

CENTRO UNIVERSITÁRIO FEI
BEATRIZ TORRES SILVA

**FATORES QUE AFETAM O ROUBO DE CARGAS NO LAST MILE DO
COMÉRCIO ELETRÔNICO**

São Bernardo do Campo

2019

BEATRIZ TORRES SILVA

**FATORES QUE AFETAM O ROUBO DE CARGAS NO LAST MILE DO
COMÉRCIO ELETRÔNICO**

Trabalho de dissertação apresentado ao Centro Universitário FEI, como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Mestre em Engenharia Mecânica. Orientado pelo Prof. Dr. Mauro Sampaio.

São Bernardo do Campo

2019

Silva, Beatriz Torres.

Fatores que afetam o roubo de cargas no last mile do comércio eletrônico / Beatriz Torres Silva. São Bernardo do Campo, 2019.
76 p. : il.

Dissertação - Centro Universitário FEI.

Orientador: Prof. Dr. Mauro Sampaio.

1. Roubo de carga. 2. Análise multivariada. 3. E-commerce. 4.
Gerenciamento de risco logístico. I. Sampaio, Mauro, orient. II. Título.

Aluno: Beatriz Torres Silva

Matrícula: 217303-7

Título do Trabalho: Fatores que afetam o roubo de cargas no last mile do comércio eletrônico.

Área de Concentração: Produção

Orientador: Prof. Dr. Mauro Sampaio

Data da realização da defesa: 27/09/2019

ORIGINAL ASSINADA

Avaliação da Banca Examinadora:

São Bernardo do Campo, / / .

MEMBROS DA BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Mauro Sampaio

Ass.: _____

Prof. Dr. Dário Henrique Alliprandini

Ass.: _____

Prof. Dr. André Luís de Castro Moura Duarte

Ass.: _____

A Banca Julgadora acima-assinada atribuiu ao aluno o seguinte resultado:

APROVADO

REPROVADO

VERSÃO FINAL DA DISSERTAÇÃO

**APROVO A VERSÃO FINAL DA DISSERTAÇÃO EM QUE
FORAM INCLUÍDAS AS RECOMENDAÇÕES DA BANCA
EXAMINADORA**

Aprovação do Coordenador do Programa de Pós-
graduação

Prof. Dr. Rodrigo Magnabosco

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Finance Code 001.

AGRADECIMENTOS

A toda minha família, especialmente ao meus pais. Agradeço ao esforço diário, ao amor dedicado e por estarem sempre ao meu lado. Mesmo sem concluir seus estudos me ensinaram o valor da educação e o seu poder transformador. A minha vitória, será eternamente nossa!

A meu marido, pela compreensão, ajuda e motivação. Sempre um grande companheiro de todas as horas.

Agradeço ao Prof. Dr. Mauro Sampaio por acreditar neste trabalho, por compartilhar conhecimento, pela paciência, dedicação e pelo incentivo para a conclusão desse projeto. As muitas horas de trocas de experiência e ideias agora estão consolidadas neste trabalho.

Aos professores doutores do programa de mestrado: Ana Paula Vilas Boas Viveiros Lopes, Alexandre Augusto Massote, Dário Henrique Alliprandini, Cláudia Aparecida de Mattos, João Chang Junior e Wilson de Castro Hilsdorf, por todo o conhecimento compartilhado dentro e fora das salas de aula.

Aos profissionais da empresa de estudo, pela atenção e disponibilização da sua base de dados, sem a qual não seria possível a realização deste trabalho.

Ao Centro Universitário FEI, pela infraestrutura excepcional e disponibilidade de recursos ofertada para o desenvolvimento dessa dissertação.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), sem o qual esse trabalho não teria sido possível.

“Cada pessoa deve trabalhar para o seu aperfeiçoamento e, ao mesmo tempo, participar da responsabilidade coletiva por toda a humanidade.”

Marie Curie

RESUMO

Recentemente, uma etapa em especial do comércio eletrônico tem chamado atenção dos profissionais da logística: o Last Mile, em português, entrega de última milha, que se refere ao transporte da mercadoria para o destinatário final. Essa etapa é de extrema importância e decisiva para a experiência do cliente, pois é quando o consumidor avaliará o tempo de entrega e as condições em que a encomenda chegou. Dessa forma, o last mile é fundamental para uma loja virtual, tendo em vista ser a etapa na qual o lojista mostrará a qualidade do serviço. Contudo, além das características intrínsecas da atividade que a torna a mais complexa de todo o processo de transportes, em países emergentes, como o Brasil, há ainda a importante questão no que tange à segurança das cargas movimentadas. Embora o roubo de carga tenha se tornado um dos aspectos mais importantes no gerenciamento logístico, poucos estudos conseguiram resolver essa questão por meio de análises de negócios, sobretudo em economias emergentes. Assim, o objetivo deste estudo empírico é analisar as relações existentes entre o valor sinistrado e diversas variáveis independentes por meio da exploração de dados históricos do maior varejista on-line do mercado brasileiro. Os resultados empíricos da análise multivariada revelam que valor e quantidade embarcada, horário, uso de terceiro e ausência de escolta são fatores-chave por trás da gravidade do roubo de carga. Além disso, as empresas com dados podem utilizar o modelo de gerenciamento de risco desenvolvido para roubo de carga no intuito de identificar as variáveis relevantes; ou aquelas que não possuem dados podem empregar as estratégias de mitigação desenvolvidas.

Palavras-chave: Roubo de carga. Análise multivariada. E-commerce. Gerenciamento de risco logístico.

ABSTRACT

Recently, one particular issue has captured the attention of logistics professionals: the last mile which refers to the transportation of goods to the final receiver. This step is extremely important and decisive for the customer experience, because it is when the consumer will evaluate the delivery time and the conditions under which the order arrived. Given that, it is clear how much the last mile is fundamental for a virtual store, because it is the stage in which the retailer shows its service quality. However, in addition to the intrinsic characteristics of the activity that makes it the most complex of the entire transport process, in emerging countries such as Brazil, there is still the important issue regarding cargo safety. Although cargo theft has become one of the most important aspects of logistics management, few studies have tackled the issue through business analysis, especially in emerging economies. Thus, the purpose of this empirical study is to analyze the relationship between loss severity and several independent variables by exploring historical data from the largest online retailer in the Brazilian market. The empirical results of the multivariate analysis reveal that value and quantity shipped, time, third party operations, and the absence of security guards are key factors behind the seriousness of cargo theft. In addition, data companies can use the risk management model developed for cargo theft to identify relevant variables, or those without data can apply the mitigation strategies developed.

Keywords: Cargo theft. Multivariate analysis. E-commerce. Supply chain risk management.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Estrutura da fundamentação teórica	18
Figura 2 – Modelos para gestão de risco na cadeia de suprimentos.....	22
Quadro 1 – Os efeitos de não incorporar segurança.....	24
Figura 3 – SCS: estrutura conceitual	25
Figura 4 – Processo simplificado de revisão da literatura.....	26
Figura 5 – Visualização de rede de documentos da literatura	27
Gráfico 1 – Artigos relevantes no tempo.....	28
Quadro 2 – Quantidade de publicação dos autores por Journals.....	29
Quadro 3 – Fatores que influenciam a segurança do transporte.....	30
Figura 6 – SCRMP para gravidade de roubo de carga	34
Quadro 4 – Os atributos e definições de dados de roubo de carga.....	36
Quadro 5 – Processamento de dados de roubo de carga.....	38
Quadro 6 – Transformação de dados de roubo de carga	39
Quadro 7 – Métodos de agrupamento	43
Gráfico 2 – Relação do valor carregado e o valor sinistrado.....	46
Gráfico 3 – Relação entre a hora da saída e da ocorrência com o valor sinistrado	47
Gráfico 4 – Relação da hora da ocorrência com o valor sinistrado.....	48
Gráfico 5 – Relação entre quantidade de remessa com o valor sinistrado	49
Gráfico 6 – Relação da empresa transportadora com o valor sinistrado	49
Gráfico 7 – Relação entre tipo de contratação e o valor sinistrado	51
Gráfico 8 – Relação da escolta com o valor sinistrado.....	51
Gráfico 9 – Relação da base de contratação e o valor sinistrado	52
Gráfico 10 – Perfil de agrupamento para as 5 variáveis com valores padronizados.....	55
Gráfico 11 – Perfil de agrupamento incluindo as variáveis adicionais	56
Quadro 8 – Características adicionais por grupo.....	57
Quadro 9 – Análise das hipóteses.....	58
Gráfico 12 – Relação entre o valor médio sinistrado por mês e por dia da semana.....	60
Figura 7 – Estratégias adotadas para prevenção de roubo.....	61
Figura 8 – Matriz valor sinistrado e frequência por microrregião.....	62

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Estatística descritiva dos dados escalares de roubo de carga	37
Tabela 2 – Coeficientes da regressão múltipla para variável dependente: valor sinistrado	44
Tabela 3 – Relatório de análise de variância para regressão	45
Tabela 4 – Resumo do modelo	45
Tabela 5 – Resultado correlação de Pearson	53
Tabela 6 – Solução final para a análise não hierárquica de K-means	54
Tabela 7 – Resultado da análise de variância (ANOVA) para agrupamento	55
Tabela 8 – O roubo de carga da última milha por microrregião.....	59
Tabela 9 – O roubo de carga da última milha por estado	59

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	PROBLEMA	15
1.2	QUESTÃO DE PESQUISA	15
1.3	OBJETIVO	16
1.4	JUSTIFICATIVA	16
1.5	MÉTODO	17
1.6	ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	17
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	18
2.1	ENTREGA DE ÚLTIMA MILHA.....	18
2.2	GERENCIAMENTO DE RISCO.....	20
2.2.1	Estratégias de Gerenciamento de Riscos	20
2.2	SEGURANÇA NA CADEIA DE SUPRIMENTOS.....	23
2.3	ROUBO DE CARGA.....	25
2.3.1	Roubo de Carga - Contextualização	29
2.3.2	Panorama de Roubo de Carga no Brasil.....	31
3	METODOLOGIA.....	34
3.1	COLETA DE DADOS	34
3.2	TRANSFORMAÇÃO DE DADOS	38
3.3	HIPÓTESES	39
3.4	MÉTODO DE ANÁLISE.....	41
3.4.1	Regressão Múltipla	41
3.4.2	Análise de Agrupamento	42
4	RESULTADOS	44
4.1	MODELO DE REGRESSÃO	44
4.2	ANÁLISE DE AGRUPAMENTO	52
4.2.1	Análise Hierárquica	53
4.2.2	Análise Não Hierárquica	54
4.3	DISCUSSÃO	57
4.3.1	Práticas Atuais de Mitigação	61
4.3.2	Novas Estratégias de Mitigação	63

5	CONCLUSÃO.....	65
5.1	LIMITAÇÕES.....	66
5.2	OPORTUNIDADES DE PESQUISA.....	66
	REFERÊNCIAS	68
	APÊNDICE A – ROTEIRO ENTREVISTA	74
	APÊNDICE B – PERCEPÇÕES DOS ENTREVISTADOS	75
	APÊNDICE C - DENDROGRAMA	76

1 INTRODUÇÃO

A entrega na última milha do comércio eletrônico é um importante tópico de pesquisa em Logística (NGUYEN *et al.*, 2019). Sob o ponto de vista do consumidor, a entrega de última milha é um aspecto crucial em sua decisão de compra (XING *et al.*, 2010). Da perspectiva dos varejistas on-line, essa etapa da operação é um problema, pois eles precisam ofertar uma variedade de opções de entrega a partir de diversas combinações de atributos, por exemplo: velocidade, horário e taxa de entrega (NGUYEN *et al.*, 2019). Essa fase é a mais complexa de todo o processo de transportes e eventuais interrupções podem ser devastadoras para a produtividade e lucratividade da organização (TUMMALA; SCHOENHERR, 2011). Nesse contexto, é imprescindível que as empresas identifiquem potenciais fatores de riscos, probabilidade e consequências para que desenvolvam planos de ação a fim de evitá-los, ou ao menos, mitigá-los (COLICCHIA; STROZZI, 2012; TUMMALA; SCHOENHERR, 2011).

Um dos temas centrais de pesquisa da gestão de riscos da cadeia de suprimentos (Supply Chain Risk Management - SCRM) inclui a definição e a categorização dos riscos, bem como a identificação de suas fontes, segmentadas em oito categorias relevantes. Manuj e Mentzer (2008) concentraram-se em quatro delas, especificamente associadas à cadeia de suprimentos: riscos de suprimento, de demanda, operacionais e de segurança.

A segurança da cadeia de suprimentos (Supply Chain Security - SCS) é reconhecida como uma parte importante na gestão de riscos e tem recebido maior atenção na literatura acadêmica e dos profissionais, principalmente desde o ataque de 11 de setembro e o tsunami no Japão (LAM; DAI, 2014; WILLIAMS; LUEG; LEMAY, 2008). O tópico específico sobre roubo de carga é importante, sobretudo, para os profissionais de logística e o desafio se torna ainda maior em economias emergentes (MEIXELL; NORBIS, 2011). A consequência mais direta é a perda de carga e seu respectivo impacto financeiro, porém, os danos causados vão além, como gastos operacionais com retrabalho, custos com novo frete, atrasos, a perda do nível de serviço, gerando, portanto, impactos negativos na reputação da empresa (WU; CHEN; TSAU, 2016; OLIVEIRA *et al.*, 2016). Apesar disso, o roubo de carga na maioria das vezes tem um status de baixa prioridade, sendo percebido como intrínseco ao negócio (EKWALL, 2009).

Segundo o JCC Annual Cargo Forum, divulgada pela Firjan (2017), o Brasil é classificado como o oitavo país mais perigoso para transporte de carga de uma lista de 57 países, à frente de nações em guerra e com conflitos civis.

A partir da análise de roubo de carga, os profissionais podem identificar quais circunstâncias logísticas têm maior probabilidade de desencadear incidentes e, assim, construir estratégias de segurança com maior efetividade. Embora a maioria das empresas possua esses dados, apresentam dificuldades em explorá-los (WU; CHEN; TSAU, 2016; WILLIAMS; LUEG; LEMAY, 2008).

1.1 PROBLEMA

Com base nos 34 artigos levantados sobre o tema roubo de carga, na base Scopus, observa-se que boa parte das pesquisas foca em soluções de segurança com o uso de sistemas e tecnologias inteligentes (Identificação por radiofrequência - RFID, Internet das Coisas - IoT, sensores, entre outros) para atuar no monitoramento da carga. Alguns estudos exploram o comportamento de roubo de cargas nas regiões da Europa, Oriente Médio e África (EKWALL, 2009; EKWALL; LANTZ, 2013; EKWALL; LANTZ, 2017). No entanto, raramente os trabalhos fornecem investigações empíricas com foco na identificação e avaliação das variáveis de roubo (WU; CHEN; TSAU, 2016), em especial, em países em desenvolvimento (DUARTE *et al.*, 2019).

Ao tratar especificamente sobre a entrega de última milha, ainda que várias contribuições tenham sido realizadas, a literatura é relativamente fragmentada. Abordam-se as estratégias, os modelos e políticas, baseando-se em pesquisas em países desenvolvidos (CASTILLO *et al.*, 2017). Ademais, especificamente sobre os desafios operacionais, a tendência identificada foi o foco em estudos sobre roteirização (ANDERSON; ALLEN; BROWNE, 2005).

Poucos trabalhos investigaram a estratégia de mitigação de roubo de carga no campo do gerenciamento do risco logístico por meio da análise de dados logísticos. Assim, o roubo de carga é um tópico oportuno, sobretudo na entrega de última milha em países emergentes.

1.2 QUESTÃO DE PESQUISA

Esta pesquisa pretende responder as seguintes questões: Quais fatores afetam o valor sinistrado em entregas de última milha no Brasil? Quais as estratégias de mitigação recomendadas?

1.3 OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é investigar o fenômeno “roubo de carga” em entregas de última milha no comércio eletrônico, identificar os fatores que explicam o valor sinistrado (soma do valor de todas as mercadorias sinistradas por veículo e por ocorrência) e recomendar estratégias de mitigação para profissionais de logística que operam em países em desenvolvimento.

1.4 JUSTIFICATIVA

O comércio eletrônico brasileiro teve um faturamento de R\$ 53,2 bilhões em 2018, 12% maior que 2017 (NIELSEN, 2019). É um mercado em constante crescimento que enfrenta desafios inerentes ao modelo de negócio digital, que é conciliar custo logístico, infraestrutura, tecnologia e serviço ao cliente. Entretanto, faz-se necessário considerar a segurança das cargas movimentadas, pois, de acordo com a Associação Nacional do Transporte de Cargas e Logística (NTC & Logística), o roubo de carga no Brasil gerou um prejuízo de R\$ 1,47 bilhão em 2018. Embora tenha ocorrido uma redução de 6% comparada a 2017, a situação ainda é preocupante, sendo necessário tomar medidas para viabilizar o transporte com segurança, especialmente nos centros urbanos como Rio de Janeiro e São Paulo, estados campeões em sinistro.

Esta pesquisa é importante para a academia porque de acordo com o levantamento bibliográfico, poucos estudos têm investigado os fatores que impactam o roubo de carga com ênfase na entrega da última milha, especialmente em economias emergentes. Este trabalho também torna a pesquisa em SCRM mais robusta, uma vez que fornece uma compreensão mais profunda sobre um evento negativo do ponto de vista do gerenciamento de risco logístico.

Os profissionais do mercado também se beneficiam, já que este estudo aborda questões de negócios como análise sistemática dos agentes críticos de roubo de carga, além de indicar estratégias correspondentes para prevenção baseados na literatura existente. Assim, as empresas com base de dados podem utilizar a análise de negócios proposto para identificar fatores de roubo de carga, enquanto empresas sem dados podem empregar as estratégias de mitigação sugeridas em seus sistemas logísticos, ou então aquelas que já as adotam são encorajadas a questionar suas práticas atuais.

1.5 MÉTODO

A fim de alcançar os objetivos delineados neste estudo, foi utilizado o método de estudo de caso único de unidades múltiplas (incorporado). Para tal, foi utilizado uma combinação de métodos qualitativos e quantitativos. Foram coletados dados relacionados ao roubo de carga de uma empresa que atua no comércio eletrônico num intervalo de tempo de dois anos. Após a coleta de dados, técnicas de análise multivariadas (regressão e análise de agrupamento) foram conduzidas para identificar os influenciadores chave para o sinistro e identificar padrões. Entrevistas semiestruturadas bem como observações em campo somaram-se a coleta de dados. Para Glaser e Strauss (1967) essa triangulação de dados resulta em dados mais ricos para melhorar o poder analítico e a generalização.

Nas considerações sobre os tipos de casos, é comum o questionamento sobre a validade do estudo de caso único. Para YIN (2001), ele é justificável quando o pesquisador tem acessos a estudos empíricos previamente inacessíveis, sendo usado também como etapa exploratória na pesquisa de fenômenos pouco investigados. Ainda de acordo com Yin (2001), o estudo de caso é classificado como incorporado, tendo em vista envolver subunidades de análise. No estudo em questão, houve a inclusão dos profissionais de diferentes setores reportando o mesmo fenômeno.

