

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO



DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

Diagnóstico sobre os avanços da segurança do transporte de cargas no Brasil

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

POR

GUILHERME BEZERRA DE MENEZES TOSCANO

RECIFE

2023

Guilherme Bezerra de Menezes Toscano

**Diagnóstico sobre os avanços da segurança do transporte de
cargas no Brasil**

Trabalho de conclusão do curso apresentado ao
Departamento de Engenharia de Produção da
Universidade Federal de Pernambuco – UFPE –
como requisito Parcial para obtenção do grau
em Engenharia de Produção

Orientadora: Luciana Hazin Alencar

RECIFE

2023

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do programa de geração automática do SIB/UFPE

Toscano, Guilherme Bezerra Menezes.

Diagnóstico sobre os avanços na segurança do transporte de cargas no Brasil /
Guilherme Bezerra Menezes Toscano. - Recife, 2023.

64 : il., tab.

Orientador(a): Luciana Hazin Alencar

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de
Pernambuco, Centro de Tecnologia e Geociências, Engenharia de Produção -
Bacharelado, 2023.

1. Roubo de cargas. 2. Tecnologia de rastreamento. 3. Transporte
rodoviário. 4. Logística. 5. gerenciamento de riscos. I. Alencar, Luciana Hazin.
(Orientação). II. Título.

600 CDD (22.ed.)

Guilherme Bezerra de Menezes Toscano

**Diagnóstico sobre os avanços da segurança do transporte de
cargas no Brasil**

Trabalho de conclusão do curso apresentado ao
Departamento de Engenharia de Produção da
Universidade Federal de Pernambuco – UFPE –
como requisito Parcial para obtenção do grau
em Engenharia de Produção

Aprovado em 27/04/2023

Banca Examinadora

Profa. Dra. Luciana Hazin Alencar (Orientadora)
Universidade Federal de Pernambuco

Profa. Dra. Suzana de França Dantas Daher (Examinadora)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. João Mateus Marques de Santana (Examinador)
Universidade Federal de Pernambuco

AGRADECIMENTOS

Esse trabalho marca o fim de uma grande experiência e fase da vida, não seria possível a conclusão dessa jornada sem pessoas especiais que guiaram o caminho para a construção dessa bela história. Obrigado a todos que participaram de alguma forma desse intenso período de 5 anos, marcado também por uma pausa forçada bastante emblemática de reflexões e aprendizados que foi a pandemia. Em especial, gostaria de agradecer a:

- Minha família, obrigado por todo apoio, amor e carinho. Sempre os primeiros em qualquer situação, obrigado em especial por toda educação e exemplo;
- José, João e, em especial, Guga, por toda confiança ao abrir as portas do mercado de trabalho e ensinar tanto sobre o mundo da logística;
- Luciana, pelo direcionamento, apoio e cobrança fundamentais para o sucesso desse trabalho;
- Carioca e Mello, gratidão pela parceria e conversas na jornada universitária, tudo se tornou mais fácil e divertido, apesar dos desafios e estresses;
- Quadrado e Carusão, intensos meses juntos que garantiram viagens, açaís e belas histórias para contar e rir;
- Todos da Ciclo que fizeram história em 2020, em especial Aninha, Roger e Bruninha, os maiores aprendizados nessa jornada foram conquistados por lá e com vocês;
- Todos da Produção de Cerveja, Riba, Rafa, Rui, Cabeça, Lorena, Luana, Lheo, Marco e Rochedo, fiquei em Recife graças a vocês, obrigado pela amizade, jogos de dominó, presidente e longos estudos pré-prova na área ii. Em especial Selim, Rodrigo e Mavi pelas companhias nas idas e voltas da federal, fará falta;
- Samuel, Castellari e Passos, em meses tive aprendizado de anos, obrigado pelas conversas francas e inspirações diárias, vamos fazer ainda mais história juntos;
- Txurma da quedinha, os dias de aula eram mais leves após os terrais e tubos surfados juntos;
- Clarinha, obrigado por me inspirar diariamente e fazer os dias serem leves, minha visão de mundo se transformou contigo;
- Aos grandes amigos de infância e de colégio, estaremos sempre juntos.

RESUMO

O transporte de mercadorias é fator determinante na cadeia de suprimentos das empresas e na movimentação da economia do país. No Brasil, tal transporte ocorre de forma majoritária através do modal rodoviário, isto é, através de caminhões transportando as cargas nas rodovias brasileiras. Entretanto, tal movimentação econômica por meio do transporte rodoviário sofre bastante com os roubos de carga nas rodovias, sendo este um fator de enorme preocupação para todos os *players* envolvidos nessa cadeia. Diante disso e com o avanço tecnológico impulsionado pela logística 4.0, novas tecnologias surgiram com o intuito de prover mais segurança no transporte das cargas rodoviárias através do rastreamento e do gerenciamento inteligente dos riscos. Este estudo propôs um entendimento aprofundado do contexto histórico e atual do roubo de cargas no Brasil, sendo possível identificar padrões entre cargas e regiões onde tais roubos são mais comuns. O estudo também buscou a compreensão das novas tecnologias exploradas na literatura para combater o roubo de cargas em rodovias. A partir disso, tornou-se possível entender quais os principais segmentos de empresas envolvidos com o transporte e segurança da carga para realizar o estudo de caso. Com os segmentos de gerenciadoras de riscos e seguradoras, transportadoras e empresas de tecnologia em rastreamento foi realizado um estudo de caso com perguntas direcionais para as especificidades de cada segmento visando coletar dados atrelados aos principais objetivos do estudo, ou seja, informações necessárias para a identificação dos *players* que mais tendem a sofrer com o roubo de carga, das principais tecnologias e das tendências de inovação que estão sendo seguidas pelas empresas que buscam garantir a segurança no transporte de cargas rodoviárias no Brasil. Os resultados encontrados direcionaram para o alcance desses objetivos e possibilitaram comparações com os pontos analisados na literatura, identificando assim gaps entre o que está sendo estudado e praticado no setor. Portanto, foi realizada uma análise crítica destes resultados, discutindo suas implicações e impactos, bem como as limitações do estudo e sugestões para novos trabalhos que possam surgir visando aprofundar o tema discutido.

Palavras-chave: ; logística 4.0; roubo de cargas; rastreamento, transporte, tecnologia.

ABSTRACT

The transportation of goods is a determining factor in the supply chain of companies and in the movement of the country's economy. In Brazil, this transportation occurs predominantly through the road modal, that is, through trucks carrying goods on Brazilian highways. However, this economic movement through road transportation suffers greatly from cargo theft on highways, which is a matter of enormous concern for all players involved in this chain. In view of this and with the technological advancement driven by logistics 4.0, new technologies have emerged with the aim of providing more security in the transportation of road cargoes through tracking and intelligent risk management. This study proposed a deep understanding of the historical and current context of cargo theft in Brazil, making it possible to identify patterns among cargoes and regions where such thefts are more common. The study also sought to understand the new technologies explored in the literature to combat cargo theft on highways. Based on this, it became possible to understand the main segments of companies involved in the transportation and security of cargo to conduct the case study. With risk management and insurance companies, transporters, and technology companies in tracking, a case study was conducted with directional questions for the specificities of each segment in order to collect data related to the main objectives of the study, i.e., information necessary to identify the players who are most likely to suffer from cargo theft, the main technologies and their impacts, and the innovation trends being followed by companies seeking to ensure the security of road cargo transportation in Brazil. The results found directed towards achieving these objectives and allowed for comparisons with the points analyzed in the literature. Therefore, a critical analysis of these results was carried out, discussing their implications and impacts, as well as the limitations of the study and suggestions for new works that may arise in order to deepen the discussed topic.

Key words: logistics 4.0; cargo theft; cargo tracking, transport.

Sumário

1. Introdução	12
1.1 Justificativa e Relevância	13
1.2 Objetivos.....	14
1.3 Estrutura do Trabalho.....	15
2. Fundamentação Teórica e Revisão da Literatura	16
2.1 Transporte Rodoviário	16
2.1.1 Contexto do Modal Rodoviário no Brasil.....	16
2.1.2 Furto de cargas nas rodovias brasileiras	19
2.1.3 Gerenciamento de riscos no transporte de cargas	23
2.1.4 Logística 4.0 e tecnologias no setor	25
2.2 Revisão da literatura.....	28
2.2.1 Furto de cargas nas rodovias	28
2.2.1 Logística 4.0 e inovações para o combate de furtos nas rodovias	30
2.3 Considerações finais do capítulo	33
3. Metodologia	34
4. Problemática do Estudo	40
5. Estudo de Caso Múltiplo	44
5.1 Gerenciadora de Riscos e seguradoras.....	44
5.1.1 Estudo de caso 1	44
5.1.2 Estudo de caso 2	46
5.2 Transportadoras	48
5.2.2 Estudo de caso 3	48
5.3 Empresas de tecnologia em rastreamento	50

5.3.1 Estudo de caso 4	50
5.3.2 Estudo de caso 5	52
5.4 Discussão dos resultados.....	53
6. Conclusão e sugestões para futuros trabalhos.....	58
6.1 Considerações finais	59
6.2 Sugestões para trabalhos futuros	60

LISTA DE FIGURAS

1. Comparação de densidade de ferrovias	18
2. Fluxograma do processo metodológico de trabalho	36
3. Cadeia do transporte e segurança do modal rodoviário	42
4. Comparação entre as tecnologias mais citadas pela literatura e empresas	55

LISTA DE TABELAS

1. Comparação entre a utilização dos modais de transporte no Brasil..... 19
2. Ocorrências e perdas advindas do roubo de carga por região 21
3. Perguntas direcionais realizadas para cada segmento de empresa..... 38
4. Sintetização dos players que mais sofrem com roubo de carga..... 55

1. Introdução

A logística 4.0, que foi criada como consequência da Indústria 4.0, apresenta como objetivo desenvolver inovações logísticas, digitalizar e automatizar o setor, alcançando assim um desenvolvimento de forma exponencial ao redor do mundo na última década, de acordo com Radivojevic e Milosavljevic (2019). Entre seus principais conceitos estão *Big Data*, computação em nuvem, conectividade e análise automática, tecnologias estas que, no Brasil, estão sendo bastante utilizadas com o intuito de resolver um problema crônico do transporte rodoviário: o roubo de cargas.

Para entender um pouco mais do contexto do roubo de cargas no Brasil, é imprescindível compreender como é realizado o transporte de cargas no país e o contexto histórico da evolução do roubo de cargas. Na década de 20 no Brasil, durante o Governo Washington Luís foi desenvolvida uma política de incentivo ao desenvolvimento de rodovias no país, principalmente com a construção da rodovia Rio-São Paulo. Com o seguimento da política do rodoviarismo em detrimento das linhas férreas, o transporte de cargas - majoritariamente agrícolas à época - foi mudando de cenário rapidamente e sendo incentivado pelo Fundo Especial para Construção e Conservação de Estradas de Rodagens Federais. Portanto, o transporte de produtos que representavam parcela significativa do PIB brasileiro foi remodelado de forma bastante rápida no século anterior (Nassif et al, 2020).

Com o desenvolvimento de Brasília como capital e das estradas rodoviárias que ligavam a capital aos outros estados do país, o modal rodoviário se tornou cada vez mais intenso, de modo que o transporte de produtos seja para o cliente final, seja para indústrias ou seja para o varejo foi ganhando força diante do crescimento do uso de caminhões para o transporte.

Assim, com o crescimento do transporte rodoviário, o roubo de cargas também cresceu paralelamente, sendo um tema levado ao congresso no ano de 1997 com o início da redação da Lei Complementar nº 121/06 (BRASIL, 2006), que estabeleceu o Sistema Nacional para combate ao roubo e ao furto de cargas - Lei esta que só foi aprovada em 2006 - e institucionalizou no Art.20 o objetivo de planejar e implementar a política nacional de combate ao furto e roubo de veículos e cargas. Como consequência do maior foco nacional e do paralelo crescimento dessa problemática, em 2000 foi realizada a Comissão Parlamentar de Inquérito (CPI) Mista que durou cerca de 2 anos e obteve no relatório final o indiciamento de 152 pessoas segundo o Ministério dos Transportes, gerando uma atenção nacional ainda maior para o problema do roubo de cargas.

Tal enfoque nacional nessa problemática segue em questão, dado que o furto de cargas mesmo no século XXI configura-se como um considerável problema logístico no país, só entre os anos de 2010 e 2014 o número de ocorrências cresceu 42%, segundo a Associação Nacional de Transporte de Cargas. Sendo assim, no ano de 2019 o assunto foi novamente levado ao congresso a fim de tornar mais rigoroso o combate a essa prática. Através do sancionamento da lei nº 13.804/2019 (Brasil) foram apresentadas medidas de prevenção e repressão ao contrabando, roubo e receptação de cargas no país, instituindo assim mudanças no Código de Trânsito Brasileiro (CTB) e prevendo a cassação da CNH (Carteira Nacional de Habilitação) quando comprovada a utilização do veículo para fins da prática de descaminho.

Portanto, no momento histórico da integração do dados e crescimento da segurança, onde a logística é um enorme diferencial competitivo para inúmeras indústrias, o desenvolvimento de novas tecnologias para a área e o seu impacto nessa problemática é um grande desafio para as empresas brasileiras na Era da Logística 4.0.

1.1. JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA

O problema do roubo de cargas impacta diretamente a cadeia logística de várias empresas, muitas vezes afetando o *core* do negócio, como no caso das transportadoras e distribuidoras. Além disso, as indústrias também sofrem com a problemática no setor logístico, seja na entrega para clientes, seja no furto durante o fornecimento de matérias-primas. Por fim, o último setor também afetado são as seguradoras, que lidam diretamente com os custos atrelados.

Dessa forma, surgem dezenas de empresas e inúmeras tecnologias focadas na mitigação e resolução desse problema, desde empresas que vendem softwares de roteirização com módulos de segurança da carga incluindo assim inteligência de cercas eletrônicas ou torres de controle, até empresas que gerem a questão do rastreamento da frota e incluem tecnologias de telemetria, ou seja, a captação dos dados dos veículos.

O contexto do problema, portanto, consiste em explorar a correlação entre o grande problema enfrentado e a inovação constante no setor logístico. Sendo assim, o estudo em questão apresenta como foco o entendimento de quais tecnologias podem ser utilizadas, onde elas estão sendo utilizadas, o custo de tais tecnologias e as inovações que apresentam um grande potencial na resolução dessa persistente problemática do Brasil.

Em paralelo a isso e visando aprimorar tal estudo, também se encontra presente no contexto o entendimento de quem tende a sofrer mais com o furto de cargas no Brasil, onde

eles são realizados majoritariamente, o impacto dele para a cadeia logística, como são realizados, quais mercadorias são mais visadas e o contexto histórico do problema. Dado o cenário de avanço tecnológico e a problemática histórica do roubo de cargas no Brasil, existe um grande potencial por meio da aplicação de tecnologias já existentes e outras que estão sendo desenvolvidas para mitigar o impacto desse problema.

Segundo a Associação Nacional do Transporte de Cargas e Logística (NTC e LOGÍSTICA, 2022) o roubo de cargas no Brasil gerou prejuízo total de R\$1,27 bilhão no ano de 2021, número que impacta diretamente não só as transportadoras, mas também as indústrias e até o consumidor final. Portanto, tais números refletem um prejuízo direto para toda sociedade, além de um temor de investidores externos aplicar capital no Brasil nos mais diversos setores, visto que, segundo a mesma pesquisa, as mercadorias mais visadas pelas quadrilhas variam entre alimentos, combustíveis, autopeças, cigarros, defensivos agrícolas, materiais têxteis, produtos farmacêuticos e eletrônicos. Sendo assim, o impacto para a indústria, transportadora, seguradora e consumidor final pode ser minimizado pelo uso dessas tecnologias que ainda são pouco conhecidas e disseminadas no Brasil.

Em vista disso, são desenvolvidas não só leis, como as duas leis nacionais de combate ao furto de cargas, mas também novas tecnologias, como o rastreamento de veículos e acompanhamento em tempo real que deve crescer 15% no ano de 2022 de acordo com o Grupo Tracker, o desenvolvimento de novas ferramentas integradas e seu maior uso como o RFID (identificação por rádio frequência), que apresentou enorme crescimento em 2020 no país segundo Vladimir Sanchez, CEO da GSM Log (LOGWEB, 2021), e a telemetria, que no ano de 2015 já era esperado um crescimento de 100% ao ano conforme a MiX Telematics (LOGWEB, 2015), além do seguro de cargas que em 2022 cresceu cerca de 15% na região Norte e Nordeste do Brasil de acordo com a Sindseg N/NE, o sindicato das seguradoras norte e nordeste (FROTAECIA, 2021).

