

REVISTA TÓPICOS

ANÁLISE DE PESQUISA OPERACIONAL: ENTENDIMENTO DOS ALTOS VALORES ENVOLVIDOS NO TRANSPORTE LOGÍSTICO DE MERCADORIAS PARA A CIDADE DO RIO DE JANEIRO

DOI: 10.5281/zenodo.10349475

Leonardo Thiago Schelhan Campos Siqueira

Nicole Iorio Dutra

Vinicius de Paula Andrade Pereira

Luís Eduardo Solagaistua de Matos Santos

Ricardo Nascimento Ferreira¹

1. INTRODUÇÃO

O transporte logístico de mercadorias desempenha um papel crucial na eficiência econômica e na conectividade de uma região. No contexto da cidade do Rio de Janeiro, localizada na unidade federativa do Rio de Janeiro, percebe-se que os custos associados a esse processo são notavelmente elevados, impactando diretamente a competitividade e a sustentabilidade do setor.

REVISTA TÓPICOS - ISSN: 2965-6672

REVISTA TÓPICOS

Com sua complexa formação geográfica, visto que se localiza, em grande maioria, em uma região de vale, cercada por morros e planaltos, a cidade naturalmente enfrenta dificuldades de aproveitamento modal.

Todavia, as consequências sobre a infraestrutura da cidade, referente ao processo de urbanização desestruturado e de gentrificação existente neste município, bem como a constante elevação de incidentes de roubos de carga e de veículos automotores, são grandes catalisadores do aumento do custo logístico para esta cidade

Companhias produtoras, cujo realizam a venda de seus produtos e serviços para a região, enfrentam insegurança quanto ao envio de suas mercadorias para a região, visto que os altos índices de roubo e saque de cargas aumentam consideravelmente os custos. Com o risco de perda da carga, bem como do veículo utilizado para transporte, as empresas seguradoras elevam consideravelmente o valor de seu serviço. Consequentemente, as produtoras muitas vezes optam por terceirizar o transporte, aumentando mais ainda o custo envolvido, ou em abortar o objetivo de expansão para a cidade metropolitana supracitada

Este artigo aborda a necessidade de uma abordagem fundamentada em pesquisa operacional para identificar, analisar e otimizar os fatores que contribuem para os roubos elevados nesta região. Baseando-se no estudo de caso de uma companhia de produção de laticínios, cujo tem fito de realizar o transporte de mercadoria para a cidade do Rio de Janeiro, bem

REVISTA TÓPICOS

como da disponibilização de dados com os custos de transporte e frete, realizaremos o estudo de caso.

Desta forma, procura-se entender o quão atrativo é, do ponto de vista financeiro, que uma empresa que estuda expandir sua zona de atuação transporte seus produtos para a zona metropolitana do Rio de Janeiro. A partir do resultado matemático obtido e analisado, será possível entender o quão danoso tal cenário de calamidade na segurança pública carioca é para os cofres e desenvolvimento comercial e econômico da região.

Objetivo da Pesquisa: Inicialmente, analisa-se, baseado em estudo de caso real, e em métricas matemáticas obtidas por meio da utilização da ferramenta SOLVER em Pesquisa Operacional, o quão interessante é a efetivação da expansão de vendas para a região metropolitana do Rio de Janeiro, de uma empresa produtora de laticínios, cujo comercializa seus produtos, em síntese, no interior do estado do Rio de Janeiro.

Identificar Fatores Determinantes: Analisar os fatores socioeconômicos que contribuem significativamente para os altos custos do transporte logístico de mercadorias no Rio de Janeiro, considerando a infraestrutura, as políticas regulatórias e as características geográficas. Desta forma, de que maneira tais fatores impactam na tomada de decisão de empresas cujo analisam a possibilidade de atuação no mercado carioca?

Metodologia: Será empregada uma combinação de métodos quantitativos, incluindo pesquisa operacional baseada na utilização da ferramenta

REVISTA TÓPICOS

SOLVER, do aplicativo Excel e análise de dados históricos. A coleta de dados abrangerá informações sobre custos de envio por item e restrições logísticas em geral, enfrentadas na região do Rio de Janeiro.

Resultados Esperados: Espera-se que os resultados desta pesquisa forneçam conclusões e embasamentos importantes para formuladores de políticas, empresas de logística e demais stakeholders. O estudo trará em fatos, a diferença de precificação de transporte, bem como do custo de um produto baseado em caso real, objetivando-se demonstrar e ajudar, em termos reais de precificação, a tomada de decisão de empreendedores acerca das estratégias de venda de seus produtos.

Desta forma, objetiva-se incentivar a formulação de estratégias eficazes para otimizar o transporte logístico, contribuindo para o aumento na receita e possivelmente a viabilização de uma expansão para a cidade.

Outrossim, espera-se possibilitar a geração de informações que possibilitem o entendimento de autoridades públicas sobre os danos comerciais e econômicos causados por tal fato de calamidade pública, bem como ações corretivas de tais problemas ocorridos no estado do Rio de Janeiro.

2. CONTEXTUALIZAÇÃO

A logística desempenha um papel crucial nas operações de entrega, especialmente em áreas urbanas como o Rio de Janeiro, em que desafios

REVISTA TÓPICOS - ISSN: 2965-6672

REVISTA TÓPICOS

como roubo e assalto de mercadorias são frequentes. A logística eficiente não apenas garante a entrega oportuna, mas também busca minimizar os riscos associados às operações.

O Rio de Janeiro enfrenta uma situação desafiadora em relação ao roubo e assalto de mercadorias, o que pode ter impactos significativos nas operações de entrega. Os incidentes de criminalidade podem resultar em atrasos nas entregas, perdas financeiras e danos à reputação das empresas de logística e transporte. Isso ressalta a necessidade de abordagens inovadoras para otimizar as operações e reduzir os riscos.

Segundo estudo realizado pela Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro (Firjan) e divulgado em 27 de março de 2023, o roubo de cargas no estado do Rio de Janeiro causou prejuízo aproximado de R\$ 388 milhões de reais, durante o ano de 2022. Neste ano de 2022, foram registradas, em média, cerca de 12 roubos de carga por dia, ou seja, um total de 4239 ocorrências.

