleta dados detalhados, como condições de transporte, ajudando a prevenir perdas e danos. Apesar do investimento inicial em infraestrutura e treinamento, a combinação do RFID com outras medidas, como GPS e segurança física, torna essa tecnologia uma ferramenta estratégica para reduzir riscos, otimizar operações e fortalecer a confiança na cadeia de suprimentos. (BMX SERVIÇOS, 2024).

Figura 4 – Funcionamento RFID

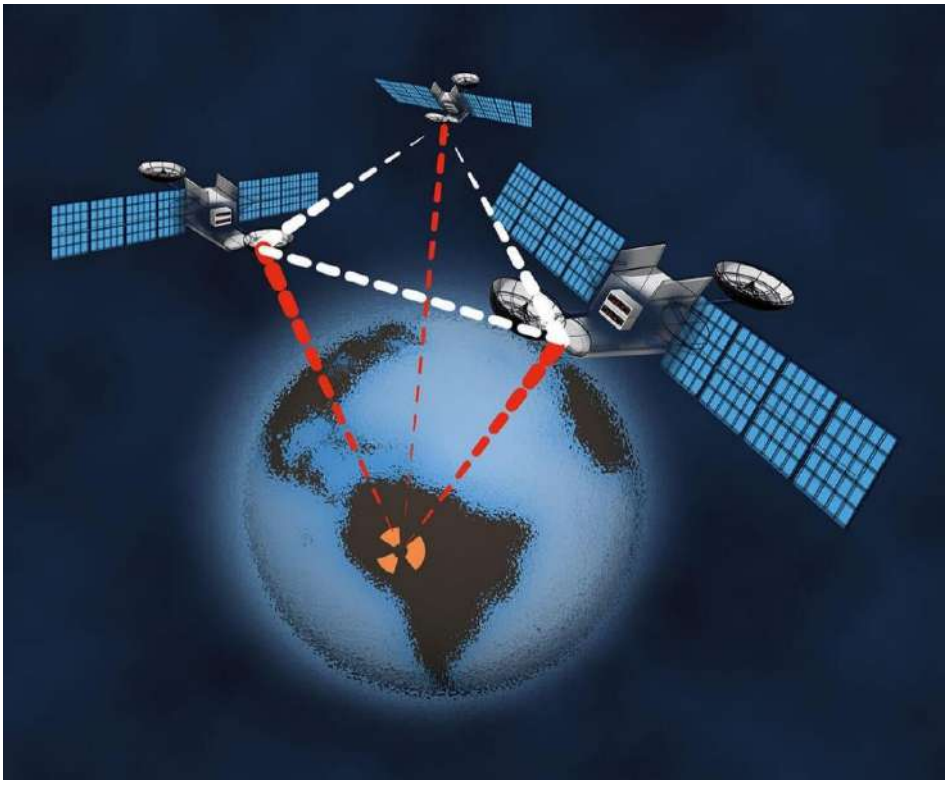
Fonte: https://www.viaondarfid.com.br/o-que-sao-os-portais-rfid-e-como-funcionam

3.2 GPS

O GPS (Global Positioning System) é um sistema de navegação por satélite que permite determinar a localização geográfica de um objeto, pessoa ou veículo com alta precisão. Inicialmente desenvolvido pelo Departamento de Defesa dos Estados Unidos na década de 1970 para fins militares, o sistema foi aberto ao uso civil em 1983 e, desde então, se tornou indispensável em diversas áreas, como transporte, agricultura, geolocalização e logística.

O funcionamento do GPS baseia-se na trilateração: o receptor GPS precisa captar sinais de, no mínimo, quatro satélites para calcular sua posição exata, cruzando os dados de tempo e distância com base na velocidade da luz. Os sinais contêm informações sobre a posição do satélite e o horário de transmissão. Ao medir o tempo que o sinal leva para chegar ao receptor, é possível calcular a distância até o satélite e, com isso, determinar as coordenadas geográficas (latitude, longitude e altitude) (GEOSEM FRONTEIRAS, 2023).