1.2. OBJETIVO

O objetivo do projeto consiste na realização de um diagnóstico do roubo de cargas rodoviárias no país e as soluções utilizadas para seu enfrentamento. Dito isso, os seguintes objetivos específicos que guiarão o projeto para o alcance do objetivo geral. São eles:

- Definição dos players que mais tendem a sofrer com essa problemática (através do levantamento dos setores mais atingidos, regiões e rodovias onde os roubos são mais frequentes)
- Indicação dos principais gaps encontrados entre as tecnologias estudadas e analisadas pela literatura e pelas tecnologias utilizadas diariamente pelas empresas no combate ao roubo de cargas
- Identificação de uma nova tecnologia com aplicação viável no país por meio da análise de viabilidade qualitativa de tecnologias que estão sendo desenvolvidas ou recém desenvolvidas.

1.3. ESTRUTURA DO TRABALHO

O presente estudo é dividido em quatro capítulos. O primeiro capítulo tem como objetivo apresentar o tema da pesquisa, contextualizá-lo e destrinchar o impacto do roubo de cargas no Brasil. Além disso, são discutidos a relevância e os objetivos que orientam a pesquisa, bem como a estrutura utilizada para organizar o estudo.

O segundo capítulo é dedicado à fundamentação teórica, na qual são apresentados conceitos e definições considerados essenciais para o trabalho, como o contexto do modal rodoviário no país, do furto de cargas, da gestão de riscos no transporte e das novas tecnologias do setor. A revisão da literatura também faz parte deste capítulo, destacando os estudos que embasaram a pesquisa, apontando os aspectos mais importantes de cada um.

O terceiro capítulo destrincha sobre a metodologia utilizada no trabalho, isto é, como o desenvolvimento do projeto será estruturado. Nessa etapa, são segmentados os players impactados pelo roubo de cargas que serão analisados e as perguntas que embasarão os estudos de caso.

O quarto e último capítulo apresenta os estudos de caso em cada um dos players e as conclusões gerais e a avaliação do trabalho realizado, bem como as dificuldades e limitações identificadas durante a pesquisa.

2. Fundamentação teórica e revisão da literatura

Nesse capítulo serão analisados os conceitos acerca dos principais pontos abordados durante o estudo, desde o histórico do modal rodoviário até as novas tecnologias, bem como a base da literatura a respeito desses aspectos.

2.1. Transporte Rodoviário

A partir dos quatro tópicos seguintes, será possível compreender os conceitos do modal rodoviário, das tecnologias e do gerenciamento de riscos de carga, baseando o estudo de acordo com os fatores abordados.

2.1.1 Contexto do modal rodoviário no Brasil

O transporte é um *input* essencial nos serviços logísticos e a rede de infraestrutura de transportes é crucial para a sua boa execução para Holl e Mariotti (2018), constituindo assim o principal componente do sistema logístico (FLEURY, 2002). Os gastos com transportes podem representar até 7% do produto interno bruto do Brasil, de acordo com a Confederação Nacional dos Transportes (CNT, 2021), sendo responsável por cerca de 60% do total de custos logísticos no Brasil (ABRAHÃO E SOARES, 2004). Conforme o Relatório Executivo do Plano Nacional de Logística 2025, em torno de 65% do transporte de cargas no Brasil é rodoviário, sendo assim o entendimento do modal rodoviário no Brasil é fundamental para a compreensão do contexto do transporte e roubo de cargas no país.

O rodoviarismo cresceu bastante no Brasil no século XX com a inauguração da primeira estrada em 1928 até a década de 80, segundo o Governador Washington Luís, responsável pela inauguração da primeira rodovia pavimentada do país em 1928 “Governar era abrir estradas” (GÔMARA, 1999, p. 29). Em 1928 no Governo de Washington Luís foi desenvolvido o Fundo especial para a construção e conservação de estradas de rodagem federais”, de modo que ficou evidente o início de um incentivo histórico dos governos brasileiros para o rodoviarismo no país (ABRAHÃO E SOARES, 2004).

A linha foi seguida pelo Governo Vargas, que em 1934 aprovou oficialmente o Plano Geral de Viação Nacional e em 1931 desenvolveu o Plano Rodoviário do Nordeste, porém foi no Governo de Juscelino Kubitschek que as estradas ganharam uma importância central para o plano governamental. Com o planejamento de Brasília e a construção de rodovias que ligavam as capitais estaduais até a capital federal foi desenvolvido o Plano de Metas, nele a construção de rodovias e o crescimento do transporte de cargas eram pontos centrais para o

Governo (FLEURY, 2002). Entre 1956 e 1960 deveriam ser pavimentos 5.000 quilômetros de estrada e 80.00 caminhões deveriam ser desenvolvidos pela indústria automobilística, números que foram não só atingidos, como ultrapassados.

Conforme Faro e Silva (1991), foram pavimentados 6.202 quilômetros e construídos 14.970 quilômetros de rodovias. De acordo com o CNT (2022), atualmente o Brasil conta com 211.468 quilômetros de estrada pavimentada, ou seja, em um período de 4 anos onde o rodoviarismo ainda era embrionário no país, cerca de 3% do número de estradas atuais foi pavimentado.

Nos governos João Goulart e dos militares, a política rodoviarista seguiu firme, a partir da década de 60 a indústria automobilística cresceu significativamente em consonância com o transporte rodoviário, que já naquela época se tornou o modal de transporte majoritário no país (CASTRO, 2001, p.39). Logo, a necessidade de promover a descentralização econômica na época estimulou o governo ao discurso da necessidade de ocupação do território brasileiro, assim foi lançado o PIN – Plano de Integração Nacional, que construiria os eixos rodoviários para integrar o país (HUERTAS, 2018).

Segundo Nassif et al. (2020), na década de 80 o Brasil sofreu bastante economicamente após as boas taxas de crescimento durante as duas décadas anteriores, gerando assim uma redução no ritmo de investimento nas rodovias, sendo impulsionado somente em 1987 após o Decreto n.º94.002. Tal decreto citou a concessão de obras públicas, onde “O Ministro de Estado dos Transportes poderá autorizar o Departamento Nacional de Estradas de Rodagem a contratar, mediante concessão, a construção, observação e exploração de rodovias federais, respeitadas as diretrizes que estabelecer em ato próprio”. A partir da implementação de programas de concessão de rodovias federais segundo Brochado e Vassalo (2014) o modal rodoviário não só cresceu em extensão, mas também em qualidade, dada a pavimentação das estradas, visto que em 2012 já haviam 55 contratos de concessão envolvendo mais de 15.000 quilômetros de rodovias.

Em síntese, de acordo com Huertas (2018) houve 3 principais fases do modal rodoviário no país, o incentivo ao rodoviarismo potencializado no Governo Vargas em conjunto com a construção de Brasília com Kubitscheck, a década de 90 com o início das concessões e a época após o início do PAC (Plano de aceleração de crescimento).

No ano de 2021 o país contou com um total de 1.720.900 quilômetros de rodovias no (CNT, 2021), das quais 30% das rodovias pavimentadas são federais, evidenciando o incentivo governamental para a construção de rodovias e priorização desse modal em detrimento dos outros, como, por exemplo, o transporte ferroviário: que é fundamental para o

transporte de cargas em outros países. No Brasil, o modal ferroviário foi negligenciado em relação às rodovias e ficou concentrado apenas em grandes centros urbanos segundo Nering e Feger (2019).

Diante de tamanho incentivo ao rodoviarismo fica evidente a centralização desse modal no transporte de cargas visto a negligência às ferrovias, conforme podemos observar pelo tamanho da malha ferroviária na figura 1:

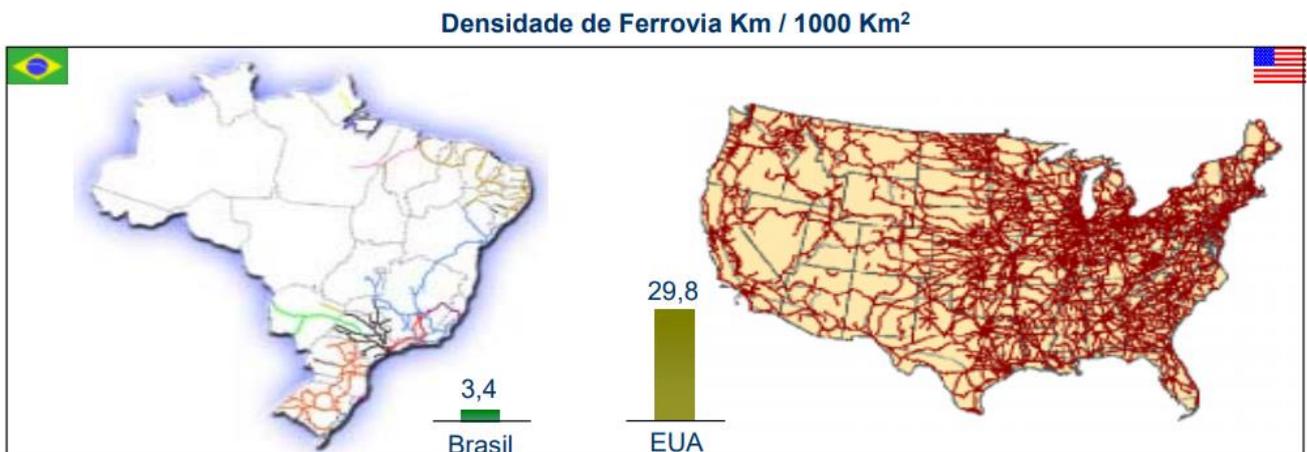


Figura 1: Comparação de densidade de ferrovias Km/1000 Km² entre Brasil e EUA

Fonte: COPPEAD (Centro de estudos em logística, 2010)

Tal cenário de concentração em rodovias e negligência de ferrovias segue em destaque no Brasil, segundo a CNT (2022) as ferrovias são negócios que tem como característica uma demanda de alto investimento e retorno a longo prazo, porém com a alta taxa de juros histórica no país a atratividade para a iniciativa privada é baixa.

Por fim, fica evidente o contexto do modal rodoviário do Brasil e sua valorização histórica. Segundo o Centro de Estudos em Logística (2002), a dependência excessiva do transporte rodoviário fica clara quando comparada a dimensão desse modal em outros países continentais. Nos Estados Unidos, na Austrália e na China a matriz de transporte de cargas por rodovias representa 26%, 24% e 8% respectivamente, enquanto no Brasil essa matriz representa cerca de 60% do transporte de cargas nacional, conforme demonstrado na tabela 1:

Modal	Milhões (TKU)	Participação (%)
Rodoviário	485.625	61,1
Ferrovário	164.809	20,7
Aquaviário	108.000	13,6
Dutoviário	33.300	4,2
Aéreo	3.169	0,4
Total	794.903	100

Tabela 1: Comparação entre a utilização dos modais de transporte no Brasil

*TKU (toneladas transportadas por quilômetro útil)

Fonte: CNT (Confederação Nacional de Transportes, 2014)

Analisando o panorama atual do transporte de cargas rodoviárias no Brasil, apesar da concentração em um modal trazer malefícios, seu impacto para a economia do país é bastante significativo. Segundo o Instituto Brasileiro de Economia (FGV-IBRE, 2022), o transporte de cargas rodoviárias representa cerca de 1,4% do PIB do Brasil, porém, devido a sua responsabilidade no fluxo de mercadorias, o seu impacto no produto interno bruto é cerca de 29%.

O transporte de cargas apresenta uma grande força também no número de empregos gerados. Em 2020 e 2021 o setor gerou a criação de 41.685 e 94.738 postos de trabalho respectivamente. Ficou evidente também o impacto do setor durante a greve dos caminhoneiros entre maio e junho de 2018, visto que a perspectiva de crescimento do PIB decresceu de 2,5% para 1,6% um mês após as duas semanas de greve (BANCO CENTRAL DO BRASIL, 2018).

2.1.2 Furto de cargas nas rodovias brasileiras

Segundo o Código Penal Brasileiro (GAMA, 1923), “Furto significa subtrair para si, ou para outrem, coisa alheia, móvel, contra a vontade de seu dono” (Art. 330), enquanto o roubo de carga se configura como a subtração, roubo, furto ou desvio de mercadorias durante as atividades logísticas complementares e transporte desses produtos (CNT, 2022). A generalização dessa prática do Brasil iniciou com a apropriação indébita, ou seja, roubo do condutor do veículo e atualmente ganhou maior complexidade com a abordagem do veículo por quadrilhas (Gameiro, 1999).

A insegurança nas rodovias do Brasil cresceu em paralelo com o rodoviarismo, porém começou a ganhar destaque na década de 1980, uma vez que com a crise financeira que assolava o país na época, a criminalidade cresceu e, em paralelo, as ocorrências de roubos e furtos de mercadorias também tiveram um aumento significativo no país. (BEZERRA, 2006). Entretanto, naquele período houve um foco grande na apropriação indébita da carga pelos motoristas, que desviavam a carga e repassavam para receptadores, assim os operadores logísticos passaram a adotar critérios rígidos para controlar os motoristas que reduziram a apropriação indébita, mas não impactou nos casos de roubos (CARDOSO, 2001).

Os dados deixam claro o crescimento dessa prática durante a década de 90, tornando-se um problema crônico para o país. Conforme estudo da Pamcary em 2000, o número de ocorrências de furtos e roubos de carga no Brasil cresceram 196% entre 1994 e 1999, causando assim mais do que o triplo de prejuízo financeiro em 5 anos, saltando de 102 milhões de reais em perdas para 374 milhões de reais. Analisando de forma mais recente, os números entre 2013 e 2017 também cresceram rapidamente, segundo a Confederação Nacional do Transporte (2022), o número de ocorrências registradas nesse período aumentou 70,7%.

Tal prática criminosa ganhou cada vez mais complexidade entre a década de 90 e início dos anos 2000, os assaltos comuns foram substituídos por roubos planejados e os assaltantes formaram grupos especialistas em furtos (ABTC, 2009). De acordo com Bordin (2006) existem diversos fatores que contribuíram para esse crescimento e para esse problema crônico no Brasil, entre eles se destacam a diversidade de rotas de fugas, a falta de preparação da polícia federal, a ausência de tecnologia no combate e a falta de rigorosidade nas leis.

Diante do crescimento do roubo de cargas no país, a legislação aos poucos foi se tornando mais rigorosa. Em 2015 foi aprovado o decreto N°8.614 regulamentando a lei complementar 121 (BRASIL, 2006) estabelecendo a Política Nacional de Repressão ao Furto e Roubo de Veículos e Cargas e implementando o Sistema Nacional de Prevenção ao Roubo de Cargas, de modo que foram desenvolvidas campanhas de orientações aos transportadores, estratégias para reprimir os furtos e integração dos órgãos de segurança pública no combate. Portanto, o sistema envolveu o DNIT, ANTT, Departamento de Polícia Federal e as Secretarias de Segurança Pública, além dos Ministérios da Justiça, Economia, Transportes e Cidade.

Ainda assim, de acordo com a Associação Nacional do Transporte de Cargas (2018), existia uma dificuldade no combate porque os criminosos envolvidos nos roubos de carga eram tratados como crimes de menor potencial ofensivo. Diante disso, foi aprovado em 2017

no Senado Federal o projeto de Lei do Senado nº 321 de 2017 que previa a alteração do art.180 do Decreto-Lei nº2.848 de 1940, com essa aprovação a pena de reclusão nos crimes de receptação e roubo de cargas foram aumentadas de 8 para 10 anos e 10 para 15 anos respectivamente.

Conforme a pesquisa CNT Perfil Empresarial (2022), o roubo de mercadorias aflige 62,5% dos transportadores rodoviários de carga, sendo uma prática que ganhou força na década de 1990, segundo Bezerra (2006) aumentando ano após ano e ganhando mais sofisticação, visto que se tornou uma ação de crime organizado.