Ainda neste tópico, ressalta-se que em 2022, 97% dos casos registrados foram na Região Metropolitana, com base em dados disponibilizados pelo Instituto de Segurança Pública (ISP). Tal dado fornecido é de fulcral importância para o entendimento de porque diversas organizações e indústrias decidiram levar seus negócios para outras cidades e estados. O aumento de registros de violências e ataques a segurança tornou muito caro o custo logístico e operacional em um local que a segurança pública não

REVISTA TÓPICOS

aparenta ser tratada como prioridade.

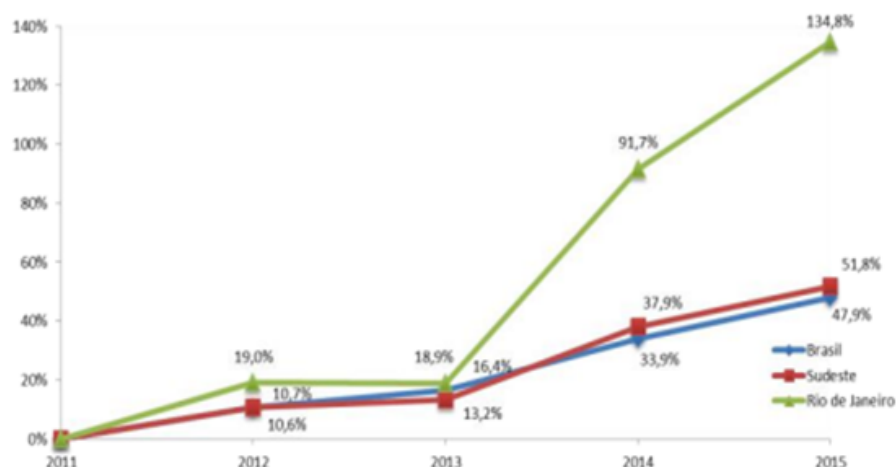
Desta maneira, tal cenário de incertezas a cerca do efetivo custo operacional que uma empresa teria para operacionalizar na cidade do Rio de Janeiro, visto que roubos de cargas completas de produtos podem se tornar extremamente dispendiosos para uma organização, diversas companhias optam por não realizar o transporte ou a venda para clientes da região metropolitana e capital do estado do Rio de Janeiro.

Como consequência de tal cenário, conclui-se que o estado do Rio de Janeiro, principalmente na região metropolitana, enfrenta uma gravíssima fuga de geração de renda para famílias e de produção capaz de influenciar fortemente no desempenho econômico da região. Segundo Sergio Duarte (2017), vice-presidente da Firjan, "a decisão de investimento do empresário leva várias coisas em consideração, e uma delas é a segurança. O roubo de carga afeta frontalmente a decisão de investimento e compromete o futuro do nosso país".

A partir do levantamento de dados da Relação Anual de Informações Sociais (RAIS), o estado do Rio de Janeiro perdeu 19,9% de seu parque industrial e empresas atuantes em cerca de cinco anos, no intervalo dos anos de 2014-2019. No período, 3.000 fábricas fecharam as portas e 100.000 empregos foram perdidos. Tal fato por si só não significa que o cenário de segurança pública seja o único causador, mas que detém parcial e importante influência sobre a perda de poderio econômico da região.

REVISTA TÓPICOS

Figura 1 - Crescimento do roubo de cargas



Nota: Ocorrências em 2011: Brasil – 13.014; Sudeste – 10.876; Rio de Janeiro – 3.073.

Fonte: Elaboração do Sistema FIRJAN, com base em dados da NTC & Logística e ISP-RJ

Fonte: Firjan(2017)

O gráfico acima exposto, disponibilizado pelo Sistema Firjan, demonstra que o crescimento dos roubos de carga da região do Rio de Janeiro, a partir do ano de 2011, retorna feedback positivo quando se analisa os dados de desindustrialização obtidos pela RAIS.

A pesquisa operacional, com a ferramenta SOLVER, desempenha um papel vital nesse contexto. Ela oferece uma abordagem analítica para tomar decisões informadas e eficientes nas operações logísticas. O SOLVER pode ser utilizado para otimizar rotas de entrega, minimizando o tempo gasto em

REVISTA TÓPICOS - ISSN: 2965-6672

REVISTA TÓPICOS

áreas de alto risco. Algoritmos avançados podem levar em consideração diversas variáveis, como horários, histórico de incidentes e condições de tráfego, para determinar a melhor rota possível.

Além disso, a pesquisa operacional também pode ser empregada na alocação de recursos de segurança. Ao identificar padrões de regiões cujo existem maior dados percentuais de roubo e assalto, as empresas podem otimizar a distribuição de escoltas de segurança, câmeras de vigilância e outros dispositivos de segurança para proteger as mercadorias durante o transporte.

A combinação da logística eficiente com a pesquisa operacional, usando ferramentas como o SOLVER, permite uma abordagem proativa na gestão de riscos. Ao tomar decisões fundamentadas com base em dados e análises, as empresas podem melhorar a segurança das operações de entrega, reduzindo assim os impactos negativos dos incidentes de roubo e assalto. Essa abordagem não apenas beneficia as empresas em termos financeiros, mas também contribui para a segurança geral das comunidades.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A Pesquisa Operacional (PO) é uma metodologia capaz de analisar os dados de um negócio, otimizando os processos desta e auxiliando no processo de tomada de decisão, aumentando a sua eficiência e visando a maximização ou a minimização de algo.

REVISTA TÓPICOS

*“Pesquisa Operacional é um método científico que provê executivos com uma base quantitativa para decisões concernentes às operações sob seu controle.”
(MORSE e KIMBALL,1950).*

Portanto, PO pode ser definida como uma abordagem interdisciplinar que através de técnicas matemáticas e estatísticas é capaz de agir na solução de problemas complexos de tomada de decisões

Atualmente a metodologia está ganhando mais força e importância na administração de empresas, com número e variedades de aplicações crescendo. Além disso, esta pode ser aplicada em contextos práticos diversos, envolvendo variáveis áreas como logística, produção, marketing, entre outras, a fim de melhorar a eficiência e reduzir custos, sendo amplamente utilizada em organizações.

Na logística ela é essencialmente usada para viabilizar ações através da análise nos modelos realistas, com o objetivo de otimizar recursos e processos e a maximizar os resultados. Desta forma, PO tem grande importância nesta área devido a sua praticidade na resolução de problemas e alta capacidade de auxiliar nas tomadas de decisão dos gestão.