Figura 5 – GPS



Fonte: https://www.revistadeacuerdo.org/2023/04/20/como-funciona-el-gps/

3.2.1 Aplicação do GPS contra o roubo de cargas

O monitoramento de veículos por meio da tecnologia GPS (Global Positioning System) tornou-se uma prática essencial para a gestão eficiente de frotas empresariais. (GEOTAP, 2024). Essa tecnologia permite o rastreamento em tempo real dos veículos, possibilitando que gestores acompanhem os trajetos, identifiquem desvios, paradas fora do previsto e entrem em ação imediatamente em caso de suspeitas. Em situações de roubo, o GPS fornece a localização exata do veículo, facilitando a ação das autoridades e aumentando as chances de recuperação da carga. Além disso, recursos como cercas virtuais (*geofencing)* e alertas automáticos reforçam a prevenção, informando sempre que o veículo sair de uma rota segura. Empresas que utilizam GPS ainda se beneficiam com a redução no valor do seguro, já que o risco de perda total é menor. Portanto, o GPS é uma ferramenta estratégica que contribui de forma decisiva para a mitigação dos roubos de carga, protegendo ativos e aumentando a eficiência logística. (BRASIL ESCOLA, 2022).

Figura 6 – GPS na Logística

Fonte:https://estradao.estadao.com.br/tag/tecnologia-para-caminhao/

3.3 Lacres Eletrônicos de Segurança

Os lacres de segurança são dispositivos essenciais para proteger e selar compartimentos ou cargas, dificultando acessos não autorizados. Quando violados ou removidos, oferecem um alerta visual claro, permitindo que a empresa identifique rapidamente qualquer tentativa de adulteração ou furto (SEAL LACRES, 2024). Com o avanço das tecnologias digitais, surgiu uma alternativa mais eficiente: os lacres eletrônicos, que agregam funcionalidades de monitoramento e rastreamento em tempo real, oferecendo um nível superior de segurança para operações logísticas.

Os lacres eletrônicos consistem em dispositivos de segurança digital utilizados principalmente na área de logística e transporte de cargas, com a finalidade de monitorar e registrar a abertura e o fechamento de compartimentos, como baús de caminhões, contêineres ou portas de acesso restrito. Esses dispositivos são instalados fisicamente nos pontos de vedação da carga e possuem sensores internos capazes de identificar tentativas de violação, rompimento ou abertura não autorizada. Ao detectar qualquer anormalidade, o lacre gera um alerta imediato, que pode ser enviado em tempo real para uma central de monitoramento, por meio de tecnologias de comunicação como GSM, GPRS ou GPS.

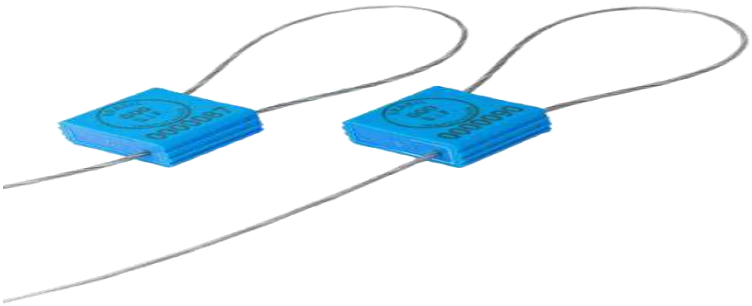
Além da função de detecção de violação, os lacres eletrônicos realizam o registro contínuo de eventos, incluindo data, hora, local e status da carga. Esses dados são armazenados em um sistema digital, o que permite total rastreabilidade e auditoria do processo logístico. Quando integrados a sistemas de rastreamento veicular, os lacres eletrônicos possibilitam um nível ainda mais elevado de segurança e controle, permitindo que a empresa acompanhe em tempo real o trajeto da carga, identificando desvios de rota, tentativas de acesso indevido ou qualquer outra ocorrência fora dos parâmetros previamente estabelecidos.