Dessa forma, com o crescente roubo de cargas desde o século passado, o panorama do ano de 2021 foi de um prejuízo de R\$ 1,27 bilhão em 2021, ou seja, aproximadamente R\$ 200 milhões a mais em relação ao ano anterior segundo o levantamento da Associação Nacional do Transporte de Cargas e Logística (NTC, 2022). De acordo a NTC e Logística (2021) o crescimento de furtos também ocorreu devido ao aumento de fluxo de mercadorias por causa do retorno das atividades econômicas pós pandemia.

Valim (2004) ressalta que há inúmeros fatores no Brasil que facilitam o furto de cargas rodoviárias, sendo a ausência de fiscalização nas rodovias, o despreparo policial e a dimensão continental do país algum deles. Fatores e histórico este que classifica o Brasil em 7.º lugar no ranking de estradas mais perigosas do mundo, conforme o JCC Cargo Watch list (2017), que enalteceu o perigo de algumas rodovias como a BR-116 Curitiba-São Paulo e a SP-330 Uberaba-Santos.

Um fator de destaque no Brasil é a concentração do roubo de cargas na região Sudeste do país, região esta que concentra cerca de 55% do PIB do país segundo a Confederação Nacional da Indústria (CNI, 2021), sendo não só central para o desenvolvimento industrial do país, mas também concentrando o roubo de cargas, dado que oito a cada dez roubos de carga no Brasil acontecem na região Sudeste, evidenciando a sinistralidade no transporte rodoviário de cargas na região (NSTECH e BUONNY, 2022). A NTC e Logística (2020) trouxe o seguinte panorama demonstrando a situação regional do roubo de cargas no Brasil:

Região	Ocorrências	Valores (Milhões)
Norte	171 (1,21%)	41,88 (3,35%)
Nordeste	943 (6,66%)	127,22 (10,16%)
Centro-Oeste	271 (1,91%)	63,51 (5,07%)
Sudeste	11.516 (81,33%)	887,93 (70,93%)
Sul	1.258 (8,89%)	131,33 (10,49%)
Total	14.159	1.251,87

Tabela 2: Número de ocorrências e perdas advindas do roubo de carga por região

Fonte: Adaptado de NTC e Logística (2020)

Já segundo a Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro (FIRJPAN, 2017), 9.862 casos foram registrados no Rio de Janeiro e 9.943 em São Paulo, constituindo 87,8% das ocorrências. Amorim et al (2006) sintetiza que as ocorrências sempre tendem a se concentrar próximo aos maiores parques fabris e terminais de carga, fatores que mais uma vez explicam a concentração de furtos na região sudeste.

Segundo a Polícia Rodoviária Federal (PRF, 2020) a Operação Tamoio, que tem como objetivo o combate a criminalidade nas rodovias, evitou prejuízo de R\$ 1 bilhão no país por meio de técnicas modernas de fiscalização e controle. Também segundo a Polícia Rodoviária Federal, as prisões por roubo de cargas aumentaram 25% em 2021. No entanto, apesar dos esforços, o problema continua a crescer após pandemia os mesmos 25% (NTC,2022) acarretando mais de 14 mil registros de ocorrências nas rodovias.

São dois perfis de criminosos segundo a CNT (2015), aqueles focados nos grandes centros urbanos, que normalmente atuam em crimes de menor complexidade, focando em veículos com baixo número de carga e produtos de primeira necessidade. Enquanto também existem os grupos criminosos mais estruturados, que utilizam de inteligência para analisar as cargas, rodovias e empresas, focam em produtos de maior valor agregado e muitas vezes utilizam de armamento pesado.

Outra enorme dificuldade para monitorar e enfrentar problemática do roubo de cargas é a subnotificação, visto que existe uma descentralização de procedimentos para registrar as ocorrências, a falta de integração entre banco de dados e a informalidade do mercado de vendas de mercadorias no Brasil (CNT, 2022). Ao realizar a comparação entre a venda de mercadorias de forma informal e os itens mais visados por organizações criminosas, é possível encontrar uma correlação clara. Sendo assim, itens que os criminosos conseguem tornar a distribuição mais capilarizada são itens que apresentam maior risco de roubo (MAGALHÃES, 2006).

Produtos como alimentos, eletrônicos, medicamentos e cigarros apresentam alto valor agregados e fácil distribuição e venda, tendo fontes de origem de difícil rastreamento. Logo, tais produtos se encontram constantemente na lista de produtos mais roubados, levando à recusa de algumas seguradoras a cobrir certas cargas (CARDOSO, 2001). Algumas ações ainda embrionárias estão sendo realizadas visando a fiscalização e punição nesses casos, no

estado de São Paulo foi sancionada a Lei Nº 15.315 (BRASIL, 2014) estabelecendo a cassação da inscrição no cadastro de contribuintes do ICMS das empresas que venderem algum produto proveniente de carga roubada.

Portanto, o valor agregado da carga, o fácil manuseio e a comercialização em mercados clandestinos são fatores determinantes para definir as cargas mais visadas pelas quadrilhas. Segundo a pesquisa da CNT (2022), 80,5% das empresas que transportam carga frigorificada, carga essa que está inclusa nos três fatores descritos acima, já sofreram roubo de carga, dentre essas empresas 51.7% registraram ocorrência nos últimos dois anos.

O furto de cargas nas rodovias brasileiras apresenta prejuízos claros, entre os principais impactos diretos desse crime estão o fator humano, onde o principal ator do transporte, o motorista, é vítima constante de violência e medo, e o fator econômico, representado na perda financeira direta, que no ano de 2014 atingiu R\$2,2 bilhões (NTC e LOGÍSTICA, 2015), sendo repassado para a transportadora, seguradora e, principalmente, consumidor final, e também representado no aumento do valor do frete devido ao acréscimo do valor do seguro.

Por fim, outra perda direta bastante relevante é a eficiência. Segundo Toyoshima e Ferreira (2002), os serviços de transporte constituem um fator importantíssimo para o desenvolvimento de um país, sendo assim, a ineficiência acarretada no transporte impacta diretamente no crescimento do país, dada a relevância do setor para o PIB. Conforme a COPPEAD (2022), as principais ineficiências além do retorno do caminhão sem a carga, a perda da mercadoria e os possíveis danos ao veículo, são a baixa utilização da capacidade do veículo (por limitação do seguro), os gastos com seguro e gerenciamento de riscos, a perda de produtividade nas entregas e a roteirização não ótima para entregas urbanas. Sendo assim, a eficiência do transporte rodoviário de mercadoria é afetada seriamente pelo furto de cargas no país.

2.1.3 Gerenciamento de Riscos no transporte de cargas

De acordo com Salles Junior (et al, 2010), a palavra risco se encontra diretamente relacionada com a incerteza, um acontecimento futuro que é incerto, podendo ser negativo ou positivo, isto é, a possibilidade de ocorrer um dano ou prejuízo diante de uma situação incerta ou imprevisível.

Já o gerenciamento do risco é um processo sistemático e contínuo que visa identificar, avaliar e controlar os riscos de um projeto, programa ou operação. Ele envolve a análise dos

riscos, a estratégia para mitigação e contingenciamento e implementação das medidas preventivas e corretivas, com o objetivo maior em maximizar as oportunidades e minimizar as ameaças proveniente das incertezas (SALLES JUNIOR et. al, 2010). Ou seja, o gerenciamento de riscos pode ser classificado como um setor de atuação que visa gerenciar as falhas para que não ocorram e mitigar o impacto de tais falhas caso elas venham a ocorrer (HEINRICH, 2004).

Conforme Figueira (2016), no transporte o gerenciamento de riscos abrange todo o processo de supervisão e da carga transportada, assim sua finalidade se limita além da redução dos roubos, mas também do aprimoramento de diversos aspectos relacionados à segurança, como a prevenção de acidentes. Logo, o gerenciamento de riscos nas organizações deve enquadrar a abordagem preditiva e preventiva, levando em conta a probabilidade e o impacto de possíveis eventos indesejáveis.

De acordo com Souza (2006), o processo de gerenciamento de riscos no transporte rodoviário de cargas abrange desde o recebimento da mercadoria do embarcador até a sua entrega ao destinatário. Dessa forma, o transportador assume total responsabilidade pela segurança da carga durante todo o processo, incluindo coleta, movimentação e entrega. Portanto, deve ser realizada uma análise de riscos para conduzir o tratamento adequado de cada etapa do processo de gerenciamento, minimizando os riscos e garantindo a segurança da carga transportada.

Diante do problema crônico do roubo de carga no país, torna-se necessário o investimento para que a mercadoria consiga chegar ao destino final no prazo ordenado. Sendo assim, o gerenciamento dos riscos não deve ser analisado como um custo, mas sim como um investimento além da segurança, mas para a eficiência e alcance dos resultados que envolvem toda a cadeia logística (BORDIN, 2008).

No Brasil, muitos processos e projetos são desenvolvidos sem o uso adequado de metodologias e modelos de gerenciamento de riscos, acarretando inúmeras perdas financeiras (HEINRICH, 2006). A pesquisa da CNT (2022) evidencia a parcial negligência do setor de transportes acerca do gerenciamento de riscos, visto que 60% das micro empresas nunca realizaram nenhum investimento na gestão dos riscos, panorama bastante diferente em relação às grandes empresas do setor, as quais 80% investem no gerenciamento de riscos no transporte.

Segundo Souza (2006), os principais objetivos das empresas de transporte acerca da gestão dos riscos devem ser a diminuição dos riscos e da sinistralidade, assim como dos prêmios de seguros, a preservação de vidas humanas e do psicológico e motivação dos

funcionários, o cumprimento dos compromissos com os clientes e o aumento da lucratividade da empresa. Apesar do gerenciamento de riscos ainda estar em crescimento, o seguro de cargas, que se encontra envolvido nessa gestão, é bastante utilizado no país, com cerca de 90,5% das cargas seguradas no transporte (CNT, 2022).

Por fim, a gestão do risco no modal rodoviário traz benefícios diretos para a gestão de frotas e gestão de fretes, além do impacto claro na redução de acidentes, perda e furto de mercadorias. Essa gestão, apesar de ser mais frequente e necessária para empresas com uma frota extensa e com grande diversidade de rota, também se configura como essencial para empresas que utilizam caminhões próprios, transportam cargas de alto valor agregado e buscam um diferencial competitivo no mercado (FIGUEIRA, 2016).

2.1.4 Logística 4.0 e tecnologias no setor

A indústria 4.0 é uma tendência surgida na Alemanha em 2011 que se tornou um conceito global para a quarta revolução industrial. Essa revolução é caracterizada pelo uso de tecnologias com a Internet das Coisas (IoT), a Inteligência Artificial (IA) e o Big Data, visando assim automatizar processos, reduzir custos e tornar o processo produtivo mais inteligente e autônomo (CORRÊA, SAMPAIO e BARROS, 2020). O impacto da indústria 4.0 é bastante relevante em toda a cadeia produtiva através da inovação e tecnologia, de forma que novos conceitos e tecnologias surgiram advindos dessa transformação, entre tais avanços, vale destacar a Logística 4.0 (BARRETO, AMARAL e PEREIRA, 2017).

O conceito de Logística 4.0 é advindo e semelhante ao da Indústria 4.0, enquanto a indústria propõe inovações tecnológicas na manufatura, a Logística 4.0 abrange essa transformação na cadeia de suprimentos das empresas (CORRÊA, SAMPAIO e BARROS, 2020), sendo assim o estudo desse assunto é um dos mais discutidos atualmente na área de logística e de gestão da cadeia de suprimentos (WANG, 2016). Dessa forma, a implementação da Logística 4.0 pelas empresas vai trazer um aumento significativo de desempenho na gestão e estocagem de materiais, na gestão dos sistemas de transporte, na inteligência dos sistemas de transporte e na segurança da informação (BARRETO, AMARAL e PEREIRA, 2017).

Segundo Wang (2016), a Logística 4.0 surgiu então a partir do conceito de Indústria 4.0, onde a integração entre tecnologia, dados e processos de produção é fundamental para a eficiência e competitividade da cadeia logística. A aplicação dessas tecnologias na logística

tem permitido melhorias significativas na gestão da cadeia de suprimentos, desde o planejamento até a entrega, assim países como Alemanha, Japão, Estados Unidos e China que apresentam um forte investimento em tecnologia e inovação tendem a alcançar uma grande eficiência logística (SANTANA, ASSUMPÇÃO e OLIVEIRA, 2019).

Portanto, a necessidade de fornecimento ágil de insumos para a Indústria 4.0 e para o consumidor final encontra-se relacionada ao avanço da virtualização dos ativos, IoT (Internet das Coisas), Big Data (Conjunto de dados com grande variedade), Data Mining (Mineração de dados), RFID (Identificação por rádio frequência), computação em nuvem e dispositivos sensoriais (Santana, Assumpção e Oliveira, 2019), assim a tecnologia da informação emergiu como uma das principais ferramentas para a cadeia de suprimentos, sendo um tema emergente no setor (HAZEN e BYRD, 2012)

De acordo com Wu, Chen e Tao (2017) a prevenção do roubo de cargas é um problema persistente e crucial, principalmente para produtos de alto valor agregado, onde a logística deve ser organizada de acordo com uma operação padrão para minimizar os riscos, dessa forma, cabe analisar as tecnologias a serem utilizadas na operação para reduzir os impactos desses furtos.

Existem vários sistemas de tecnologia de informação que contêm diferentes categorias de foco e tarefas como o cálculo da melhor rota, gestão de transportes, gestão dos motoristas e gestão veicular, sendo uma série de ferramentas onde a telecomunicação, tecnologia da informação e telemetria são responsáveis pelos papéis principais (HUK e KUROWSKI, 2022)

A telemetria, de forma sucinta, pode ser definida como a transferência de dados coletados para o monitoramento, medição e controle (VISOTTO JUNIOR, 2004). O uso dessa tecnologia nas frotas se dá através da comunicação via satélite através de rede GPS/GPRS disponibilizando o tráfego de dados entre veículo, tecnologia e empresas, sendo possível medir o desempenho da frota e informações como quantidade de infrações, consumo total e médio de combustível, distância percorrida e tempo de hora de motor (SALLES, HERMOSILLA e SILVA, 2016).

Outra tecnologia semelhante à telemetria em relação ao monitoramento em tempo real são os sistemas de videomonitoramento. Segundo a CNT (2022), tal solução é formada por câmeras de vídeo instaladas no interior do caminhão, que transmitem imagens em tempo real para uma central de monitoramento. Além disso, tais sistemas podem ser equipados com recursos avançados, como reconhecimento de placas de veículos e detecção de movimentos suspeitos, aumentando ainda mais a segurança do transporte e possibilitando a gravação de

áudios e imagens para auditorias e investigações em casos de roubos de carga e sinistros. Entretanto, tal tecnologia ainda é subutilizada o Brasil, conforme pesquisa da Confederação Nacional do Transporte (2022), apenas 22,4% utilizam sistemas de videomonitoramento nos caminhões e cargas.

Já o RFID, segundo Seufitelli et al. (2009), foi desenvolvido na década de 60 e começou a ser utilizado na logística nos anos 90 funcionando de forma bem simples através de rádio frequência e sendo composto por um leitor com antena, uma etiqueta ou tag e um computador. Tal tecnologia pode ser integrada tanto com o GPS, quanto com o RTLS (Sistema de localização em tempo real), de modo a potencializar a precisão da localização do produto. Um estudo da aplicação do RFID em Santa Catarina por Nassau e Vieira (2014) conseguiu solucionar a problemática de distúrbio dos dados dos veículos, que impossibilitava o monitoramento preciso da carga, de modo que se tornou possível visualizar o momento que a carga passou em cada ponto da estrada, identificando padrões e, principalmente, fugas desses padrões que podem ser identificadas de forma ágil.

Outra tecnologia utilizada para a prevenção do roubo de cargas é a Iot (Internet das Coisas), termo que foi apresentado primeiramente por Kevin Ashton da MIT Auto Centre (Ashton, 2009), e que consiste na inovação tecnológica baseada em artefatos já consolidados como a internet e objetos inteligentes (GALEGALE et al, 2016). A IoT pode ser utilizada para a prevenção de furtos através do uso da impressão digital biométrica para verificar a autenticidade do motorista dirigindo o veículo, caso não seja autenticado um SMS é enviado para o gestor das frotas com a latitude e longitude do veículo (VERMA et al, 2021). Tal tecnologia também possibilita a integração rápida para a troca de informações com o sistema de torre de controle da empresa, sinalizando em caso de qualquer fuga do padrão (GALEGALE et al, 2016).