3.1. Pesquisa Operacional

REVISTA TÓPICOS - ISSN: 2965-6672

REVISTA TÓPICOS

“A Pesquisa Operacional (PO) é uma ciência aplicada voltada para a resolução de problemas reais. Tendo como foco a tomada de decisões, aplica conceitos e métodos de outras áreas científicas para concepção, planejamento ou operação de sistemas para atingir seus objetivos.” (SOBRAPO - Sociedade Brasileira de Pesquisa Operacional).

Esta Pesquisa utiliza de técnicas direcionadas a problemas que envolvem decisões nas organizações. Nesta metodologia destaca-se a da formulação de modelos matemáticos definindo a técnica mais condizente para resolução, na qual se poderá obter os melhores resultados quando utilizada da maneira correta.

Quando aplicada de forma correta, a PO é capaz de aumentar os lucros e diminuir os custos de uma empresa, pois a tomada de decisão tende a ser a melhor possível. Entretanto, caso seja aplicada por um profissional incapacitado pode haver problemas na formulação dos modelos matemáticos e conseqüentemente os resultados não serão os melhores possíveis, conforme o esperado, e haverá a perda dos recursos utilizados para a aplicação desta metodologia.

REVISTA TÓPICOS

3.1.1. Uma análise sobre os padrões de roubos de carga do estado do Rio de Janeiro

Uma vez que os custos de aumentos de transporte logístico de produtos comercializados sofreram subsequentes aumentos devido ao cenário instaurado neste estado, é importante entender, a partir da observância de dados disponibilizados por autoridades competentes, quais os principais pontos que devem ser observados por transportadoras, ou empreendedores, no ato de transporte de seus produtos.

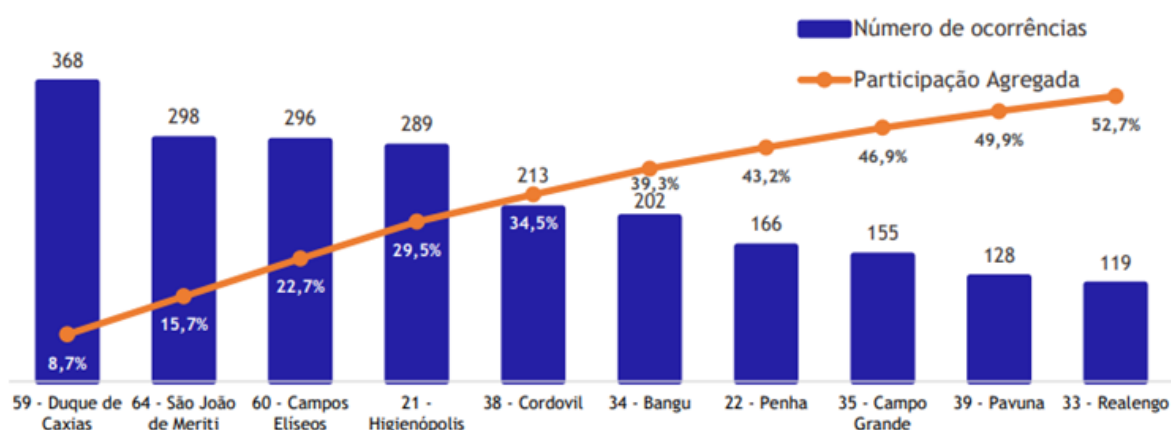
Observa a obrigação de se averiguar o modus operandi do crime de roubo de veículos de carga nas rodovias federais. Observa que há padrões específicos na prática desse crime: desde as possíveis causas que favorecem o delito, até seus principais alvos, tipos de veículos mais atraentes para o infrator, horários nos quais os roubos são registrados com maior frequência nas ocorrências policiais, municípios com maior incidência dessa modalidade de roubo, e as cargas que mais despertam interesse. O estudo contempla ainda o exame sobre quais as medidas preventivas que visam reduzir a criminalidade local. (CAVALCANTE; ALMEIDA; ARAÚJO, 2016)

REVISTA TÓPICOS

3.1.2. Das principais vias que ocorrem os crimes

Sabe-se que a região metropolitana do Rio de Janeiro concentra mais de 90% dos relatos de roubos, saques e furtos de carga do estado. Todavia, existem determinados pontos do estado que são de maior responsabilidade pela participação nos crimes supracitados.

Figura 2- Número de ocorrências em Regiões do Rio de Janeiro



Fonte: Elaboração da Firjan, com base em dados do Instituto de Segurança Pública (ISP)

Fonte: Firjan(2022)

Desta forma, a partir dos dados de elaboração da Firjan, com base no Instituto de Segurança Pública (ISP), conclui-se que mais da metade dos relatos ocorreram em apenas dez (10) das 137 Circunscrições Integradas de Segurança Pública do Estado do Rio de Janeiro (CISP). Ainda assim, as dez

REVISTA TÓPICOS - ISSN: 2965-6672

REVISTA TÓPICOS

principais CIPS supracitadas apresentam pontos em comum: São interligadas pelas principais vias e conexões federais que ligam o estado do Rio de Janeiro, tal quais BR-040 – Rodovia Washington Luis, BR-101 – Avenida Brasil, BR-116 – Rodovia Presidente Dutra e BR-493 – Arco Metropolitano.

Tais dados possibilitam o entendimento de que, transportadoras terceirizadas ou organizações cujo detém meios próprios de transporte, devem se atentar as suas rotas logísticas e as possibilidades de contorno destes pontos críticos de roubos de carga, bem como evitar as entregas nos pontos destacados com as principais CISP contribuintes para a evolução do crime organizado.

Além disso, tal fato deveria ser um catalisador para a atuação de forças públicas com o aumento de efetivo policial e de maximização de investimento em tecnologia de monitoramento e segurança nas rodovias de conexão e nos principais CIPS que constituem os relatórios.