Entre os principais benefícios do uso de lacres eletrônicos destacam-se a prevenção de furtos e adulterações, a maior transparência na cadeia de transporte, a rápida resposta a incidentes por meio de alertas instantâneos e o

fortalecimento da confiança entre transportadoras, embarcadores, seguradoras e clientes. Dessa forma, o uso desses dispositivos contribui significativamente para o aumento da eficiência e da segurança nos processos logísticos, sendo uma ferramenta essencial para empresas que buscam excelência e confiabilidade em suas operações de transporte.

Entre os diversos tipos disponíveis, o lacre eletrônico se destaca como uma inovação crucial na segurança logística. Esses dispositivos utilizam tecnologias avançadas como RFID (Identificação por Rádio Frequência) e NFC (Comunicação por Campo Próximo), possibilitando o rastreamento e monitoramento em tempo real da carga. A empresa Fractal, por exemplo, disponibiliza soluções com a tecnologia i-Monitor, que integra esses recursos para oferecer visibilidade constante e informações detalhadas sobre localização e status das mercadorias. Além disso, os lacres eletrônicos podem ser integrados a sistemas TMS (Sistema de Gestão de Transporte) e WMS (Sistema de Gestão de Armazéns), otimizando processos e ampliando a segurança operacional (SEAL LACRES, 2024; FRACTAL, 2025).

Figura 7 – Lacre Eletrônico



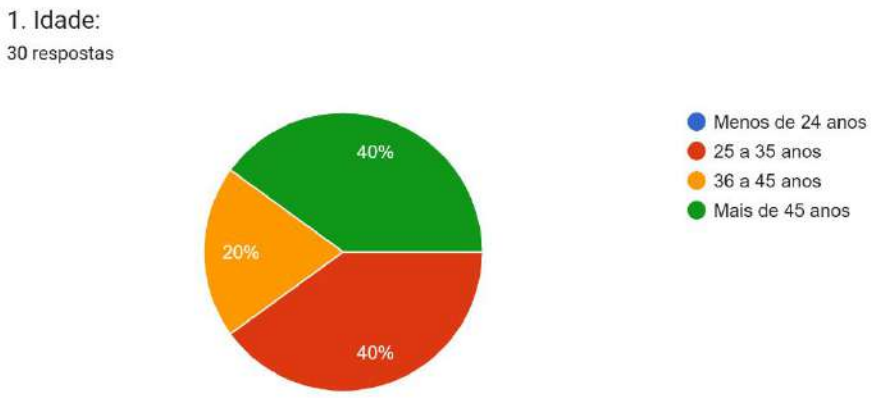
Fonte: https://seallacres.com.br/lacres-de-seguranca-seal-lacres

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta seção, apresentam-se os resultados obtidos a partir da aplicação do questionário intitulado “Formulário TCC – Roubo de Cargas”, que teve como objetivo compreender a percepção de profissionais de diferentes regiões do Brasil sobre o uso de tecnologias no combate ao roubo de cargas. Ao todo, foram coletadas trinta respostas, compondo uma amostra exploratória com fins acadêmicos.

A pesquisa foi realizada com trinta profissionais da área logística, de distintas regiões do país, principalmente nas faixas etárias de 25 a 35 anos e acima de 45. Embora nenhum tenha sido vítima direta, todos relataram conhecer casos próximos de roubo de cargas e demonstraram acreditar na eficácia das tecnologias de rastreamento. O público-alvo é formado por profissionais experientes no transporte rodoviário, com percepção clara dos desafios da segurança.