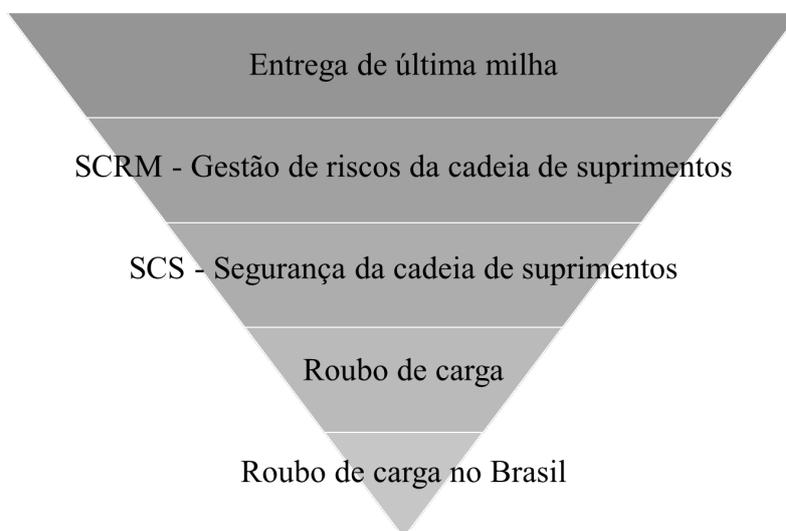
1.6 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

Este trabalho está estruturado da seguinte forma: a seção 1 inclui a introdução ao campo de conhecimento, bem como o problema, objetivo e a justificativa de pesquisa; a seção 2 é dedicada à revisão da literatura; a seção 3 apresenta a metodologia utilizada; a seção 4 descreve e discute os resultados obtidos. Por fim, a seção 5 apresenta as conclusões do trabalho, além das limitações desta pesquisa.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nesta seção de revisão da literatura, inicialmente é tratada a entrega de última milha, pois é o ambiente onde o estudo foi realizado. Em seguida, é abordada a gestão de risco. Após, são descritos temas relacionados à segurança e, por fim, é apresentado o assunto específico de roubo de carga que é o tema central da pesquisa. A Figura 1, a seguir, esquematiza a construção do embasamento teórico:

Figura 1 – Estrutura da fundamentação teórica



Fonte: Autor

2.1 ENTREGA DE ÚLTIMA MILHA

O termo “entrega de última milha” é definido como o último trecho de um processo logístico de entregas business-to-consumer (B2C). Ele ocorre do ponto da entrada de pedidos (centro de fabricação, distribuição, loja, entre outros) até o ponto do destinatário final (GEVAERS; VAN DE VOORDE; VANELSLANDER, 2011). Tecnicamente, esse processo só pode ter três formas básicas: sistema puxado, empurrado ou híbrido. No primeiro, o consumidor é o responsável pela coleta e transporte (exemplo de lojas físicas); no segundo (exemplo lojas virtuais), o fornecedor deve realizar integralmente as funções de distribuição necessárias para entregar à porta do consumidor; e, em um sistema híbrido (exemplo pontos de coleta), a operação é conduzida por ambas as partes (LIM; JIN; SRAI, 2018).

A entrega de última milha é a atividade de transporte mais crítica, considerada a mais cara, menos eficiente e mais poluente de toda a cadeia de suprimentos (GEVAERS; VAN DE VOORDE; VANELSLANDER, 2011). Esses problemas ocorrem devido a uma série de fatores inerentes ao processo: dispersão geográfica do consumidor; grande variedade de produtos; crescentes expectativas dos destinatários em relação ao tempo e às taxas de entrega; e contexto urbano (engarrafamentos e restrições de infraestrutura) (MOROZ; POLKOWSKI, 2016).

Nas economias emergentes, a exemplo do Brasil, a complexidade da entrega de última milha é agravada pela falta de infraestrutura adequada, como, por exemplo, endereço em rua sem nome ou em locais não numerados, e áreas sem iluminação, pavimentação ou saneamento, bem como pelos riscos naturais, como enchentes. Outro agravante no cenário brasileiro são os riscos à segurança, como furtos e roubo de carga, fator ainda mais importante para os prestadores de serviços logísticos e para as transportadoras (DUARTE *et al.*, 2019; VIEIRA; FRANSOO; CARVALHO, 2015).

Embora haja estudos sobre entregas de última milha, a maior parte da literatura privilegia e discute modelos convencionais (LIM; JIN; SRAI, 2018). Dada a cultura do compartilhamento em rápida expansão, criam-se novos modelos de distribuição. Há um crescente escopo de pesquisa que combina a entrega de última milha a modelos de economia colaborativa, como entregas em domicílio, usando soluções como crowdsourcing (CASTILLO *et al.*, 2017). Há ainda o surgimento modelos multicanal (omnichannel) inovadores, como a utilização de armários automatizados para a entrega de encomendas, os lockers (YUEN *et al.*, 2019; MOROZ; POLKOWSKI, 2016) e até mesmo modelo de entrega não tripulada, a exemplo de drones (AGATZ; BOUMAN; SCHMIDT, M, 2018) e veículos automatizados (ZHANG *et al.*; 2017). Outros estudos investigaram os efeitos da entrega no comportamento do consumidor online (NGUYEN *et al.*, 2019; GARVER *et al.*, 2012).

A literatura existente concentrou-se no aspecto de planejamento da última milha, ao invés de explorar os desafios operacionais. Sob essa ótica, destacam-se estudos sobre roteirização de veículos, abordando aspectos ambientais (ANDERSON; ALLEN; BROWNE, 2005) ou sobre distribuição de frete em grandes cidades (VIEIRA; FRANSOO; CARVALHO, 2015). Poucos estudos abordam o tema da segurança e estão relacionados aos mais diferentes tópicos, como a logística humanitária para a distribuição de ajuda no alívio de catástrofes (FERRER *et al.*, 2018; MAGHFIROH; HANAOKA, 2018), a percepção de risco em situações de violência em vias urbanas, relacionados a acidentes de trânsito e roubos (DA SILVA; DE CAMARGO BRAGA, 2018), e os desafios da distribuição da última milha em

comunidade carentes “favelas” de São Paulo e Rio de Janeiro (DUARTE *et al.*, 2019). Este último é o que mais se aproxima desta pesquisa, pois a questão de segurança e roubo de carga é um tema recorrente no estudo.

2.2 GERENCIAMENTO DE RISCO

O risco é definido por uma “combinação de probabilidade ou frequência de ocorrência de um sinistro e magnitude das consequências dessa ocorrência” (BS 4778, 1991). O risco da cadeia de suprimentos é um evento que afeta negativamente suas operações logísticas e, por consequência, as medidas de desempenho desejadas, como o nível de serviço, a responsividade e o custo (TUMMALA; SCHOENHERR, 2015). Para Pfohl, Köhler e Thomas (2010), a tomada de risco não é necessariamente negativa e nem sempre se relaciona com perdas, pois o risco pode ser visto como oportunidades para as empresas alcançarem vantagens competitivas. Independentemente do sentido, o gerenciamento de risco dentro da cadeia de suprimentos é importante, pois não só reduz custos e vulnerabilidades, mas também assegura lucratividade, a continuidade do negócio e o crescimento a longo prazo (FAN; STEVENSON, 2017).

Fan e Stevenson (2017) apresentam uma definição a respeito de SCRM, sendo entendido como:

A identificação, avaliação, tratamento e monitoramento dos riscos da cadeia de suprimentos, com o auxílio da implementação de ferramentas, técnicas e estratégias internas e de coordenação externa e colaboração com os membros da cadeia de suprimentos para reduzir a vulnerabilidade e garantir a continuidade aliada à rentabilidade levando a vantagem competitiva.

Cadeias de suprimentos são consideradas robustas quando reagem e respondem rapidamente aos eventos disruptivos, e isso só é possível pela adoção proativa de estratégias de gestão de riscos (DURACH; WIELAND; MACHUCA, 2015).

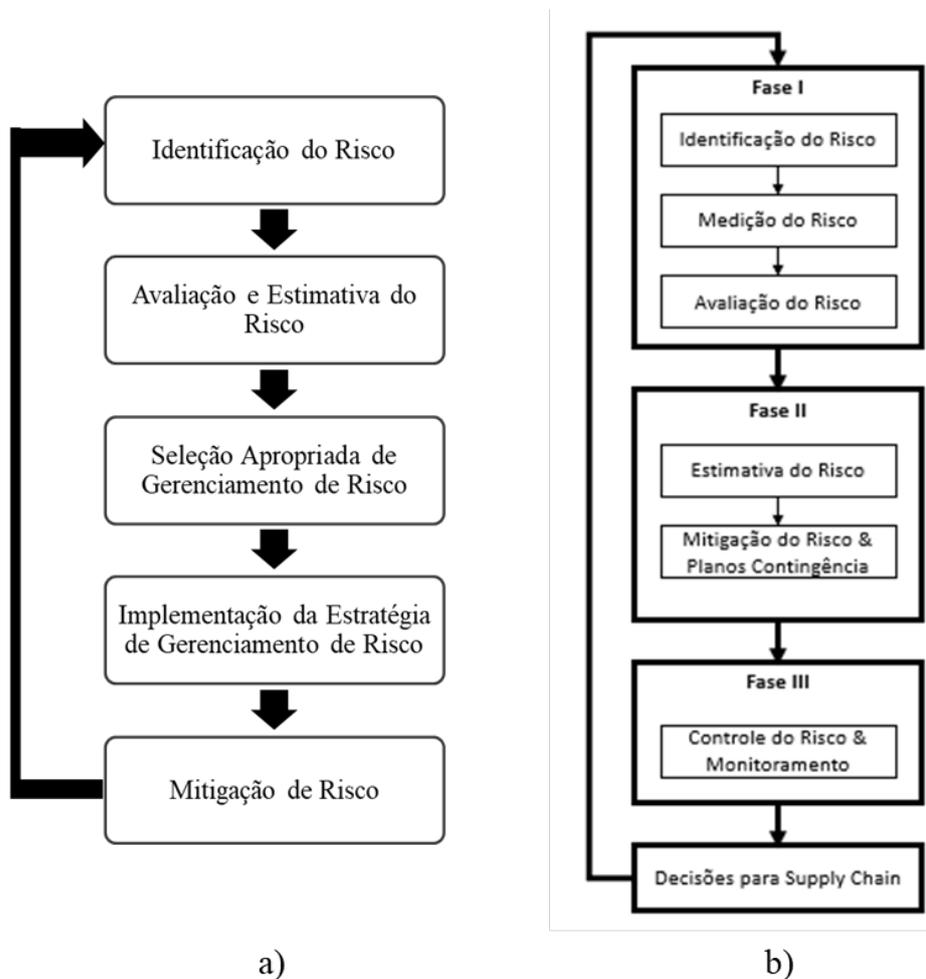
2.2.1 Estratégias de Gerenciamento de Riscos

Com base em estudos que exploraram as abordagens de gerenciamento de riscos sob vários ângulos, Tummala *et al.* (1994), seguindo Raiffa (1982) e Hertz e Thomas (1983), desenvolveram um Processo de Gerenciamento de Riscos (RMP) estruturado. Embora o RMP tenha se mostrado útil quando aplicado a tais decisões de projetos individuais, havia

dificuldade em sua aplicação a um contexto mais genérico (TUMMALA; SCHOENHERR, 2011).

Pesquisas adicionais realizadas por Manuj e Mentzer (2008) e Tummala e Schoenherr (2011) basearam-se em um RMP modificado para identificar, avaliar e gerenciar os riscos da cadeia de suprimentos: o SCRMP (Supply Chain Risk Management Process), fornecendo informações sobre como tomar a decisão mais apropriada. A metodologia é usada não apenas para avaliar o progresso, mas também para selecionar ações alternativas, com base em seus respectivos perfis de risco (TUMMALA; SCHOENHERR, 2011). Para tanto, as empresas precisam adotar um método que vai da identificação de riscos a estratégias de como lidar com eles. Manuj e Mentzer (2008) desenvolveram uma abordagem fácil, prática e direta. Apontaram que o processo para gerenciamento e mitigação de riscos nessa área é composto por cinco passos (Figura 2a). Tummala e Schoenherr (2011) também desenvolveram uma abordagem modificada para identificar, avaliar e gerenciar os riscos da cadeia de suprimentos, e sua aplicação ao gerenciamento da cadeia de suprimentos fornece insights significativos sobre o gerenciamento desses riscos (Figura 2b).

Figura 2 – Modelos para gestão de risco na cadeia de suprimentos



Fonte: Autor “adaptado de” a) Manuj e Mentzer, 2008 e b) Tummala e Schoenherr, 2011

Os dois estudos têm uma abordagem holística e sintetizam os elementos do processo de gerenciamento de riscos da cadeia de suprimentos presentes na definição de SCRM. As diferentes etapas dos processos de gerenciamento de riscos estão interligadas, ou seja, para que um gerenciamento de riscos seja bem-sucedido, todas as etapas do processo precisam ser realizadas (BLOME; SCHOENHERR, 2011).

Entre as categorias de risco estudadas por Manuj e Mentzer (2008), o risco de segurança é caracterizado como uma ameaça de um terceiro que pode ou não ser um membro da cadeia de suprimento e cuja motivação é roubar dados ou mercadorias e/ou destruir, perturbar ou desabilitar as operações de uma empresa. Os maiores riscos de segurança são as denominadas violações de frete, que são violações da integridade de cargas e produtos, levando à perda ou à adulteração de mercadorias (MANUJ; MENTZER, 2008).

De modo mais abrangente, são apontadas as estratégias para evitar interrupções na cadeia de suprimentos: i) evitar: abdicar de determinados produtos, mercados, fornecedores e clientes; ii) controle: uso de estoque de segurança, manter excesso de capacidade nas operações e exigir obrigações contratuais dos fornecedores, bem como transferência/compartilhamento de risco; iii) flexibilidade: empregar base de fornecedores flexível, o mix entre a produção interna e a terceirização, flexibilização da força de trabalho, postergação da produção (MILLER, 1992); iv) segurança: utilização de sensores (MANUJ; MENTZER, 2008).

Ambas as metodologias SCRMP propostas são voltadas para os profissionais na avaliação de processos. Os gerentes da cadeia de suprimentos podem aplicá-las como uma estrutura de vistoria, para lidar com riscos e incertezas e alcançar o desempenho desejado. Por fim, essa abordagem não pode ser aplicada às cegas, pois é uma facilitadora na tomada de decisões (TUMMALA; SCHOENHERR, 2011).

2.2 SEGURANÇA NA CADEIA DE SUPRIMENTOS

Esta seção desdobra o tema da Segurança na Cadeia de Suprimentos (SCS), uma parte essencial da estratégia corporativa (SARATHY, 2006).

O gerenciamento da segurança da cadeia de suprimentos, originalmente proposto por Closs e McGarrell (2004, p. 8), é definido da seguinte forma:

A aplicação de políticas, procedimentos e tecnologia para proteger os ativos da cadeia de suprimentos (produtos, instalações, equipamentos, informações e pessoal) contra roubo, dano ou terrorismo e para impedir a introdução de pessoas não autorizadas ou contrabando de armas de destruição em massa na cadeia de suprimentos.

Ressalta-se que as ameaças de segurança não são ocorrências aleatórias, mas ações intencionais orquestradas por criminosos dentro ou fora das empresas (URCIUOLI; HINTSA, 2016). Para lidar com questões de segurança, é necessário monitorar e manter as estratégias de segurança, caso contrário, os resultados podem ser desastrosos (WILLIAMS; LUEG; LEMAY, 2008). Com base em Hess e Wroblewski (1996), o Quadro 1 ilustra alguns dos resultados negativos, em especial em países emergentes, de não abordar a SCS a partir de uma posição estratégica.

Quadro 1 – Os efeitos de não incorporar segurança

1	Aumento dos custos de seguro e proteção de segurança
2	Custos de atividades de auditoria interna para detectar crimes
3	Custos de investigação e coibição de suspeitos medidos em termos de perda de tempo de segurança e de pessoal administrativo
4	Aumento dos preços de venda e enfraquecimento da posição competitiva
5	Redução de lucros
6	Perda de produtividade
7	Perda de reputação comercial
8	Deterioração na qualidade de serviço
9	Ameaça à sobrevivência do negócio

Fonte: Autor “adaptado de” Hess e Wroblewski, 1996

Em termos gerais, as iniciativas de SCS são divididas em programas de origem empresarial e governamental. No primeiro, a participação é sempre voluntária, enquanto no segundo a participação pode ser voluntária ou compulsória (JOHANSSON, 2008).

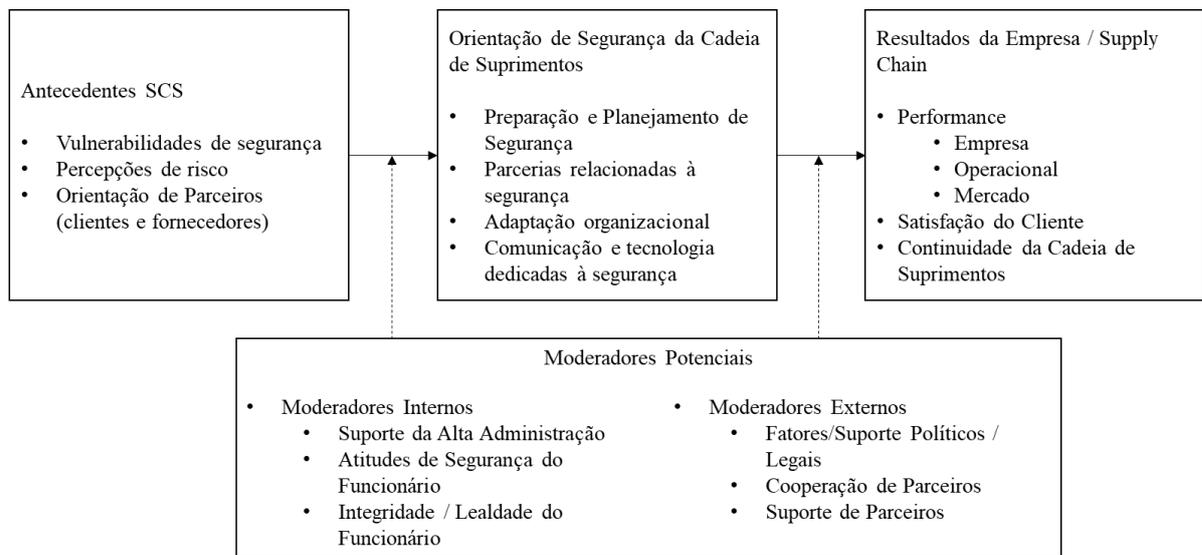
O primeiro programa caracteriza-se por atividades que uma empresa conduz e controla dentro da organização. Essa abordagem, denominada intraorganizacional, implica que todas as funções organizacionais devem ser totalmente integradas para realizar o fluxo eficiente e efetivo dos bens (WILLIAMS; LUEG; LEMAY, 2008). São medidas de prevenção interna que incluem o uso de requisitos de equiparação para quantidades de produção e recebimento de estoque, rastreamento por satélite de caminhões e contêineres, controle de acesso a funcionários, inspeções não anunciadas, segurança pessoal, embalagem segura, uso portões de segurança e cercas, monitoramento nas instalações, contratação de guardas e seguranças e proibição de visitantes e veículos de passageiros (CLOSS; MCGARRELL, 2004, HESS; WROBLESKI, 1996). Há ainda a abordagem interorganizacional, que pode ser realizada por meio da construção de parcerias entre empresas ou entre órgãos públicos e privados (WILLIAMS; LUEG; LEMAY, 2008; RICE; CANIATO, 2003). As organizações ou até mesmo concorrentes fazem uso de acordos contratuais de compartilhamento de riscos e benefícios para entregar valor ao cliente final, impedir violações e resultar em respostas rápidas quando o evento acontecer (WILLIAMS; LUEG; LEMAY, 2008). Para Sheffi (2001), esses relacionamentos, seja entre empresas ou entre órgãos governamentais, devem ser construídos de forma local e global com maior tolerância a requisitos de custo e prazo.