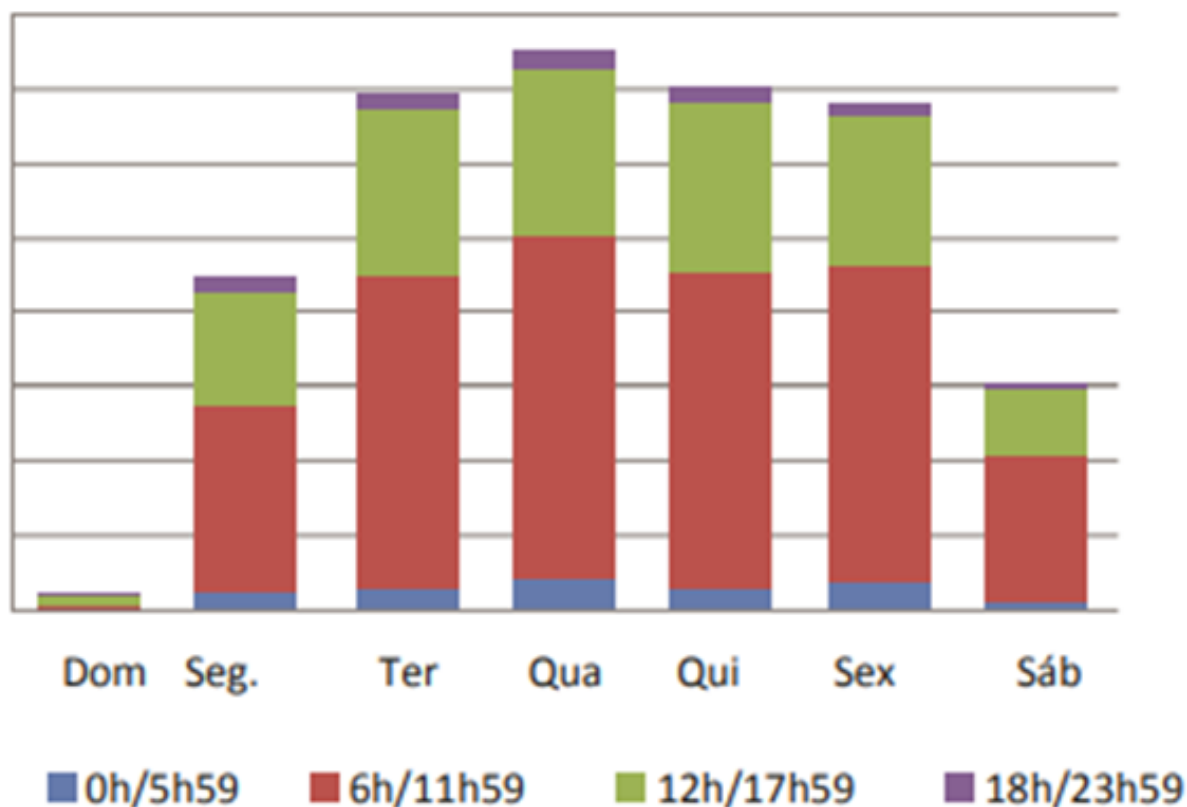
3.1.3. Os principais horários que se estabelecem os crimes

Bem como os principais locais, cujo crime organizado tem estratégia de atuação, os principais horários cujo existe atuação e maior incidência de roubos de carga devem ser observados. Desta forma, exhibe-se abaixo o gráfico disponibilizado pelo ISP.

Figura 3 - Horários de maior incidência de roubos de carga

REVISTA TÓPICOS - ISSN: 2965-6672

REVISTA TÓPICOS



Fonte: DGTIT / PCERJ. Organizado por: ISP

Fonte: Proderj(2016)

Observa-se que, a partir de análise da Polícia Civil do Estado do Rio de Janeiro, a maioria dos fatos ocorrem entre as 06 horas da manhã e as 11:59 horas da manhã. Tal faixa de horário coincide com os horários de recepção de mercadorias por parte de mercados e shoppings. Desta forma, o crime organizado procura atuar na faixa de horário em que há maior fluxo de veículos realizando transporte de insumos essenciais para o funcionamento destes estabelecimentos.

REVISTA TÓPICOS - ISSN: 2965-6672

REVISTA TÓPICOS

3.2. Logística

A palavra logística possui origem grega e significa habilidades de cálculo e de raciocínio lógico, tal como afirma Leandro Callegari Coelho (2011). Atualmente este conceito pode ser abrangido, pois refere-se também a conhecimentos diversas áreas como engenharia, economia, estatística, recursos humanos e tecnologia, por exemplo.

Portanto, pode-se definir logística como um conjunto de métodos e meios destinados a fazer o que for preciso para entregar os produtos certos, no local adequado, no tempo combinado.

De acordo com Luís Espíndola (2022) a logística surgiu da necessidade de transporte de tropas, armas, materiais e alimentos para os campos de batalha durante os períodos de Guerra. O resultado da guerra poderia, portanto, ser Figura 3 - Horários de maior incidência de roubos de carga determinado por este transporte, pois o abastecimento das tropas precisava ser realizado pelo caminho mais curto e menos custoso.

Em suma, é notória a importância da Logística durante a evolução da humanidade, agregando valor as empresas na atualidade. Isto porque a logística moderna possui um objetivo de eliminar os custos desnecessários do processo, eliminando as perdas, satisfazendo as necessidades e preferências dos consumidores finais. Além disso, pode-se afirmar que a logística está atrelada ao processo de distribuição e armazenagem, tanto de

REVISTA TÓPICOS

produtos, como de informações, marketing e muitos outros. (OLIVEIRA, 2005, p.79)

Desta forma, apesar da logística ser conceituada muitas vezes apenas como “transporte”, ela pode abranger muitos outros processos como planejamento, armazenagem, compra e venda, entre outros métodos que trabalham com o objetivo de satisfazer o cliente, fazendo com que o produto final seja entregue ao consumidor no menor tempo e custo possível.

3.2.1. Técnicas de Logística

Existem algumas técnicas de armazenamento com o objetivo de otimizar os espaços físicos e os processos relacionados a movimentação de itens que podem ser armazenados. Do ponto de vista empresarial, estas técnicas podem ser aplicadas de acordo com o ramo de cada organização com o intuito de aprimorar as movimentações dos produtos, a utilização do espaço, reduzindo desperdícios, diminuindo custos e conseqüentemente aumentando a lucratividade.

O portal Manupackaging (2018) traz a publicação “7 técnicas de armazenagem e logística para o seu negócio”, destacando algumas das principais técnicas de armazenagem, dentre as quais:

- Paletização

REVISTA TÓPICOS

É a técnica na qual os materiais são empilhados, organizando os produtos de forma compactada e formando um volume único para ser movimentado. Isto pode ser feito de diversas formas, de acordo com a necessidade de cada empresa e produtos organizados, com o intuito de otimizar tempo espaço, aumentando a produtividade e diminuindo os custos e perdas.

- **Endereçamento de estoque**

Esta técnica cria códigos, como RPA: rua, posição e altura, para denominar os endereços das estantes em que será feito o posicionamento de produtos. Seu principal objetivo é alocar e localizar, de forma mais facilitada, os produtos estocados dentro de um armazém, sendo capaz de rastreá-los mais rapidamente.

