

## **PROJETO DE GRADUAÇÃO**

**Centralização e Descentralização de estoque: um estudo de caso em uma rede varejista de suplementos alimentares.**

Por,

Mateus Jereissati Galuban

Brasília, 11 de dezembro de 2023.

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
Faculdade de Tecnologia  
Departamento de Engenharia de Produção

PROJETO DE GRADUAÇÃO

**Centralização e Descentralização de estoque: um estudo de caso em uma rede varejista de suplementos alimentares.**

Por,

**Mateus Jereissati Galuban**

Relatório submetido como requisito parcial para obtenção do grau de Engenheiro de Produção

Orientador: Prof. Sérgio Ronaldo Granemann, UnB

**Banca examinadora**

Prof. Sérgio Ronaldo Granemann, UnB/ EPR (Orientador) \_\_\_\_\_

Prof. Ari Melo Mariano, UnB/ EPR \_\_\_\_\_

Prof. Marcelo Carneiro Gonçalves, UnB/ EPR \_\_\_\_\_

Brasília, 11 de dezembro de 2023

## AGRADECIMENTOS

*Agradeço a Deus em primeiro lugar, por ter me proporcionado nascer e crescer rodeado de boas oportunidades e por ter me dado forças para passar por essa reta final da graduação com saúde e perseverança.*

*Gostaria de agradecer imensamente à minha família, em especial meus pais, Jacqueline e Cesar, que sempre deram tudo e abdicaram de grande parte da vida para que eu pudesse ter uma educação de qualidade e tivesse a oportunidade de chegar aqui, no final de uma graduação em Engenharia numa Universidade de renome nacional. Vocês são tudo pra mim.*

*Agradeço aos meus amigos, Osmar, Mateus, André, Fernanda, Ricardo e muitos outros que acompanharam de perto a minha jornada na universidade e sempre me deram todo o suporte emocional necessário nesse período.*

*Gostaria de agradecer em especial ao meu grande amigo do curso de Engenharia de Produção, Daniel Almeida, que foi meu maior companheiro de curso durante todos esses anos e mesmo a distância perguntava frequentemente sobre o andamento do meu projeto de graduação. Muito obrigado pela amizade!*

*Agradeço de coração ao meu orientador, Sérgio, por ter tido tanta paciência e compreensão comigo nesse momento de estresse que é o final da graduação e por ter me orientado com louvor. Muito obrigado pela parceria!*

*Gostaria de agradecer à minha namorada, Ana Luísa, que esteve do meu lado durante todo esse processo e me ajudou, me apoiou e me obrigou a me esforçar e dar meu sangue nessa reta final do curso, que foi de ajuda fundamental. Não teria conseguido sem você.*

*E, por fim, gostaria de agradecer a muitos outros que eu não pude citar individualmente e que contribuíram imensamente em diversos momentos da minha graduação e me ajudaram a chegar até aqui. Vocês sabem quem são.*

*Mateus Jereissati Galuban*

---

## RESUMO

Escolher um modelo de alocação de estoques é um grande desafio para qualquer empresa. A escolha de um modelo centralizado ou descentralizado leva em conta muitas questões. Como será o impacto de um estoque centralizado na operação? Como os custos logísticos flutuarão a partir de um modelo descentralizado? O estudo de caso apresentado tem como objetivo estudar todos os fatores que compõem o custo logístico e aplicar a literatura encontrada em uma rede varejista de suplementos alimentares a fim de contribuir com o conhecimento e ciência em logística de varejo local. A metodologia utilizada consiste em comparar cenários diferentes de alocação e localização de centros de distribuição e os impactos dessas diferenças no custo logístico da empresa. O estudo analisará os *trade-offs* encontrados em relação aos custos logísticos a depender do modelo de alocação de estoques em questão. Os resultados obtidos foram de acordo com a literatura encontrada e apresentaram impacto positivo para a rede estudada, sendo validados pelos *stakeholders* e futuramente aplicados na estrutura logística da empresa.

**Palavras-chave:** Centralização de estoques. Descentralização de estoques. Suplementos Alimentares. Varejo. Custos logísticos.

---

## ABSTRACT

*Choosing an inventory allocation model is a major challenge for any company. Choosing a centralized or decentralized model considers many issues. How will a centralized inventory impact the operation? How will logistics costs fluctuate from a decentralized model? The case study presented aims to study all the factors that make up the logistics cost and apply the literature found in a food supplement retail chain to contribute to knowledge and science in local retail logistics. The methodology used consists of comparing different scenarios for the allocation and location of distribution centers and the impacts of these differences on the company's logistics costs. The study will analyze the trade-offs found in relation to logistics costs depending on the inventory allocation model in question. The results obtained were in accordance with the literature found and had a positive impact on the network studied, being validated by stakeholders, and applied in the future to the company's logistics structure.*