No segundo programa, atores da cadeia de suprimentos são órgãos governamentais de regulamentação e fiscalização. Um exemplo é o programa C-TPAT (Customs-Trade Partnership Against Terrorism) que, por meio de uma parceria voluntária com os principais

interessados da cadeia de suprimentos internacional – importadores, transportadoras, consolidadores, despachantes aduaneiros e fabricantes – identificam falhas, implementam melhores práticas e adotam medidas de segurança (URCIUOLI; HINTSA, 2016).

O framework desenvolvido por Autry e Bobbitt (2008), exibido na Figura 3, resume em quatro dimensões principais as características latentes da SCS e serve como orientação para processos de gerenciamento de segurança e risco em nível empresarial.

Figura 3 – SCS: estrutura conceitual



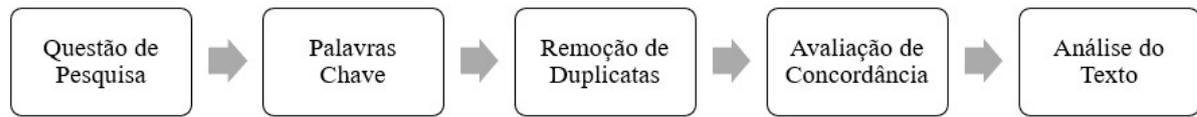
Fonte: Autor “adaptado de” Autry e Bobbitt, 2008

Portanto, os ataques à cadeia de suprimentos devem ser identificados, avaliados e, finalmente, mitigados pela aplicação de estratégias, tecnologias ou melhores práticas relevantes de modo contínuo (URCIUOLI; HINTSA, 2016).

2.3 ROUBO DE CARGA

Com a finalidade de entender o atual estado da arte sobre o tema roubo de carga em sistemas logísticos, foi utilizado um processo simplificado de revisão sistemática da literatura baseado em Fan e Stevenson (2017). Esse processo está ilustrado na Figura 4:

Figura 4 – Processo simplificado de revisão da literatura



Fonte: Autor “adaptado de” Fan e Stevenson, 2017

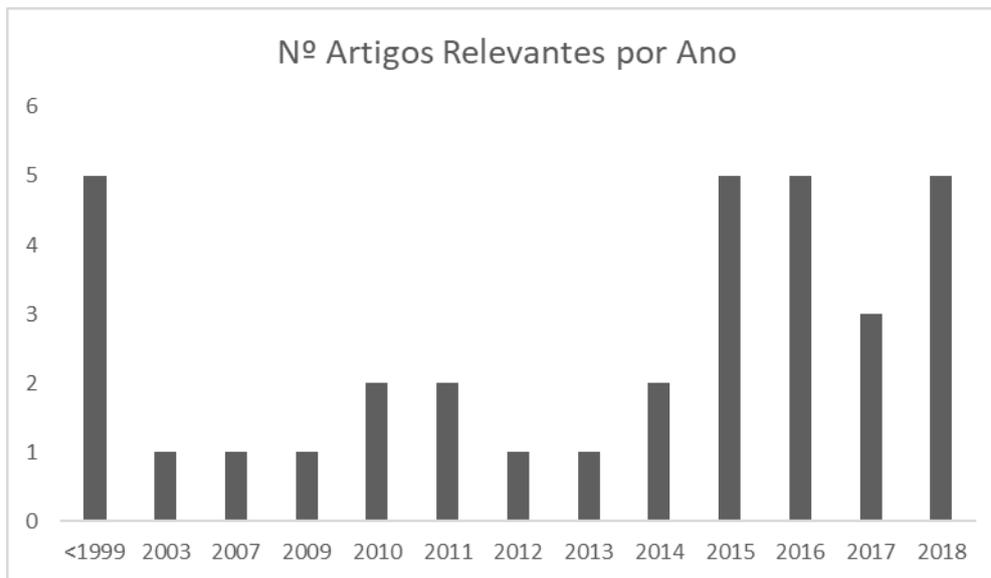
O banco de dados utilizado foi o Scopus, por possuir uma boa cobertura em assuntos relacionados à Supply Chain Management (SCM), e ser bastante usado em revisões de literatura. Os termos específicos relacionados a crimes no transporte utilizados foram: "Cargo Theft", "Transport Crime" e "Theft", combinados com "Transportation" ou "Transport" para o título, resumo e palavras-chave.

Apenas documentos classificados como “artigos” foram selecionados, retornando 258 publicações no total. Após a remoção das duplicatas e artigos sem autores, o número de publicações foi reduzido para 222. Com o auxílio do software VOSviewer, foi possível a visualização em rede dos artigos selecionados e, percebe-se que há três grandes grupos (Figura 5):

- a) azul, onde o assunto de segurança e roubo de carga está mais proeminente, é acompanhado de termos relacionados a locais de ocorrências, inferindo que é um importante influenciador. Nota-se o destaque do local “Europa”, pois é o ambiente de estudo da maioria dos artigos desse grupo;
- b) verde, refere-se a termos relacionados à identificação da ocorrência, como uso de tecnologias para as indústrias ou prestadores de serviços logísticos. Com uma análise de título e resumo dos artigos, nota-se que há uma grande quantidade de artigos que discorrem sobre tecnologias e dispositivos, embarcados em veículos, que auxiliam na identificação e no monitoramento da carga;
- c) vermelho, está mais relacionado ao comportamento do roubo, às vulnerabilidades e gatilhos para ocorrência do crime. Nesse grupo não estão necessariamente os roubos à carga, mas sim crimes contra o transporte, verificado pela ocorrência de termos ligados ao transporte público e a bicicletas. Esse tema se faz presente em inúmeros artigos, principalmente sobre o compartilhamento de bicicletas, consequência da ascensão da economia colaborativa.

Após análise do título e resumo, os artigos que não têm relação com o tema de estudo foram removidos. Os documentos considerados relevantes têm foco no cenário de roubo de carga com uma perspectiva SCRM. No geral, esse procedimento reduziu o banco de dados para 34 documentos. Inserindo esses artigos em uma linha do tempo (Gráfico 1), constata-se a ascensão de publicações de pesquisa sobre roubo de cargas a partir do ano de 2015, que corresponde a 53%:

Gráfico 1 – Artigos relevantes no tempo



Fonte: Autor

Os Journals: *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, *Journal of Transportation Security* e *Transportation Research Record* são os que concentram o maior número de artigos do tema. Nos demais Journals, só havia um único artigo e foram classificados como “Outros Journals”. Da mesma maneira, os autores desses artigos também foram concentrados na categoria “Outros Autores”. O Quadro 2 apresenta a relação entre os autores e Journals, constatando-se que a maioria das produções está concentrada em dois principais autores: Ekwall e Lantz. Consequentemente, os estudos estão limitados a um determinado escopo geográfico (Europa), local onde esses pesquisadores atuam.

Quadro 2 – Quantidade de publicação dos autores por Journals

Autores	Journal of Transportation Security	International Journal of Physical Distribution and Logistics Management	Transportation Research Record	Outros Journals	Total
Ekwall	5	2			7
Lantz	2	1			3
Boone	1				1
Brüls	1				1
Chen		1			1
Kay			1		1
Klodzinski			1		1
Kornhauser			1		1
Morris			1		1
Murfield, A	1				1
Murfield, M.L.U	1				1
Ramachandran			1		1
Skipper	1				1
Tsau		1			1
Wu		1			1
Wyer	1				1
Outros Autores				23	23
Total Geral	13	6	5	23	47

Fonte: Autor

2.3.1 Roubo de Carga - Contextualização

O roubo de cargas tem como objetivo remover bens do fluxo de mercadorias, atacando o movimento de recursos e a infraestrutura utilizada (EKWALL, 2009). De acordo com FreightWatch (2013), o roubo de carga planejado por grupos criminosos é uma das causas mais comuns de perdas financeiras graves.

Teorias de criminologia, como a escolha racional e as teorias de atividades rotineiras, explicam a natureza e as peculiaridades dos riscos de segurança (URCIUOLI; HINTSA, 2016). A decisão de se atacar as cadeias de suprimento leva em consideração diversos fatores, tais como: esforço, recompensa potencial, risco de apreensão e punição, e necessidades individuais (EKWALL, 2007), ainda que não esteja limitado a apenas esses fatores. O Quadro

3 exibe um levantamento de trabalhos similares sobre os fatores que afetam a segurança no transporte.

Quadro 3 – Fatores que influenciam a segurança do transporte

Pesquisa/ Variáveis	Local da Ocorrência	Tipo de Produto	Frequência da Ocorrência	Funcionários	Falta de Recursos de Segurança	Tipo de Frete	Tipo de Veículo	Questões políticas/ ideológicas/religiosas	Envolvimento da Comunidade
Duarte <i>et al.</i> , 2019	✓	✓	✓		✓		✓		✓
Sternberg; Lantz, 2018				✓					
Wu; Chen; Tsau, 2017	✓	✓							
Urciuoli, 2016		✓				✓			
Oliveira <i>et al.</i> , 2016	✓			✓					
Vieira; Fransoo; Carvalho, 2015	✓								
Ekwall; Lantz, 2013	✓		✓						
Ekwall, 2010	✓	✓			✓			✓	
Total	6	4	2	2	2	1	1	1	1

Fonte: Autor

A criminologia considera que três elementos estão presentes em todos os tipos de crime, são eles: infrator motivado, meta (bens e equipamentos) e localização (COHEN; FELSON, 1979). A partir do quadro acima, é possível notar que esses fatores se fazem presentes nos artigos levantados. Independente dos gatilhos que levam a um incidente de roubo de carga, há diferentes métodos preventivos que podem ser usados para reduzir esse risco.

Com relação às abordagens intraorganizacionais, destaca-se a presença de seguranças/escoltas, monitoramento de veículos, obstáculos físicos (fechaduras, cercas, etc), identificação adequada das áreas de entrada/saída e inspeção periódica. Além disso, o papel da gestão de recursos humanos tem grande destaque, como adoção de práticas de seleção e contratação de funcionários (ZAILANI *et al.*, 2015). O gerenciamento de informações é importante na segurança operacional de uma organização. Existem muitas soluções tecnológicas que permitem a comunicação efetiva de dados e informações relacionados aos riscos, como o uso de canais de comunicação dedicados à segurança/risco e/ou à tecnologia de facilitação de segurança ou minimização de riscos (AUTRY; BOBBITT, 2008).

Sob o aspecto interorganizacional, Prokop (2004) aconselha operadores logísticos e transportadoras a construir sistemas de rastreamento, contabilidade e relatórios conectados a pontos de controle eletrônicos administrados pelo governo, o que leva a uma intervenção mais rápida. Russell e Saldanha (2003) recomendam a notificação rápida de parceiros comerciais via satélite combinada com tecnologias RFID, no caso de um evento disruptivo, o que permitiria o reencaminhamento rápido de remessas.

A configuração das redes de transporte leva à necessidade de medidas de segurança sob diferentes aspectos. Todos os diversos métodos preventivos de roubo têm como objetivo a redução de fatores específicos para diferentes tipos de crimes, locais e situações (ENGEL; PRUMMEL, 2007).

Portanto, a relação entre risco e segurança, em um cenário dinâmico, deve ser analisada tanto por uma análise estatística quanto pela experiência dos profissionais de segurança do transporte. Além de contribuir para determinar as diferenças entre o nível de risco percebido com base estatística, os proprietários de mercadorias podem usar esses dados para desenvolver demandas contratuais de segurança em determinados locais e períodos da cadeia de transporte (EKWALL; LANTZ, 2017).

2.3.2 Panorama de Roubo de Carga no Brasil

No Brasil, o modal mais expressivo na atividade logística e mais requisitado para transporte e distribuição de cargas é o rodoviário. É um modal bastante flexível e permite o serviço de porta a porta, além de se apresentar com mais frequência e disponibilidade em relação aos outros, e ser conveniente em termos de velocidade (ARAÚJO; FIGUEIREDO; MANDATO, 2007).

Embora tenha as suas vantagens, nem sempre é o modal rodoviário mais adequado para qualquer tipo de carga. Segundo Biazi *et al.* (2007), é preciso conduzir análises de custos, ponderando as vantagens de cada modalidade, sobretudo no que tange às suas características operacionais. Porém, no Brasil, essa tomada de decisão é limitada, comprovado pelo fato de o país ter a maior concentração rodoviária de transporte de cargas em comparação com as principais economias do mundo (ASSOCIAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE DE CARGAS E LOGÍSTICA; 2019). Isso porque as ferrovias não formam uma rede com boa cobertura do território e o transporte marítimo não é muito utilizado por falta de investimentos (AMARAL; FIGUEIREDO, 2008; CAVENAGHI; FREDERICO, 2007).

Para a distribuição da última milha em ambientes precários, as decisões são feitas baseadas em como as mercadorias são entregues aos clientes. A empresa tem influência direta na escolha do tamanho do veículo, na seleção do motorista, nos prazos de entrega e sobre os pontos de acesso (DUARTE *et al.*, 2019).

Apesar da larga utilização, esse setor não se apresenta estruturado (MACOHIN *et al.*, 2007), tendo em vista problemas relacionados ao mau estado de conservação das rodovias, aos altos índices de acidentes, avarias, greves e à insegurança das vias, acarretando um aumento crescente dos custos operacionais. A legislação tributária e os incentivos fiscais, que permitem alíquotas diferenciadas de impostos entre Estados, estimulam a realização de transportes desnecessários de mercadorias, pondo em risco a carga em decorrência de sua maior exposição em vias públicas (BIAZI *et al.*, 2007).

Segundo dados divulgados pela NTC & Logística, os prejuízos computados em roubo de carga foram de R\$ 1,47 bilhão, em 2018. Embora tenha caído em relação ao ano de 2017, entre 2010 e 2017, foi registrado um aumento de 238,33%. No acumulado dos últimos oito anos, o valor das cargas roubadas no Brasil superou R\$ 8,79 bilhões (OLIVEIRA, 2018). O comportamento nacional é determinado pelas ocorrências no Sudeste, que representaram 84,79% dos casos em 2018. Apenas Rio de Janeiro e São Paulo responderam por 80,78% das ocorrências nacionais. Mais que isso, 78% se concentram nas regiões metropolitanas do Rio de Janeiro e de São Paulo, sede das principais organizações criminosas do país e que passaram a utilizar o roubo de cargas para aumentar a capitalização de suas atividades. Por essa razão, a maior parte dos assaltos ocorre em áreas urbanas, sendo a sua maioria realizada pela manhã (ASSOCIAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE DE CARGAS E LOGÍSTICA; 2019; DUARTE *et al.*, 2019). Dessa forma, por oferecer menor risco e maior facilidade de escoamento dos produtos roubados, as organizações criminosas usam o roubo de cargas para financiar a compra de drogas (o narcotráfico é o principal mercado das quadrilhas) e de armas (OLIVEIRA, 2018).

Oliveira (2018) afirma que essa estrutura se sustenta devido a três fatores básicos:

- a) falta de segurança nas fronteiras nacionais e estaduais;
- b) baixa capacidade de policiamento ostensivo nas rodovias federais e vias urbanas já identificadas como principais rotas do roubo de cargas;
- c) falta de repressão ao comércio irregular, onde são vendidas as mercadorias roubadas, como feiras nas proximidades de estações de trem, metrô e paradas de ônibus e mesmo áreas de comércio popular.

Dependendo do tipo de mercadoria e a região onde será comercializado, quanto maior o risco do transporte, mais caro é o valor do frete, do seguro e das medidas de segurança. Esse fator reflete no preço final da mercadoria, que pode ser aumentado em até 50% (DUARTE *et al.*, 2019; OLIVEIRA, 2018). De acordo com NTC & Logística (2019), os produtos mais procurados nos roubos são cigarros, eletrodomésticos, produtos alimentícios, combustíveis, bebidas, artigos farmacêuticos, produtos químicos, autopeças, têxteis e confecções.

A consultoria FreighWatch destaca que o método de abordagem mais usado é o assalto com ameaça ao condutor (59%), sendo que em 66% dos casos o caminhão estava em trânsito. Destes, 82% foram obrigados a parar, 15% foram parados em postos de gasolina e 3% pararam na estrada. Em 32% dos roubos de carga em trânsito, os criminosos usavam jammers, equipamentos eletrônicos utilizados para bloquear o sinal de rastreadores enviados a satélites, o que dificulta a localização do caminhão roubado.

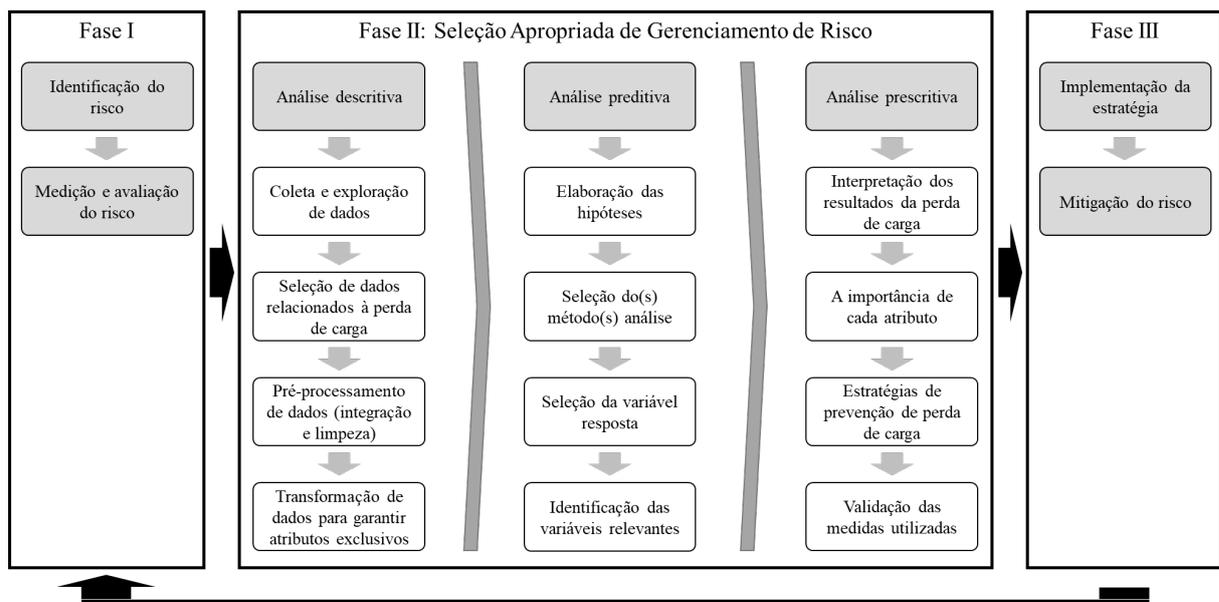
Dentre as medidas apontadas como estratégia de redução de perdas, podem ser destacadas o uso de veículos blindados, o rastreamento via satélite com inteligência anti-jammer, rotas seguras, planos robustos de gerenciamento dos riscos combinados com apoio técnico especializado e sistemas integrados promovendo informação em tempo real (FONSECA, 2016). No entanto, em áreas de grande risco, a exemplo das favelas, o dispositivo de rastreamento é roubado, o uso de escolta piora a situação dando início a um tiroteio e o mapeamento de risco é limitado. Entre as medidas de mitigação para esse tipo de situação, encontra-se o emprego de funcionários locais confiáveis, pois, com seu conhecimento pessoal e experiência, o planejamento da rota é mais eficiente e menos arriscado, além de o emprego de locais estabelecer uma boa relação com a comunidade. Outra medida é pagar taxas aos criminosos "para não serem perturbados" e, quando não é possível entregar aos consumidores, resta o uso de pontos de coletas (DUARTE *et al.*, 2019).