- **Investimento em tecnologia**

O investimento tecnológico pode ser utilizado como uma técnica primordial para uma empresa gerir toda a cadeia de forma mais eficiente. Deve se investir em diversos sistemas, softwares e técnicas tecnológicas com a finalidade de obter mais informações em um local único, integrado e que facilita o processo como um todo. Tais ferramentas permitem monitorar em tempo real, via monitoramento de vídeo ou sistêmico, toda a cadeia de produção e de logística por um setor responsável.

- **Método FEFO e FIFO de controle de estoque**

Ambos são métodos de controle de estoque. O FIFO (First in, first out) é referente a ideia de que o primeiro produto a entrar no estoque deve ser o primeiro a sair, ou seja, dando prioridade a este, evita-se perdas por

REVISTA TÓPICOS

vencimento. Já o FEFO (First Expire, First Out) refere-se à validade de produtos perecíveis e por isso, é muito aplicado no setor alimentício a fim de evitar desperdícios.

- Layout do armazém

A técnica envolve a definição do layout ideal para organizar o ambiente de cada tipo de negócio, com o objetivo de aproveitar o espaço, estocar de forma correta os itens da empresa e facilitar as movimentações de transportes no armazém de estoque.

Quando realizado de forma correta, o layout pode contribuir em todo o fluxo de produção e distribuição, simplificando as operações, reduzindo as despesas e aumentando a eficácia do processo.

- Responsabilidade pela Contratação dos Serviços de Transporte

É de praxe do mercado, entre vendedores e compradores, a definição daqueles que possuem a responsabilidade em torno dos procedimentos adotados para entrega e transporte dos produtos comprados. Desta forma, é de comum conhecimento do mercado os tipos de frete CIF e FOB.

CIF pode ser definido como sigla para Cost, Insurance and Freight — ou Custo, Seguro e Frete, em português. Nessa modalidade, é o vendedor (ou embarcador da carga) que se responsabiliza pelo custo do frete até a entrega ao cliente.

REVISTA TÓPICOS

FOB pode ser definido como sigla para Free On Board — ou Livre a Bordo, em tradução literal. Nesse caso, o vendedor das mercadorias só é responsável por elas até o momento em que são coletadas ou redespachadas. A partir daí, a responsabilidade sobre o custo do transporte fica por conta do destinatário.

Nos procedimentos adotados no caso do FOB, é o cliente (destinatário) quem assume os custos e os riscos do transporte e contrata o seguro. Nessa modalidade, ele (destinatário) se torna responsável pela carga desde o momento em que ela é embarcada, até a hora em que é entregue no local acordado.

Desta forma, pode ser atuado, como praxe de atuação para empresas que desejam realizar suas vendas para a região metropolitana do Rio de Janeiro, a definição de seu relacionamento e responsabilidade de entrega de acordo com o cenário ideal de responsabilização sobre o produto. Desta forma, a escolha do método FOB pode ser de melhor opção para as organizações que se sentem fragilizadas e inseguras em torno do estado de segurança pública no estado do Rio de Janeiro.

4. METODOLOGIA DE ANÁLISE COM SOLVER

Com base no que foi apresentado e visando colocar em prática os assuntos abordados por esse artigo, foi realizado um estudo de caso em cima da empresa X, uma empresa de laticínios localizada no interior do Rio de

REVISTA TÓPICOS

Janeiro.

Diante desse estudo de caso será traçada uma relação da situação da empresa com as práticas da pesquisa operacional.

Os dados presentes nesse estudo de caso foram fornecidos pela empresa X, esses dados condizem com os valores cotados pela empresa no momento que decidiram fazer a expansão. Com esses dados foi possível elaborar o problema e aplicar a ferramenta SOLVER.

5. ESTUDO DE CASO

A empresa X atua no setor de produção e logística de laticínios no interior do rio de janeiro, visando a expansão da empresa e da marca, em março de 2021 foi levantada a hipótese de fazer uma expansão na área de atuação da empresa para a cidade do Rio de Janeiro.

Em um primeiro momento a parte da logística seria realizado por uma empresa terceirizada, porém o alto valor da logística para a cidade do rio de janeiro acabou surpreendendo a empresa. Diante disso a empresa X acabou desistindo dessa ideia de expansão para a cidade do rio de janeiro e passou a investir cada vez mais na consolidação da marca na sua região.

Perante a esta situação, a pesquisa operacional consegue auxiliar a empresa na sua tomada de decisão diante deste caso. Onde com ela é possível

REVISTA TÓPICOS

demonstrar em números se vale a pena realizar essa expansão para a cidade do rio de janeiro.

Com as informações e dados disponibilizados pela empresa X, será apresentado a resolução desse problema por meio da pesquisa operacional. Levando em consideração um intervalo de tempo de um mês, onde será realizada uma entrega por mês.

Inicialmente vai ser usada a modelagem matemática para depois fazer a aplicação da pesquisa operacional.

Variáveis:

CI – Caixas de leite comercializadas no interior do Rio de Janeiro.

CR – Caixas de leite comercializadas na cidade do Rio de Janeiro.

As variáveis do problema são as caixas de leite que serão comercializadas em suas respectivas regiões.

Função objetivo:

MAX: $5,5CR + 4CI$

Como função objetivo do problema, é buscado a maximização de receita levando em consideração o valor que cada caixa de leite e comercializado em sua respectiva região

REVISTA TÓPICOS

Restrições:

$$0,5CI + 1,25CR \leq 3.000$$

$$CI + CR \leq 6.000$$

$$CI; CR \geq 0$$

As restrições do problema são do custo logístico de cada caixa de leite e da quantidade de caixas de leite que a empresa X consegue produzir por mês, além da restrição da Não-Negatividade.

A primeira restrição, custo logístico, mostra o valor que a empresa gasta em cada caixa de leite, somente com relação a logística do produto, é importante ressaltar que o valor apresentado pela empresa foi o gasto total com a logística, diante disso foi feito uma média para ter uma relação de quanto é gasto com cada caixa de leite, a fim de obter uma melhor resposta para o problema.

Ressalta-se ainda que a empresa X tem um limite de R\$ 3.000,00 reais para gastar com este departamento operacional. Lembrando que no caso das caixas de leite comercializadas para a cidade do Rio de Janeiro, a logística seria realizada por uma empresa terceirizada.