**Keywords:** *Inventory centralization. Inventory decentralization. Supplement. Retail. Logistics costs.*

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	12
<b>1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO</b> .....	12
<b>1.2. JUSTIFICATIVA</b> .....	13
<b>1.3 OBJETIVOS</b> .....	17
<b>1.3.1 Objetivo Geral</b> .....	17
<b>1.3.2 Objetivos específicos</b> .....	17
<b>1.4 METODOLOGIA</b> .....	17
<b>1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO</b> .....	18
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	20
<b>2.1. CUSTO LOGÍSTICO</b> .....	20
<b>2.1.1 Custo de venda perdida</b> .....	22
<b>2.1.2 Custo de armazenagem</b> .....	23
<b>2.1.3 Custo de transportes</b> .....	24
<b>2.2 CENTRALIZAÇÃO DE ESTOQUE</b> .....	25
<b>3. CAPÍTULO 3 - ESTUDO DE CASO DE UMA REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE SUPLEMENTOS ALIMENTARES</b> .....	30
<b>3.1 CUSTO DE ARMazenagem</b> .....	31
<b>3.2 CUSTO DE TRANSPORTE</b> .....	33
<b>4. CAPÍTULO 4 - CÁLCULO DO CUSTO LOGÍSTICO TOTAL PARA OS DIFERENTES CENÁRIOS DE REDES LOGÍSTICAS</b> .....	37
<b>4.1 CENÁRIO 1</b> .....	37
<b>4.1.1 Custo de armazenagem</b> .....	37
<b>4.1.2 Custo de transporte</b> .....	40
<b>4.1.3 Custo logístico total</b> .....	42
<b>4.2 CENÁRIO 2</b> .....	42
<b>4.2.1 Custo de armazenagem</b> .....	42
<b>4.2.2 Custo de transporte</b> .....	43
<b>4.2.3 Custo logístico total</b> .....	44
<b>4.3 CENÁRIO 3</b> .....	45
<b>4.3.1 Custo de armazenagem</b> .....	45
<b>4.3.2 Custo de transporte</b> .....	47
<b>4.3.3 Custo logístico total</b> .....	49
<b>4.4 COMPARATIVO</b> .....	49
<b>4.4.1 Custo logístico total</b> .....	49
<b>5. CONCLUSÃO</b> .....	50

<b>5.1 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS .....</b>	<b>51</b>
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLOGRÁFICAS.....</b>	<b>52</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Rede A .....	15
Figura 2: Rede B .....	15
Figura 3: Aplicação dos modelos de custo logístico na cadeia de suprimentos de acordo com Borba (2003).....	20
Figura 4: Relação de trade-off de custos em função do número de armazéns .....	26
Figura 5: Comparativo da demanda de distribuição .....	27

## LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1: Custo Logístico (Uelze). .....	19
Equação 2: Custo Logístico (Kotler).....	20
Equação 3: Demanda Média (Peinaldo e Graeml).....	21
Equação 4: Custo de Venda Perdida. ....	22
Equação 5: Custo Total de Armazenagem. ....	23
Equação 6: Custo Logístico Total. ....	23
Equação 7: Custo de Transporte. ....	24
Equação 8: Custo Logístico Total Simplificado. ....	29
Equação 9: Custo com Combustível Simplificado .....	33
Equação 10: Custo com Combustível Individual.....	34
Equação 11: Custo Total de Armazenagem Reescrito.....	37

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Custo de Estoque Total .....	31
Tabela 2: Custos Operacionais Totais.....	32
Tabela 3: Histórico Veicular (FIP).....	32
Tabela 4: Número de Reposições Mensais por Loja.....	34
Tabela 5: Matriz de Distâncias.....	35
Tabela 6: Custo de Estoque Rede A (Cenário 1) .....	37
Tabela 7: Custo de Armazenagem Total Rede A (Cenário 1). .....	38
Tabela 8: Custo de Estoque Rede B (Cenário 1). .....	38
Tabela 9: Custo de Armazenagem Total Rede B (Cenário 1).....	38
Tabela 10: Custo de Armazenagem Total (Cenário 1). .....	39
Tabela 11: Distância Mensal Percorrida Rede A (Cenário 1).....	39
Tabela 12: Distância Mensal Percorrida Rede B (Cenário 1).....	40
Tabela 13: Custo com Combustível Total (Cenário 1). .....	40
Tabela 14: Custo de Transporte Total (Cenário 1). .....	40
Tabela 15: Custo Logístico Total (Cenário 1) .....	41
Tabela 16: Custos Operacionais A1 (Cenário 2) .....	42
Tabela 17: Custo de Armazenagem Total (Cenário 2) .....	42
Tabela 18: Distância Mensal Total Percorrida (Cenário 2). .....	43
Tabela 19: Custo com Combustível Total (Cenário 2). .....	43
Tabela 20: Custo de Transporte Total (Cenário 2). .....	43
Tabela 21: Custo Logístico Total (Cenário 2) .....	44
Tabela 22: Matriz de Distâncias (Cenário 3) .....	44
Tabela 23: Custo de Estoque A1 (Cenário 3). .....	45
Tabela 24: Custo de Armazenagem Total (Cenário 3). .....	45

Tabela 25: Custo de Estoque B1 (Cenário 3).....	45
Tabela 26: Custo de Armazenagem Total B1 (Cenário 3).....	46
Tabela 27: Custo de Armazenagem Total (Cenário 3) .....	46
Tabela 28: Distância Mensal Total Percorrida A1 (Cenário 3). .....	47
Tabela 29: Distância Mensal Total Percorrida B1 (Cenário 3).....	47
Tabela 30: Custo com Combustível Total (Cenário 3). .....	47
Tabela 31: Custo de Transporte Total (Cenário 3) .....	47
Tabela 32: Custo Logístico Total (Cenário 3) .....	48
Tabela 33: Comparativo de Custo Logístico Total Anual. ....	48

## 1. INTRODUÇÃO

O debate entre centralização e descentralização de estoques influencia diretamente nos custos de armazenagem e transporte, influenciando diretamente na estrutura da cadeia logística de qualquer varejista (WANKE, 2000). Em cadeias que possuem uma rede de pontos de venda, é crucial realizar estudos para planejar a reposição de mercadorias e remanejamento de produtos, visando minimizar o custo logístico global e assegurar a disponibilidade do produto aos clientes em todos os pontos de venda.