3 METODOLOGIA

Esta seção relata o método de coleta de dados, define as variáveis utilizadas no estudo, e descreve os métodos utilizados para a análise multivariada. As variáveis que explicam o valor sinistrado foram investigadas a partir de informações de banco de dados cedidos por uma grande empresa e-commerce brasileira.

Este estudo empregou o modelo SCRMP (Processo de gerenciamento de risco da cadeia de suprimentos), incorporando as três “perspectivas” de tomada de decisão de negócios: análise descritiva, preditiva e prescritiva, resultando em uma estrutura de fácil utilização pelas organizações para avaliar e melhorar o próprio gerenciamento de incertezas. Esse framework é exibido na Figura 6 e descrito abaixo:

Figura 6 – SCRMP para gravidade de roubo de carga



Fonte: Autor

Na Fase I o risco identificado e analisado é o roubo de carga na entrega da última milha como já foi exposto e detalhado anteriormente.

3.1 COLETA DE DADOS

Os dados desta pesquisa foram obtidos a partir de um banco de dados de roubo de carga de um importante varejista on-line. Essa empresa oferece mais de 38 categorias de produtos e é líder do mercado brasileiro com marketshare de 18% das vendas on-line e

faturamento superior a 8 bilhões de reais. Possui 7 centros de distribuição e cerca de 31 pontos de crossdocking. A base de dados contém 983 ocorrências de roubo de carga no período de janeiro de 2017 a dezembro de 2018 em todo território nacional.

Somaram-se a coleta de dados anotações de campo feitas durante visitas na operação logística e também foram conduzidas entrevistas semiestruturadas que teve como objetivo a compreensão do processo e dos riscos a partir das experiências e perspectivas dos profissionais de SCM. A conversa envolveu 5 profissionais, englobando supervisores e gerentes que trabalham com atividades de distribuição, logística e transporte. O roteiro da entrevista está exibido no Apêndice A e o Apêndice B exibe um compilado da percepção dos entrevistados.

A escolha dessa rede de varejo on-line é justificada primeiramente pela representatividade dessa organização no mercado, pois uma pesquisa realizada com dados da maior rede do mercado permite uma generalização maior que estudos em redes menores. Em segundo lugar, pela conveniência da disponibilidade dos dados. Apesar dessa amostra não representar todo o cenário nacional de roubo de carga na última milha do comércio on-line, este estudo supõe que os resultados não seriam muito alterados ao se acrescentarem novas empresas do mesmo setor. Os dados coletados são apresentados no Quadro 4.

Quadro 4 – Os atributos e definições de dados de roubo de carga

Atributos	Definições
ID	Número de identificação da ocorrência
Nome	Nome de quem inseriu a ocorrência no sistema
CPF	Documento de identificação de quem inseriu a ocorrência
Data/Hora Registrado	Data e hora que foi registrado a ocorrência no sistema
Mês Ocorrência	Mês e ano de registro de ocorrência
Saída (Data/Hora)	A data e hora em que cada carga saiu para a entrega
Base de Origem	Base operacional de origem da carga
Valor Carregado	O valor monetário total carregado por veículo
Qtde Remessas	Quantidade de remessas carregadas por veículo
Empresa	Empresa cliente
Tipo de Veículo	Tipo de veículo utilizado para o transporte de carga
Empresa Transportadora	Transportadora responsável pelo transporte de carga
Placa Veículo	Placa do veículo utilizado pelo transporte de carga
Placa Carreta	Placa da carreta (quando há) utilizado pelo transporte de carga
Blindado	Se o veículo possuía blindagem (“sim” ou “não”)
Escoltado	Se o veículo estava sendo escoltado (“sim” ou “não”)
Isca	Se o veículo possuía isca (“sim” ou “não”)
Isca Número	Número de Registro da Isca
Outros Itens Segurança	Se o veículo possuía outros itens de segurança secundários: alarmes, botão de segurança, rastreador e trava de volante
Motorista Treinado	Se o motorista possui treinamento (“sim” ou “não”)
Nome Motorista	Nome do motorista responsável pela entrega
Tipo de Contratação	Tipo de contratação do motorista
Ocorrência (Data/Hora)	A data e hora que ocorreu o sinistro
Estado	Estado onde ocorreu o sinistro
Cidade	Cidade onde ocorreu o sinistro
Microrregião	Referem-se a região, sub-região e setor onde ocorreu o sinistro (são os 3 primeiros dígitos do CEP)
CEP	Código de Endereçamento Postal onde ocorreu o sinistro
Meio Abordagem	Meio de abordagem utilizado pelo infrator
Relate Sinistro	Descrição de como o evento aconteceu
Qtde Remessas Entregues	Quantidade de remessas entregues antes do evento
Qtde Remessas Sinistradas	Quantidade de remessas sinistradas por evento
Qtde Remessas Recuperadas	Quantidade de carga recuperada por evento
Valor Sinistrado	Soma do valor (valor líquido de uma nota fiscal) de todas as mercadorias sinistradas por veículo e por evento
% Sinistro	Percentual do valor sinistrado com relação ao total carregado
Data Análise	Data em que ocorreu a análise do registro
Data Chamado	Data em que o registro foi aberto
Nº Chamado	Número do chamado para o registro inserido no sistema
Resp Abertura Chamado	Colaborador que realizou a abertura do chamado
Ações	Ações tomadas após a análise da ocorrência
Analista Chamado	Analista do GRIS responsável por avaliar a ocorrência
Observações do Analista	Observações Gerais

Fonte: Autor “adaptado de” empresa do caso¹

¹ Base de dados está disponível no sistema interno da empresa do estudo e é de acesso restrito

Depois de coletar os roubos de roubo de carga, realizou uma estatística descritiva para entendimento dos dados. A Tabela 1 sintetiza os dados de roubo de carga referente as variáveis métricas disponíveis:

Tabela 1 – Estatística descritiva dos dados escalares de roubo de carga

Atributo	N	Mínimo	Máximo	Média	Erro Desvio
Valor Carregado (R\$)	983	344,45	330.378,88	23.253,67	18.588,29
Qtde de Remessas	983	1	238	46	27
Qtde Remessas Entregues	983	0	142	14	19
Qtde Remessas Sinistradas	983	0	238	27	24
Valor Sinistrado (R\$)	983	0,00	118.656,18	14.170,75	12.828,97

Com o auxílio dos profissionais da empresa, desses 41 atributos do Quadro 4, foram selecionados 20 atributos com possível relevância para o estudo. Foram realizadas diversas checagens, apresentadas no Quadro 5, visando a remover dados inconsistentes e excluir dados duplicados, no intuito de assegurar a exatidão e integridade dos dados.

Dados inconsistentes são geralmente causados por erros de digitação manual ou falta de padronização, um exemplo é o mesmo estado ser registrado por sigla ou por extenso. A verificação cruzada também é uma abordagem eficaz de avaliação; uma imprecisão é detectada quando a hora da ocorrência é anterior ao horário de saída do veículo, por exemplo.

Quadro 5 – Processamento de dados de roubo de carga

Atributo	Integração e Limpeza
Mês Ocorrência	Foi verificado se a data corresponde ao Mês Ocorrência e não foi encontrado nenhum registro divergente
Saída (Data/Hora)	
Base de Origem	Não foi encontrado registros com grafias diferentes ou faltantes
Valor Carregado	Foram encontrados e removidos registros duplicados e também aqueles que têm o valor carregado menor que o valor sinistrado e foram removidos
Qtde Remessas	Foi removido um registro com grande quantidade de remessa, verificou-se que se tratava de transferência e não distribuição
Tipo de Veículo	Não foi encontrado registros com grafias diferentes ou faltantes
Empresa Transportadora	Não foi encontrado registros com grafias diferentes ou faltantes
Blindado	Variável removida: todos os registros estão classificados como “não”
Escoltado	Não foi encontrado registros faltantes ou inconsistências
Isca	Não foi encontrado registros faltantes ou inconsistências
Outros Itens Segurança	Não foi encontrado registros com grafias diferentes
Motorista Treinado	Não foi encontrado registros faltantes ou inconsistências
Nome Motorista	Dados contendo valores omissos foram eliminados
Tipo de Contratação	Valores omissos foram complementados de acordo com o nome do motorista
Ocorrência (Data/Hora)	Foi verificado se a data da Ocorrência é posterior a data de saída e registros divergentes foram eliminados
Estado	A grafia foi verificada e registros similares foram unificados.
Cidade	Validação Cruzada foi usada para determinar se os dados de localização são consistentes
Microrregião	O formato de CEP foi verificado e unificado. Validação Cruzada foi usada para determinar se os dados de CEP são consistentes
CEP	Validação cruzada com % Sinistro, se o percentual é igual a razão
Valor Sinistrado	do valor sinistrado e valor carregado e não foi encontrado nenhum registro divergente

Fonte: Autor

Os atributos “Estado”, “Cidade” e “Microrregião” foram removidos, uma vez que são dados redundantes sobre o local da ocorrência, para tal foi utilizado a variável “CEP”. A variável “Blindado” também foi removida, pois todos os registros estavam iguais.

3.2 TRANSFORMAÇÃO DE DADOS

Esta etapa consiste em agregação de dados em novos formatos mais convenientes para as análises quantitativas. Por exemplo, a data da ocorrência foi transformada em dia da

semana, visando a identificar algum padrão de incidência. Ao final das transformações de dados, ficaram 18 variáveis, e o Quadro 6 apresenta todas as transformações realizadas.

Quadro 6 – Transformação de dados de roubo de carga

Atributo	Antes da Transformação	Depois da Transformação
Saída (Data/Hora)	Data e hora de saída estavam no mesmo campo	Separação de Data e Hora e a criação de dois atributos: Hora de Saída e Dia da Semana Saída
Base de Origem	Base operacional de origem da carga	Com o auxílio de uma lista secundária foi classificado em 1 = base parceira ou 2 = base própria
Tipo de Veículo	São 9 tipos de veículo utilizado para o transporte de carga	Veículos maiores do tipo VUC, Truck, 3/4 e Toco foram renomeados para "Pesados", reduzindo para 5 tipos de veículos
Empresa Transportadora	São 21 empresas contratadas para o transporte de carga	Com o auxílio de uma lista secundária foi classificado em 1 = externa ou 2 = própria
Outros Itens Segurança	Descrição de quais outros itens de segurança o veículo possui	Esta informação foi convergida para "sim" ou "não" para a presença de outros itens secundários
Nome Motorista	Nome do motorista responsável pela entrega	Um novo atributo (Recorrência Motorista) foi criado para representar se o motorista está presente em mais de uma ocorrência
Tipo de Contratação	Tipo de contratação do motorista: 3 categorias	Esta informação foi convergida para duas categorias: 1 = Agregado e 2 = CLT
Ocorrência (Data/Hora)	Data e hora de ocorrência estavam no mesmo campo	Separação de Data e Hora e a criação de três atributos: Hora da Ocorrência, Dia da Semana Ocorrência e Hora entre Saída e Ocorrência

Fonte: Autor

3.3 HIPÓTESES

O objetivo desta subseção é formular as hipóteses. O critério para o desenvolvimento das hipóteses deste estudo é incluir as variáveis mencionadas anteriormente na literatura.

O local da ocorrência foi o influenciador do roubo de carga mais citado dentre os estudos levantados e é um dos três elementos presentes na teoria da criminologia. Neste caso, o interesse é investigar a seguinte hipótese:

H1: O local da ocorrência influencia no valor sinistrado

O tipo de produto é o segundo fator mais relevante no roubo de carga e também é um dos três elementos presentes na teoria da criminologia (meta). Neste caso, o interesse é investigar a seguinte hipótese:

H2: O tipo de produto influencia no valor sinistrado

Estudo realizado por Lantz e Stemberg (2018) indica que a presença de condutores de baixos salários pode, até certo ponto, prever crimes relacionados com o transporte na Suécia. Com uma perspectiva nacional, Oliveira *et al.* (2016) pontuam o envolvimento dos funcionários ligados à operação, podendo ser o próprio motorista. Duarte *et al.* (2019) analisou que empregar funcionários locais tem um efeito positivo na performance da entrega da última milha. Nesse caso, a hipótese investigada foi a seguinte:

H3: O funcionário influencia no valor sinistrado

A frequência da ocorrência pode ser verificada sob o aspecto de sazonalidade. Ekwall e Lantz (2013) mostraram que existem diferentes tipos de sazonalidade no roubo de carga relacionados a vários locais da cadeia de transporte. Nesse caso, a hipótese investigada foi a seguinte:

H4: O valor sinistrado é influenciado por períodos do ano ou dias da semana

Para Fonseca (2016) dentre diversas medidas apontadas como estratégia de redução de perdas, podem ser destacadas o uso de veículos blindados e o rastreamento. Entretanto, em regiões de extrema violência, o uso de escolta é pior, pois o roubo não deixa de acontecer e ainda pode haver um confronto (DUARTE *et al.*, 2019). Ainda com base neste estudo, nas favelas, o rastreamento é precário. Nesse caso, a hipótese investigada foi:

H5: O uso de recursos de segurança reduz o valor sinistrado

Urciuoli (2016) por meio de um estudo exploratório identificou que incrementos nas taxas de frete e entregas JIT (just in time) podem influenciar no nível de segurança das companhias de transporte. Nesse caso, a hipótese investigada foi:

H6: O tipo de frete influencia no valor sinistrado

No estudo de Duarte *et al.* (2019), a aparência do veículo é um artifício de segurança. Para a realização de entregas em favelas, uso de carros sem logotipos da empresa, motocicletas sem bagageiros e camuflar pacotes no interior do veículo são estratégias de segurança. Nesse caso, a hipótese investigada foi:

H7: O tipo de veículo influencia no valor sinistrado

Ekwall (2010) com base em estatísticas oficiais de criminalidade analisou que as ameaças na cadeia de suprimentos e de transporte que não tem como objetivo o interesse econômico (demanda por produtos roubados) estão vinculadas a questões políticas ou ideológicas ou religiosas e a determinadas áreas geográficas ou locais. Nesse caso, a hipótese investigada foi:

H8: Questões políticas ou ideológicas ou religiosas influenciam no valor sinistrado

Duarte *et al.* (2019) observou em suas entrevistas e dados no campo que ter um bom relacionamento com a comunidade, fazer acordos, ajudar em eventos e atividades sociais são práticas altamente eficiente na entrega de última milha nas favelas. Nesse caso, a hipótese investigada foi:

H9: O envolvimento da comunidade influencia no valor sinistrado

3.4 MÉTODO DE ANÁLISE

Este trabalho utilizou duas técnicas de análise de dados para identificar as variáveis significativas que influenciam o valor sinistrado. Esta seção apresenta as duas técnicas: análise de regressão múltipla e análise de agrupamento.

3.4.1 Regressão Múltipla

Uma análise de regressão múltipla foi realizada para identificar as variáveis que explicam o valor sinistrado na distribuição da última milha de uma empresa brasileira de e-

commerce. Esse método foi escolhido por proporcionar uma compreensão sobre o efeito das variáveis independentes sobre o valor sinistrado, bem como o impacto coletivo das variáveis preditoras significativas. Tal procedimento é indicado em um caso de pesquisa exploratória em que não há um conhecimento. Para Hair *et al.* (2009), é a abordagem mais comum para a seleção de variáveis. A análise serve para identificar um menor número de variáveis que predizem a variável dependente de uma maneira única, ou seja, cada variável independente tem variância significativa na equação de regressão. O pacote estatístico IBM SPSS Statistics 25 foi utilizado para manipular os dados do processo para o processo de dados e, em seguida, realizar a análise de regressão.

O modelo estatístico utilizado é dado por:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_n x_n + \varepsilon \quad (1)$$

Y é a variável dependente

$x_1, x_2 \dots x_n$ – são as variáveis independentes

$\beta_0, \beta_1, \beta_2 \dots \beta_n$ – são denominados parâmetros da regressão

ε - é o termo que representa o resíduo ou erro da regressão

O modelo de regressão apresenta como pressuposto básico: a variável Y é aleatória, a esperança matemática dos resíduos é nula, a variância do ε é constante é igual a σ^2 (condição de homoscedasticidade dos resíduos), os resíduos são independentes entre si e têm distribuição normal. Tais pressupostos foram verificados em resultados mais adiante.

3.4.2 Análise de Agrupamento

A análise de agrupamento é uma técnica utilizada para a formação de grupos de dados similares baseado em diferentes variáveis (CORRAR; PAULO; DIAS FILHO, 2007). O principal objetivo é formar agrupamentos com dados similares que podem ser analisados para a identificação de padrões consistentes na amostra.

Existem dois tipos de algoritmos de agrupamentos: métodos hierárquicos e métodos não-hierárquicos (FÁVERO *et al.* 2009). As principais diferenças entre os métodos hierárquicos e os não-hierárquicos podem ser verificadas no Quadro 7.

Quadro 7 – Métodos de agrupamento

Método hierárquico	Os métodos hierárquicos são também aglomerativos ou divisivos. Métodos aglomerativos se iniciam com n agrupamentos e sequencialmente se associam até a formação de um único agrupamento. Métodos divisivos funcionam no sentido oposto, iniciando com um único agrupamento.
Método não-hierárquico	Estes métodos utilizam um número de agrupamentos pré-definido, e o algoritmo associa os valores para cada agrupamento. Um dos métodos do modelo não hierárquico é o <i>k-means</i> .

Fonte: Fávero *et al.*, 2009

Para esta análise, foi realizada inicialmente uma análise hierárquica para identificação do número de agrupamentos, a qual foi complementada pela análise não-hierárquica, com o objetivo de refinar os agrupamentos iniciais, conforme procedimento recomendado por Hair *et al.* (2009).

4 RESULTADOS

Esta seção tem por objetivo apresentar os resultados das análises quantitativas realizadas, tendo sido inicialmente realizada a análise de regressão e, posteriormente, a análise de agrupamento.

4.1 MODELO DE REGRESSÃO

Depois de trabalhar os dados brutos, foi utilizada a regressão múltipla stepwise para encontrar a relação entre os influenciadores para roubo de carga e os valores sinistrados na última milha. Os resultados da regressão são apresentados nas Tabelas 2 a 4.

Os coeficientes da regressão são apresentados na Tabela 2. Os dados indicam que oito variáveis independentes têm influência significativa no valor sinistrado. As demais variáveis independentes não são Sig. <0,05 de nível de significância, portanto, essas variáveis não são significativas e foram excluídas na equação de regressão. As variáveis independentes foram classificadas por ordem decrescente de importância (testes t) e a presença de multicolinearidade foi avaliada por meio do teste Variance Inflation Factor (VIF). Gignac (2019) afirma que, se o valor do VIF estiver acima de 0,1 e abaixo de 10, é considerado um valor aceitável, logo, as variáveis independentes selecionadas não apresentam problemas de multicolinearidade.