O planejamento para a movimentação das mercadorias é fundamental para o sucesso do transporte, sendo a roteirização peça chave para a boa execução desse planejamento. A roteirização consistem em planejar a rota com a finalidade de reduzir o custo dos transportes e melhorar os serviços prestados (BALLOU, 2010). A roteirização surgiu com o intuito de minimizar as rotas de entrega aumentando a eficiência do transporte, porém com o avanço da inteligência de dados e da Internet das Coisas ela pode ser uma ferramenta essencial para aumentar a segurança do transporte de cargas (NTC e LOGÍSTICA, 2022). Conforme o Sindicato dos Transportadores de Carga do Estado de São Paulo (2021), o sistema de gestão de rotas inteligente consegue planejar os trajetos de modo a evitar o tráfego em locais com

alto índices de roubos de cargas, considerando as melhores e mais movimentadas estradas para a movimentação e paradas.

De acordo com Nohara e Acevedo (2005), uma das tecnologias mais utilizadas na indústria de transporte é o acompanhamento em tempo real do veículo por meio de GPS (Sistema de posicionamento global), que permite aos gestores otimizar o movimento dos veículos e aumentar a segurança e eficiência. O sistema de acompanhamento por GPS, portanto, aumenta a confiança e segurança das operações logísticas, desde a permissão da correção de rotas até a detecção de paradas e desvios não planejados. (PRADO, PEINALDO e GRAEML, 2010)

Contudo, em paralelo ao avanço das novas tecnologias no combate ao furto de cargas, novos avanços também são realizados pelos assaltantes. Para inibir o sinal do GPS temporariamente, bloqueando a comunicação do motorista, foi desenvolvido o *Jammer*, um aparelho bastante utilizado pelos assaltantes que pode ser adquirido de forma fácil pela internet (CNT, 2015). Conforme a NTC e Logística (2022), como avanço à tecnologia do GPS, foram desenvolvidos rastreadores alternados de radiofrequência e GPS, ou seja, dispositivos compostos por uma antena e um transponder que emitem sinais de rádio com informações da localização, de forma a possibilitar o monitoramento em tempo real, imune aos inibidores de sinais.

De acordo com a SETCESP (2021), a tecnologia de rastreamento de GPS e radiofrequência utilizada nas cargas como iscas eletrônicas também são ótimos meios para o acompanhamento das mercadorias e combate ao crime organizado. Equipamentos compactos de localização são escondidos nas mercadorias e podem ser rastreados em tempo real visando o monitoramento contínuo e possibilitando a verificação de fugas dos padrões de movimentações.

Por fim, além das novas tecnologias, a estrutura processual da logística também deve ser reformulada. Tendo produtos de alto valor agregado, indústrias como Intel, Sony e Dell se juntaram para formar uma associação com foco na formulação de regulação para os operadores logísticos visando maximizar a tecnologia e mitigar os riscos de roubo de produtos (TRANSPORTED ASSET ASSOCIATION, 2012)

2.2. Revisão da Literatura

2.2.1 Furto de cargas nas rodovias

Um estudo realizado pela empresa líder em serviços de segurança logísticos, Freight Watch Int'l (FI 2013), utilizou 5 níveis para a classificação de países em relação ao risco do roubo de cargas, sendo eles baixo, elevado, moderado, alto e severo, sendo o último nível atribuído ao Brasil.

Segundo Repolho et al. (2018) as consequências do roubo de carga para a cadeia logística vão muito além do valor de perda das cargas, uma vez que tais furtos causam desordens como a não entrega de produtos no horário, a redução do nível de serviço, a perda em vendas e outros custos operacionais para recuperar e priorizar a cadeia logística afetada, assim um único roubo de cargas resulta em um impacto na cadeia de suprimentos que custa seis vezes o próprio valor da carga (BURGES, 2012) e não só causa perdas financeiras, mas também afeta todo o sistema logístico (WU, CHEN e TAO, 2017)

Existe outro fator que contribui para o subdimensionamento do roubo de carga, além das desordens citadas acima, conforme Ekwall e Lantz (2013), a maioria dos roubos de cargas a nível mundial não são reportados, sendo assim subdimensionados, e muitas vezes os valores dos itens roubados que são reportados são menores ou também não divulgados, nesse caso por causa de segredos de *trade* e da competição empresarial.

Wu Chen e Tao (2017) enfatizam que o roubo de cargas por grupos criminosos ao redor do mundo é uma das causas mais comuns de perda financeira severa, principalmente nos últimos anos com o crescimento do valor agregado dos equipamentos eletrônicos e seu roubo. Assim, segundo o estudo, a prevenção de roubo de cargas tem se tornado crucial para produtos de alto valor agregado, frágeis ou fáceis de roubar, como alimentos e bebidas, por exemplo. Dessa forma, a atenção para o furto deve compreender desde o planejamento das cargas, até o descarregamento dos produtos, que deve ser previamente planejada e antecipada para diminuir os riscos pela exposição do caminhão esperando para ser descarregado.

O furto de cargas nas rodovias, especialmente no Brasil, ganhou uma dimensão significativa a ponto de se tornar um fator decisivo para o transporte de cargas, sendo necessária a definição de um limite de valor máximo de carga a ser transportada pelas seguradoras e um fator decisivo na implantação das rotas pelos sistemas de roteirização utilizados pelas empresas do país (REPOLHO et al, 2018).

De acordo com Ekwall e Lantz (2013), o roubo de carga é um crime com características bastante sazonais, podendo ser relacionado à época do ano, dia da semana ou até a hora do dia, de modo que tal sazonalidade implica uma enorme complexidade para seu combate. Foram analisados padrões do roubo de cargas no Oriente Médio, África e Europa e

através do método dedutivo e da abordagem teórica do sistema de forma holística pelos dados da IIS (Sistema de informações de incidentes) e TAPA (Associação de proteção do transporte de ativos) foi possível identificar alguns padrões. Por exemplo, nos negócios a “Correria de Natal” é bastante comentada, enquanto no universo do roubo de cargas tal período representa um crescimento significativo dos furtos associado às vendas de Natal (EKWALL e LANTZ, 2013).

Nenhum país, commodity ou carga estão livres do roubo de carga (EC,2003). Apesar de o Brasil estar no topo da classificação de roubo de cargas segundo o Watch Int’l (FI 2013), tal problema é mundial. O problema também permanece há décadas, de acordo com Barth e White (1998), são estimadas perdas em torno de 30 bilhões de euros por ano, enquanto na Europa o roubo de carga custa cerca de 8,2 bilhões de dólares por ano, que alocados no transporte, resultam em um acréscimo médio de 6,72 euros por viagem (EP,2007). De acordo com Bowersox, Closs e Cooper (2002) uma grande indústria de bebidas na América Latina tinha caminhões roubados cerca de uma vez por semana.

A violência também é um fator que se faz presente dentro da problemática de roubo de cargas, conforme Ekwall e Lantz (2013) em 41% dos casos de roubo de cargas na União Europeia ocorre alguma ameaça ou agressão ao motorista e em 43% dos casos objetos pessoais dos motoristas também são visados, principalmente aparelhos celulares. Ainda segundo o estudo, cerca de 10% dos roubos de carga são seguidos de sequestro do motorista e 69% dos motoristas entrevistados sentiam receio durante o seu trabalho.

No contexto brasileiro o roubo causa impactos severos que já estão sendo sentidos diretamente pelo consumidor final, na cidade do Rio de Janeiro o transporte de algumas mercadorias apresenta uma tarifa adicional pelo risco de entrega em algumas regiões (OLIVEIRA et al, 2019). Neste estudo foi levantado por várias empresas o número de entregas, o tipo de produto transportado, as rotas realizadas, entre outros fatores através da escala *Likert*, enquanto a pesquisa foi avaliada usando o *Crunchbase Alpha*. Por meio disso, foi possível identificar um grande número de casos de furtos de cargas na região Sudeste do país, com destaque para o Rio de Janeiro, como citado anteriormente, São Paulo e Belo Horizonte, onde há uma polícia específica para tratar o roubo de cargas na cidade.

Por fim, vale também ressaltar que algumas cargas se encontram mais suscetíveis ao roubo do que outras, de acordo com Lorenc e Kuznar (2018) levantaram os dados de furtos por tipo de carga no primeiro quarter de 2016, com isso utilizaram um método estatístico através de 120.000 simulações - 10.000 para cada tipo de carga transportada - usando também como variável a distância percorrida, número de paradas e tempo percorrido. Diante disso, foi

possível observar que veículos que transportam alimentos, bebidas alcoólicas, produtos eletrônicos, farmacêuticos e automobilístico são mais expostos ao furto, enquanto roupas, metais e móveis estavam menos suscetíveis ao roubo.

2.2.2 Logística 4.0 e inovações para o combate ao furto nas rodovias

A quarta revolução industrial recebe grande atenção desde seus primeiros anúncios em 2011 na Alemanha, de forma a se espalhar rapidamente em todo o ambiente industrial e acadêmico (XU e DUAN, 2019). Parte significativa da indústria e que ganhou bastante destaque no século XXI, a logística foi um dos principais campos influenciados por esse paradigma (DOMINGO GALINDO, 2016). Portanto, de acordo com Cimini et al. (2020), a logística 4.0, também conhecida como *Smart Logistics*, deve se centrar em dois conceitos, o uso de ferramentas digitais e novas tecnologias para logística e a melhoria dos processos operacionais. Logo, de acordo com Yavas e Ozen (2020), com os desafios da indústria 4.0 à sua frente, a logística deve se adaptar aos novos avanços e necessidades como a digitalização, *Big Data*, automação e tecnologias RFID.

Assim, as tecnologias em questão estão sendo utilizadas no transporte rodoviário no Brasil principalmente para garantir a segurança das cargas, majoritariamente através da visibilidade das cargas e acompanhamento em tempo real, que é considerado um dos maiores desafios do transporte e tem se demonstrado como “salvador” de entregas nas operações da cadeia de suprimentos (MCKINNEY et al, 2015). Uma das soluções buscando o aumento de visibilidade para minimizar o roubo de cargas durante o transporte é o RFID (identificação por rádio frequência), ferramenta que usa uma tag para acompanhar a carga ou o veículo (YANG, LUO e LU, 2015).

De acordo com Liu, Zou e Liao (2009), o sistema RFID pode identificar e acompanhar em tempo real desde pequenos objetos até veículos, coletando assim informações em tempo-real e permitindo o gerenciamento e visibilidade de todo o processo logístico, podendo inclusive ser integrado com tecnologia GPS e atingindo uma grande transparência no acompanhamento das cargas. Tal ferramenta pode trazer benefícios desde a segurança até o melhor controle de estoque, podendo prever futuros ataques e ajudar na garantia que os produtos estejam seguros durante o trânsito (ZHANG, 2012), de modo que no Reino Unido foi estimado um benefício de \$40 bilhões nos setores de varejo e saúde devido à adoção das tags RFID nos itens, segundo McKinney et al. (2015).

Para ter visibilidade e acompanhamento, a telemetria se apresenta como a principal ferramenta para gerenciar os dados dos veículos, uma vez que os sistemas de telemetria mineram padrões das séries de dados do GPS e consegue identificar padrões comportamentais do motorista, eficiência, velocidade e rotas (CAO, MACKENZIE e SALVO, 2009). Logo, o principal objetivo da telemetria é a melhoria da qualidade do transporte, aumentando a segurança do transporte, possibilitando o acompanhamento dos passageiros, reduzindo o impacto negativo do transporte no ambiente e melhorando a eficiência geral, sendo possível identificar padrões de forma fácil para desenvolver tal inteligência (CENIGA e SUKALOVA, 2014). Assim, conforme Bujak, Orzel e Miler (2015), a telemetria se tornou um dos elementos essenciais para alcançar o sucesso no transporte, tornando possível não só a automatização dos processos logísticos, como também a maior flexibilização e confiança da cadeia de suprimentos.

Tais avanços tecnológicos exigem também um grande desafio para a logística que é a armazenagem e gestão da imensa quantidade de dados complexos e desestruturados gerados diariamente por essas ferramentas (AYED, HALIMA e ALIM, 2015). Dito isso, o Big Data surge como urgente necessidade, uma vez que o termo se refere a análise e interpretação de um grande volume de dados, com alto grau de complexidade no processamento e com dados não estruturados, onde existe um grande potencial e padrões escondidos (MIKAVICA, KOSTIC e DOGATOVIC, 2015). Logo, segundo Wu et al. (2020), com o uso do Big Data a integração entre o espaço físico e a inteligência da informação foi bastante acelerada, uma vez que se torna possível a evolução logística através da digitalização, trazendo assim uma execução mais forte e inteligente.

De acordo com Govindan et al. (2018), as organizações hoje lidam com 4 grandes conjuntos de dados, são eles: grande volume, velocidade, variedade e veracidade. Utilizando o Big Data é possível gerenciar tais conjuntos de dados e analisar resultados em tempo real auxiliando a tomada de decisões inteligentes, reduzindo custos e mitigando riscos. Esse grande número de dados pode ser utilizado de forma eficiente para otimizar as operações de transporte (BORGI et al, 2017), de modo que é possível tornar todo esse alto volume de dados em um ativo único capaz de potencializar a eficiência nas mais diversas áreas (MIKAVICA, KOSTIC e DOGATOVIC, 2015).

Por fim, conforme Liu, Zhang e Wang (2018) outra tecnologia imprescindível para conseguir a gestão da informação em tempo real das atividades logísticas, que é algo essencial para a colaboração dos recursos logísticos, é a Internet das Coisas (IoT). De acordo com Arumugam et al. (2018) o avanço nos sensores permitiu a adoção da IoT em vários

setores, especialmente nos campos que buscam a automatização e melhoria da tomada de decisões em tempo real. Assim, o setor de transportes encaixa idealmente na adoção dessa tecnologia, já que envolve ativos que são transportados, trackeados e movimentados por máquinas, veículos e pessoas todos os dias.

A introdução da Internet das Coisas na logística impactou áreas como planejamento, otimização de rotas, gestão de energia e acompanhamento em tempo real (HIARI, ABOU-TAIR e ABUSHAIKHA, 2018). Conforme Tsang et al. (2017), IoT possibilitou um grande avanço na integração entre sensores, uma conectividade mais eficiente e análise preditiva, assim o conceito fundamental da tecnologia é que objetos inteligentes são possíveis interagir entre si com um mesmo objetivo. Em um estudo realizado na Colômbia, foi utilizado um sistema de georeferenciamento das cargas e seus pesos em um caminhão, de modo que a tecnologia IoT possibilitou o *report* em tempo real do peso e localização do veículo, dados históricos e possíveis fugas do padrão (GOMEZ et al, 2019). Diante disso, com a Internet das Coisas, dados de sensores em tempo real podem ser coletados e armazenados em um sistema em nuvem, que é muito mais seguro e eficiente que na internet (TSANG et al, 2017).

2.3. Considerações finais do capítulo

O contexto histórico do modal rodoviário no Brasil possibilitou a identificação dos motivos do crescimento do rodoviarismo, da sua importância e utilização em comparação a outros modais e, conseqüentemente, seu impacto na economia do país. Diante do impacto apresentado do modal, foi realizado o aprofundamento acerca do roubo de cargas no país, tanto a nível de conceitos e impactos, quanto a nível de estudos realizados na literatura, sendo possível entender a dimensão dessa problemática crônica no país.

Por fim, as outras duas descobertas significativas para o trabalho foram o entendimento de como funciona o gerenciamento de riscos no transporte de cargas e seu papel fundamental no combate aos roubos, além do entendimento das tecnologias mais estudadas no que tange à logística 4.0 e ao transporte de cargas, sendo possível destacar o crescente uso da Internet das Coisas através de sensores, do Big Data através do uso de várias bases de dados para tomada de decisão, da telemetria para o acompanhamento em tempo real, do RFID para o rastreamento e da inteligência artificial como principal tendência futura.

3. METODOLOGIA

Segundo Gil (1991), as pesquisas exploratórias têm como objetivo tornar o problema explícito e construir hipóteses, sendo assim, no que se refere ao objetivo deste estudo é possível classificá-lo como uma pesquisa exploratória, já que sobre o tópico há pouco ou nenhum estudo que sintetize o impacto das novas tecnologias na resolução do problema do furto de carga buscando identificar padrões e avaliar teorias ou conceitos que possam ser aplicados.