Figura 8 - Representação gráfica da Faixa Etária dos Respondentes

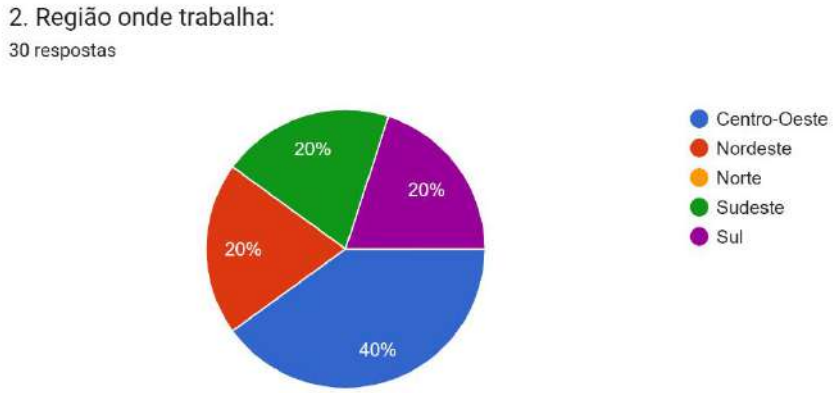


Fonte: autoria própria

Dos participantes, 40% têm entre 25 e 35 anos, 40% têm mais de 45 anos e 20% estão na faixa de 36 a 45 anos. Nenhum respondente possui menos de

24 anos. Essa predominância de faixa etária acima dos 35 anos, revela que a maioria dos respondentes possui experiência no setor, o que qualifica as respostas obtidas e fornece um olhar mais consistente sobre os desafios e soluções na logística rodoviária.

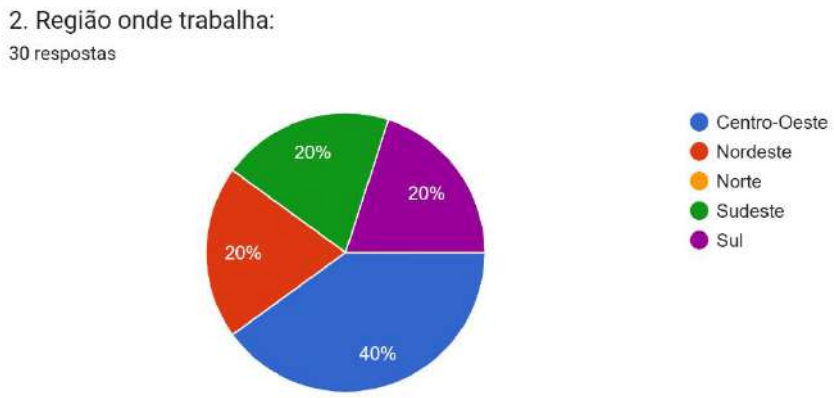
Figura 9 - Representação gráfica da Região de Atuação



Fonte: autoria própria

Verificou-se que 40% dos participantes atuam na região Centro-Oeste, enquanto as regiões Sul, Sudeste e Nordeste foram representadas com 20% cada. A ausência de respostas da região Norte limita a abrangência nacional dos dados, mas a variedade de regiões participantes permite uma visão abrangente sobre a realidade do transporte de cargas em diversas localidades do Brasil.

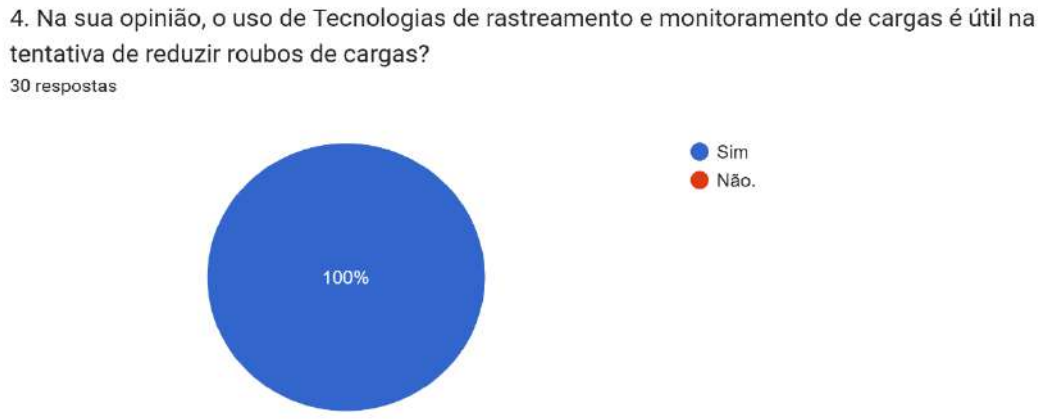
Figura 10 - Representação gráfica Conhecimento de Casos de Roubo de Carga