A segunda restrição, quantidade limite de produção, representa em média a quantidade de leite que a empresa X produz em um período mensal, onde a

REVISTA TÓPICOS - ISSN: 2965-6672

REVISTA TÓPICOS

empresa consegue produzir cerca de 6.000 mil litros. Sendo que cada caixa de leite possui 1 litro de leite, independe da região.

A restrição da Não-Negatividade serve para que quando o problema seja calculado, não sejam consideradas as respostas onde qualquer uma das restrições seja um valor negativo.

Após a modelagem do problema, será utilizado a ferramenta Solver do Excel para resolver esse problema com base nessa modelagem que foi apresentada.

Com o objetivo de aprimorar o entendimento diante de como a resposta foi encontrada, os autores desse artigo vão realizar o passo a passo de como foram incluídos os dados do problema no Solver e qual foi a resposta encontrada pela ferramenta.

Primeiramente é necessário passar as informações do problema para o Excel.

Figura 4 - INSERÇÃO DE DADOS

REVISTA TÓPICOS

Produtos	Quantidade	Preço
CI	0	4
CR	0	5,5

Restrições	CI	CR	Condição	Limite	Total
Custo logístico	0,5	1,25	<=	3000	0
Quantidade de Caixas produzidas	1	1	<=	6000	0

Resultado	R\$ 0,00
-----------	----------

Fonte: Excel – Elaboração própria

Após o preenchimento dos dados do problema, é preciso colocar as fórmulas nas restrições e no resultado.

Figura 5 - APLICAÇÃO DE FÓRMULAS NAS RESTRIÇÕES

G15 \updownarrow | \times \checkmark f_x | =C10*C15+C11*D15

Produtos	Quantidade	Preço
CI	0	4
CR	0	5,5

Restrições	CI	CR	Condição	Limite	Total
Custo logístico	0,5	1,25	<=	3000	0
Quantidade de Caixas produzidas	1	1	<=	6000	0

Resultado	R\$ 0,00
-----------	----------

REVISTA TÓPICOS

Fonte: Excel – Elaboração própria

Figura 6- APLICAÇÃO DE FÓRMULA NO RESULTADO

Produtos	Quantidade	Preço
CI	0	4
CR	0	5,5

Restrições	CI	CR	Condição	Limite	Total
Custo logístico	0,5	1,25	<=	3000	0
Quantidade de Caixas produzidas	1	1	<=	6000	0

Resultado	R\$ 0,00
-----------	----------

Fonte: Excel – Elaboração própria

Depois da aplicação das fórmulas necessárias o Solver é utilizado, nos parâmetros do Solver é definido a função objetivo e são colocadas as restrições do problema, sem as restrições de custo logístico e quantidade de caixas produzidas que já foram inseridas manualmente no Excel , as restrições utilizadas são de que a quantidade precisa ser um numero inteiro e maior do que zero, além de que o valor total de custo logístico e quantidade de caixas produzidas não pode ultrapassar o valor limite.

REVISTA TÓPICOS - ISSN: 2965-6672

REVISTA TÓPICOS

Figura 7 - UTILIZAÇÃO DO SOLVER

The image shows the 'Parâmetros do Solver' (Solver Parameters) dialog box in Microsoft Excel. The window title is 'Parâmetros do Solver' with a close button (X) in the top right corner. The dialog is divided into several sections:

- Definir Objetivo:** A text box contains '\$C\$20' with an upward arrow button to its right.
- Para:** Three radio buttons are present: 'Máx.' (selected), 'Mín.', and 'Valor de:'. To the right of 'Valor de:' is a text box containing '0'.
- Alterando Células Variáveis:** A text box contains '\$C\$10:\$C\$11' with an upward arrow button to its right.
- Sujeito às Restrições:** A list box contains three constraints:
 - \$C\$10:\$C\$11 = número inteiro
 - \$C\$10:\$C\$11 >= 0
 - \$G\$15:\$G\$16 <= \$F\$15:\$F\$16Buttons to the right of the list box include 'Adicionar', 'Alterar', 'Excluir', 'Redefinir Tudo', and 'Carregar/Salvar'.
- Tornar Variáveis Irrestritas Não Negativas:** A checked checkbox.
- Selecionar um Método de Solução:** A dropdown menu is set to 'GRG Não Linear' with an 'Opções' button to its right.
- Método de Solução:** A text box containing the text: 'Selecione o mecanismo GRG Não Linear para Problemas do Solver suaves e não lineares. Selecione o mecanismo LP Simplex para Problemas do Solver lineares. Selecione o mecanismo Evolutionary para problemas do Solver não suaves.'

At the bottom of the dialog are three buttons: 'Ajuda', 'Resolver' (highlighted with a blue border), and 'Fechar'.

Fonte: Excel – Elaboração própria

REVISTA TÓPICOS - ISSN: 2965-6672

REVISTA TÓPICOS

Após a aplicação da função objetivo basta resolver o problema que o Solver vai encontrar o melhor resultado possível, onde esses resultados serão comentados posteriormente.

Figura 8 - RESULTADO OBTIDO PELO SOLVER

Produtos	Quantidade	Preço
CI	6000	4
CR	0	5,5

Restrições	CI	CR	Condição	Limite	Total
Custo logístico	0,5	1,25	<=	3000	3000
Quantidade de Caixas produzidas	1	1	<=	6000	6000

Resultado	R\$ 24.000,00
-----------	---------------

Fonte: Excel – Elaboração própria

6. DISCUSSÃO

No capítulo anterior notaram-se os resultados obtidos através da análise realizada no estudo de caso. Nesse sentido, para a compreensão do estudo em relação aos objetivos propostos, é necessário realizar a análise dos resultados encontrados, buscando entender o conteúdo que se pode extrair desses e o impacto no estudo realizado. Dessa forma, este capítulo apresentará de forma objetiva o conteúdo analítico a respeito dos resultados

REVISTA TÓPICOS

obtidos pelo estudo.

Ao observar os resultados obtidos através da ferramenta SOLVER, representados na Figura 5, é perceptível que a informação obtida indica que a expansão para a cidade do Rio de Janeiro não é vantajosa para a empresa X. Isso porque, os números apontados no resultado do SOLVER indicam isso ao retratar a quantidade as 6000 caixas de leite devem ser comercializadas no interior, no preço de R\$ 4,00 e resultando na receita de R\$ 24.000,00.