Tabela 2 – Coeficientes da regressão múltipla para variável dependente: valor sinistrado

Variável independente	Coeficientes padronizados β	T	Sig.	Tolerância	VIF
Valor Carregado	0,484	14,501	0,000	0,766	1,305
Hora da Ocorrência	-0,191	-6,127	0,000	0,878	1,139
Hora entre Saída e Ocorrência	-0,180	-5,733	0,000	0,866	1,155
Qtde de Remessas	0,200	5,727	0,000	0,703	1,422
Empresa Transportadora	-0,117	-3,569	0,000	0,790	1,266
Tipo de Contratação	-0,110	-3,502	0,000	0,867	1,153
Escoltado	-0,076	-2,468	0,014	0,893	1,120
Base de Origem	-0,081	-2,365	0,018	0,730	1,370

Fonte: Autor

Em geral, o modelo é significativo. Verifica-se pela Tabela 3 que o valor de F de 64,851 ultrapassa o valor crítico de 2,96 para a probabilidade de erro tipo I de 0,01. Consequentemente, a probabilidade de os resultados serem explicados ao acaso é nula.

Tabela 3 – Relatório de análise de variância para regressão

	Soma dos Quadrados	DF	Médio ²	F	Sig.
Regressão	5,53E+10	8	6,91E+09	64,851	0,000
Resíduo	6,96E+10	653	1,07E+08		
Total	1,25E+11	661			

Fonte: Autor

De acordo com os dados da Tabela 4, o modelo final consegue explicar em torno de 43,6% (R^2 ajustado) das variações que ocorrem no valor sinistrado da última milha, um coeficiente de determinação relativamente alto para uma investigação exploratória. A análise dos resíduos indicou ausência de autocorrelação serial, uma vez que Durbin-watson está próximo de 2. Também foi detectado que os resíduos são homoscedásticos, isto é, a variância dos resíduos é constante ao longo do espectro das variáveis explicativas, e a presença de uma distribuição normal dos erros padronizados. Esses resultados em conjunto garantem o atendimento aos pressupostos da regressão e que as variações explicadas e os testes de inferência se apresentam válidos.

Tabela 4 – Resumo do modelo

R^2	R^2 ajustado	Erro padrão da estimativa	Durbin-Watson
0,443	0,436	10325,550	1,839

Fonte: Autor

O modelo de regressão resultante do processo foi:

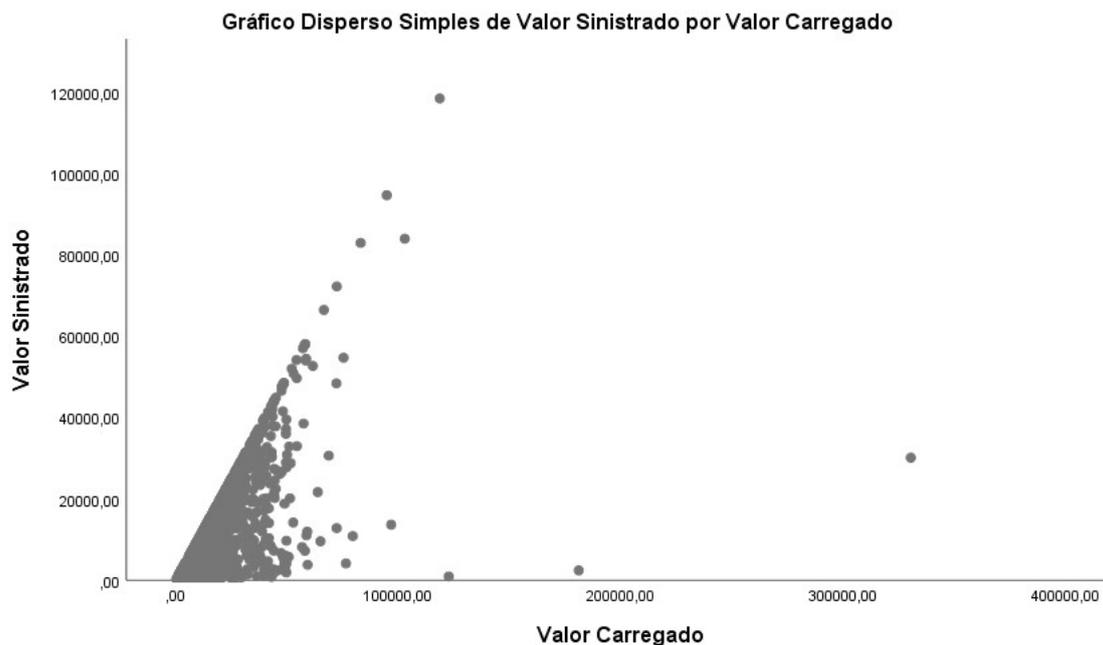
$$\begin{aligned}
 \text{Valor Sinistrado} = & + 0,484 \text{ Valor Carregado} \\
 & - 0,191 \text{ Hora entre Saída e Ocorrência} \\
 & - 0,180 \text{ Hora Ocorrência} \\
 & + 0,200 \text{ Qtd de Remessas} \\
 & - 0,117 \text{ Empresa Transportadora} \\
 & - 0,110 \text{ Tipo de Contratação} \\
 & - 0,076 \text{ Escoltado} \\
 & - 0,081 \text{ Base de Origem}
 \end{aligned} \tag{2}$$

Baseado no modelo de regressão final, cada uma das variáveis preditoras foi analisada separadamente e os resultados foram validados com os profissionais da empresa. A

combinação dessas contribuições qualitativas proveniente de experiências dos profissionais da área com os resultados gerados pelo modelo matemático melhora o poder analítico e chegar a resultados mais acertados.

O Valor Carregado é o mais importante preditor. No Gráfico 2, verifica-se que à medida que aumenta o valor carregado aumenta o valor sinistrado. Esse efeito já era esperado, por isso a empresa limita o valor embarcado em cada veículo (apenas quando não está acompanhado por escolta), porém, há casos em que o valor carregado é muito superior ao limite. Para alguns casos pontuais, depois de investigado, verificou-se que se tratava de fraudes em que o limite foi extrapolado propositalmente com a intenção de roubar a carga.

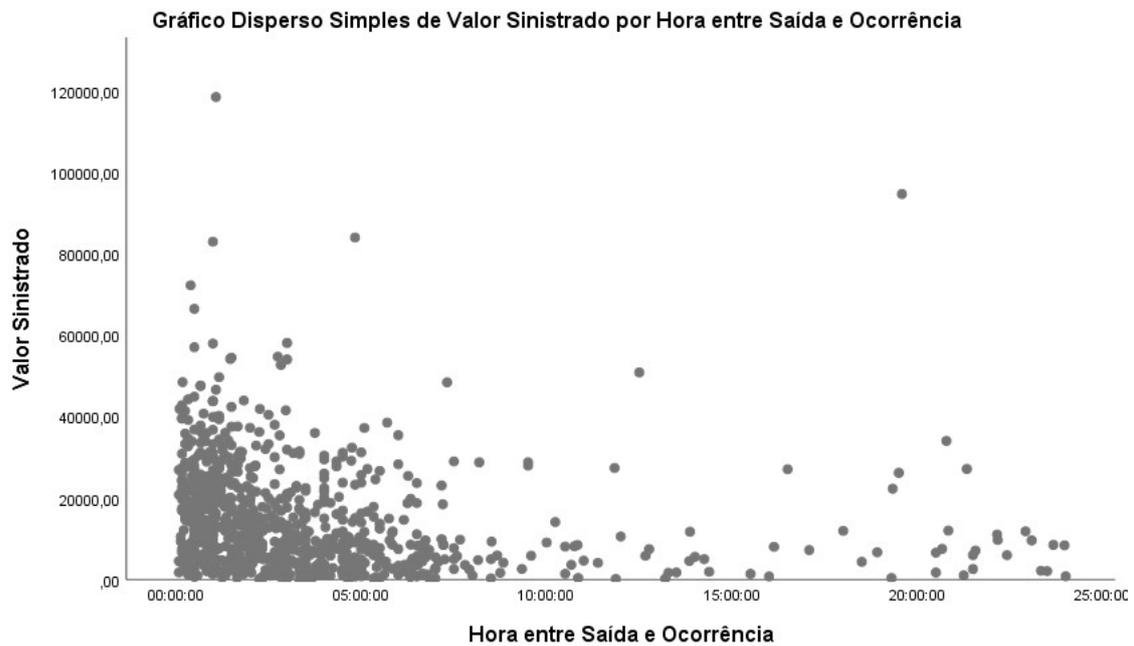
Gráfico 2 – Relação do valor carregado e o valor sinistrado



Fonte: Autor

Em relação à Hora entre Saída e Ocorrência, pelo Gráfico 3, visualiza-se uma alta concentração nas primeiras horas. Em uma análise mais detalhada dos dados, 45% das ocorrências acontecem em até duas horas da saída do veículo da base de operação. Isso porque é de conhecimento dos infratores a existência desses polos de expedição de mercadorias. A empresa do caso, como estratégia de mitigação, adota em algumas situações o uso de escoltas para apoio apenas no perímetro das bases da operação.

Gráfico 3 – Relação entre a hora da saída e da ocorrência com o valor sinistrado



Fonte: Autor

No que tange à Hora da Ocorrência, o horário é umas das principais preocupações da empresa, que adota como prática o horário limite até as 09h30min da manhã para o veículo sair para a entrega, embora operacionalmente nem todos se concretizam. Além disso, é vedada a liberação após o meio dia.

O horário de fato se mostrou um importante preditor, pois 72% dos roubos ocorreram entre 09h30min e 14h30min. Pelo Gráfico 4 percebe-se uma alta concentração dentro desse intervalo.

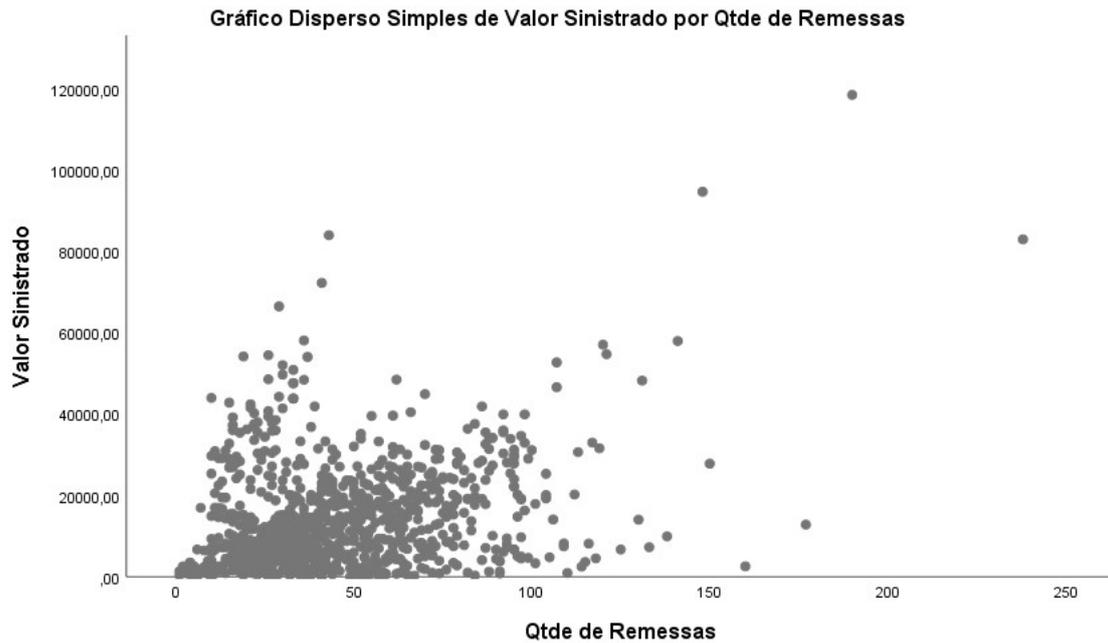
Gráfico 4 – Relação da hora da ocorrência com o valor sinistrado



Fonte: Autor

No que diz respeito à Quantidade de Remessas, apresenta um comportamento similar ao valor carregado e, assim como o primeiro, já era esperado, mas em proporção menor. De acordo com o Gráfico 5, à medida que aumenta a quantidade de remessa, aumenta o valor sinistrado.

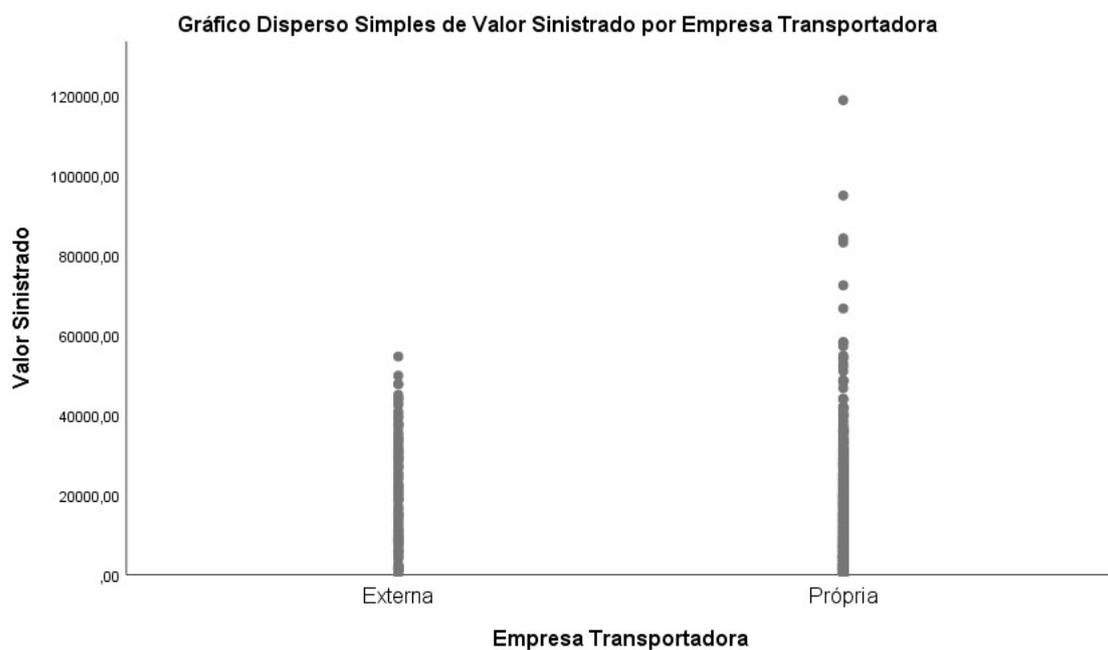
Gráfico 5 – Relação entre quantidade de remessa com o valor sinistrado



Fonte: Autor

Em relação à Empresa Transportadora, há ainda duas outras variáveis “Tipo de Contratação” e “Base de Origem” que comparam a contratação de serviços de terceiros com próprios. Porém, ao contrário dessas organizações, para a empresa transportadora, o volume de roubo de carga concentra-se na frota própria, o que se pode visualizar no Gráfico 6.

Gráfico 6 – Relação da empresa transportadora com o valor sinistrado



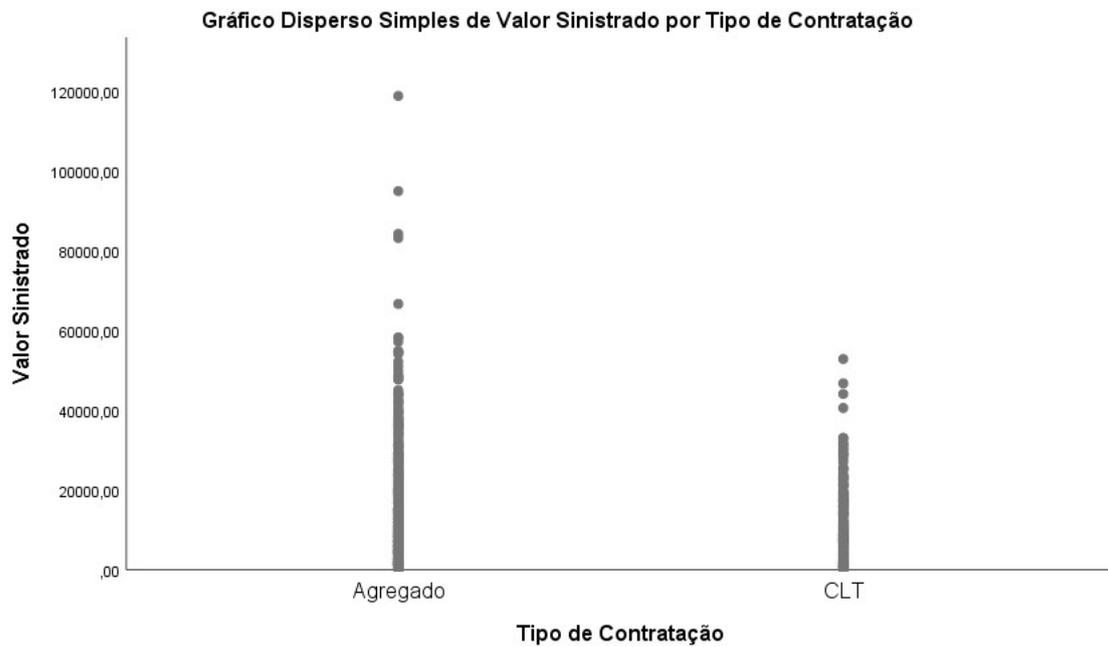
Fonte: Autor

No que tange ao Tipo de Contratação, como demonstrado no Gráfico 7, o valor sinistrado é menor para motoristas com regime de contratação CLT (funcionários da própria empresa).

O motorista já é um fator de risco considerado pela empresa do caso e, por isso, a organização adota diversas medidas para a inclusão desses profissionais dentro da sua base de operação: exigência de entrevistas; para novos motoristas, são destinados valores menores para carregamento e o aumento gradativo no valor conforme o tempo de operação; e aplicação de cursos e treinamentos. Além disso, quando há o sinistro, é feita uma reconstituição da ocorrência, acompanhando o motorista no processo de entrega.

Entretanto, há uma grande dependência da experiência do motorista, pois, como não há um roteirizador para entrega de última milha, o planejamento da rota e a ordem de entrega é feita por alguns motoristas próprios mais experientes e eles têm acesso à expedição para realizar o planejamento das entregas. A seleção de motorista para a rota também é feita com base em sua experiência nos locais designados para as entregas.