### 1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO

A Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) 243/2018 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), define suplementos alimentares como substâncias não medicamentosas com finalidade de fornecer nutrientes, substâncias bioativas, enzimas ou probióticos que complementam a alimentação de pessoas saudáveis (ANVISA, 2018). Em 2020, o consumo de suplementos alimentares aumentou em 10% em comparação com 2015 e eles estão presentes em 59% dos lares brasileiros (ABIAD, 2020).

Como qualquer organização, o comércio varejista de suplementos alimentares se depara com a determinação estratégica relativa à quantidade de instalações de distribuição a serem estabelecidas, sua localização geográfica e quais clientes devem ser atendidos por meio de cada centro de distribuição. Para tomar essas decisões, a empresa deve considerar o nível de serviço desejado, ao mesmo tempo em que busca minimizar ao máximo os custos operacionais do centro de distribuição. Isso envolve a análise dos custos associados aos estoques regulares, estoques de segurança, transporte entre fornecedores e centros de distribuição, bem como entre os centros de distribuição e os clientes finais (RODRIGUES, 2014).

Fornecedores e distribuidores de produtos e serviços em diversas partes do globo estão cada vez mais cientes da importância de estabelecer estratégias sólidas de distribuição, com o objetivo de aprimorar a eficiência no transporte e elevar o nível de serviço oferecido aos clientes. Reconhecendo as demandas e expectativas dos consumidores em um mercado altamente competitivo, essas organizações buscam constantemente otimizar suas operações logísticas, a fim de garantir entregas mais rápidas, confiáveis e eficientes (BOWERSOX *et al.*, 2013). Nesse contexto, a

estruturação adequada das estratégias de distribuição torna-se crucial para aprimorar os processos de transporte, reduzir custos e superar as expectativas dos clientes.

## 1.2. JUSTIFICATIVA

De acordo com Wanke & Figueredo (2000), existem dois atributos do produto que influenciam a tomada de decisão sobre a centralização ou descentralização dos estoques. Em primeiro lugar, quanto maior for o valor agregado do produto, haverá uma maior tendência para centralizar os estoques em uma única instalação, com o intuito de minimizar os custos duplicados associados à manutenção de estoques de segurança em diferentes localidades. Em segundo lugar, à medida que o grau de obsolescência do produto aumenta, a inclinação para a centralização dos estoques também aumenta, visando reduzir os riscos de venda perdida.

Entretanto, apesar da centralização de estoques parecer mais atrativa, por ser mais simples organizar um ponto de distribuição ao invés de vários, há variáveis importantes a se considerar além de ruptura (venda perdida) e valor agregado. Por mais que a descentralização de estoques pode reduzir o custo de aluguel de depósito e estoque, por não necessitar de uma armazenagem tão elevada, não necessariamente reduzirá o custo logístico da rede, por exemplo em casos de transferências excessivas entre filiais a fim de evitar uma venda perdida, causando operações desnecessárias de transporte entre as filiais.

Maister (1976) apresenta a "lei da raiz quadrada" como uma formulação formal que estabelece uma relação geral entre estoques centralizados e descentralizados, dada por  $\sqrt{m}/\sqrt{n}$ , em que  $m$  representa o número de localizações após a consolidação e  $n$  representa o número de localizações antes da consolidação. Segundo o autor, essa lei pode ser aplicada tanto no cálculo da redução dos estoques de segurança como no cálculo dos estoques de manutenção, quando o lote econômico é utilizado para solicitação de reabastecimento.

Em contrapartida, Ballou (1981) comparou a "lei da raiz quadrada" com os valores obtidos por meio de equações de regressão, baseadas em dados reais de várias empresas e chegou à conclusão de que, na maioria dos casos, essa lei se mostra excessivamente otimista em relação à redução dos estoques de segurança.

Dada a enorme contradição no tema e a intensa dificuldade entre parametrizar e concluir o que é otimizado como regra geral, surge a necessidade de estudar a

centralização e descentralização de estoques caso a caso e entender as implicações específicas da organização antes de tomar uma decisão tão delicada e impactante à instituição em questão.

Assim como qualquer mercado alimentar emergente, há uma larga e ampla concorrência entre varejistas do ramo de suplementos alimentares, tendo por trás uma logística de suprimentos eficiente, visando maximizar a variedade de produtos em loja. Este projeto estudará o caso real de uma holding de nove lojas de suplementos do Distrito Federal. As nove lojas fazem livre troca de produtos de acordo com a necessidade e não há um depósito central para a armazenagem, todo o estoque de produtos fica exposto nas prateleiras das lojas.