No que se refere à natureza é classificada como uma pesquisa qualitativa, dado que de acordo com Cauchick (2011) a abordagem qualitativa considera um grau de subjetividade no desenvolvimento da pesquisa, sendo assim é classificada como subjetiva por considerar a realidade subjetiva dos indivíduos.

No que se refere à finalidade da pesquisa tratada neste trabalho ela pode ser classificada como aplicada, uma vez que, segundo Gil (1991) uma pesquisa aplicada tem como principal objetivo o interesse na utilização do conhecimento proveniente dela e sua respectiva aplicação.

Segundo Cauchick (2011), o método indutivo constitui-se como o processo de raciocínio que parte de conhecimentos específicos do objeto de estudo para a formulação de teorias e leis, isto é, realizando a conexão ascendente do raciocínio. A partir disso, torna-se possível classificar o método de abordagem desse estudo como indutivo, considerando que são realizados estudos de caso em empresas do setor de transporte, bem como a análise das tecnologias utilizadas, a fim de identificar os impactos e as melhores tecnologias que podem reduzir o impacto de uma grande problemática do setor.

O estudo de caso pode ter um tipo de pesquisa com caso único, sendo holístico ou incorporado, e também com casos múltiplos, holístico ou incorporado. No caso da pesquisa em questão ela apresenta casos múltiplos, dado que foca no setor de transporte de cargas de várias empresas, sendo tal setor a unidade de análise deste estudo. Segundo Cauchick (2011) o estudo de caso deve ser centrado na validade e confiabilidade.

As técnicas de pesquisa a serem utilizadas serão a documentação direta, dado que serão levantados dados por meio de pesquisa de campo visando entender o impacto em alguns dos stakeholders envolvidos no setor de transporte, e a documentação indireta, seja por meio de pesquisas documentais em fontes estatísticas em busca de dados sobre o furto de cargas no país e pesquisas bibliográficas sobre as novas tecnologias do setor.

Portanto, para se obter os objetivos desse trabalho, foram realizadas as seguintes atividades:

1. Entendimento do histórico do problema, bem como seu tamanho e impacto através da análise de estudos e bases estatísticas

2. Levantamento e estudo na literatura acerca das principais pesquisas, estudos de caso e tecnologias no combate ao roubo de cargas, bem como tecnologias e avanços adjacentes no rastreamento e acompanhamento de entregas.

3. Identificação dos principais atores e desenvolvimento de perguntas acerca do cenário atual e histórico, bem como das tecnologias.

4. Condensação e análise das informações coletadas para o desenvolvimento de uma resolução acerca dos avanços tecnológicos no combate ao furto de cargas.

A coleta de dados desse estudo foi realizada por meio do estudo de caso com empresas através de conversas com profissionais experientes que atuam em um dos três principais atores responsáveis pelo combate ao furto de cargas, ou seja, em gerenciadoras de risco e seguradoras ou em transportadoras ou em empresas de tecnologia em rastreamento de cargas.

Uma vez que a maioria dos entrevistados não residiam na mesma cidade, a maior parte das entrevistas foram realizadas por meio de ligações ou videoconferências, enquanto nos casos que houve disponibilidade, as entrevistas foram realizadas nas empresas em que os entrevistados trabalham, possibilitando uma conversa mais rápida com outras pessoas que trabalham no setor, além da observação dos sistemas e práticas utilizadas pelas empresas.

O seguinte fluxograma representa o processo metodológico desse trabalho.

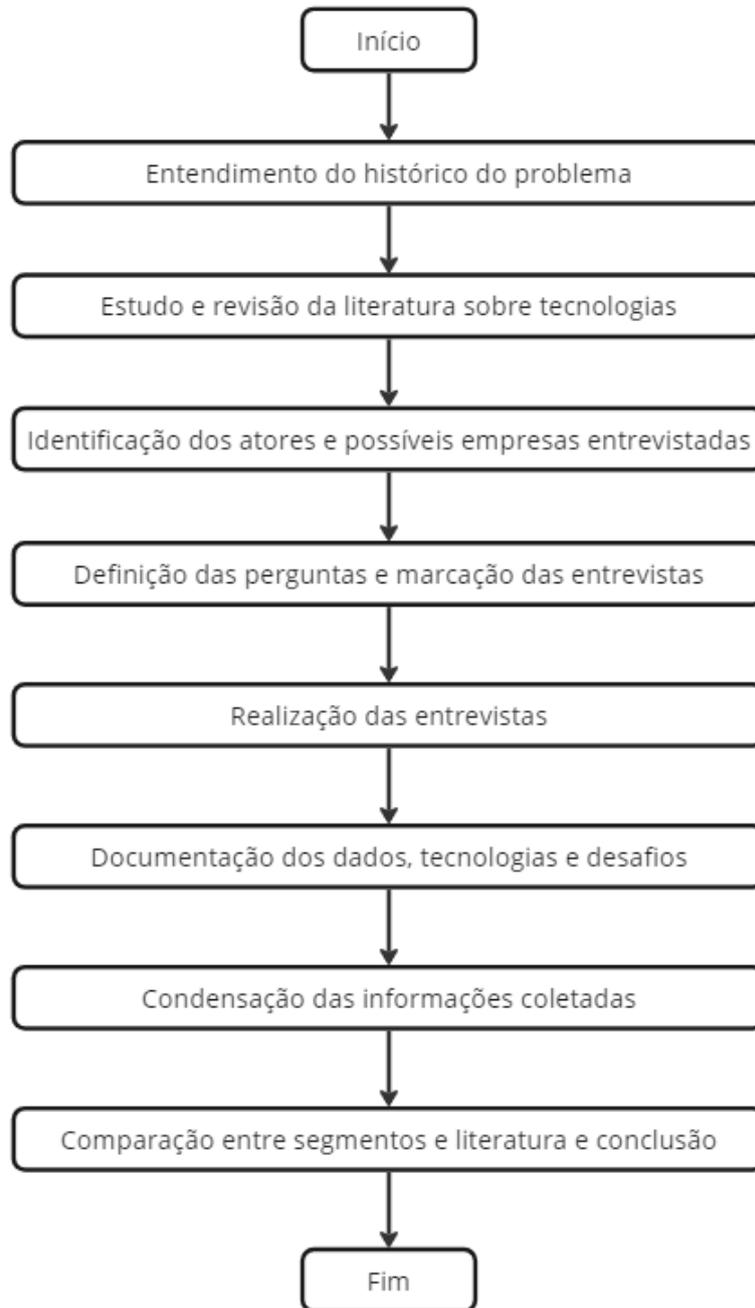


Figura 2: Fluxograma do processo metodológico de trabalho
Fonte: Este trabalho (2023)

As entrevistas eram iniciadas através de uma apresentação pessoal seguida da apresentação proposta de pesquisa do projeto, além de um agradecimento pela participação. Em seguida, eram realizadas as perguntas de acordo com a empresa e setor que o entrevistado atuava, de forma a seguir um fluxo de conversa direcionada, mas mantendo uma grande liberdade para o repasse de qualquer informação acerca do tema.

Segmento	Perguntas
<ul style="list-style-type: none"> • Gerenciadora de risco e seguradora • Transportadora • Empresa de tecnologia de rastreamento 	<ul style="list-style-type: none"> - Qual a divisão percentual dos clientes por região? - Qual a divisão percentual do furto de cargas por região? - Quais novas tecnologias para combater o roubo de cargas foram adotadas pela empresa nos últimos 5/10 anos? Qual impacto delas?
<ul style="list-style-type: none"> • Transportadora • Gerenciadora de risco e seguradora 	<ul style="list-style-type: none"> - Como o gerenciamento de risco é utilizado pré e durante o transporte de cargas para evitar furtos? - O valor do seguro alterna entre as mesmas cargas em diferentes regiões? Caso sim, qual a diferença percentual de preço entre as regiões? - Mesmo com o valor da carga transportada sendo igual, existe algum tipo de carga que a seguradora cobra mais? - Quais critérios são utilizados para cobrar um maior valor de seguro? E como é feita essa precificação?
<ul style="list-style-type: none"> • Transportadora • Empresa de tecnologia de rastreamento 	<ul style="list-style-type: none"> - Existe alguma rodovia ou rota que são evitadas ou desviadas por causa da sinistralidade? - Qual é o custo para rastrear uma carga por viagem? Esse custo varia de acordo com a carga e localidade? Caso sim, como é realizada essa precificação?
<ul style="list-style-type: none"> • Empresa de tecnologia de rastreamento 	<ul style="list-style-type: none"> - Quais os principais setores que a empresa atua e quais tem mais frequência de roubo?

<ul style="list-style-type: none"> Gerenciadora de risco e seguradora 	<ul style="list-style-type: none"> - Como o uso de <i>jammer</i> tem sido combatido? - Quais os critérios para definir uma área de risco?
<ul style="list-style-type: none"> Gerenciadora de risco e seguradora 	<ul style="list-style-type: none"> - Existe algum tipo de carga que a empresa não cobre o seguro? - A partir de quanto em valor é necessária uma escolta para acompanhar a carga? Tem alguma variação por região ou tipo de carga? - Como o gerenciamento de riscos utiliza tecnologia para minimizar o roubo de cargas?
<ul style="list-style-type: none"> Transportadora 	<ul style="list-style-type: none"> - Qual custo médio de um caminhão assaltado por tipo de carga transportada? E quais custos indiretos desses furtos? - Quantas viagens são realizadas por dia? Menos de 200, 200-500, 500-1000, 1000-2000 ou mais de 1000? - Quais tecnologias são utilizadas pela transportadora? - Quais os dados de roubo de cargas pré utilização de tecnologias e pós utilizações de tecnologias? Quanto diminuiu de forma percentual? Menos de 10%, 10-30%, 30-50%, 50-70% ou mais de 70%?
<ul style="list-style-type: none"> Empresa de tecnologia de rastreamento 	<ul style="list-style-type: none"> - Como surgiu a ideia da empresa e quais foram as tecnologias bases utilizadas? - Quais as principais tendências de inovação no setor?

Tabela 3: Perguntas direcionais a serem realizadas para cada segmento de empresa

Fonte: Este trabalho (2023)

Antes da realização das perguntas, as empresas foram analisadas, de forma que outros questionamentos foram realizados de acordo com a realidade e as tecnologias de cada uma das empresas. Além das perguntas-base acima, também eram realizadas perguntas de aprofundamento acerca das respostas obtidas, bem como sobre experiências e visões sobre o furto de cargas no modal rodoviário, visto que foi repassado uma liberdade total para o entrevistado sobre o aprofundamento de algum tema. Todas as respostas foram registradas e utilizadas para análise do estudo.

4. Problemática do Estudo

Para contextualizar o cenário do problema citado no panorama atual do país e, conseqüentemente, servir de base para o alcance dos objetivos do estudo em questão, o foco inicial do estudo de caso centraliza-se na definição dos players que mais tendem a sofrer com essa problemática. Ou seja, o levantamento inicial consiste no entendimento dos setores mais atingidos, das regiões e rodovias onde os roubos são mais frequentes e dos números do furto de carga no país nos últimos anos.

De acordo com Bordin (2008), no que tange ao custo, a segurança no transporte cresceu de 5% a 15% em um período de 5 anos. Analisando os dados mais recentes, fica clara a persistência desse alto custo e dessa problemática. De acordo com a Associação Brasileira das Empresas de Transporte de Cargas (ABTC), os roubos de cargas aumentaram 12% em 2020 em comparação com 2019, em paralelo a esse aumento de furtos os custos também aumentam significativamente, segundo a Superintendência de Seguros Privados (Supesp) no primeiro semestre de 2022 o volume de entradas no Seguro de Responsabilidade do Transportador Rodoviário cresceu 21% em relação ao ano passado.

Aprofundando sobre os dados e nas regiões mais afetadas, de acordo com a o relatório de roubo de cargas da SensiTech SCIC 80% desses roubos no primeiro trimestre de 2021 foram concentrados na região sudeste, além disso, só o estado de São Paulo representou 46% das ocorrências durante esse período. Em consonância com a movimentação financeira, o roubo de carga se concentra nos dois estados de maior PIB do país, segundo o CNI em 2021, São Paulo e Rio de Janeiro representam 40,2% do produto interno bruto do país, enquanto conforme a SensiTech os estados concentram 75% do roubo de cargas do país.

Outro estudo que também destaca o perigo nesses estados foi o levantamento da Freight Watch Int'l (FI 2013) que ressalta o trecho da rodovia BR-116 entre Rio de Janeiro e São Paulo como área de risco bastante elevado para o furto de cargas. Ainda segundo o estudo em 66% dos casos o caminhão estava em trânsito, sendo em 82% desses casos o motorista obrigado a parar.

Além de ser concentrado em alguns estados, tais furtos também apresentam uma concentração no tipo de carga que são visadas, segundo a Associação Nacional do Transporte de Cargas e Logística (NTC e LOGÍSTICA, 2022) existem 9 produtos que concentram o roubo de cargas no país, são eles: produtos alimentícios, cigarros, combustíveis, eletrônicos, farmacêuticos, bebidas, autopeças, produtos agrícolas e produtos têxteis. Os dados da

secretaria de segurança pública do estado de São Paulo (SSP-SP) reforçam tal concentração, visto que em 2022 das cargas especificadas cerca de 22% dos furtos foram de produtos alimentícios, os quais 32% eram de carnes e derivados e 14% de laticínios. Portanto, a soma dos índices dos 9 produtos citados acima representa cerca de 70% dos furtos de cargas.

É possível concluir que tal problemática apesar da enorme complexidade no combate, apresenta um claro padrão na sua execução, de modo que é visível inferir as regiões mais afetadas, os setores que mais estão suscetíveis e a tendência de continuidade desse problema nos próximos anos. Diante disso, o estudo de caso a seguir é permeado pelas situações descritas acima, sendo os objetivos de retorno financeiro e novas tecnologias claramente impactados pelo contexto dissertado acima.

O transporte de cargas é uma atividade crucial na cadeia de suprimentos que envolve diversos atores. Desde o embarcador, responsável por enviar a mercadoria, até o destinatário que recebe a carga, passando pelo transportador e outros diversos intermediários envolvidos no processo. No entanto, só alguns desses players são diretamente responsáveis pela segurança no transporte, visando garantir que a mercadoria seja entregue no tempo previsto e sem perdas e avarias. Diante do panorama do roubo de cargas no Brasil, não só a transportadora, que é responsável pelo transporte em si, atua com o intuito de evitar o furto de produtos, mas também outros dois atores atuam constantemente para minimizar as possibilidades de sinistros. A figura abaixo demonstra a cadeia do transporte de cargas no modal rodoviário, bem como os atores envolvidos na segurança das cargas.

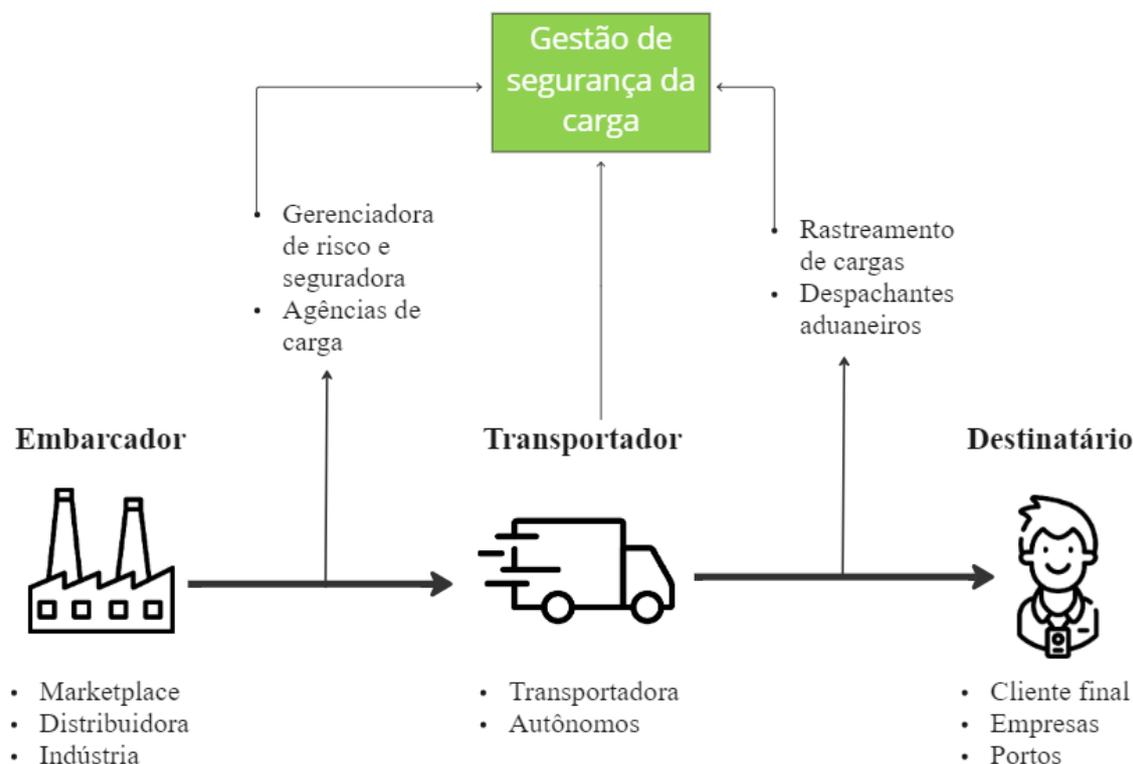


Figura 3: Cadeia do transporte e segurança de carga no modal rodoviário

Fonte: Este trabalho (2023)

A segurança da carga também é um processo bastante complexo que deve ser destrinchado para o entendimento do papel dos atores, os desafios enfrentados por cada um e as tecnologias envolvidas por cada um deles. Dito isso, a tabela abaixo representa as principais funções desses atores no combate ao furto de cargas.