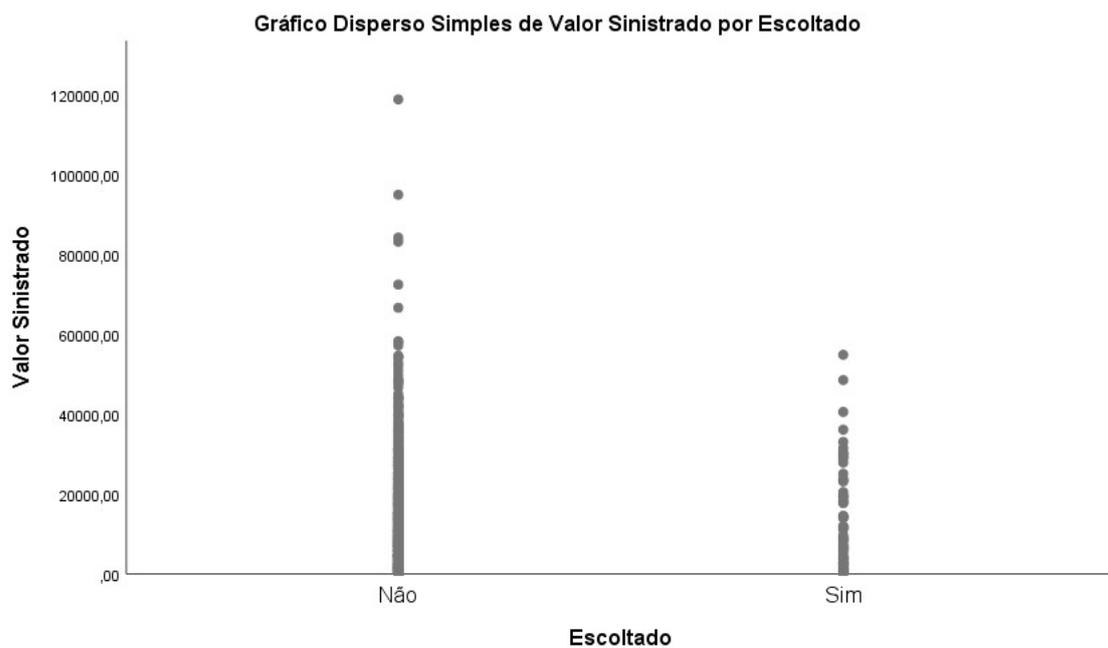
Gráfico 7 – Relação entre tipo de contratação e o valor sinistrado



Fonte: Autor

A Escolta é outro influenciador, pois, de acordo com o Gráfico 8, a presença de escolta reduz o valor sinistrado.

Gráfico 8 – Relação da escolta com o valor sinistrado

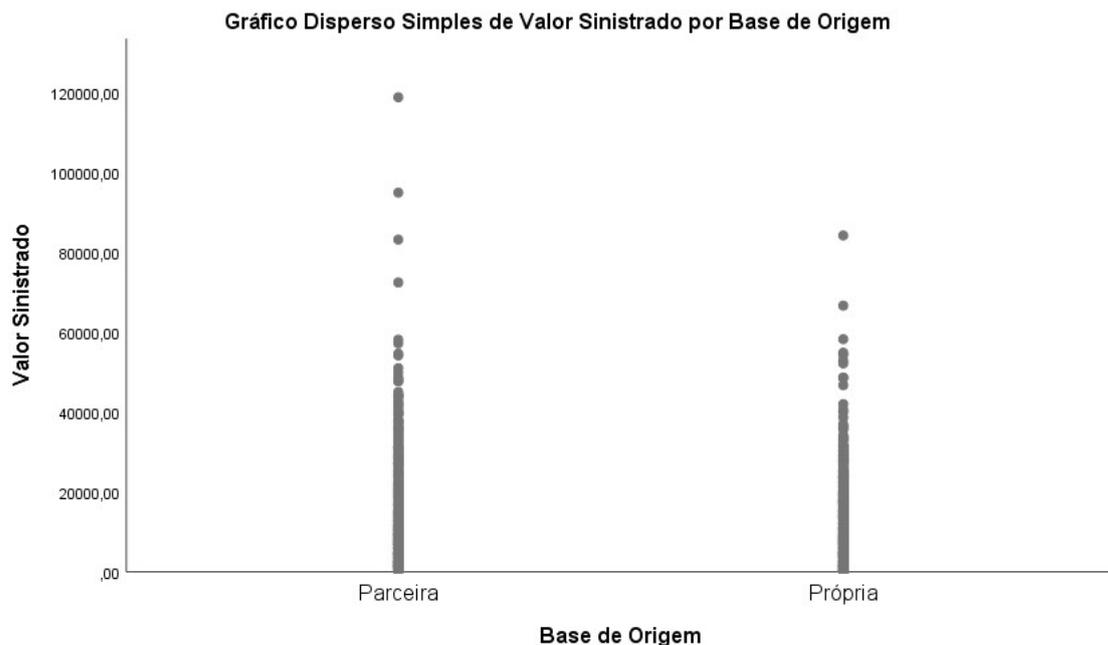


Fonte: Autor

Em relação à Base de Origem, para as bases próprias, a empresa tem maior controle e, por isso, como visualizado no Gráfico 9, é mais eficiente com relação ao volume sinistrado. Sabendo disso, a empresa adota estratégias para a incorporação de uma base de operação terceira no seu sistema logístico. A contratação é feita após avaliação de uma consultoria especializada em gestão de segurança em que os operadores parceiros precisam obedecer a certos requisitos e seguir um plano de excelência com um sistema de pontuação. Por esse sistema, no momento em que o mínimo não é atingido, a base terceira é excluída da operação. Só há intervenção na base quando há ocorrência.

Outro destaque nas bases de operação terceira é elas serem responsáveis pelos motoristas e, como já demonstrado anteriormente, é um importante preditor no valor sinistrado.

Gráfico 9 – Relação da base de contratação e o valor sinistrado



Fonte: Autor

4.2 ANÁLISE DE AGRUPAMENTO

A análise de agrupamento é bastante sensível à presença de observações atípicas (outliers), pois levam à má representação dos grupos. Por essa razão, foram gerados gráficos de boxplot simples para cada uma das variáveis métricas apontadas como relevantes na regressão. Para o “Valor Carregado” foram removidas duas observações, para a “Hora da Ocorrência” foram removidas cinco observações e para “Qtde de Remessas” três observações.

Após a análise para identificação de outliers, é necessário verificar se existe correlação entre as variáveis, para assim aplicar a análise de agrupamento (CORRAR; PAULO; DIAS FILHO, 2007). A correlação de Pearson foi utilizada para medir o grau de correlação e o resultado está presente na Tabela 5, a seguir.

Tabela 5 – Resultado correlação de Pearson

	Valor Sinistrado	Valor Carregado	Qtde Remessas	Hora da Ocorrência	Hora entre Saída e Ocorrência
Valor Sinistrado	1	0,637**	0,241**	-0,260**	-0,195**
Valor Carregado	0,637**	1	0,427**	-0,035	0,096**
Hora da Ocorrência	0,241**	0,427**	1	0,049	0,076*
Hora entre Saída e Ocorrência	-0,260**	-0,035	0,049	1	0,307**
Qtde de Remessas	-0,195**	0,096**	0,076*	0,307**	1

** . A correlação é significativa no nível 0,01 (2 extremidades).

* . A correlação é significativa no nível 0,05 (2 extremidades).

Fonte: Autor

Observando a Tabela 5, é possível verificar que a variável que apresenta o valor mais alto para correlação de Pearson é o valor carregado com o valor sinistrado, apresentando uma taxa de correlação de 0,637, ainda menor que 0,7, indicando pouca associação entre as duas variáveis (GIGNAC, 2019). Apesar dessa constatação, esta análise optou por não excluir qualquer dessas variáveis.

4.2.1 Análise Hierárquica

Uma vez que as variáveis se encontram em diferentes escalas e magnitudes, os dados foram padronizados utilizando a transformação escores Z, que é a forma mais comum de padronização (CORRAR; PAULO; DIAS FILHO, 2007).

Para a realização da análise hierárquica foi selecionada como medida de similaridade a distância euclidiana quadrática, pois essa medida é a mais comumente usada de similaridade entre dois objetos (HAIR *et al.*, 2009).

Dentro de procedimentos hierárquicos de agrupamento, há diferentes métodos de cálculo disponíveis para combinar as observações em grupos. Como o método de Ward, dentre todas as alternativas, tem o menor número de vieses inerentes (HUMPHRIES; TOWRISS; WILDING, 2007), foi o método escolhido. Em suma, esse método tenta

minimizar a soma dos quadrados dos desvios das variáveis em relação a cada objeto para cada estágio de agrupamento (CORRAR; PAULO; DIAS FILHO, 2007).

Ao realizar a análise hierárquica, por meio da análise do dendograma, presente no Apêndice B, identificou-se a sugestão de formação de 3 agrupamentos.

4.2.2 Análise Não Hierárquica

A análise não-hierárquica K-means foi realizada e os dados quantitativos foram divididos de acordo com três dimensões proveniente do agrupamento hierárquico. Os centros dos grupos finais e os valores médios para cada grupo são mostrados na Tabela 6:

Tabela 6 – Solução final para a análise não hierárquica de K-means

Variáveis	Centros dos grupos finais			Valores médios		
	1	2	3	1	2	3
Valor Sinistrado	1,776	0,284	-0,532	35.588	17.455	7.537
Valor Carregado	1,514	0,417	-0,551	44.333	28.502	14.536
Qtde de Remessas	-0,316	0,972	-0,493	37	71	33
Hora da Ocorrência	-0,398	-0,168	0,215	10:53	11:28	12:25
Hora entre Saída e Ocorrência	-0,274	-0,117	0,103	02:21	03:00	03:55

Fonte: Autor

O centro dos grupos finais e os valores médios permitem conhecer a média de cada variável em cada um dos grupos criados, na primeira com os dados padronizados e na segunda com os dados absolutos.

Uma das tabelas de resultados da aplicação deste método refere-se à tabela da ANOVA, Tabela 7. Verifica-se que todas as variáveis apresentam diferenças significantes entre os grupos ($\text{sig} < 0,05$) e todas as variáveis referidas apresentam elevados valores de F, contribuindo fortemente para a definição dos grupos. As variáveis mais representativas na diferenciação desses grupos foram valor sinistrado e valor carregado com $F = 598,874$ e $F = 499,684$, respectivamente.

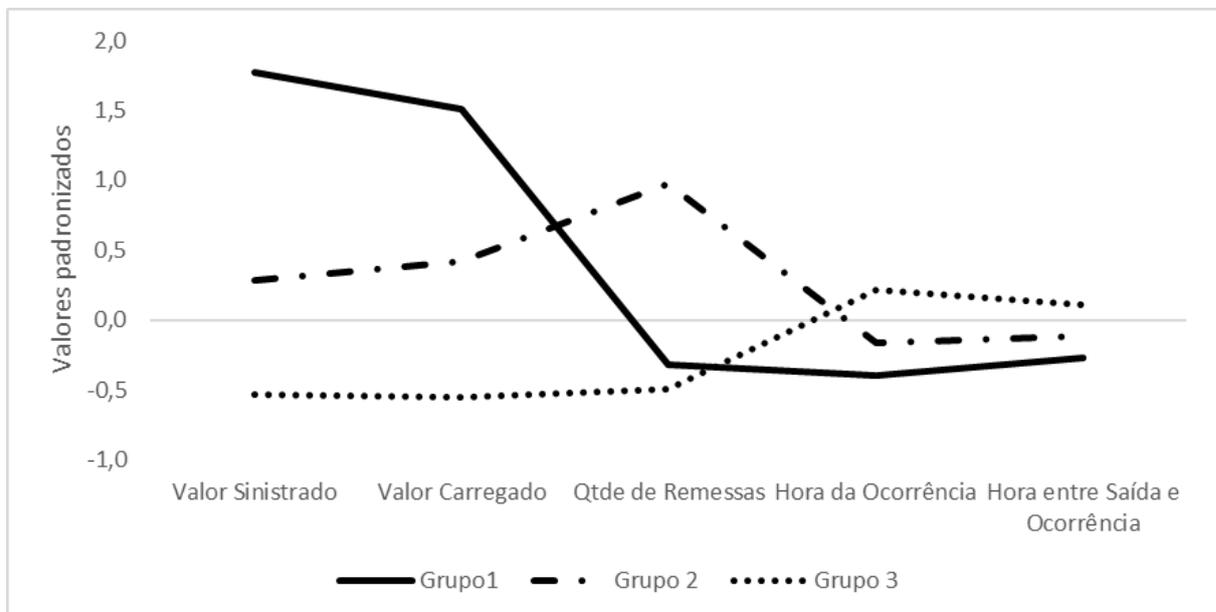
Tabela 7 – Resultado da análise de variância (ANOVA) para agrupamento

Variáveis	Agrupamento		Erro		F	Sig.
	Quadrado Médio	df	Quadrado Médio	df		
Valor Sinistrado	258,344	2	0,431	881	598,874	0,000
Valor Carregado	227,915	2	0,456	881	499,684	0,000
Qtde de Remessas	198,767	2	0,566	881	351,298	0,000
Hora da Ocorrência	24,110	2	0,938	881	25,700	0,000
Hora entre Saída e Ocorrência	8,666	2	0,930	881	9,319	0,000

Fonte: Autor

Para realizar a interpretação dos grupos, segundo Hair *et al.* (2009), é importante a geração do perfil de agrupamento, conforme Gráfico 10.

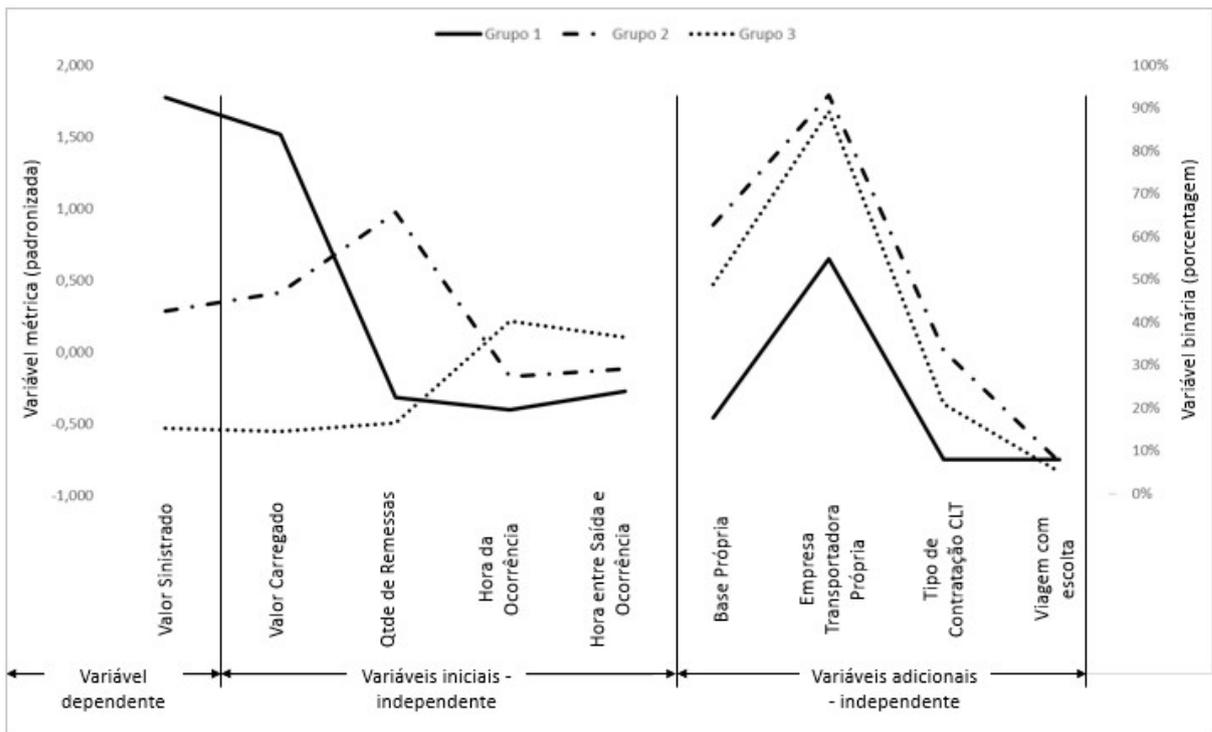
Gráfico 10 – Perfil de agrupamento para as 5 variáveis com valores padronizados



Fonte: Autor

Para concluir a análise, foram caracterizados o conjunto de variáveis binárias não incluídas no procedimento de agrupamentos. Para realizar a interpretação, foi gerada novamente a análise de perfil, com as variáveis adicionais padronizadas, conforme Gráfico 11.

Gráfico 11 – Perfil de agrupamento incluindo as variáveis adicionais



Fonte: Autor

Os três grupos formados apresentam diferenças consideráveis no comportamento de suas variáveis, conforme pode ser verificado no Gráfico 11.

- O grupo 1 pode ser chamado de “Maior risco” e se caracteriza por altos valores carregados, ocorrência em período mais cedo, média de horário entre saída e ocorrência próximo de 2 horas, predominância de terceiros (base de operação e tipo de contratação), empresa transportadora tanto externa quanto própria e o grupo com maior presença de escolta.
- O grupo 2 pode ser chamado de “Risco médio” e se caracteriza por valores carregados intermediários, ocorrência em período pouco mais tardio, média de horário entre saída e ocorrência próximo de 3 horas, predominância de recursos logísticos próprios (base de operação e empresa transportadora) e grupo que emprega a maior quantidade de funcionários próprios, além da presença de escolta.
- O grupo 3 pode ser chamado de “Baixo risco” e se caracteriza por valores carregados baixos, ocorrência em período tardios quando comparado aos dois primeiros grupos, média horário entre saída e ocorrência próximo de 4 horas, base de operação tanto própria quanto parceira, empresa transportadora própria, tipo de contratação do tipo agregado e a menor presença de escolta.

A partir dos grupos formados, foram analisadas outras características além das já demonstradas pelo perfil de agrupamento, como relação do valor sinistrado sobre o valor carregado e as três principais localidades em valor sinistrado de cada grupo. Optou-se pela microrregião ao invés do CEP, pois este último é muito fragmentado e deste modo nenhum CEP era destacado. Os resultados estão presentes no Quadro 8 a seguir.

Quadro 8 – Características adicionais por grupo

Grupo	% Roubo/Carregado	Nº ocorrências	Top 3 microrregiões	Cidade	Estado
Maior risco	80%	113	212	Rio de Janeiro	RJ
			202	Rio de Janeiro	RJ
			222	Rio de Janeiro	RJ
			227	Rio de Janeiro	RJ
Risco médio	61%	283	086	Suzano	SP
			064	Barueri	SP
			085	Itaquaquecetuba	SP
Baixo risco	52%	488	071	Guarulhos	SP
			580	João Pessoa	PB

Fonte: Autor

O Quadro 8 revela que os grupos de maior risco, embora tenham o menor número de ocorrências, possuem cerca de 80% do valor carregado sinistrado e há uma predominância da cidade do Rio de Janeiro. Por sua vez, dentro do grupo de risco médio, dentre as três principais cidades, duas estão no estado de São Paulo. É importante ressaltar que as principais regiões dentro do grupo de baixo risco não devem ser negligenciadas, pois elas apresentam um percentual menor de valor sinistrado, mas alta recorrência de roubo, a exemplo de Guarulhos e Itaquaquecetuba, resultado que será explorado mais à frente.

4.3 DISCUSSÃO

No Quadro 9 são apresentadas as hipóteses propostas e informados os resultados alcançados.

Quadro 9 – Análise das hipóteses

Hipóteses	Resultado	Conclusão
H1: O local da ocorrência influencia no valor sinistrado	Não: Não Significante	Hipótese Não suportada
H2: O tipo de produto influencia no valor sinistrado	Não é passível de mensuração	
H3: O funcionário influencia no valor sinistrado	Sim ($\beta = -0,106$. Sig. = 0,001)	Hipótese Suportada
H4: O valor sinistrado é influenciado por períodos do ano ou dias da semana	Não: Não Significante	Hipótese Não suportada
H5: O uso de recursos de segurança reduz o valor sinistrado	Sim para escolta ($\beta = -0,079$. Sig. = 0,010) Não para isca	Hipótese Suportada Parcialmente
H6: O tipo de frete influencia no valor sinistrado	Não é passível de mensuração	
H7: O tipo de veículo influencia no valor sinistrado	Não: Não Significante	Hipótese Não suportada
H8: Questões políticas ou ideológicas ou religiosas influenciam no valor sinistrado	Não é passível de mensuração	
H9: O envolvimento da comunidade influencia no valor sinistrado	Não é passível de mensuração	

Fonte: Autor

As hipóteses que relacionam as variáveis, tipo de produto (H2), tipo de frete (H6), questões políticas/ideológicas/religiosas (H8) e envolvimento da comunidade (H9) não foram possíveis de se validar pela base de dados, entretanto, a hipótese H2 (tipo de produto) é relevante para os profissionais da empresa.