As nove lojas são bem conhecidas e possuem uma marca bem estabelecida no Distrito Federal. Elas são compostas por duas redes, A e B onde A possui uma loja matriz e cinco filiais e B possui uma loja matriz e duas filiais. A rede A possui o intuito de vencer a concorrência pelo preço, além de vender também no atacado. O faturamento das lojas varia entre R\$ 100.000,00 (loja matriz) e R\$ 40.000,00 mensais. Já a rede B busca a qualidade e a fidelização do cliente, com produtos de maior valor agregado. O faturamento varia entre R\$ 160.000,00 (loja matriz) e R\$ 50.000,00 mensais.

As lojas da rede A possuem a seguinte disposição geográfica:

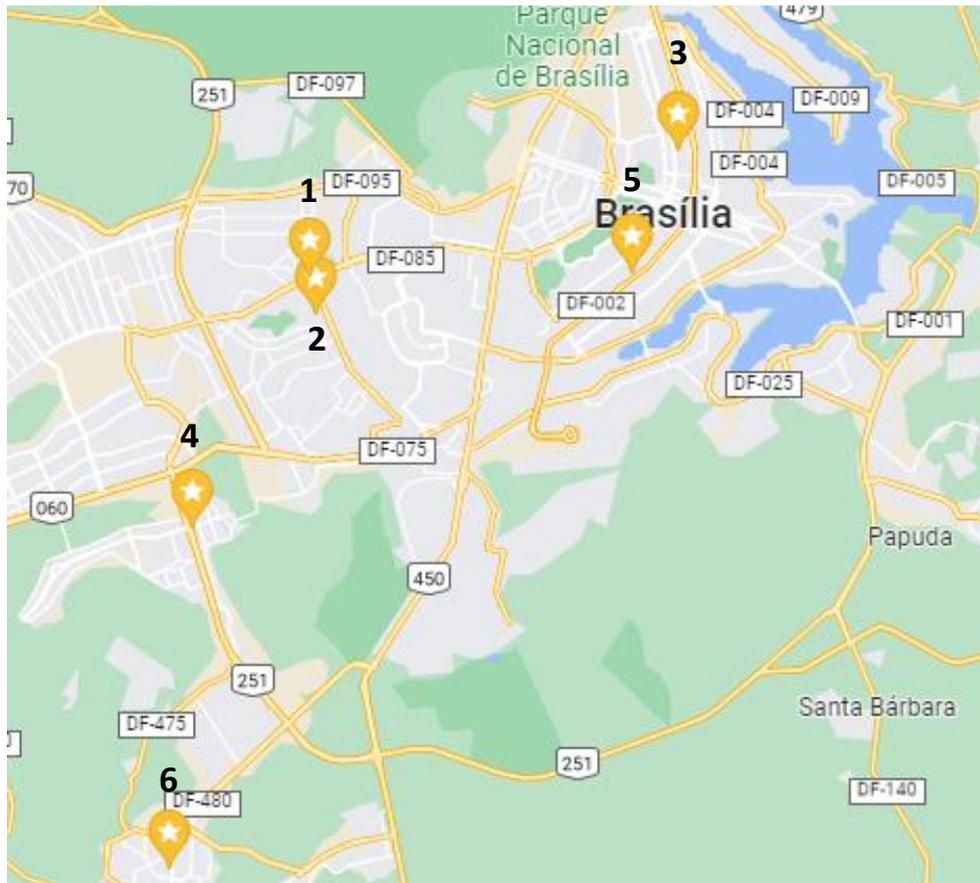


Figura 1 – Rede A

Enquanto as lojas da rede B possuem a seguinte disposição geográfica:

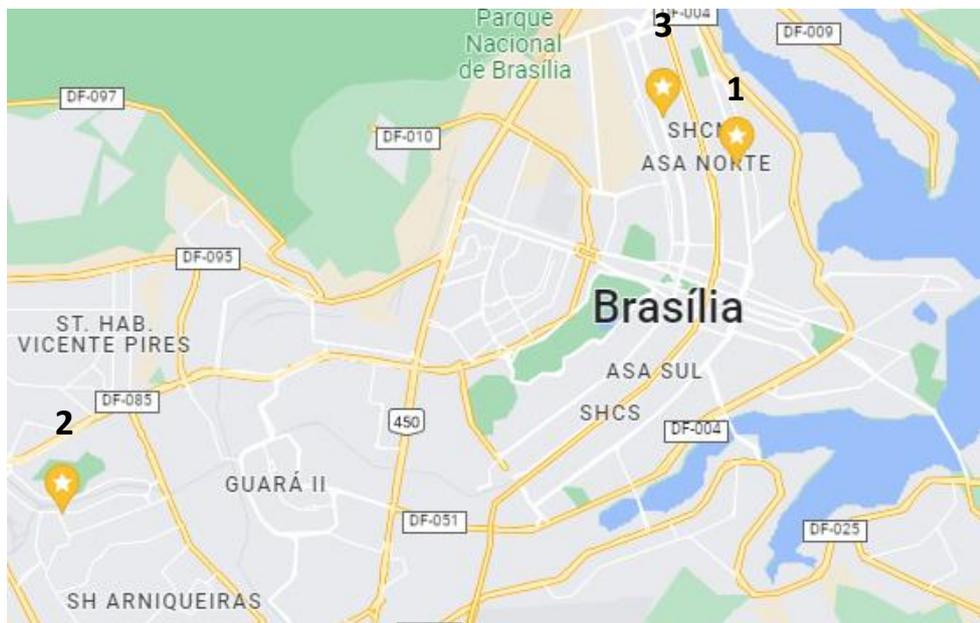


Figura 2 – Rede B

No caso de um estoque centralizado, a rede A inteira seria abastecida pelo ponto 1 (figura 1). Ou seja, todas as compras chegariam ao ponto 1 e os produtos seriam distribuídos para as outras cinco lojas. O mesmo para a rede B, as compras chegariam no ponto 1 (figura 2) e seriam distribuídas para as demais três lojas. Em questão de remanejamento de produtos, cada loja receberia apenas das matrizes (pontos 1 em ambas as figuras). Hoje, o estoque de compras é centralizado, mas o de remanejamento não é. Ou seja, todas as lojas podem se tornar pontos de distribuição para outras lojas a dependerem de suas demandas. Por exemplo, a loja 5 da rede A possui uma demanda de um produto X. A loja 6 possui uma quantidade excessiva do produto X pois não o vende tanto. Com o estoque descentralizado, a loja 6 faria um abastecimento direto para a loja 5 do produto X de acordo com a demanda da loja solicitante. Já com a centralização, a loja 6 transferiria todo o estoque excedente do produto X para a loja 1 e após isso esse produto seria remanejado para as lojas com maior demanda do produto.

As duas redes somadas possuem aproximadamente 3 mil itens diferentes e todos eles estão cadastrados em ambas as redes. No entanto, nem todos necessitam estar em todas as lojas, devido à enorme diferença de demanda de determinados itens entre as redes A e B. As rotas funcionam de segunda a sexta das 9h às 17h e sábado das 9h às 12h. A maior distância entre as lojas da rede A é de 36,4km e a menor é de 1,8km. Já na rede B, a maior distância entre lojas é de 25,4km e a menor é de 3,2km. As lojas matrizes possuem o maior espaço físico e de armazenamento de suas respectivas lojas sendo que a matriz da rede A é a maior entre as nove lojas.

As nove lojas usam o mesmo sistema de informação para remanejamento de estoque, controle, transferências e financeiro, fazendo com que qualquer troca de produtos entre lojas seja rápida e prática. O que entrará como objeto do projeto é o estudo do veículo a ser usado nas rotas diárias. Atualmente há apenas um veículo, uma Fiat Fiorino, de propriedade da empresa para fazer a entrega em todas as lojas de ambas as redes. O carro tem uma capacidade de aproximadamente 3m<sup>3</sup> e 620kg, sendo muitas vezes um impeditivo para realizar a rota de uma forma contínua.

O principal debate deste projeto é estudar a centralização e a descentralização do estoque para o abastecimento das lojas desse grupo varejista em questão. Em um estoque centralizado, há um depósito que abastece as nove lojas, já no estoque descentralizado dois ou mais estoques podem abastecer a rede de lojas. O trabalho

estudará o custo logístico dos estoques centralizados e descentralizados, a fim de propor uma solução otimizada entre as opções.

Devido às peculiaridades do negócio, mercado de consumidores diferenciado, diferentes regiões e público-alvo, há uma grande necessidade em analisar os *trade-offs* entre custos de armazenagem, estoque e compras com venda perdida e distribuição. Dessa forma, é crucial à saúde financeira da empresa entender o que é mais vantajoso para o grupo varejista, centralizar ou descentralizar o estoque de distribuição.

Diante do exposto, o projeto tem como meta responder à seguinte pergunta: Centralização ou descentralização de estoques: qual é a opção com o menor custo logístico em uma rede varejista de suplementos alimentares?

### **1.3 OBJETIVOS**

#### **1.3.1 Objetivo Geral**

Comparar o custo logístico total entre uma estrutura logística de estoque descentralizado com outra de centralização do estoque para a distribuição de produtos entre lojas varejistas de suplementos alimentares.

#### **1.3.2 Objetivos específicos**

- a) Aferir os custos logísticos atuais com a estrutura de distribuição descentralizada.
- b) Determinar os custos logísticos de uma estrutura logística centralizada para o negócio.
- c) Apresentar diferentes cenários de cadeias logísticas com a centralização e descentralização dos estoques.

### **1.4 METODOLOGIA**

Para atingir os objetivos do trabalho, será necessário realizar uma minuciosa revisão das referências da área, assim como artigos científicos atualizados sobre logística e distribuição e coletar os dados necessários da rede varejista para aplicar na prática o referencial teórico e chegar a uma conclusão fidedigna. O estudo será realizado no Distrito Federal, com base nos dados coletados pelo sistema ERP da empresa e com uma abordagem *quali-quantitativa*.

- a) Revisão bibliográfica de artigos científicos e trabalhos que abordam a discussão entre centralização e descentralização de estoques.
- b) Identificar os gargalos em estoques centralizados e descentralizados, a fim de listar suas vantagens e desvantagens.
- c) Utilizar o conhecimento revisado na bibliografia para definir os indicadores e equações que permitam mensurar os custos logísticos (estoque, armazenagem, transporte, compras, venda perdida, entre outros).
- d) Coletar os dados atuais da instituição para mensurar o valor real dos indicadores.
- e) Simular uma rede logística de estoque centralizado para comparar com uma rede logística descentralizada.
- f) Comparar o custo logístico total entre a estrutura de rede de estoque centralizado com outra de estoque descentralizado.