Mediante o panorama retratado onde gerenciadoras de risco e seguradoras, empresas de tecnologia de rastreamento e a transportadora são os principais responsáveis para o combate ao roubo de cargas no Brasil, o estudo será desenvolvido analisando as principais tecnologias e desafios enfrentados por empresas desses setores. Dessa forma, tal análise irá guiar para o atingimento dos objetivos do estudo, que são o entendimento do retorno financeiro dessas tecnologias, a identificação dos players que mais tendem a sofrer com essa problemática e a descoberta de novas tecnologias que possam ser difundidas e utilizadas para combater o crônico problema do furto de cargas no transporte rodoviário do Brasil.

Dito isso, o estudo se caso múltiplo se baseará nos três segmentos de empresas que estão diretamente relacionadas com a gestão da segurança da carga, conforme demonstrado

na figura 3. Os objetos de estudo são duas gerenciadoras de risco e seguradoras, uma empresa de tecnologia em rastreamento e duas transportadoras, tal diversidade de segmentos busca entender quem sofre com o roubo diretamente, no caso as transportadoras, quem busca cobrir financeiramente e mitigar esses roubos, no caso a seguradora e gerenciadora de riscos, e quem desenvolve meios para combater o roubo, no caso as empresas de tecnologia em rastreamento.

A compreensão dos três segmentos deverá trazer uma visão ampla do caso, vários panoramas históricos e perspectivas diferentes, mas complementares dos avanços na segurança no transporte de cargas rodoviárias no Brasil. Sendo assim, as perguntas específicas e gerais que serão exploradas em cada estudo de caso serão pautadas no entendimento da realidade de cada empresa, da visão do gestor acerca do problema, dos custos, do histórico e das novas tecnologias no que tange à segurança do transporte de cargas.

Consequentemente, será possível entender com os três principais atores envolvidos no problema do roubo de carga quem são setores mais atingidos, regiões e rodovias onde os roubos são mais frequentes, além da verificação do impacto das tecnologias utilizadas no combate ao roubo de cargas e do levantamento de novas tecnologias emergentes nesse combate.

5. Estudo de caso múltiplo

No capítulo a seguir, foram realizados 5 estudos de casos com 3 segmentos de empresas diferentes, sendo elas gerenciadora de risco e seguradora, transportadora e empresa de tecnologia em rastreamento. Para cada segmento foram realizadas perguntas específicas diante da realidade das empresas, visando assim coletar informações personalizadas e confluentes para o alcance dos objetivos do estudo.

5.1. Gerenciadora de Riscos e Seguradora

Uma gerenciadora de riscos se configura como uma organização que utiliza metodologias a fim de identificar, avaliar e controlar os riscos associados às atividades empresariais, com o objetivo de minimizar impactos negativos e maximizar os resultados econômicos. Já uma seguradora é uma instituição financeira que apresenta como especialidade a oferta de proteção financeira em caso de danos ou prejuízos que possam ser causados a um indivíduo ou empresa segurada.

Dada a complexidade e o alto risco do transporte de cargas no Brasil, o serviço de gerenciamento de riscos e de seguro são realizados em conjunto por empresas especializadas, são elas as gerenciadoras de riscos e seguradoras. As empresas que atuam simultaneamente como gerenciadora de riscos e seguradoras para o transporte de cargas possuem alta expertise em avaliação de riscos no transporte e desenvolvem ações preventivas e corretivas para minimizar perdas e prejuízos em operações logísticas. O fator da empresa que busca prevenir o risco ser a mesma que assume o prejuízo em caso de prejuízos traz uma maior segurança para os contratantes e demanda uma especialização e atenção de alto grau para a gerenciadora no que tange à minimização desses riscos.

5.1.1 Estudo de caso 1

A primeira gerenciadora de riscos e seguradora que foi estudada surgiu como seguradora em Porto Alegre e está no mercado desde 1985, possuindo uma cadeia completa e integrada de soluções para o transporte de cargas. Tal empresa atua em todo o território nacional com mais de 1.600 postos de atendimento distribuídos no território brasileiro. O

grupo conta 2.000 clientes, 4 milhões de viagens seguradas mensais e cerca de 1.000 colaboradores.

No início do estudo foi explorado quais players, regiões e tipos de cargas ofereciam um maior risco e exigiam uma atenção especial por meio da empresa. Relatou-se que cerca de 80% dos roubos de carga concentram-se na região sudeste, principalmente no eixo Rio de Janeiro-São Paulo, enquanto nas outras regiões a proporção era bastante similar entre elas, apenas com um destaque para a região do interior de Pernambuco e sul da Bahia que concentravam mais de 40% dos furtos na região Nordeste.

Sobre os produtos segurados e gerenciados que são mais visados para o furto de carga foi destacado alimentos, farmacêuticos, eletroeletrônicos e calçados, entretanto outro produto destacado o qual os furtos apresentam um crescente aumento são os painéis fotovoltaicos, isto é, placas de energia solar e estruturas relacionadas. Existe um tipo de produto que o grupo não realiza o gerenciamento de riscos ou o seguro, segundo a empresa inclusive é uma prática do mercado em geral, que são os produtos de tabaco. Por ter um alto valor agregado e ser facilmente comercializado no mercado informal, além de ter uma alta demanda nesse mercado, o produto é frequente alvo de quadrilhas de roubo de carga, sendo assim as próprias indústrias de tabaco possuem seguradoras e gerenciadoras de risco próprias e especializados no transporte dessa carga.

Para o gerenciamento de riscos são realizadas prevenções de riscos customizadas para cada operação, sendo assim é realizado uma análise de cenário voltado para prevenir roubos em todo o trajeto, informações são atualizadas através da integração de sistemas de rastreamento possibilitando a gestão de não conformidades em todo o trajeto em tempo real e o mapeamento preventivo de riscos é realizado antes das viagens. Por exemplo, em São Paulo o motorista não pode parar em um raio menor que 150 quilômetros da origem, dado que tais paradas tendem a gerar um maior risco e possíveis participações do motorista.

Sobre o valor do seguro em cada região e os critérios para o valor do seguro e precificação, é levantado um fator de risco pela carga e pelo trajeto de cada transporte, de forma que mediante o histórico de roubos do tipo de carga e do trajeto é realizada a precificação, sendo esses os principais critérios para definir o valor segurado. O transporte de aparelhos celulares, por exemplo, o valor mínimo para ser obrigatório uma escolta armada acompanhando a carga em São Paulo é de R\$200.000,00 enquanto em Recife é de R\$500.000,00 uma vez que o risco em São Paulo é muito maior, além disso, o valor de seguro para o sudeste é em média 2 vezes maior.

Por fim, sobre as tecnologias e técnicas utilizadas para prevenir o roubo o ponto central consiste no monitoramento e rastreamento. Desde antes da realização do transporte já são utilizadas técnicas como a pesquisa de vitimologia, que identifica a quantidade de roubo de cargas que um motorista já sofreu e busca entender cada situação, visando verificar se há uma possibilidade de participação daqueles motoristas nos furtos, visto que segundo o grupo cerca de 40% dos casos tem participação dos motoristas.

Já durante o monitoramento são utilizadas tecnologias como as iscas, que são colocadas dentro das cargas de forma discreta para o rastreamento, e bloqueadoras automáticas no veículo com alerta na central de monitoramento no caso da identificação de *jammers*. Além disso, torres de controle para a gestão dos transportes em tempo real e tomada de decisão imediata também são imprescindíveis para o combate dos furtos e acompanhamento dos eventos.

5.1.2 Estudo de caso 2

O estudo de caso em questão foi realizado com o Diretor Norte Nordeste de segurança de uma empresa referência no país no seguro e gerenciamento de cargas. Com cerca de 800 colaboradores em todos os estados do Brasil, a empresa tem como missão prover soluções integradas em gestão de riscos e seguros para promover o aumento da eficiência na cadeia logística dos seus clientes.

Entre as soluções estão uma série de produtos e serviços voltados desde o acompanhamento prévio do motorista até o seguro personalizado de cargas, de modo que atualmente mais de milhares de clientes do setor de transporte atuam com a gestão de riscos e seguros da empresa.

No começo do estudo foram realizadas perguntas voltadas para o entendimento das regiões mais atingidas pelo furto de cargas e os produtos mais visados para roubo, sendo possível identificar um padrão entre os dados coletados na revisão da fundamentação teórica e revisão da literatura com as informações coletadas nos dois estudos de caso das gerenciadoras de risco e seguradoras.

Relatou-se que a proporção de clientes por região é 50% Sudeste, 10% Sul, 15% Nordeste, 20% Centro Oeste e 5% Norte, entretanto ao comparar com a proporção de roubo de cargas, o Sudeste assume 85% das ocorrências, enquanto o Nordeste tem 6% e o restante das regiões apresenta proporção semelhante entre si.

Acerca das cargas, eletrônicos no Sul e Sudeste são os principais alvos de roubo, enquanto alimentos no Norte e Nordeste apresentam relevante parcela dos roubos realizados. Dito isso, na seguradora e gerenciadora de riscos, foram elaboradas uma série de restrições e obrigações no transporte de cargas rodoviárias de acordo com o produto transportado e com as rotas seguidas.

Entre as restrições, na região Sudeste a partir de R\$100.000,00 transportados a seguradora só aceita cobrir as cargas que são transportadas pelo motorista da transportadora, quando os valores ultrapassam R\$200.000,00 normalmente é exigido que seja um caminhão próprio da transportadora com rastreador via satélite. Já no caso dos aparelhos eletrônicos, em todo o Brasil a gerenciadora de riscos e seguradora exige que existam iscas eletrônicas nos carros.

No que tange o gerenciamento de riscos são realizadas ações pré, durante e após o transporte da mercadoria. Entretanto, a gestão dos riscos também varia de acordo com a carga, se o motorista ou caminhão é próprio ou não e de acordo com a rota, dessa forma são definidos rotogramas específicos, ou seja, a rota e o horário, período e locais de parada para descanso e abastecimento, sendo obrigatório seu seguimento. Além disso, é realizado o acompanhamento dos caminhões por uma torre de controle durante as viagens, de forma que seja possível visualizar qualquer atividade fora do padrão e também após as viagens todos os dados são centralizados, possibilitando assim a identificação de padrões de ocorrências entre motoristas, cargas e rotas.

Apesar de todo o gerenciamento de riscos existentes, foram citadas algumas cargas que são evitadas e raramente negociadas pela seguradora, são elas bauxita, cassiterita e cobre, tais produtos são fundamentais para a produção de alumínio, contendo assim alto valor agregado e quadrilhas especializadas no roubo desse tipo de mercadoria. Outro produto que foi citado no estudo de caso anterior e que a empresa também não realiza mais apólice de seguro é o tabaco, visto que a empresa sofria uma média de 6 cargas de tabaco roubadas diariamente no Sul. Segundo o Diretor entrevistado, uma grande indústria de tabaco nacional, anteriormente cliente da gerenciadora de riscos, desenvolveu uma seguradora própria, porém segue sofrendo em média 10 a 12 roubos de cargas por dia.

Outro fator central além da rota e do tipo de carga para o gerenciamento de riscos, precificação e probabilidade do roubo de cargas é a utilização de motoristas e caminhões próprios, visto que também foi relatado a presença ainda relevante da apropriação indébita. Sendo assim, tecnologias como a torre de controle, a pesquisa de vitimologia e a cerca eletrônica são utilizadas com frequência cada vez maior em conjunto com a contratação de

motoristas próprios e compra de veículos. Para comprovar o impacto, segundo os dados da gerenciadora e seguradora em questão, o índice de roubos em frotas terceirizadas são 4 vezes maiores em comparação à frota própria, e mesmo com o uso de rastreamento e iscas esse índice ainda permanece 2 vezes maior.

5.2. Transportadora

5.2.1 Estudo de caso 3

Uma transportadora é uma organização que atua no setor logístico, oferecendo o serviço de transporte de cargas para diferentes tipos de clientes. Sua principal responsabilidade é garantir que as mercadorias sejam transportadas de forma segura, rápida e eficiente, do ponto de origem ao destino. Para atender a esses requisitos, a transportadora deve possuir uma estrutura robusta e organizada, com uma frota adequada e equipe devidamente treinada para lidar com os desafios e imprevistos que possam surgir durante o transporte.

As transportadoras são diretamente impactadas pelo roubo de cargas, uma vez que são as responsáveis pelo transporte dos produtos. Os constantes casos de roubos geram prejuízos financeiros, perda de mercadorias e danos à reputação da empresa. Além disso, o aumento da violência nas estradas brasileiras torna o trabalho dos motoristas mais perigoso e pode afetar a segurança da carga e dos próprios funcionários da transportadora.

Sendo assim, como demonstrado na figura acima, a transportadora é o norte do transporte e alvo direto dos roubos, logo a atuação das transportadoras tem um impacto significativo na segurança e no combate ao roubo de cargas no Brasil, uma vez que elas são as principais responsáveis por garantir a integridade das mercadorias durante o transporte.

O estudo de caso em questão foi realizado em uma empresa americana, com sede no Brasil, que adquiriu uma grande transportadora brasileira e se tornou o maior grupo de transportes no país. Com 15 mil funcionários e atendendo mais de 5.300 localidades no Brasil, a multinacional hoje já conta com mais de 400 mil funcionários em todo o mundo e atua há 34 anos no transporte de cargas rodoviárias no país.

Mediante o rigoroso controle de dados e informações dessa multinacional, poucos dados quantitativos foram repassados, de forma que as informações coletadas foram

majoritariamente acerca das tecnologias e gestão de riscos, uma vez que os dados de roubos são confidenciais.

Entretanto, apesar da rigorosidade no repasse das informações, no estudo de caso da empresa foi possível identificar alguns padrões e informações interessantes sobre os setores mais impactados, sobre a gestão da segurança das cargas e das novas tecnologias implementadas na multinacional, principalmente no Brasil.

A maioria dos roubos de cargas se concentram na região sudeste, concentrando mais de 85% das ocorrências, sendo citado também que o transporte de eletrônicos, farmacêuticos e bebidas, assim como produtos de painéis solares, são uma grande preocupação do transporte em grandes rodovias no eixo Rio-São Paulo e nas regiões suburbanas do Rio de Janeiro.

Sobre o valor que a empresa negocia para o transporte, o tipo de contrato e a apólice de seguro acordado, a variável de segurança é fator vital. Em vista disso, a empresa utiliza de um banco de dados para mapear a probabilidade de ocorrências e os custos atrelados às probabilidades levantadas, de modo que são analisados o histórico e a contratação do motorista, o tipo de carga transportada, o local de entrega e as possíveis rotas a fim de realizar uma precificação onde o risco de roubo é levado em consideração diretamente.

Sobre as tecnologias utilizadas, a empresa apresenta um sistema desenvolvido internamente para gestão dos dados e terceiriza com uma empresa de tecnologia o acompanhamento das entregas em tempo real, metrificando o tempo de cada parada e de cada etapa da entrega, de forma a instituir um valor máximo em cada etapa para que quando esse valor seja ultrapassado a central de controle consiga ter a visualização em real-time. Essa tecnologia também define as melhores rotas levando em consideração evitar diretamente áreas de risco, considerando inclusive o risco para cada tipo de material transportado, e acompanha com cercas eletrônicas o caminho do motorista.