Fonte: autoria própria

Embora nenhum dos respondentes tenha declarado ter sido vítima direta de roubo de carga, 100% relataram conhecer alguém que já passou por essa situação. Este dado reforça a presença constante e alarmante desse tipo de crime no cotidiano do setor logístico, evidenciando a urgência de soluções preventivas.

Figura 11 - Representação gráfica Percepção sobre Tecnologias de Rastreamento

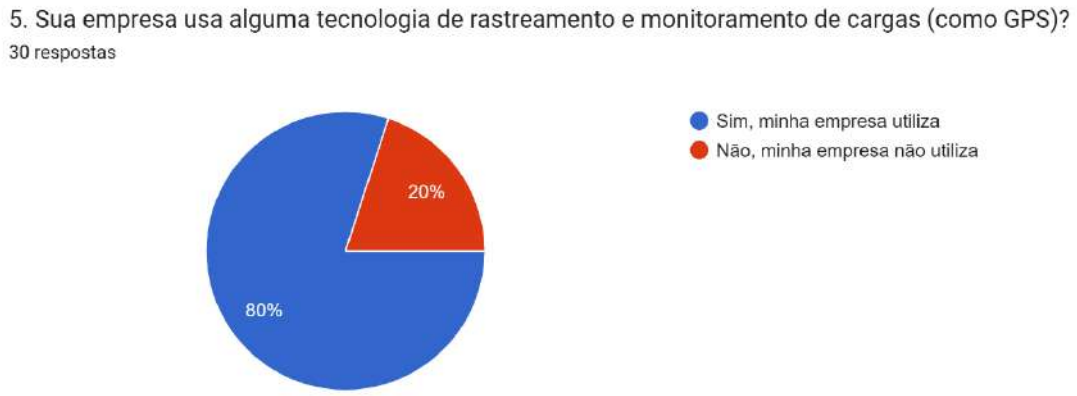


Fonte: autoria própria

Todos os respondentes (100%) afirmaram acreditar que as tecnologias de rastreamento e monitoramento são eficazes na redução dos roubos de carga. Este resultado vai ao encontro do referencial teórico apresentado neste trabalho, que destaca o papel das tecnologias como GPS, RFID e lacres eletrônicos na segurança das operações logísticas (ver capítulo 3).

Essa unanimidade indica que, independentemente da região ou idade, os profissionais reconhecem a importância da inovação tecnológica para garantir a integridade das mercadorias transportadas.

Figura 12 - Utilização de Tecnologia pelas Empresas



Fonte: autoria própria

Apesar da percepção positiva sobre o uso de tecnologias, 20% dos respondentes indicaram que suas empresas não utilizam sistemas de rastreamento. Esse contraste evidencia uma lacuna entre o conhecimento sobre os benefícios da tecnologia e sua adoção prática. As causas podem envolver limitações financeiras, falta de informação técnica ou ausência de políticas internas voltadas à segurança

5 CONCLUSÃO

O presente Trabalho de Conclusão de Curso buscou, compreender os impactos do roubo de cargas no transporte rodoviário brasileiro e investigar o papel das tecnologias de rastreamento e monitoramento na mitigação desse problema. Através de revisão bibliográfica e aplicação de um questionário a profissionais da área logística, foi possível confirmar que o roubo de cargas continua sendo um dos principais desafios enfrentados pelas transportadoras, afetando diretamente a segurança, a economia e a eficiência operacional.