A análise dessa conclusão precisa levar em consideração o que torna essa expansão inviável. Nesse sentido, ao observar apenas os números, de forma simples, é possível perceber que, ao idealizar a expansão, os custos logísticos aumentam em R\$ 0,75, e o preço aumenta além disso, R\$ 1,50. Dessa forma, a análise simples é que pode ser vantajoso à medida que os custos logísticos aumentam menos do que o preço de comercialização. Porém, existem restrições que explicam o resultado oposto a esta análise simples.

A primeira restrição observada é que a empresa possui a limitação de R\$ 3.000,00 para custos logísticos. Seguindo esse raciocínio, ao considerar um custo de R\$ 1,25 por caixa de leite comercializada no Rio de Janeiro, é possível perceber que esse custo relacionado a restrição estabelecida aponta a maneira como o a expansão se afasta da solução ótima. Isso ocorre porque, a quantidade de caixas que poderiam ser transportadas por esse custo, mesmo que fossem comercializadas a um preço maior, seriam mais

REVISTA TÓPICOS

limitadas e não possibilitariam a maximização da receita.

Além disso, é possível perceber que existe, também, a restrição de produção de 6000 caixas de leite, assim, o SOLVER é capaz de reunir as informações fornecidas e chegar à solução ótima apontada na Figura 5 e anteriormente neste capítulo.

Ao compreender que o artigo busca utilizar a metodologia da Pesquisa Operacional para otimizar a tomada de decisão no campo da logística aplicada ao caso específico da empresa X, o desafio que instiga a investigação é a compreensão da melhor estratégia de comercialização no cenário indicado, através da ferramenta SOLVER. Desse modo, ao aplicar o método de Pesquisa Operacional é possível chegar à conclusão clara a respeito da decisão sobre a expansão para a cidade do Rio de Janeiro.

A Pesquisa Operacional torna possível a análise do ponto de vista estratégico para a Logística, possibilitando a decisão de não realizar a expansão, sendo essa justificada pelo estudo de caso apresentado. Desse modo, a empresa X deve focar a comercialização das caixas de leite no interior, onde são capazes de operacionalizar a produção de 6000 caixas, podendo transportá-las a um custo de R\$ 0,50 por caixa, e transportar todas elas por um custo de R\$ 3.000,00. Assim, a empresa se adequa as suas restrições da melhor maneira possível e é capaz de maximizar sua receita em R\$ 24.000,00.

REVISTA TÓPICOS

Em contrapartida, ao pensar sobre estratégias para que a expansão seja uma opção viável, chega-se a uma conclusão: o investimento em logística precisa ser maior. Isso porque, os autores realizaram um estudo com a intenção de buscar a viabilização da expansão e, conforme já mencionado, como a restrição é o fator determinante para que inviabilize e faça com que a solução seja focar no interior, pensou-se no investimento como alternativa para aumentar essa restrição. Dessa forma, caso a empresa X se disponha a investir além dos R\$ 3.000,00 em custos logísticos, têm-se cenários diferentes.

Conforme a linha de raciocínio introduzida, o primeiro cenário observado pelos autores foi de “relaxar” a restrição de R\$ 3.000,00 para R\$ 5.500,00. Nesse sentido, imaginou-se um cenário em que a empresa estaria disposta a investir mais R\$ 2.500,00 nos custos logísticos, possibilitando o aumento da restrição. Dessa forma, essa estratégia, quando realizada no SOLVER, indicou a solução ótima indicada na Figura 6.

Figura 9 - CENÁRIO 1 - AUMENTANDO RESTRIÇÃO

Produtos	Quantidade	Preço
CI	2667	4
CR	3333	5,5

Restrições	CI	CR	Condição	Limite	Total
Custo logístico	0,5	1,25	<=	5500	5499,75
Quantidade de Caixas produzidas	1	1	<=	6000	6000

Resultado	R\$ 28.999,50
-----------	---------------

REVISTA TÓPICOS

Fonte: Excel – Elaboração própria

Ao observar o cenário demonstrado na Figura 6, nota-se que a expansão se torna uma opção viável e a receita aumenta de R\$ 24.000,00 para R\$ 28.999,55, além disso, a comercialização se divide entre o interior e na cidade do Rio de Janeiro, sendo comercializadas 2667 caixas no interior e 3333 caixas na cidade. Dessa informa, a estratégia de aumentar o investimento em logística torna viável a expansão e apresenta um aumento significativo na receita da empresa X.

Outrossim, é possível imaginar um cenário em que a empresa X estaria disposta a investir mais ainda em custos logísticos, possibilitando um aumento na restrição de R\$ 3.000,00 para R\$ 7.500,00. Isso significa que, a empresa estaria disposta a investir mais R\$ 4.500,00 do que já está habituada, possibilitando um novo cenário para ser observado.

Figura 10 - CENÁRIO 2 - AUMENTANDO AINDA MAIS A RESTRIÇÃO

Produtos	Quantidade	Preço
CI	0	4
CR	6000	5,5

Restrições	CI	CR	Condição	Limite	Total
Custo logístico	0,5	1,25	<=	7500	7500
Quantidade de Caixas produzidas	1	1	<=	6000	6000

Resultado	R\$ 33.000,00
-----------	---------------

REVISTA TÓPICOS - ISSN: 2965-6672

REVISTA TÓPICOS

Fonte: Excel – Elaboração própria

Ao observar o cenário retratado na Figura 7, nota-se que a expansão, além de ser viabilizada, torna-se o foco da empresa X, sendo vantajoso comercializar caixas de leite apenas na cidade do Rio de Janeiro, abandonando a comercialização no interior. Desse modo, ao trazer esse enfoque para a cidade através do investimento maior em custos logísticos, a receita é capaz de ser aumentada para R\$ 33.000,00, sem a necessidade de produzir mais caixas, comercializando a mesma quantidade de 6000 caixas.

Portanto, os dois cenários apontados nas Figuras 6 e 7 ilustram a estratégia indicada pelos autores para possibilitar a expansão para a cidade do Rio de Janeiro e, conseqüentemente, um aumento na receita a depender da disponibilidade da empresa X para investir mais e relaxar a restrição. Desse modo, a Pesquisa Operacional possibilitou a análise para encontrar a estratégia ideal para o objetivo deste estudo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Pesquisa Operacional e o segmento de logística se comunicam diretamente quando se busca a otimização de processos. Nesse sentido, o contexto que se insere a realização do estudo aqui revisado é o que traduz a necessidade do paralelo entre o caso assinalado e a Pesquisa Operacional. Dessa forma, ao compreender o objetivo deste estudo, os métodos definidos e a maneira como foi realizado, fica claro o que se propôs e o que foi capaz de atingir através da pesquisa.