Utiliza-se também iscas eletrônicas a depender do valor e tipo de carga transportada e um sistema de telemetria, que contribui para identificação de padrões e trava o carro quando um *jammer* é identificado. Além da tecnologia utilizadas, foi relatado o uso da gestão de riscos em relação aos motoristas, de modo que é realizado um processo comportamental e de treinamento, onde os motoristas da companhia são treinados e acompanhados diariamente, de forma que a empresa consiga preparar os motoristas para situações adversas e identificar padrões de comportamento através dos processos e dados de possíveis motoristas mal-intencionados.

5.3. Empresa de tecnologia em rastreamento

O rastreamento via satélite foi inicialmente utilizado na guerra do golfo, tornando possível o acompanhamento em tempo real da localização dos veículos. Após alguns anos, a tecnologia de rastreamento começou a ser utilizada para o viés de segurança dos veículos e cargas, principalmente no Brasil com a crescente onda de roubos de cargas no final da década de 90.

Mediante o avanço da tecnologia e paralelamente o crescente número de roubos de cargas, em números absolutos e valores roubados, uma empresa brasileira de um grande competidor da Fórmula 1 abordou de maneira pioneira o uso de tecnologia para a segurança e deu início a um grande mercado de tecnologia em rastreamento de cargas e veículos no país.

No cenário atual, as tecnologias de logística 4.0 na área de transportes estão sendo desenvolvidas cada vez mais por essas empresas, embarcando a tecnologia nos caminhões e cargas e gerando uma imensa base de dados para a tomada de decisão rápida e assertiva de forma corretiva e para o planejamento e mitigação de riscos de forma preventiva. Tais empresas usam diferentes tecnologias, muitas vezes atuam em variados nichos de carga e em diversas regiões do Brasil com o mesmo objetivo de utilizar os avanços tecnológicos para combater o roubo de cargas no país.

Dentre as novas tecnologias e as tecnologias utilizadas posteriormente à pandemia, marco de renovação do setor de segurança de cargas da empresa, estão a predição por meio de inteligência artificial, o avanço no combate ao jammers, o acompanhamento detalhado do motorista e a gestão inteligente de dados.

5.3.1 Estudo de caso 4

O primeiro estudo de caso foi realizado com uma empresa focada em tecnologia de rastreamento para otimização de rotas e segurança das cargas. A empresa foi fundada em Recife e inicialmente desenvolvia softwares direcionados para problemáticas de clientes, por meio disso, em 2010 surgiu uma demanda de uma grande transportadora para rastrear os seus pedidos de forma mais barata e rápida, além dos rastreadores nos caminhões que já eram utilizados.

Dessa forma, criou-se a solução de acompanhamento de cargas via mobile que, mediante o sucesso, direcionou os esforços da empresa para aprimorar e vender a solução como um produto. A partir disso, foram desenvolvidas estratégias para integrar novas tecnologias como cerca eletrônica, acompanhamento de paradas, gerenciamento do tempo de entrega e gestão em tempo real dos indicadores que moldaram o produto para combater possíveis roubos e gerir e melhorar os indicadores de transporte. Atualmente, são acompanhados através desse produto mais 1 milhão de entregas de distribuidoras, indústrias e transportadoras em todos os Estados do Brasil.

Apesar da maioria dos pedidos acompanhados serem na região Nordeste, cerca de 70% das ocorrências atreladas a furto e roubo de cargas são no Sudeste do país. Dito isso, na realização da roteirização foi utilizado um banco de dados externo sobre as estradas e trechos mais comuns em relação ao roubo de cargas integrado banco de dados do histórico da empresa, portanto tais trechos são ou completamente evitados ou destacados como possível área de risco para a definição das rotas.

O custo do acompanhamento por viagem é em média R\$0,89, não variando de acordo com localidade, uma vez que a tecnologia é instalada no celular de propriedade e responsabilidade do seu cliente. No entanto, apesar do custo não ser maior, a definição das rotas, rigorosidade do rotograma, da cerca eletrônica, do tempo de entrega e do custo mínimo para acompanhamento de escolta são completamente parametrizáveis de acordo com o tipo da carga ou região de transporte. As cargas de eletrônicos, por exemplo, foram ressaltadas como as mais visadas por quadrilhas, logo é aplicada uma maior rigorosidade nesses aspectos.

Na visão do gestor da empresa, a principal tendência tecnológica para transformar o segmento das empresas de tecnologia no rastreamento de transporte é a inteligência artificial, seja para a agilidade no desenvolvimento de novas *features* incrementais, seja para mudanças mais disruptivas de integração de câmeras, rastreadores e padrões do motorista e caminhão para identificar em tempo real possíveis ocorrências. Dito isso, as empresas que utilizarem de forma pioneira tal tecnologia devem moldar o rumo desse mercado.

Como a empresa estudada realizou uma grande transformação de um serviço específico para um produto, o gestor acredita que por meio do uso do Big Data e visualizações já existentes na empresa com inteligência de predição de riscos, seja possível minimizar cada vez mais o número de ocorrências identificando padrões e tornando o acompanhamento das entregas mais vantajoso para seus clientes.

5.3.2 Estudo de caso 5

O segundo estudo de caso é um com uma empresa pernambucana, com sede também em São Paulo, que surgiu em 2013 e se destaca como uma das pioneiras em tecnologia na gestão de segurança no Nordeste. Surgindo com foco em escolta armada para cargas de alto valor agregado, a empresa criou um braço para acompanhamento das cargas em tempo real, realizando assim a gestão completa da segurança do transporte.

Com a missão de garantir a excelência na gestão da segurança com tecnologia, a empresa apresenta 4 serviços no seu portfólio, visando assim compreender toda a segurança da carga dos seus clientes. O primeiro serviço é de auditoria e consultoria na área de segurança, com foco em sistemas eletrônicos e segurança patrimonial. Outro serviço é o moto acompanhamento das entregas e a pronta resposta, com uma rede de apoio em caso de perda de sinal de rastreamento e sinistros. O terceiro serviço é a gestão da escolta armada por meio de um software e centro de controle operacional em tempo real. E, por fim, o principal foco da empresa é a tecnologia de acompanhamento de entregas e paradas, com câmeras, *check points* de entrega e acompanhamento em torre de controle.

Com maioria de clientes no Nordeste, em especial em Pernambuco, a maior parte dos sinistros também acontecem em Pernambuco, principalmente na fronteira com a Bahia no interior do Estado e na BR-232. Formando assim trechos de rodovias que são destacados com cerca eletrônica no seu sistema e que tornam a escolta armada também mais custosa, dado que o tipo de carga e rotas de entrega são fatores levados em consideração na precificação do serviço de escolta armada.

O custo do sistema de rastreamento, no entanto, não varia de acordo com a localidade das entregas, sendo definido por uma tabela de acordo com o número de entregas, podendo variar entre R\$1,20 até R\$0,75 por entrega, a depender do volume do cliente.

Sobre as escoltas de carga, normalmente existe um padrão para que os clientes contratem a empresa para esse serviço, ou seja, padrões de maiores riscos onde as empresas necessitam de um acompanhamento mais de perto, tais padrões consistem em viagens no Sudeste ou interior do Nordeste, cargas acima de R\$200.000,00 na maioria dos casos e produtos como materiais de energia solar e eólica, bauxita, barrilha, eletrônicos e farmacêuticos são os mais comuns.

Já sobre as tecnologias utilizadas estão presentes principalmente o acompanhamento via GPS, *bigdata* para acompanhamento inteligente e em tempo real dos dados de entrega, videomonitoramento e inteligência na gestão de riscos, que no caso focam no processo de

entrega, isto é, controle dos horários de entrada e saída com *check lists* do veículo, *check points* em paradas, rotogramas destrinchando todo o processo de transporte e foto para confirmação de entregas.

5.4 Discussão dos resultados

Analisando sobre os 5 estudos de caso anteriores, vale realizar um paralelo entre os estudos de caso das empresas do mesmo setor e entre setores diferentes. Sobre as gerenciadoras de risco e seguradoras, as duas empresas apresentam um grande share do mercado, apresentando tamanho semelhante e estratégias também parecidas. Enquanto na primeira empresa estudada, 80% dos roubos eram na região sudeste, no segundo estudo de caso 85% dos roubos eram nessa região, enquanto a proporção das outras regiões também é parecida, demonstrando um padrão entre as empresas e uma correlação com os dados obtidos no mercado, uma vez que segundo a NTC e Logística (2020), 81,33% das ocorrências registradas foram no Sudeste.

Em relação às cargas mais visadas houve alguns pontos que não foram citados pelas duas, como produtos de painéis solares e produtos farmacêuticos, por exemplo. No entanto, fica claro que eletrônicos e produtos alimentícios são o principal foco das quadrilhas. No gerenciamento de riscos, fica claro também um padrão utilizado tanto no treinamento e verificação do histórico do motorista, quanto na análise de rotas e definição de rotogramas, bem como na precificação, onde ambas empresas levam em consideração a rota e o produto transportado.

Nesse setor, a principal diferença entre os estudos de caso diz respeito às tecnologias utilizadas. Apesar de ambas utilizarem rastreamento e combaterem os *jammers*, a empresa do primeiro estudo de caso foca bastante no acompanhamento em tempo real e tomada de decisão imediata, enquanto a segunda empresa direciona mais esforços de tecnologia no processo anterior à entrega, que diz respeito à escolha dos motoristas, com pesquisas de vitimologia e histórico de dados, e na definição das rotas estratégicas, com cercas eletrônicas e uma ampla base de dados do histórico de furtos anteriores.

No caso das transportadoras, houve uma dificuldade no alcance de dados estratégicos, mas também ficou claro o consenso com informações coletadas nos outros estudos de casos e na literatura, como o uso de uma grande base de dados, ou seja, de uma Big data para análise

de informações e tomada de decisão, conforme Govindan et al. (2018) publicou. Também o consenso com dados de mercado como a crescente utilização de cercas eletrônicas e do relevante número de ocorrências no eixo Rio-São Paulo.

Já sobre as empresas de tecnologia em rastreamento, assim como nesse mercado em geral, cada empresa apresenta um foco específico, no caso da primeira entrevistada o sistema da empresa tem grande aperfeiçoamento na parte de roteirização inteligente e tecnologia de torre de controle, enquanto a empresa referente ao segundo estudo de caso do setor apresenta bastante enfoque na tecnologia de rastreamento e no seu produto de escolta e parada automática.

Já sobre as tecnologias utilizadas pelas empresas analisadas e as tecnologias citadas na literatura existem tanto pontos em comum, quanto algumas divergências entre a prática e a literatura, a figura abaixo apresenta uma comparação entre os pontos levantados pelos autores citados nesse trabalho e as empresas de tecnologia em rastreamento analisadas.

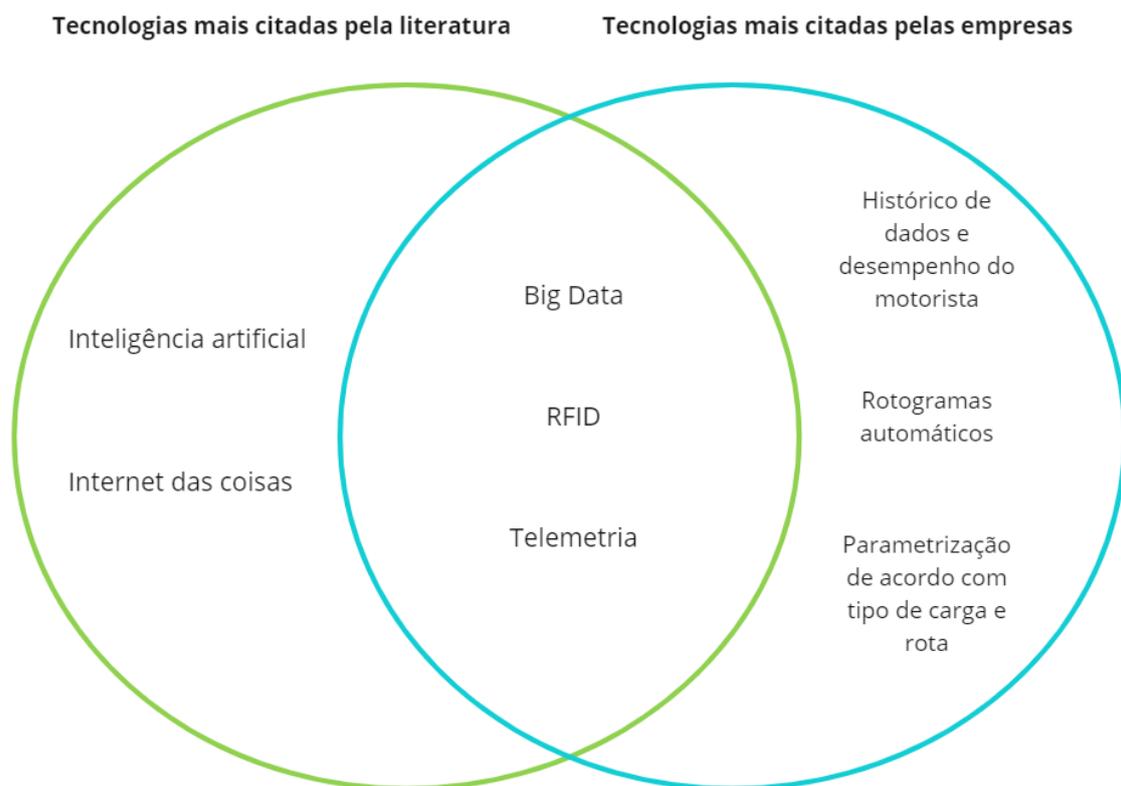


Figura 4: Comparação entre tecnologias mais citadas pela literatura e pelas empresas

Fonte: Este trabalho (2023)

Dada a tabela, fica claro que as tendências no geral estão sendo seguidas, como o Big Data, telemetria e inteligência artificial, porém o desenvolvimento dessas tecnologias pelas empresas varia bastante de acordo com o enfoque de cada uma e com a realidade bastante complexa do mercado, conforme visto no cenário de adaptação das tecnologias de roteirização de acordo com o tipo de carga transportada.

Por fim, vale também uma comparação entre os players que são mais impactados pelo roubo de cargas entre os três segmentos diretamente envolvidos com o transporte e segurança.

Segmento / Maiores riscos	Gerenciadora de Riscos e Seguradora	Transportadora	Empresa de tecnologia em rastreamento
Região com maior número de roubos	- 80-85% dos roubos no Sudeste	Sudeste concentrando mais	70% dos roubos entre Rio-SP e

	- Interior de Pernambuco e Bahia com riscos	de 85% das ocorrências	concentração no interior de PE nos casos no Nordeste
Tipos de cargas mais visadas	Farmacêuticos, eletrônicos, tabaco e alimentos.	Eletrônicos, tabaco, farmecêuticos, alimentos e materiais para produção de energia solar	Eletrônicos, produtos para materiais para a produção de energia solar e eólica, além da barrilha

Tabela 4: Sintetização dos players que mais sofrem com roubo de carga

Fonte: Este trabalho (2023)

A partir desses dados, fica claro um padrão citado entre os players que mais tendem a sofrer com o roubo de carga no Brasil, sendo a região sudeste a mais perigosa, principalmente os estados de São Paulo e Rio de Janeiro, com destaque também para a BR-116 e a SP-330 como rodovias de alto risco. Entre as cargas mais visadas, eletrônicos, alimentos e tabaco se destacam, porém vale também ressaltar o crescente aumento de roubos de cargas de insumos fotovoltaicos.

Portanto, por meio das informações levantadas, é possível destrinchar o alcance dos objetivos com os dados coletados, ou seja, há uma clareza dos players que mais sofrem com os furtos de cargas como demonstrado na tabela 4, há também uma visão clara das tecnologias utilizadas e da principal inovação a ser adotada pelas empresas que é a inteligência artificial, conforme é possível visualizar na figura 4.

Fica evidente também o auxílio das tecnologias no combate ao roubo de cargas, desde a etapa anterior ao transporte, com a análise de dados dos motoristas e planejamento das rotas levando em consideração o histórico de ocorrências nas rodovias, até o acompanhamento em tempo real do transporte, com tecnologias como a cerca eletrônica, torre de controle e acompanhamento de paradas.