A fundamentação teórica evidenciou que ferramentas como GPS, RFID e lacres eletrônicos são amplamente aplicáveis no setor e podem apresentar resultados positivos na prevenção e resposta a incidentes. Esses recursos permitem o monitoramento em tempo real, a rastreabilidade das mercadorias e o controle de acessos, oferecendo maior proteção à carga e agilidade na tomada de decisões.

Os dados coletados com o formulário reforçaram a percepção generalizada de que a tecnologia é essencial no combate ao roubo de cargas. Contudo, também revelaram que parte das empresas ainda não implementam tais soluções, o que evidencia uma lacuna a ser explorada por políticas de incentivo, capacitação técnica ou maior divulgação dos benefícios proporcionados por essas ferramentas.

Conclui-se, portanto, que o fortalecimento da segurança no transporte rodoviário brasileiro passa, necessariamente, pelo investimento contínuo em tecnologias de rastreamento e monitoramento. Além disso, é essencial promover a conscientização e a democratização do acesso a essas soluções, contribuindo para a redução dos índices de criminalidade e para a melhoria do desempenho logístico no país.

REFERÊNCIAS

ALPHA EXPRESS. Impactos econômicos do roubo de carga. Disponível em: https://prologapp.com/blog/roubo-de-cargas/. Acesso em: 25 maio 2025.

BALLLOU, R. H. Gerenciamento da cadeia de suprimentos: planejamento, organização e logística empresarial. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2011.

BRASIL ESCOLA. A estratégia brasileira de privilegiar as rodovias em detrimento das ferrovias. Disponível em: https://brasilescola.uol.com.br/geografia/por-que-brasil-adotou-utilizacao-das-rodovias-ao-inves-.htm. Acesso em: 25 maio 2025.

BMX SERVIÇOS. Segurança da carga: o papel do rastreamento na prevenção de roubos e perdas. Disponível em: https://bmxservicos.com/seguranca-da-carga-o-papel-do-rastreamento-na-prevencao-de-roubos-e-perdas/. Acesso em: 25 maio 2025.

CHRISTINE DE OLIVEIRA. A importância da logística no transporte rodoviário de cargas. [S.l.]: [s.n.], 2021. CNT – CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE. Relatório CNT de Segurança no Transporte – 2023. Brasília: CNT, 2023. Disponível em: https://www.cnt.org.br. Acesso em: 11 maio 2025.

COBLI. Rastreamento de frotas: o que é, como funciona e vantagens. Disponível em: https://www.cobli.co/blog/rastreamento-de-frota/. Acesso em: 25 maio 2025.

COMPROVEI. Tecnologia RFID: como ela se aplica na área logística. Disponível em: https://comprovei.com/tecnologia/tecnologia-rfid-como-ela-se-aplica-na-area-logistica/. Acesso em: 25 maio 2025.

FRACTAL. i-Monitor. Disponível em: https://seallacres.com.br/lacres-de-seguranca-seal-lacres. Acesso em: 25 maio 2025.

GEOTAB. Satélites GPS. Disponível em: https://www.geotab.com/pt-br/blog/satelites-gps. Acesso em: 25 maio 2025.

GEOSEM FRONTEIRAS. O que é GPS e como funciona. Disponível em: https://geosemfronteiras.org/blog/o-que-e-gps-e-como-funciona/. Acesso em: 25 maio 2025.

GÔMARA, J. História das Estradas Brasileiras. São Paulo: [s.n.], 1999. GUIA MARÍTIMO. Crescimento no roubo de cargas. Disponível em: https://mundologistica.com.br/noticias/roubo-de-cargas-cresceu-48-em-2023-no-brasil. Acesso em: 25 maio 2025.