## **1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO**

O primeiro capítulo terá como objetivo definir e descrever o tema geral deste projeto de graduação. Ele iniciará abordando um contexto da oportunidade a ser investigada, seguido de uma justificativa e importância do problema em questão. Não obstante, este capítulo também esclarecerá os objetivos do projeto, a metodologia a ser usada durante o processo de desenvolvimento e trará uma descrição da organização e estrutura do trabalho.

O segundo capítulo abordará os conceitos teóricos de maior relevância. Este capítulo fará uma revisão bibliográfica dos conceitos, trazendo os autores que abordaram o tema de centralização e descentralização de estoques em rede logística e suas aplicações práticas, assim como fará uma breve descrição dos modelos teóricos disponíveis na literatura.

O terceiro capítulo trata da descrição do método que será utilizado ou desenvolvido para realizar a comparação entre os custos logísticos das duas alternativas de redes: centralização ou descentralização de estoques, usando os conceitos apresentados no segundo capítulo e os aplicando na metodologia, gerando dados para análise e discussão do projeto.

O quarto capítulo trará a aplicação do modelo de custos logísticos definido no capítulo anterior na rede logística, utilizando os dados da empresa que servirá para o estudo de caso.

O quinto capítulo trará a conclusão e as recomendações para trabalhos futuros.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. CUSTO LOGÍSTICO

O custo logístico é essencial para determinar a eficiência da operação de uma empresa. A fim de embasar toda a metodologia a ser utilizada, é importante entender o que compõe o custo logístico de uma empresa de varejo.

De acordo com Uelze (1974), o custo logístico é a soma do custo de transporte, custo de armazenagem, custo de manuseio, custo de obsolescência e o custo do dinheiro, descrito na equação 1.

$$CL = CT + CA + CM + CO + CD \quad (1)$$

Onde:

$L$  = Custo logístico total;

$T$  = Custo de transporte

$A$  = Custo de armazenagem

$M$  = Custo de manuseio

$O$  = Custo de obsolescência

$D$  = Custo do dinheiro

Entretanto, esse modelo é extremamente generalizado e abrange apenas parte do problema total do custo logístico. É importante que o modelo utilizado neste trabalho seja específico para o custo logístico no varejo, dado ao fato de que a obsolescência e o custo do dinheiro tenham mais interpretação em fábricas e indústrias. A Figura 3 expõe outros modelos de custo logístico e suas aplicações a depender da posição na cadeia de suprimentos em que melhor se aplicam, de acordo com Borba (2003).

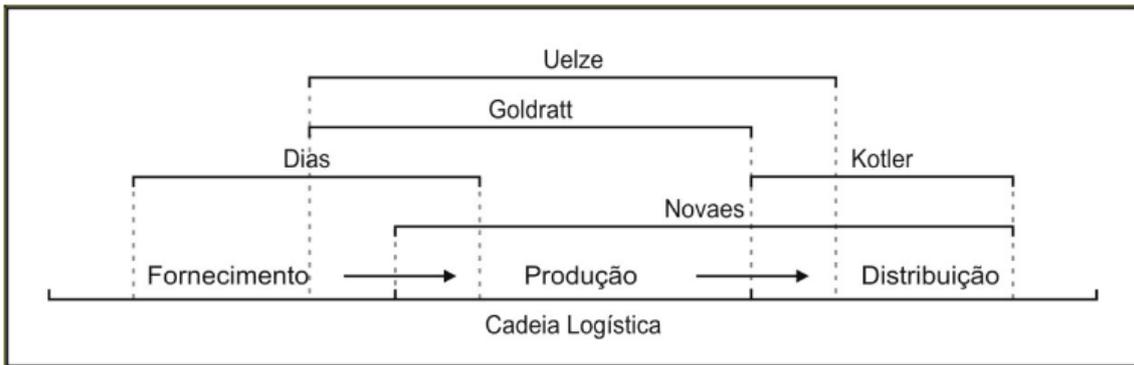


Figura 3 – Aplicação dos modelos de custo logístico na cadeia de suprimentos de acordo com Borba (2003).

O modelo de Kotler (1998) sugere uma interpretação do custo logístico mais focada no comércio varejista, tendo mais utilidade no decorrer deste trabalho, já que existem múltiplas interpretações sobre as variáveis que compõem o custo logístico (BORBA, 2010).

Segundo Kotler, o custo logístico total é composto pela soma dos custos de transporte, o custo fixo de armazenagem, o custo variável de armazenagem e o custo das vendas perdidas, exposto na equação 2.

$$CL = CT + CA + CV + CP \quad (2)$$

Onde:

$CL$  = Custo logístico total

$CT$  = Custos de transporte

$CA$  = Custos fixos de armazenagem

$CV$  = Custos variáveis de armazenagem

$CP$  = Custos de venda perdida

A fim de abranger por completo os maiores gargalos analisados neste trabalho sem desviar do tema, o modelo de Kotler será usado como base no cálculo de custo logístico total.