Para a primeira hipótese de pesquisa (H1), por esta verificação empírica, não se confirma o impacto da localização, ao contrário do que foi pontuado em trabalhos internacionais similares. Esse resultado pode ser ocasionado pela amostra adotada e pela variável de resposta escolhida, pois a base de dados disponível contém apenas os dados de sinistro. Com uma base contendo todas as entregas e utilizando como a variável de resposta a ocorrência ou não de sinistro, possivelmente a localização se mostrará como um preditor. Esse argumento é amparado pela análise da Tabela 8. Ela exhibe as top 10 microrregiões em ocorrência no período de 2 anos, correspondendo a 20% das ocorrências no país. Pela tabela, percebe-se que, em termos de valor sinistrado, que é a variável de resposta selecionada, essas localizações não destoam muito da média nacional que é de 14 mil reais por incidente. Entretanto, mas quando se analisa a frequência da ocorrência, essas microrregiões se descolam da média nacional que é de 2,1 incidentes.

Tabela 8 – O roubo de carga da última milha por microrregião

Microrregião	UF	Frequência	Frequência (%)	Valor Sinistrado	Médio
085	SP	43	4%	R\$	9.339,11
071	SP	25	7%	R\$	9.275,86
064	SP	19	9%	R\$	13.896,07
580	PB	19	11%	R\$	10.723,97
227	RJ	18	13%	R\$	20.473,43
202	RJ	16	14%	R\$	20.530,45
132	SP	14	16%	R\$	13.887,19
058	SP	13	17%	R\$	8.579,43
226	RJ	13	18%	R\$	18.308,46
063	SP	12	20%	R\$	10.248,79

Fonte: Autor

A Tabela 9 apresenta o roubo de carga por estado. Nota-se que se destacam os estados de São Paulo e Rio de Janeiro, onde cerca de 70% das ocorrências e de valor monetário concentram-se, corroborando a literatura. Portanto, é interessante explorar a variável localização em estudos futuros.

Tabela 9 – O roubo de carga da última milha por estado

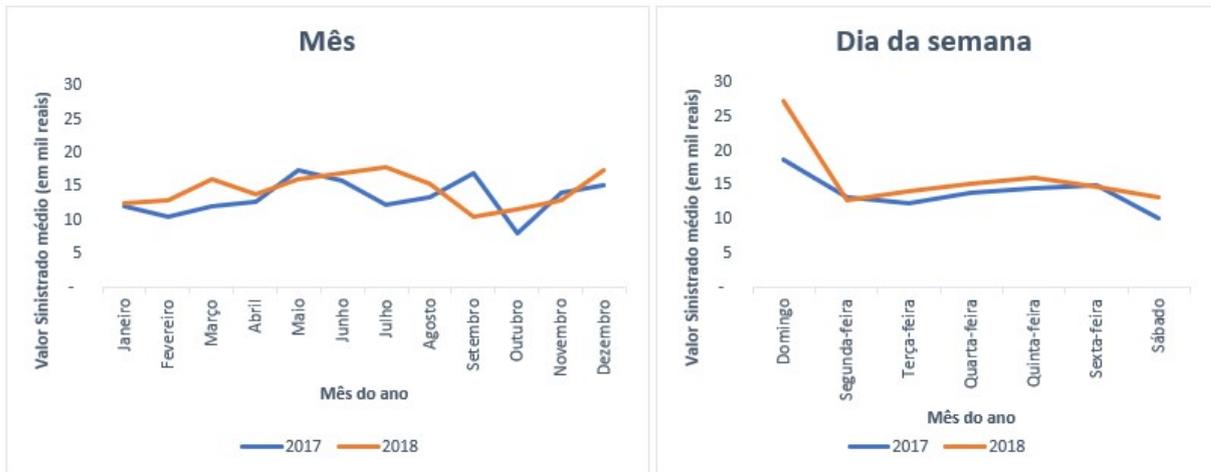
Estados	Valor Sinistrado (%)	Frequência de roubo (%)
São Paulo	34%	42%
Rio de Janeiro	39%	28%
Outros	28%	31%

Fonte: Autor

A terceira hipótese de pesquisa (H3) afirma que o funcionário influencia no valor sinistrado. Essa hipótese é confirmada pela análise de regressão e, como já exposto anteriormente, funcionários próprios representam um menor risco potencial.

A quarta hipótese de pesquisa (H4) que afirma valor sinistrado é influenciado por períodos do ano ou dias da semana não é sustentada. Realizando uma análise gráfica, no Gráfico 12, não se percebe a presença de sazonalidade para os atributos mês e dia da semana.

Gráfico 12 – Relação entre o valor médio sinistrado por mês e por dia da semana



Fonte: Autor

A quinta hipótese de pesquisa (H5) afirma que o uso de recursos de segurança reduz o valor sinistrado, sendo essa hipótese parcialmente sustentada pela análise de regressão. Os principais recursos que a empresa do caso utiliza são a inclusão de escolta, a inserção de iscas (dispositivo de rastreamento que é acondicionado dentro de caixas e embalagens em geral, se passando por qualquer outro pacote de entrega). A escolta se mostrou um influenciador no volume sinistrado, ao contrário da isca de rastreamento, que não apresentou como um preditor para a minimização do valor do roubo. Ao fazer uma análise da taxa recuperação de cargas, os dados mostram que 13% da carga foram recuperados de veículos com isca, enquanto 10% foram recuperados de veículos sem isca. Esses resultados evidenciam que a efetividade da isca é baixa, o que é agravado financeiramente quando se adiciona o custo da isca no montante sinistrado. Com base na experiência da empresa, a ineficiência da isca é atribuída a três fatores: o uso de jammers (bloqueadores de radiocomunicações); o segundo é um problema na operação: embora a isca esteja camuflada como qualquer outro pacote de entrega, o motorista sabe qual é o pacote que tem o dispositivo; e, por fim, a impossibilidade de recuperar a carga sem o envolvimento da polícia ou de outros órgãos competentes. O processo não é ágil o bastante para evitar que a isca seja encontrada e descartada pelo infrator, ou há casos em que é sabido onde a carga se encontra, mas, devido ao perigo do local e à baixa gravidade da situação, a força policial não comparece ao local.

A sétima hipótese de pesquisa (H7) afirma que o tipo de veículo influencia no valor sinistrado, entretanto, não foi sustentada pela análise de regressão. A empresa do caso faz uso do próprio veículo do motorista, seja agregado ou funcionário e, assim, estes não são logotipados. Além disso, para que os veículos possam fazer entregas, os transportes de

passeio precisam ter vidro escuro (película insulfilm) para que não se perceba que, no seu interior, haja carga/pacotes. Essas práticas se demonstram assertivas, uma vez que não há veículos alvos de sinistro.

4.3.1 Práticas Atuais de Mitigação

Antes de transferir automaticamente o resultado da análise estatística, é importante avaliar as práticas atuais utilizadas para a prevenção de roubo de carga. As estratégias adotadas pela empresa variam de acordo com a classificação de risco da área de entrega, exemplificadas na Figura 7.

Figura 7 – Estratégias adotadas para prevenção de roubo

GRAVIDADE	Alta	Utilização de 1 Isca	Utilização de 2 Iscas	Alteração da Rota + 1 Isca/Escolta	Escolta	Parceria com a segurança pública
	Redução de Valor		Utilização de 1 Isca	Alteração da Rota + 1 Isca	2 Iscas/Escolta	Escolta
				Utilização de 2 Iscas		
	Leve		Redução de Valor/1 Isca	Utilização de 1 Isca	2 Iscas/Alteração da Rota	Alteração da rota
	Redução de Valor		Utilização de 2 Iscas			
		Baixa	FREQUÊNCIA			Alta

Fonte: Empresa do caso

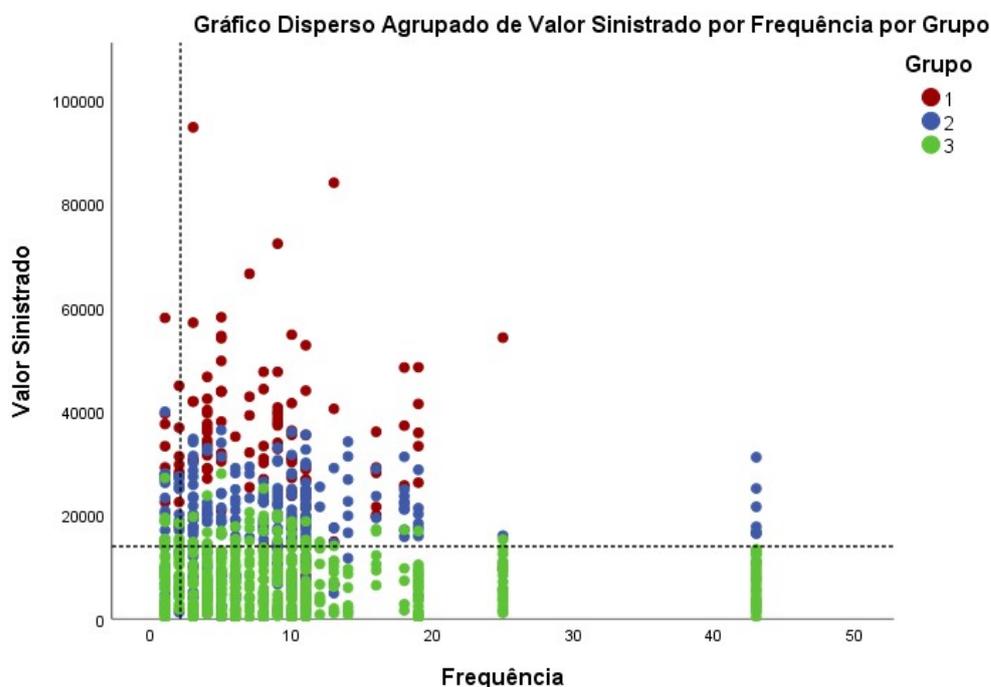
A Figura 7 é uma matriz de probabilidade e impacto, na qual a probabilidade é a frequência da ocorrência em uma determinada microrregião e o impacto é o valor sinistrado. Para cada tipo de quadrante, é adotada uma estratégia, por exemplo, a escolta é empregada em rotas com alta gravidade e com bastante frequência.

Das estratégias adotadas, iscas e escolta já foram explorados e a alteração de rota não é passível de validação. Com relação a “redução de valor” a empresa adota um carregamento limite para que os veículos não saiam para entrega com valores altos. Entretanto, em 23% dos casos em que havia um limite de carregamento estipulado, este foi ultrapassado. Isso reforça que mesmo com a adoção de estratégias de segurança, em 2018, houve um aumento de 15% em valor sinistrado quando comparado a 2017, sendo que, no Brasil, houve uma redução de 6% no mesmo período. Como demonstrado pelo estudo empírico das estratégias que a empresa

utiliza, a isca não está sendo efetiva. O primeiro passo é avaliar outros dispositivos presentes no mercado e combinar com outras estratégias, provenientes dos resultados empíricos. Valor e quantidade carregada, horário, escolta e o tipo de contratação de transportadores, funcionários e base de operação são fatores-chave para a severidade da perda de carga.

A mesma relação entre o valor sinistrado e a frequência foi usada para exibir as posições de cada microrregião na matriz, bem como o grupo a qual pertencem. Essa relação está representada na Figura 8 a seguir.

Figura 8 – Matriz valor sinistrado e frequência por microrregião



Fonte: Autor

Legenda: Grupo 1: Maior risco; Grupo 2: Risco médio; Grupo 3: Baixo risco

Foram adicionadas duas linhas de referência que correspondem à média nacional de ocorrências (eixo x) e de valor sinistro (eixo y). Com relação à frequência, há duas microrregiões, já citadas anteriormente, Itaquaquetuba (085) e Guarulhos (071), que com nitidez se distanciam da grande parcela dos casos. Pela matriz de risco, devido à alta frequência, deveriam fazer o uso de escolta, porém, esse procedimento não foi constatado pela análise dos dados. Então, embora exista uma estratégia, por motivos operacionais, não é completamente aplicada.

4.3.2 Novas Estratégias de Mitigação

Com base nos resultados empíricos, este estudo desenvolveu estratégias para prevenção de roubo de carga e recomendações gerenciais para a execução de planos de mitigação sob uma perspectiva intraorganizacional.

Com relação ao Valor e Quantidade carregados, é necessário estabelecer limites de valor embarcado para não concentrar as cargas em um único veículo, em especial para aqueles designados para áreas perigosas. Ao fazer uma gestão das entregas com base na rota, valor embarcado e grupo de risco, é dado um maior foco para aqueles em rota de risco. Além de ser feito um acompanhamento mais próximo, essa estratégia pode ser combinada com outras medidas de segurança, como uso de escoltas e preferência por motoristas CLTs. Além disso, deve ser realizada conferência aleatória a fim de garantir operacionalmente a estratégia estabelecida e evitar fraudes, para que os veículos não saiam com valores maiores do que o limite estipulado.

No que diz respeito ao horário, é necessário reforçar as medidas de segurança nas primeiras horas entre a saída do veículo da base de operação. Como uma medida primária, o uso de rotas variadas e seguras, pois o motorista, ao utilizar o mesmo trajeto ao sair da base, torna-se mais vulnerável. Outra estratégia é antecipar o horário limite de saída dos veículos das bases de operação. Como o horário de pico das ocorrências começa às 9h30min e até 2 horas depois da saída ocorrem quase a metade das ocorrências, o horário limite para saída dos veículos deve ser antecipado para as 7h30min.

No que tange a Operadores Terceiros, os profissionais de logística devem selecionar de modo meticuloso seus operadores terceiros, regular o controle, formular procedimentos logísticos rigorosos, acompanhar indicadores e realizar vistorias com frequência, não se restringindo apenas a quando ocorre o incidente.

No tocante a Riscos de Pessoal, é necessário realizar processo investigativo dentro da rotina de operação para evitar vazamento de informações e controle de acesso de funcionários na expedição, além de adotar estratégias de penalização.

Em relação a Recursos de Segurança, embora a escolta envolva alto custo, seu uso é um inibidor do roubo de carga, mas é necessário otimizar as rotas para não haver sobreposições de recurso. Já a isca, embora comprovadamente ineficiente, a literatura mostra que o uso de dispositivos de rastreamento pode ajudar na prevenção. Sendo assim, é necessário selecionar equipamentos robustos e inseri-los em todos e quaisquer pacotes de entregas. Para operação do pesado (produtos de grandes dimensões), deve-se fazer uso de

caminhões que já possuam tecnologias de segurança embarcada, como rastreadores e dispositivos de travamento. Por fim, é necessário o uso de roteirizador para o planejamento de rotas, pois, além do ganho de tempo e melhor controle de custos, possibilita o ganho de previsibilidade, permitindo uma programação antecipada das escoltas e flexibilização entre a rota e o motorista, minimizando a dependência da experiência desse profissional.

No que se refere à Frequência, para regiões com alta recorrência de sinistro, uma estratégia é adotar o sistema híbrido da entrega da última milha, em que o produto pode ser retirado em uma loja da rede ou loja parceira ou então em lockers que fiquem localizados em regiões próximas, mais seguras, e o consumidor fica responsável pela retirada no local.

5 CONCLUSÃO

Este trabalho teve como objetivo identificar os fatores que afetam o roubo de carga na entrega de última milha em um relevante varejista on-line do mercado brasileiro. Foram combinados métodos quantitativos para a análise de dados, tais como regressão múltipla e análise de agrupamento e entrevistas qualitativas semiestruturadas para uma melhor compreensão do evento estudado. Os resultados revelaram que as variáveis encontradas em estudos, em sua maioria realizados em países desenvolvidos, não necessariamente coincidem com os problemas vivenciados no mercado brasileiro (EKWALL; LANTZ, 2013; WU; CHEN; TSAU, 2016).

O estudo revelou que o histórico de uma base de dados contém informações relevantes para a identificação dos fatores que influenciam o volume sinistrado e contribui para a literatura de duas maneiras. Primeiramente, a criação de um modelo holístico de roubo de carga, incorporando estruturas de gerenciamento de risco da cadeia de suprimentos e a tomada de decisão de negócio (Figura 6), bem como o desenvolvimento de estratégias de prevenção de roubo de carga para a empresa do caso. Em segundo lugar, empresas podem utilizar o SCRMP proposto para identificar problemas de roubo de carga e, assim, desenvolver estratégias de prevenção ou então aquelas que não possuem dados podem utilizar as estratégias propostas.

As lições aprendidas neste estudo são de valia, por se tratar de uma empresa de destaque no mercado nacional. Foi constatado que, embora possuam dados com muitas variáveis mapeadas, há uma dificuldade na conversão de informações para tomada de decisão gerencial e, quando uma estratégia é desenhada, há a dificuldade de colocá-la em prática.

Cabe agora responder às questões de pesquisa.

Quais fatores têm impacto no valor sinistrado em entregas de última milha do comércio eletrônico?

Os resultados da análise de regressão revelaram que oito variáveis são significativas para explicar a severidade do roubo de carga: valor e quantidade carregada, hora entre a saída e a ocorrência, hora da ocorrência, base de origem, escolta, tipo de contratação e transportadora.

Por meio da análise de agrupamento, foram identificados 3 agrupamentos, nos quais os fatores-chave encontrados influenciam de maneira distinta. O grupo “Maior risco”

caracteriza-se por altos valores e volumes carregados, horários mais cedo, predominância de terceiros e um maior uso de escolta. O grupo “Risco médio” caracteriza-se por médios valores e volumes carregados, horários mais tardios e predominância de recursos logísticos próprios. Por fim, o grupo “Baixo risco” caracteriza-se por baixos valores e volumes carregados, horários mais tarde, uso de recursos logísticos tanto próprios quanto de terceiros e a menor taxa de uso de escolta.

Quais as estratégias de mitigação recomendadas?

A segunda questão de pesquisa refere-se ao desenvolvimento de estratégias para o gerenciamento de riscos. As estratégias são: realizar uma gestão das entregas com base na rota, no valor embarcado e área de risco; redobrar medidas preventivas, em especial nas duas primeiras horas após a saída do veículo; formular procedimentos logísticos rigorosos para terceiros; evitar vazamento de informações; adotar recursos de segurança e empregar modelos de distribuição do tipo híbrido (retirar em um ponto de coleta) para áreas de alto risco.

5.1 LIMITAÇÕES

Uma das limitações deste trabalho foi a utilização de uma única empresa. Embora seja a maior do setor no cenário nacional, os resultados atuais podem ser limitados a organizações com características semelhantes às da empresa do caso. Sendo assim, várias empresas podem ser analisadas no intuito de buscar estratégias gerais de gerenciamento de riscos para a prevenção de roubo de carga.

Outra limitação foi a base de dados empregada, que contém apenas dados de sinistro, sendo a análise conduzida a fim de determinar as variáveis que potencializam o valor sinistrado. Essa metodologia não identifica as causas da ocorrência ou não de sinistro.

5.2 OPORTUNIDADES DE PESQUISA

Com base nos resultados desta pesquisa e nas limitações encontradas, foram identificados dois tópicos relevantes para estudos a serem realizados nesta linha de pesquisa.