No geral, as tecnologias também variam quanto ao foco da empresa, para gerenciadoras de risco e seguradoras, todas as tecnologias preparação e planejamento antes do transporte são de extrema valia, já para as transportadoras o acompanhamento em tempo real e classificação dos motoristas apresenta uma importância ainda maior. Nesse caso, fica claro também que o uso conjunto das tecnologias durante todas as etapas de transporte

consegue contribuir de forma complementar a fim de minimizar os riscos de roubos de cargas.

Por fim, comparando o uso de tecnologia pelas empresas demonstrado nos estudos de caso com as informações coletadas na revisão da literatura, também fica evidente a confusão de transportadoras acerca do gerenciamento de riscos, visto que tal gestão deve ser contínua e abrange processos além da supervisão e acompanhamento das cargas. Conforme relatado no estudo de caso, existe um foco considerável desse setor no acompanhamento da carga, mas não na abordagem preventiva antes da viagem.

6. Conclusões e sugestões para futuros trabalhos

O presente capítulo tem como finalidade apresentar a conclusão da pesquisa realizada, na qual serão analisados os principais resultados e a motivação que impulsionou a condução deste estudo. Além disso, serão destacadas as limitações às quais este trabalho está sujeito e o impacto do trabalho, bem como sugeridas possíveis áreas de estudo futuro que possam preencher as lacunas geradas pelas limitações mencionadas anteriormente.

O estudo foi motivado após uma conversa com um ex-diretor de transportadora que citou o grande número de furtos de carga no Brasil e a comparação dos índices do país com países desenvolvidos, nessa conversa também foram citados os avanços tecnológicos e o impacto das novas tendências de combate ao roubo de cargas.

A partir disso, foi realizado um estudo prévio para compreender o contexto do roubo de cargas no país e as novas tecnologias logísticas que possibilitou a definição dos objetivos do projeto de identificação dos players que mais sofrem com essa problemática, descoberta de uma nova tecnologia com aplicação viável no país e entendimento do impacto e retorno desses investimentos. Logo, através do entendimento dos segmentos que estão envolvidos com a segurança das cargas, realizou-se 5 estudos de caso coletando informações para o alcance dos objetivos do estudo.

Entre os principais resultados do estudo, é válido ressaltar a identificação clara dos players que mais tendem a sofrer com o roubo de cargas, destrinchando em relação ao tipo de carga, rotas realizadas e região de transporte, de modo que com a conjuntura dos dados obtidos nos estudos e dos dados de mercado fique claro um padrão de perfil visado pelos assaltantes.

Outro resultado significativo alinhado com os objetivos foi a identificação de novas tecnologias e tendências de mercado, além da comparação entre o desenvolvimento teórico das inovações na literatura e no mercado, de forma que ficou claro a adaptação de algumas tecnologias citadas para a complexidade prática do mercado e a ainda baixa adoção pelas empresas da principal tendência de estudos na área de inovação que é a inteligência artificial.

Portanto, podemos destacar como principais impactos do trabalho o encontro do padrão de cargas, rodovias e regiões que centralizam o maior número de roubo de carga, da identificação da principal tendência de inovação no combate ao roubo de cargas e da sintetização do trabalho dos 3 principais segmentos de empresas que permeiam a segurança e transporte das cargas rodoviárias. Logo, por meio dos fatores citados acima, é possível

investir de forma certa nas tecnologias emergentes, compreender e revisar as boas práticas das empresas dos três segmentos e realizar ações preventivas dado o conjunto de informações acerca dos players que mais sofrem com o roubo de cargas no país.

6.1 Considerações finais

O trabalho em questão conseguiu demonstrar o impacto do roubo de carga através da literatura e dos estudos de caso, identificar os três principais atores envolvidos com o transporte e segurança das cargas e realizar um estudo de caso com tais atores. Diante desse estudo, foi possível identificar os players que mais sofrem com o roubo de cargas, levantar as tecnologias mais utilizadas, entender o gerenciamento de riscos na segurança de cargas e compreender as principais tendências tecnológicas. Além disso, realizou-se a sintetização dos dados coletados e a comparação entre a literatura e os estudos de caso para identificar os pontos teóricos que não estavam sendo tão bem desenvolvidos e os pontos práticos que são pouco abordados nos estudos teóricos.

Houve duas principais dificuldades no trabalho que interferiram no alcance total dos objetivos definidos. A primeira e principal diz respeito ao acesso de dados quantitativos acerca dos custos de roubo de cargas no geral e por tipo de carga transportada, dessa forma o entendimento quantitativo do retorno sobre investimento das tecnologias foi impossibilitado, uma vez que as empresas as quais o estudo de caso foi realizado apresentam confidencialidade sobre tais informações.

Outra considerável dificuldade foi o baixo número de informações na literatura a respeito das novas tecnologias no combate ao roubo de cargas, isto é, poucos estudos foram realizados no setor visto que tal problema é concentrado em poucos países. Portanto, para ampliar as informações acadêmicas coletadas sobre as inovações no combate ao roubo de carga, buscou-se pesquisas mais generalistas a respeito dessas tecnologias no universo logístico, sendo possível entender e associar o uso dessas tecnologias no combate ao roubo de cargas no Brasil.

Por fim, sobre as limitações do trabalho, vale destacar que o estudo de caso foi realizado com apenas 5 empresas dos três segmentos, sendo essa uma parcela pequena para o número de empresas que atuam no Brasil. Portanto, houve a limitação de representar todas as empresas dos três setores no que tange ao entendimento do roubo de carga e seu enfrentamento.

6.2 Sugestões para trabalhos futuros

O estudo atual pode servir como embasamento direto para o entendimento do contexto e impacto do roubo de cargas no país, da compreensão mais generalista sobre as novas tecnologias para a segurança de cargas e da estruturação de um estudo de caso com empresas no setor. Dois aprofundamentos são interessantes sugestões para novos trabalhos sobre o tema, o primeiro acerca da análise do impacto financeiro e do retorno sobre o investimento das tecnologias por meio de uma análise mais quantitativa.

Já outra sugestão seria o entendimento mais profundo acerca da inteligência artificial, principal tendência de inovação não só no setor logístico, como também na indústria 4.0, uma vez que tal tecnologia ainda não foi difundida no mercado e seu potencial pode transformar o cenário do roubo de cargas no Brasil através da predição, análise inteligente de dados e integração inteligente com o caminhão possibilitado pela inteligência artificial.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Lei complementar nº 121, 9 de fev. 2006. Sistema Nacional de Prevenção, Fiscalização e Repressão ao Furto e Roubo de Veículos e Cargas, Brasília, fev. 2006. Disponível em https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/LCP/Lcp121.htm, Acesso em 13 de setembro de 2022.

BRASIL. Lei nº 13/804, 10 de jan. 2019. Medidas de prevenção e repressão ao contrabando, ao descaminho, ao furto, ao roubo e à receptação, Brasília, Jan. 2019. Disponível em https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2019/Lei/L13804.htm, Acesso em 9 de agosto de 2022.

ABUD, Rodrigo. Grupo Tracker prevê crescimento de 15% em 2022. **Tecnológica**, São Paulo, 10 de Março de 2022. Disponível em <https://tecnologica.com.br/categoria/desempenho/grupo-tracker-preve-crescimento-de-15-em-2022>, Acesso em 10 de agosto de 2022.

MALLMAN, Daniela. Roubo de cargas no Brasil voltou a crescer em 2021. **CNN**, Belo Horizonte, 18 de Abril de 2022. Disponível em <https://www.cnnbrasil.com.br/business/roubo-de-cargas-voltou-a-crescer-no-brasil-em-2021-diz-associao/>, Acesso em 9 de agosto de 2022.

MARIA, Rita. Soluções aliadas contra o roubo de cargas. **SETCESP**, São Paulo, 01 de Dezembro de 2021. Disponível em <https://setcesp.org.br/noticias/solucoes-aliadas-contra-o-roubo-de-carga/>, acesso em 8 de Fevereiro de 2023.

MUNHOL, Luiz. Mix Telematics aposta no crescimento do mercado de telemetria no Brasil. **LogWeb**, São Paulo, 1 de Abril de 2015. Disponível em <https://www.logweb.com.br/mix-telematics-aposta-no-crescimento-do-mercado-de-telemetria-no-brasil/>, Acesso em 25 de julho de 2022.

SISTEMA. NTC divulga o relatório anual de roubo de segurança cargas no Brasil. **NTC e Logística**, 22 de Dezembro de 2022. Disponível em <https://www.portalntc.org.br/panorama-nacional-roubo-furto-de-cargas-2021/>, acesso em 8 de Fevereiro de 2023.

HOLL, A; MARIOTTI; L. Highways and firm performance in the logistics industry, **Journal of transport geography**, Vol 72, pp.10. 2018

NASSIF A et al. Economic development and stagnation in Brazil (1950-2011), **Structural change and Dynamic**, Vol. 53, pp 1-15, 2020

NERING, E; FEGER, J. Fatores de competitividade de Trens Turísticos no Brazil, Podium Sport, **Leisure and Tourism review**, Vol 8, pp.81-97, 2019

HUERTAS, D.M.. **Território e circulação: Transporte Rodoviário de Cargas no Brasil**. 1ed. São Paulo. Unesp, 2018

GAMEIRO, A.H. A demanda por seguro e roubo de cargas no transporte rodoviário brasileiro, **Agroindustrial Logistics**, vol 29, pp 445-462. 1999

BALLOU, Ronald H. **Logística Empresarial**. São Paulo, SP: Atlas S.A., 2015.

GIL, A.C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 2. ed. SP: Atlas, 1991.

CAUCHICK MIGUEL, P.A. (org.). **Metodologia de Pesquisa em Engenharia de Produção e Gestão de Operações**. 2ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011

BORDIN, Estefânia. **Análise das Empresas Transportadoras de Cargas com Ênfase na Tecnologia de Rastreamento**, COPPEAD, Rio de Janeiro, 2008.

OLIVEIRA. L; NASCIMENTO. C; SOUSA. P; RESENDE. P; SILVA. F. Transport Service Provider Perception of Barriers and Urban Freight Policies in Brazil. **Sustainability (Basel, Switzerland)**, Vol.11 (24), p.6890, 2019

GOMEZ. D; VITORIA. C; LLERENA. S; TINOCO, N. IoT Cargo Weight Tracking System for Supply Chains. **Computational logistics**. Vol 6 , pp.365-379, 2017

TSANG. Y; CHOY. K; WU. C; HO. G; LAM. H; KOO. P. An IoT-based cargo monitoring system for enhancing operational effectiveness under a cold chain environment. **International Journal of engineering business management**, vol.9, 2017

HIARI. O; ABOU-TAIR, D; ABUSHAIKA. D. An IoT-Based Virtual Addressing Framework for Intelligent Delivery Logistics. **Informartion Science and Application**, Vol 424 , pp.698-705, 2017

ARUMUGAN. S. IOT Enabled Smart Logistics Using Smart Contracts 8TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON LOGISTICS, INFORMATICS AND SERVICE SCIENCES (LISS), **Proceedings**, 2018

LIU. S; ZHANG. G; WANG. IoT-enabled Dynamic Optimisation for Sustainable Reverse Logistics 25TH CIRP LIFE CYCLE ENGINEERING (LCE) CONFERENCE 69, **Proceedings**, pp.662-667, 2018

BORGI. T. Big Data for Operational Efficiency of Transport and Logistics : A Review 6TH IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON ADVANCED LOGISTICS AND TRANSPORT (ICALT). **Proceedings**, pp.113-120, 2018

GOVINDAN. K; CHENG. T; MISHRA. N; SHUKLA. N. Big data analytics and application for logistics and supply chain management. **Transportation research part E-logistics and transportation review**, Vol 114, pp.343-349, 2018

WU. L; XU. D. LI. K; XIAO. W; GONG. Y. The revolutionary change of Big Data on intelligent logistics
SECOND TARGET RECOGNITION AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE SUMMIT FORUM , **Proceedings**, 11427. 2020

MIKAVICA. B; KOSTIC. A; DOGATOVIC. B. Big Data: Challenges and Opportunities in Logistics Systems, 2ND LOGISTICS INTERNATIONAL CONFERENCE, **Proceedings**, pp.185-190. 2015

AYED. A; HALIMA. M; ALIMI. A. Big Data Analytics for Logistics and Transportation, 4TH IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON ADVANCED LOGISTICS AND TRANSPORT (ICALT), **Proceedings**, pp.286-291. 2015

BUJAK. A; BORZEL. A; MILER. K. Telematics of Supply Chain - Areas, Opportunities, Challenges. **Telematics - Support for Transport**, Vol 471 , pp.185-195. 2014

SUKALOVA. V; CENIGA. P. Application of the Theory of Constraints Instrument in the Enterprise Distribution System. **Procedia economics and finance**, Vol.23, p.134-139. 2015

CAO. Q; MACKENZIE. P; SALVO.J 2019 Mining trips from telematics dataset for value-added logistics applications in asset tracking systems. INTERNATIONAL CONFERENCE ON SERVICE OPERATIONS, **Proceedings**, Logistics and Informatics, p.135-139. 2019

LIU. F; ZUO. Y; LIAO. W. Standard System Framework of RFID Application in Logistics. **Third International Symposium On Intelligent Information Technology Application**, Vol 3, p44+, 2009

YANG. M; LUO. J; LU. S. A Novel Multilayered RFID Tagged Cargo Integrity Assurance Scheme. **Sensors (Basel, Switzerland)**, Vol.15 (10), p.27087-27115. 2015

MCKINNEY. J; RADFORD. A; STACOPOULOS. A; AIFADOPOULOU. G; GIANNOPOULOS. G. The Business Value of Supply Chain Visibility and Monitoring. **Transportation research record**, Vol.2479 (1), p.86-92, 2015

YAVAS. V; OVEN. Y. Logistics centers in the new industrial era: A proposed framework for logistics center 4.0 Transportation research. Part E. **Logistics and transportation review**, Vol.135, p.101864, 2020

CIMINI. C; LAGORIO. A; ROMERO. D; CAVALIERI. S; STAHR. J. Smart Logistics and The Logistics Operator 4.0. **IFAC Papersonline**, Vol 53 (2) , pp.10615-10620, 2020

LORENC. A; KUZNAR. M. An Intelligent System to Predict Risk and Costs of Cargo Thefts in Road Transport. **International journal of engineering and technology innovation**, Vol.8 (4), p.284, 2018

EKWALL. B; LANTZ. D. Seasonality of cargo theft at transport chain locations. **International journal of physical distribution & logistics management**, Vol.43 (9), p.728-746, 2013

REPOLHO. H; MARCHESI. J; JUNIOR. O; BEZERRA. R. Cargo theft weighted vehicle routing problem: modeling and application to the pharmaceutical distribution sector. **Soft computing (Berlin, Germany)**, Vol.23 (14), p.5865-5882, 2018

PRADO. J; PEINADO. J; GRAEML. A; Perception of the benefits of using tracking systems by trucking companies. **Brazilian business review (Portuguese ed.)**, Vol.7 (2), p.1-18, 2010

SEUFITELLI. C; HENRIQUE. D; ROSA. S; CARVALHO. R. 2009. Tecnologia RFID e seus benefícios. **Vértices (Campos dos Goytacazes)**, Vol.11 (1), p.19-26, 2009

GALEGALE. N; SILVA. F; SIMOES. E; AZEVEDO. M; PINTO. R; JUNIOR. R. The maturity level of information technology management to support innovation within research and development (R&D) centers in Brazil. **Independent Journal of Management & Production**, Vol.7 (1), p.121, 2016

HUK. K; KUROWSKI. M. Innovations and new possibilities of vehicle tracking in transport and forwarding. **Wireless networks**, 2021, Vol.28 (1), p.481-49, 2021

HAZEN. B; BYRD. T. Toward creating competitive advantage with logistics information technology. **International journal of physical distribution & logistics management**, Vol.42 (1), p.8-35, 2010

SANTA. H ; ASSUMPCÃO. P; Oliveira. C. Uma perspectiva colaborativa da cadeia de suprimentos para apoiar a indústria 4.0. **Revista produção online**, Vol.19 (2), p.694-721, 2019

CORREA, J; BARROS, M; SAMPAIO, R. An exploratory study on emerging technologies applied to logistics 4.0, **Gestão & Produção**, Vol.27, 2020