HUERTAS, D. M. Transporte e desenvolvimento econômico no Brasil de 1945 a 1960. Revista Brasileira de Política Internacional, v. 51, n. 2, p. 123–145, 2008. KELLEN

CHRISTINA PEITL. Tecnologias logísticas para minimizar o roubo de carga. Disponível em: https://scholar.google.com.br. Acesso em: 25 maio 2025.

NTC&LOGÍSTICA. Relatório de Roubo de Cargas no Brasil – 2022. São Paulo: Associação Nacional do Transporte de Cargas e Logística, 2023. Disponível em: https://www.portalntc.org.br/wp-content/uploads/Apresentacao-Roubo-de-Cargas-2022_compressed.pdf. Acesso em: 25 maio 2025.

REVISTA CAMINHONEIRO. Conheça as principais tecnologias de rastreamento e prevenção do roubo de cargas. Disponível em: https://www.revistacaminhoneiro.com.br/conheca-as-principais-tecnologias-de-rastreamento-e-prevencao-do-roubo-de-cargas. Acesso em: 25 maio 2025. SEAL LACRES. Lacres de segurança

SEAL. Disponível em: https://seallacres.com.br/lacres-de-seguranca-seal-lacres. Acesso em: 25 maio 2025.

SILVA, J. C. da. Transportes e desenvolvimento econômico no Brasil de 1945 a 1960. Revista Brasileira de Política Internacional, v. 51, n. 2, p. 123-145, 2008.

TOTVS. Principais características do RFID. Disponível em: https://www.totvs.com/blog/gestao-industrial/rfid/. Acesso em: 25 maio 2025. /

APÊNDICE A – Formulário aplicado e análise dos resultados obtidos

Título do formulário: Formulário TCC – Roubo de Cargas

Objetivo: Coletar informações de profissionais do setor logístico sobre a ocorrência de roubo de cargas e a percepção quanto ao uso de tecnologias de rastreamento e monitoramento.

A1. Estrutura do Questionário

1. Faixa etária do respondente
2. Região de atuação profissional
3. Já foi vítima direta de roubo de carga?
4. Conhece alguém que já foi vítima?
5. Acredita que as tecnologias de rastreamento e monitoramento reduzem os roubos de carga?
6. A empresa onde trabalha utiliza esse tipo de tecnologia?

A2. Quadro-resumo dos resultados

Questão	Resultado
Faixa etária	40% entre 25-35 anos; 40% acima de 45 anos; 20% entre 36-45
Região de atuação	40% Centro-Oeste; 20% Sul; 20% Sudeste; 20% Nordeste
Vítima direta de roubo de carga	**0%**
Conhece alguém que foi vítima	**100%**

Acredita na eficácia das tecnologias de rastreamento	100%
Empresa utiliza tecnologia de rastreamento?	80% sim; 20% não

A3. Considerações

Os dados indicam que, embora nenhuma das pessoas ouvidas tenha sofrido roubo de carga diretamente, todas relataram conhecer casos próximos, o que evidencia a gravidade e a frequência desse tipo de crime no transporte rodoviário. A unanimidade quanto à crença na eficácia das tecnologias de rastreamento e monitoramento reforça a importância de sua adoção como ferramenta estratégica de prevenção. No entanto, ainda existem resistências e limitações práticas que dificultam sua implementação em muitas empresas.

Os principais motivos para essa resistência incluem o alto custo inicial de aquisição e manutenção dos sistemas, a falta de conhecimento técnico por parte das equipes, a ausência de políticas internas voltadas à segurança, e a resistência cultural à mudança, especialmente em transportadoras com processos mais tradicionais. Além disso, a escassez de incentivos governamentais — como subsídios, linhas de crédito ou benefícios fiscais — e a necessidade constante de capacitação dos colaboradores também se destacam como obstáculos relevantes. Mesmo sendo amplamente reconhecidas como eficazes, essas soluções tecnológicas ainda enfrentam barreiras estruturais e culturais que retardam sua disseminação no setor.