Estudos futuros poderiam ajudar a determinar se o tipo de produtos é um influenciador no roubo de carga e se é necessário traçar estratégias diferentes para tipos de carga.

Outra oportunidade seria focar na Fase III do modelo desenvolvido para a gravidade de roubo de carga, que são a “Implementação da estratégia” e a “Mitigação de risco”, e se referem à execução das estratégias delineadas neste estudo.

REFERÊNCIAS

- AGATZ, N.; BOUMAN, P.; Schmidt, M. Optimization approaches for the traveling salesman problem with drone. **Electronic Journal**. 2015. DOI: <https://doi.org/10.1287/trsc.2017.0791>
- AMARAL, C. A.; FIGUEIREDO, L. A. D. A melhoria do processo logístico de uma organização por meio da navegação de cabotagem: o caso Aracruz Celulose. In: XVIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO – ENEGEP. **Anais...** Rio de Janeiro: Abepro, 2008.
- ANDERSON, S.; ALLEN, J.; BROWNE, M. Urban logistics—how can it meet policy makers’ sustainability objectives? **Journal of transport geography**, v. 13, n. 1, p. 71-81, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2004.11.002>
- ARAÚJO, D. R.; FIGUEIREDO, L. A.; MANDATO, F. Mensuração das perdas geradas no processo de envio de bobinas da CST pelo modal rodoviário. In: X SIMPÓSIO DE ADMINISTRAÇÃO DE PRODUÇÃO. LOGÍSTICA E OPERAÇÕES INTERNACIONAIS, **Anais...**, São Paulo, 2007.
- ASSOCIAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE DE CARGAS E LOGÍSTICA. NTC&Logística divulga números da Pesquisa de Roubo de Cargas em 2018. Disponível em: <https://www.portalntc.org.br/publicacoes/blog/noticias/outros/ntc-logistica-divulga-numeros-da-pesquisa-de-roubo-de-cargas-em-2018>. Acessado em: 15 jun. 2019.
- AUTRY, C. W.; BOBBITT, L. M. Supply chain security orientation: conceptual development and a proposed framework. **The International Journal of Logistics Management**, v. 19, n. 1, p. 42-64, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1108/09574090810872596>
- BLAZI, R. et al.; Cenários Prospectivos no Transporte Rodoviário de Cargas: um Estudo no Core de Produção do Estado do Rio Grande do Sul. In: XXXI ENCONTRO DA ANPAD, **Anais...**, Rio de Janeiro, 2007.
- BLOME, C.; SCHOENHERR, T. Supply chain risk management in financial crises-A multiple case-study approach. **International journal of production economics**, v. 134, n. 1, p. 43-57, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2011.01.002>
- BS 4778-3.1:1991. Quality vocabulary. Availability, reliability and maintainability terms. Guide to concepts and related definitions. **British Standards Institute**, 1991
- CASTILLO, V. E. et al. Crowdsourcing last mile delivery: strategic implications and future research directions. **Journal of Business Logistics**, v. 39, n. 1, p. 7-25, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1111/jbl.12173>
- CAVENAGHI, V.; FREDERICO, G. F. A importância da avaliação de desempenho no contexto atual dos operadores de transporte ferroviário. In: XXVII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO – ENEGEP. **Anais...** Foz do Iguaçu: Abepro, 2007.
- CLOSS, D. J.; MCGARRELL, E. F. **Enhancing security throughout the supply chain**. Washington, DC: IBM Center for the Business of Government, 2004. Disponível em: <https://www->

03.ibm.com/procurement/proweb.nsf/objectdocswebview/filesupply+chain+security+white+paper+and+assessment+guide+april+2004/\$file/supply+chain+security+white+paper+and+assessment+guide+april+2004.pdf.

COHEN, L. E.; FELSON, M. Social change and crime rate trends: A routine activity approach. **American sociological review**, p. 588-608, 1979. DOI: <https://doi.org/10.2307/2094589>

COLICCHIA, C.; STROZZI, F. Supply chain risk management: a new methodology for a systematic literature review. **Supply Chain Management: An International Journal**, v. 17, n. 4, p. 403-418, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1108/13598541211246558>

CORRAR, L. J., PAULO, E., DIAS FILHO. **Análise multivariada para os cursos de administração, ciências contábeis e economia**, Editora Atlas, São Paulo, 2007.

DA SILVA, L. de O. V.; DE CAMARGO BRAGA, M. G. Violent events on the road: Risk perception of traffic-related and non traffic-related situations. **Accident Analysis & Prevention**, v. 114, p. 55-61, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aap.2017.05.028>

DUARTE, A. L. D. C. M. et al. Last mile delivery to the bottom of the pyramid in Brazilian slums. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1108/ijpdlm-01-2018-0008>

DURACH, C. F.; WIELAND, A.; MACHUCA, J. A. Antecedents and dimensions of supply chain robustness: a systematic literature review. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, v. 45, n. 1/2, p. 118-137, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1108/ijpdlm-05-2013-0133>

EKWALL, D. **Antagonistic gateways in the transport network in a supply chain perspective**. 2007. 134f. Tese de Doutorado. Göteborg: Chalmers tekniska högskola; Borås: Högskolan i Borås. 2007. Disponível em: <http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:876781/FULLTEXT01.pdf>

EKWALL, D. The displacement effect in cargo theft. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, v. 39, n. 1, p. 47-62, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1108/09600030910929183>

EKWALL, D. On analysing the official statistics for antagonistic threats against transports in EU: a supply chain risk perspective. **Journal of Transportation Security**, v. 3, n. 4, p. 213-230, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12198-010-0048-x>

EKWALL, D.; LANTZ, B. Seasonality of cargo theft at transport chain locations. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, v. 43, n. 9, p. 728 - 746, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1108/ijpdlm-06-2012-0175>

EKWALL, D.; LANTZ, B. Cargo theft risk and security: product and location. In: 29th Norforma Conference. **Anais...**2017. Disponível em: <http://hb.diva-portal.org/smash/get/diva2:1185893/FULLTEXT01.pdf>

ENGEL, A.W. V. D.; PRUMMEL, E. Organised Theft of Commercial Vehicles and Their Loads in the European Union. **European Parliament's Committee on Transport and Tourism**. European Parliament, Brussels. 2007. Disponível em: [http://denver.bth.se/tek/asb.nsf/bilagor/Theftofcommercialvehicles_EN_pdf/\\$file/Theftofcommercialvehicles_EN.pdf](http://denver.bth.se/tek/asb.nsf/bilagor/Theftofcommercialvehicles_EN_pdf/$file/Theftofcommercialvehicles_EN.pdf)

FAN, Y.; STEVENSON, M. A review of supply chain risk management: definition, theory, and research agenda. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, v. 48, n. 3, p. 205-230, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1108/ijpdlm-01-2017-0043>

FÁVERO, L. P. L. et al. **Análise de dados: modelagem multivariada para tomada de decisões**. Editora Elsevier, Rio de Janeiro, 2009.

FERRER, J. M. et al. Multi-criteria optimization for last mile distribution of disaster relief aid: Test cases and applications. **European Journal of Operational Research**, v. 269, n. 2, p. 501-515, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2018.02.043>

FIRJAN – Pesquisas e Estudos Socioeconômicos. Quanto custa o roubo e o furto de cargas no Brasil. **Publicações Firjan**, Março, 2017. Disponível em: <https://www.firjan.com.br/publicacoes/publicacoes-de-economia/o-impacto-economico-do-roubo-de-cargas-no-brasil.htm>. Acessado em: 02 jul. 2018.

FONSECA, C. G. Jr. Roubo de cargas: Brasil lidera índice na América Latina. Como prevenir? **E-Commerce News**. <https://ecommercenews.com.br/artigos/dicas-artigos/roubo-de-cargas-brasil-lidera-indice-na-america-latina-como-prevenir/>. Acesado em: 25 out. 2018.

FREIGHTWATCH, 2013 Global Cargo Theft Threat Assessment, **FreightWatch International**, USA, 2013. Disponível em: http://pirateriadecamiones.com.ar/wp-content/uploads/2016/03/freightwatch_2013_1.pdf. Acesado em: 04 jul. 2018.

GARVER, M. S. et al. Modelling choice in logistics: a managerial guide and application. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, v. 42, n. 2, p. 128-151, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1108/09600031211219654>

GEVAERS, R., VAN DE VOORDE, E.; VANELSLANDER, T. **Characteristics and typology of last-mile logistics from an innovation perspective in an urban context**, Edward Elgar Publishing, Inc., Cheltenham, 2011, pp. 56-64, disponível em: <https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=DpYwMe9fBEkC&oi=fnd&pg=PA56&dq=Characteristics+and+typology+of+last-mile+logistics+from+an+innovation+perspective+in+an+urban+context&ots=Gjzj9Y4ZRe&sig=taC-2pI9U340fUxVXukSjd8kjeg#v=onepage&q=Characteristics%20and%20typology%20of%20last-mile%20logistics%20from%20an%20innovation%20perspective%20in%20an%20urban%20context&f=false>

GIGNAC, G. E. How2statsbook (Online Edition 1). Capítulo 14: Multiple Regression. Perth, Australia. 2019. Disponível em: <http://www.how2statsbook.com/p/chapters.html>. Acessado em: 20 jul. 2019.

GLASER, B.G.; STRAUSS, A.L. **The Discovery of Grounded Theory: Strategies for Qualitative Research**, Aldine, New York, NY, 1967.

HAIR, J. F. et al. **Análise multivariada de dados**. Bookman Editora, 2009. Disponível em: https://kupdf.net/download/hair-j-f-an-aacute-lise-multivariada-de-dados-6-ordf-edi-ccedil-atilde-o-pdf_5908f0cddc0d606a31959e82_pdf.

HESS, K.M.; WROBLESKI, H.M. **Introduction to Private Security**, 4th ed., West Publishing Company, Saint Paul, MN, 1996.

HUMPHRIES, A. S.; TOWRISS, J.; WILDING, R. A taxonomy of highly interdependent, supply chain relationships: the use of cluster analysis. **The International Journal of Logistics Management**, v. 18, n. 3, p. 385-401, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1108/09574090710835129>

JOHANSSON, L. Supply chain security initiatives: a trade facilitation perspective. **Kommerskollegium, The National Board of Trade**, Sweden, 2008.

LAM, J. S. L.; DAI, J. Developing supply chain security design of logistics service providers: An analytical network process-quality function deployment approach. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, v. 45, n. 7, p. 674-690, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1108/ijpdlm-12-2013-0293>

LIM, S. F. W. T.; JIN, X.; SRAI, J. S. Consumer-driven e-commerce: A literature review, design framework, and research agenda on last-mile logistics models. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, v. 48, n. 3, p. 308-332, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1108/IJPDLM-02-2017-0081>

MACOHIN, G. A. et al. Operador logístico: uma visão competitiva para o transporte rodoviário de cargas. In: IV SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA– SEGET. **Anais...** Resende: AEDB, 2007.

MAGHFIROH, M. F. N.; HANAOKA, S. Dynamic truck and trailer routing problem for last mile distribution in disaster response. **Journal of Humanitarian Logistics and Supply Chain Management**, v. 8, n. 2, p. 252-278, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1108/jhlscm-10-2017-0050>

MANUJ, I.; MENTZER, J. T. Global supply chain risk management. **Journal of business logistics**, v. 29, n. 1, p. 133-155, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1002/j.2158-1592.2008>

MEIXELL, M. J.; NORBIS, M. Integrating carrier selection with supplier selection decisions to improve supply chain security. **International Transactions in Operational Research**, v. 19, n.5, p. 711-732, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1475-3995.2011.00817.x>

MILLER, K. D. A framework for integrated risk management in international business. **Journal of international business studies**, v. 23, n. 2, p. 311-331, 1992. DOI: <https://doi.org/10.1057/palgrave.jibs.8490270>

MOROZ, M.; POLKOWSKI, Z. The last mile issue and urban logistics: choosing parcel machines in the context of the ecological attitudes of the Y generation consumers purchasing online. **Transportation Research Procedia**, v. 16, p. 378-393, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2016.11.036>

NGUYEN, D. H. et al. What is the right delivery option for you? Consumer preferences for delivery attributes in online retailing. *Journal of Business Logistics*, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1111/jbl.12210>

NIELSEN. E-Commerce fatura R\$ 53,2 bilhões em 2018, alta de 12%. Disponível em: <https://www.nielsen.com/br/pt/insights/news/2019/e-commerce-fatura-53-bilhoes-em-2018-alta-de-12-por-cento.html>. Acessado em: 09 abr. 2019

OLIVEIRA, I. H. I. et al. O Gerenciamento de Riscos no Transporte Rodoviário de Cargas: Um Estudo do Caso Paulínia e o Transporte de Combustíveis. **Revista ESPACIOS**, v. 37, n. 03, p. 22, 2016. Disponível em: <https://www.revistaespacios.com/a16v37n03/16370322.html>. Acessado em: 26 de ago. de 2018.

OLIVEIRA, R.R. Roubos de Cargas no Brasil – 2017. **MC2R – Inteligência Estratégica**, Março, 2018.

PFOHL, H. C.; KÖHLER, H.; THOMAS, D. State of the art in supply chain risk management research: empirical and conceptual findings and a roadmap for the implementation in practice. **Logistics research**, v. 2, n. 1, p. 33-44, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12159-010-0023-8>

PROKOP, D. Smart and safe borders: the logistics of inbound cargo security. **The International Journal of Logistics Management**, v. 15, n. 2, p. 65-76, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1108/09574090410603822>

RICE, J.B. JR; CANIATO, F., Building a secure and resilient supply network. **Supply Chain Management Review**, v. 7, n. 5, p. 22-30. 2003. Disponível em: http://web.mit.edu/screponse/repository/Rice_SCResp_Article_SCMR.pdf. Acessado em: 06 nov. 2019.

RUSSELL, D. M.; SALDANHA, J. P. Five tenets of security-aware logistics and supply chain operation. **Transportation Journal**, v. 42, n. 4, p. 44-54, 2003. <http://www.jstor.org/stable/20713540>

SARATHY, R., Security and the global supply chain. **Transportation Journal**, v. 45, n. 4, p. 28-51. 2006. <https://www.jstor.org/stable/20713653>

SHEFFI, Y. Supply chain management under the threat of international terrorism. **The International Journal of logistics management**, v. 12, n. 2, p. 1-11, 2001. DOI: <https://doi.org/10.1108/09574090110806262>

STERNBERG, H; LANTZ, B. Using crowdsourced data to analyze transport crime. **International Journal of Logistics Research and Applications**, v. 21, p. 2, p. 133-147, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1080/13675567.2018.1431211>

TUMMALA, R.; SCHOENHERR, T. Assessing and managing risks using the supply chain risk management process (SCRMP). **Supply Chain Management: An International Journal**, v. 16, n.6, p. 474-483, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1108/13598541111171165>

URCIUOLI, L. What are the causes of transport insecurity? Results from a survey with transport operators. **Transport Policy**, v. 47, p. 189-202, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2016.01.012>

URCIUOLI, L.; HINTSA, J. Differences in security risk perceptions between logistics companies and cargo owners. **The International Journal of Logistics Management**, 27.2: 418-437, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1108/ijlm-02-2014-0034>

VIEIRA, J. G. V.; FRANSOO, J. C.; CARVALHO, C. D. Freight distribution in megacities: perspectives of shippers, logistics service providers and carriers. **Journal of Transport Geography**, v. 46, p. 46-54, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2015.05.007>

WILLIAMS, Z.; LUEG, J. E.; LEMAY, S. A. Supply chain security: an overview and research agenda. **The International Journal of Logistics Management**, v. 19, n.2, p. 254-281, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1108/09574090810895988>

WU, P. J.; CHEN, M.C.; TSAU, C. K. The data-driven analytics for investigating cargo loss in logistics systems. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, v. 47, n. 1, p. 68-83, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1108/ijpdlm-02-2016-0061>

XING, Y. et al. Physical Distribution Service Quality in Online Retailing. **International Journal of Physical Distribution and Logistics Management**, v. 40, n. 5, p. 415-32, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1108/09600031011052859>

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**, 2ª. ed. Editora Bookman, Porto Alegre, 2001. Disponível em: https://saudeglobaldotorg1.files.wordpress.com/2014/02/yin-metodologia_da_pesquisa_estudo_de_caso_yin.pdf

YUEN, K. F. et al. The determinants of customers' intention to use smart lockers for last-mile deliveries. **Journal of Retailing and Consumer Services**, v. 49, p. 316-326, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jretconser.2019.03.022>

ZAILANI, S. H. et al. The impact of supply chain security practices on security operational performance among logistics service providers in an emerging economy: Security culture as moderator. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, v. 45, n.7, p.652-673, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1108/ijpdlm-12-2013-0286>

ZHANG, Y. et al. Analysis of an automated vehicle routing problem in logistics considering path interruption. **Journal of Advanced Transportation**, v. 2017, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1155/2017/1624328>

APÊNDICE A – ROTEIRO ENTREVISTA

Q1. Qual a sua área de atuação? Quais são suas atividades?

Q2. Quais são, na sua opinião, as condições que favorecem o sinistro?

Q3. Quais as medidas preventivas utilizadas atualmente?

Q4. Qual é a sua sugestão de medidas de prevenção para serem aplicadas no futuro?

APÊNDICE B – PERCEPÇÕES DOS ENTREVISTADOS

Fatores que levam ao sinistro	<p>Local e hora</p> <p>Roubo de Oportunidade: necessário criar barreiras</p> <p>Informação é repassada (com envolvimento de pessoas de dentro da operação)</p>
Medidas segurança atual	<p>Parceria com o gerenciamento de risco, especialmente para a mudança de horário e rotas</p> <p>Contratação de uma consultoria especializada em segurança que valida bases de operações e faz o acompanhamento das iscas</p> <p>Motorista novos tem mais problemas que os antigos: principalmente em épocas sazonais</p> <p>Entrevista motorista para poder entrar na operação (habilidade de entrega)</p> <p>Utilização de iscas conforme o risco da rota</p> <p>Vistoria do veículo: exigência de veículo com vidro escuro</p> <p>Uso de escoltas: maioria velada, mas em alguns pontos de alto risco prefere-se logotipada</p> <p>Distribuição veículo pela rota (preferência que o motorista conheça a região)</p> <p>Começar a entrega pelo item mais crítico</p> <p>Acompanhamento e auditoria na expedição</p> <p>Conferência no Recebimento</p> <p>Auditoria e vistorias nas bases próprias de operação</p> <p>Levantamento, apuração e tratativa dos extravios nas bases próprias de operação</p> <p>Bases próprias: necessário câmeras, cercas elétricas, concertinas e portas protegidas</p> <p>Bases Terceiras/Parceiras: segue regras de horário e local</p>
Medidas segurança futura	<p>Todos os motoristas CLT</p> <p>Cursos e treinamentos para os motoristas</p> <p>Usar tecnologia: câmera em veículo e roteirização</p> <p>Traçar estratégias diferentes de acordo com o tipo de produto</p> <p>Mais análises estatísticas e robustez no sistema colaborativo</p> <p>Identificar um padrão de compras: direcionadas para levar o caminhão ao roubo de carga</p> <p>Criar a sensação nos funcionários que a empresa está vigilante</p> <p>Análise de tempo de casa de courier e a incidência de roubo</p> <p>Implementar novos modelos de distribuição</p>

APÊNDICE C - DENDROGRAMA