### 2.1.1 Custo de venda perdida

O custo de venda perdida é o custo de oportunidade da falta de um produto em estoque. Ângelo (2005) define o custo da venda perdida como um indicador importante dentro da logística chamado de *stock-out*. O termo ruptura é um termo muito utilizado no varejo brasileiro, indicando a falta de um produto em linha. A venda perdida seria justamente calcular o custo de oportunidade da venda daquele produto.

Considerando que a venda total de um produto é o produto entre o número de unidades vendidas e seu preço de venda, podemos traduzir isso a um custo de oportunidade de acordo com a rotatividade do produto, ou seja, a sua demanda. Assim, o custo da venda perdida é o lucro que seria obtido na venda do produto em ruptura de estoque (COIMBRA, 2005).

Para calcular o custo da venda perdida de um produto específico, é necessário obter o lucro bruto que esse produto retorna à empresa, o tempo que o produto ficou em ruptura de estoque e a demanda do produto.

No intuito de calcular a demanda prevista para o produto em questão no período em que se encontrava sem estoque, pode-se utilizar o método de previsão de demanda da média móvel simples. Esse método consiste em utilizar dados da demanda do produto em um período específico e fazer uma média aritmética com o intuito de prever a demanda do produto (URIO, 2013).

De acordo com Peinaldo e Graeml (2007), a demanda média é calculada pela equação 3:

$$\overline{DM}_j = \frac{\sum_{i=1}^n Di}{n} \quad (3)$$

Onde:

$\overline{DM}_j$  = Demanda média prevista

$Di$  = Demanda atendida no período  $i$

$n$  = número de períodos utilizados para calcular a média móvel

Considerando que o lucro bruto no varejo é calculado pela diferença entre o preço de venda e o preço de custo do produto, pode-se calcular o custo da venda perdida pela equação 4:

$$CP = \overline{DM}_j \times (PV - PC) \quad (4)$$

Onde:

$CP$  = Custo de venda perdida no período

$\overline{DM}_j$  = Demanda média prevista para o período em ruptura

$PV$  = Preço de venda do produto

$PC$  = Preço de custo do produto

### 2.1.2 Custo de armazenagem

Faria e Costa (2010) consideram os custos de armazenagem como toda e qualquer atividade que englobe a movimentação de materiais, embalagens e produtos e estocagem que estiver ligada ao espaço físico do estoque e ao manuseio.

De acordo com Ballou (2006), os motivos intrínsecos que justificam a adoção de espaços destinados à armazenagem de estoque são:

1. Redução dos custos de transporte e produção;
2. Coordenação entre oferta e demanda;
3. Apoio ao processo de produção;
4. Contribuição no processo de comercialização.

No varejo, é comum que as lojas possuam um estoque fora das gôndolas, onde o cliente não tem acesso, para o abastecimento imediato de produtos e evitar a ruptura de estoque. Entretanto, esse não é sempre o caso, pois para abastecer um estoque a mais é necessário fazer um pedido maior e possuir um custo de estoque maior, o que acarreta na interferência de indicadores financeiros.

Para Francischini e Gurgel (2002), o custo de armazenagem para um item em estoque é calculado pela equação 5:

$$CAT = EM \times PM \times TE \times CAu \quad (5)$$

Onde:

$CAT$  = Custo total de armazenagem

$EM$  = Estoque médio

$PM$  = Preço médio

$TE$  = Tempo em estoque

$CAu$  = Custo de armazenagem unitário

A equação 3 já engloba tanto custos variáveis de armazenagem (custo de estoque e tempo de estoque) quanto custos fixos de armazenagem como o custo de armazenagem unitário, que consiste em um rateio dos custos fixos em relação à quantidade de produtos que o estoque armazena (KOXNE, 2006).

Dessa forma, interpretando o custo total de armazenagem como a soma dos custos fixos de armazenagem com os custos variáveis de armazenagem, a equação 2 pode ser reformulada da seguinte forma:

$$CL = CT + CAT + CP \quad (6)$$

Onde:

$CL$  = Custo logístico total

$CT$  = Custo de transportes

$CAT$  = Custo de armazenagem total

$CP$  = Custo de venda perdida

### **2.1.3 Custo de transportes**

Para uma empresa varejista, é imprescindível que se leve em consideração o custo dos transportes. De acordo com Mendes (2000), os custos são determinados em função das atividades realizadas, sendo os custos diretos aqueles que possuem uma relação direta com essas atividades. O autor menciona que no transporte rodoviário, 85% do custo operacional estão diretamente associados a custos diretos, enquanto os 15% restantes se referem a custos indiretos. Dentre os custos indiretos, há o custo de combustível, óleo de motor, óleo de transmissão, lavagem e lubrificação, pneus, câmaras e recapagens, peças

e material de oficina, bem como os salários de oficinas e os encargos sociais. Dessa forma, os custos diretos englobam a depreciação, a remuneração de capital, os salários e encargos sociais, o licenciamento, os seguros, além dos custos administrativos.

Assim, interpreta-se que o custo de transporte engloba todas as despesas diretas e indiretas veiculares, como depreciação do veículo, combustível e manutenções. Para efeito de cálculo, a equação 7 será utilizada para calcular o custo de transportes:

$$CT = Dep + CMn + Cb \quad (7)$$

Onde:

$CT$  = Custo de transporte

$Dep$  = Depreciação Veicular (calculada a partir da tabela Fipe)

$CMn$  = Custo de manutenção veicular

$Cb$  = Custo com combustível

## 2.2 CENTRALIZAÇÃO DE ESTOQUE

Ballou (2006) afirma que os estoques são uma espécie de “pulmão” da empresa, garantindo a disponibilidade de produtos e o equilíbrio entre a oferta e a demanda.