REVISTA TÓPICOS - ISSN: 2965-6672

REVISTA TÓPICOS

A base teórica abordada para fundamentação dos conceitos abordados ao longo deste artigo traduz a definição da Pesquisa Operacional e de importantes conceitos da logística que se associam ao estudo de caso realizado. Ao observar os conceitos apresentados e compreendendo toda a base de fundamento descrita, se faz possível a compreensão do método de pesquisa e do estudo de caso realizado.

Ao considerar o objetivo proposto pelo artigo: “ incentivar a formulação de estratégias eficazes para otimizar o transporte logístico, contribuindo para o aumento da receita e viabilizando a expansão para a cidade, fortalecendo assim a competitividade econômica da cidade “, é possível afirmar que este foi atingido. Isso porque, o estudo realizado foi capaz de apresentar o cenário atual e como é observado sob a perspectiva da Pesquisa Operacional e, além disso, os possíveis cenários que ela é capaz de retratar através da definição da estratégia relatada. Dessa forma, o objetivo proposto é atingido conforme as informações apresentadas no Estudo de Caso e na Discussão.

O estudo de caso realizado a respeito da empresa X possibilitou a constatação do fato que se entende pela importância da Pesquisa Operacional para o segmento de logística. Isso ocorre porque através do estudo e da solução encontrada por meio da aplicação do método de modelagem matemática e da pesquisa operacional, se destacam os benefícios encontrados através da utilização dos conceitos e dos impactos na tomada de decisão. Dessa forma, ao atingir o objetivo ao qual o artigo se

REVISTA TÓPICOS

propôs, o exemplo confirma a relação de importância pressuposta e instiga a aplicação do conceito mais vezes e em contextos diferentes.

Portanto, é através da análise realizada que se pode perceber a importância da Pesquisa Operacional para o segmento de logística, compreendendo o estudo de caso apresentado e como este exemplo traduz essa compatibilidade. Sendo assim, o estudo de caso torna clara a aplicabilidade da pesquisa para tornar as decisões do segmento de logística mais assertivas, possibilitando os melhores resultados dentro dos cenários envolvidos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGENCIABRASIL, Brasil é oitavo país mais perigoso para transporte de cargas, reportagem de Vinícius Lisboa, 2017. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2017-03/brasil-e-oitavo-pais-em-que-e-mais-perigoso-transportar-cargas>

CAVALCANTE, Lucidéa Santos; ALMEIDA, Sílvia dos Santos de; ARAÚJO, Adrilayne dos Reis. O modus operandi do crime de roubo a transeuntes em belém. Revista Planejamento e Políticas Públicas, [S.l.], n. 47, pp. 167-186, dez. 2016.

ESPÍNDOLA, Luís. O Surgimento da Logística. Publicado em 29 de janeiro de 2022. Disponível em: <https://pt.linkedin.com/pulse/o-surgimento-da->

REVISTA TÓPICOS

[log%C3%ADstica-lu%C3%ADs-esp%C3%ADndola#:~:text=Ela%20surgiu%20nos%20per%C3%ADodos%:](#)

FIRJAN, Publicações de Economia, 2017. Disponível em:

<https://www.firjan.com.br/publicacoes/publicacoes-de-economia/o-impacto-economico-do-roubo-de-cargas-no-estado-do-rio-de-janeiro.htm#pubAlign>

FIRJAN, Publicações de Economia, 2022. Disponível em:

<https://www.firjan.com.br/publicacoes/publicacoes-de-economia/o-impacto-economico-do-roubo-de-cargas-no-estado-do-rio-de-janeiro.htm#pubAlign>

G1GLOBO, RJ perde 20% do parque industrial e cerca de 100 mil empregos em 5 anos, reportagem de Hélder Duarte, 2021. Disponível em:

<https://g1.globo.com/rj/rio-de-janeiro/noticia/2021/07/12/rj-perde-20percent-do-parque-industrial-e-cerca-de-100-mil-empregos-em-5-anos.gh>

Logística Descomplicada. O que é logística. Reportagem por: Leandro Callegari Coelho, publicada em 21/08/2011. Disponível em:

<https://www.logisticadescomplicada.com/o-que-e-logistica/#:~:text=A%20origem%20da%20palavra%20log%C3%ADstica,m>

Manupackaging. Técnicas de Armazenagem e Logística para o seu negócio. Publicada em: 10/11/2018. Disponível em

REVISTA TÓPICOS - ISSN: 2965-6672

REVISTA TÓPICOS

<https://manupackaging.com.br/7-tecnicas-de-armazenagem-e-logistica-para-o-seu-negocio/>

MORSE, Philip M.; KIMBALL George E. Methods of Operations Research. USA, 1995.

ODIA, Rio registra 30% de todos os roubos de carga do país até julho, aponta relatório, reportagem de Lucas Cardoso, 2023. Disponível em: <https://odia.ig.com.br/rio-de-janeiro/2023/09/6715163-rio-registrou-30-de-todos-os-roubos-de-carga-do-pais-ate-julho-aponta-relatorio.htm>

OLIVEIRA, Érik da Silva. Uma Abordagem da Pesquisa Operacional Aplicada A Gestão de Materiais e a Logística: Contribuição para o Ensino do Modelo de Programação Linear em dois Níveis. 2005. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes.

PATRUS. Entenda o que é CIF e FOB e a diferença entre eles, reportagem de Patrus transporte, 2017. Disponível em: <https://patrus.com.br/blog/entenda-o-que-e-cif-e-fob-e-a-diferenca-entre-eles/>

PODER360, Roubo de carga no RJ causou perda de R\$ 388 mi em 2022, diz estudo, reportagem de poder 360, 2023. Disponível em: <https://www.poder360.com.br/economia/roubo-de-carga-no-rj-causou-perda-de-r-388-mi-em-2022-diz-estudo/>

REVISTA TÓPICOS - ISSN: 2965-6672

REVISTA TÓPICOS

PRODERJ, Relatório Roubo de Carga,2016. Disponível em:

https://arquivos.proderj.rj.gov.br/isp_imagens/uploads/RelRouboCarga2016

SOBRAPO - Sociedade Brasileira de Pesquisa Operacional. O que é

Pesquisa Operacional. Disponível em: <https://www.sobrapo.org.br/o-que-e-pesquisa-operacional>

¹ Professor Orientador. ricardo.ferreira@cefet-rj.br