Ele também afirma que o estoque possui as seguintes finalidades:

1. Aperfeiçoar o nível de serviço;
2. Estimular economias de produção;
3. Otimizar economias de escala nas compras;
4. Facilitar economias de escala no transporte;
5. Proteger contra o aumento de preços;
6. Resguardar a empresa diante de incertezas;
7. Assegurar a empresa contra contingências.

Dada essa importância tão expressiva do estoque à instituição, a localização e formato de distribuição se tornam imprescindíveis à operação. A proposição de Christopher (1999) destaca a relevância da consolidação de estoques em um número reduzido de locais como uma estratégia eficaz para alcançar economias significativas. Ao concentrar os estoques

em menos depósitos, a empresa pode obter diversos benefícios operacionais e financeiros. Em primeiro lugar, a redução das necessidades totais de estoque decorre da melhor gestão da demanda e da distribuição mais eficiente dos produtos em menos locais. Essa prática permite que a empresa atenda às demandas de forma mais precisa, evitando o excesso de estoque em diferentes pontos, o que resulta em uma gestão mais enxuta e eficiente.

Entretanto, ao reduzir o excesso de estoque, é possível que aumente a venda perdida. Como o estoque total é menor e existem vários centros de distribuição, qualquer alteração na demanda pode ocasionar em uma ruptura de estoque, aumentando drasticamente a venda perdida e influenciando negativamente no custo logístico.

Wanke (2000) ressalta que é necessário analisar de forma mais específica o *trade-off* entre a redução de custos de manuseio e processamento de pedidos com o aumento do custo de transporte. Um estoque descentralizado faz a gestão de um número elevado de entregas mas em contraponto possui uma maior eficiência no transporte por poder agrupar cargas maiores, reduzindo o custo com transportes.

Ballou (2006) discorre sobre a ideia de Wanke (2000). A análise dos custos logísticos na distribuição e armazenagem de produtos evidencia um *trade-off* entre o número de centros de distribuição e os custos associados. Aumentar o número de centros de distribuição implica em maiores custos de armazenagem e estoques. Entretanto, os custos de transporte ao estabelecer pontos de distribuição mais próximos dos clientes podem reduzir. Por outro lado, diminuir os armazéns acarreta maiores custos de transporte, reduzindo os custos de estoque, beneficiando a empresa com a gestão simplificada e economias de escala. A decisão sobre o número e localização dos depósitos é estratégica, exigindo uma análise minuciosa para maximizar a eficiência e minimizar o custo logístico total. É imprescindível considerar os custos de armazenagem, transporte e estoque para encontrar o arranjo ideal que atenda às necessidades operacionais e estratégicas da empresa.

Ballou (2006) demonstra na Figura 4 a análise desse *trade-off* do número de armazéns e sua interferência no custo logístico total em função dos custos de estoques e dos custos com transportes, não levando em consideração o custo com venda perdida.

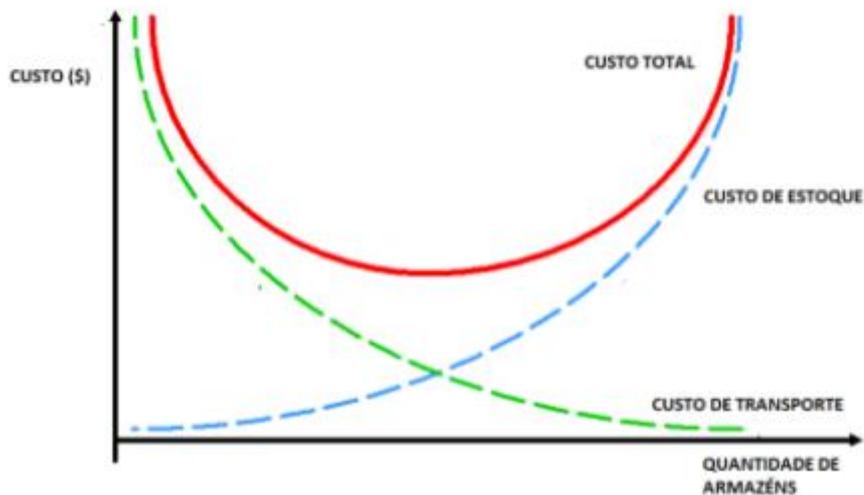


Figura 4: Relação de *trade-off* de custos em função do número de armazéns (BALLOU, 2006)

Wanke (2001) discorre sobre o efeito da distribuição quando há um intermediário na disposição de centros de distribuição. Segundo o autor, ao centralizar os estoques, um atraso na movimentação dos produtos em relação ao destino final ocorre, o que resulta na aplicação de políticas de postergação da distribuição física. Em outras palavras, a centralização dos estoques visa adiar o transporte dos produtos até que o cliente final efetue o pedido, esperando a demanda para agir. Por outro lado, ao descentralizar os estoques, ocorre uma antecipação do transporte ou movimentação através de instalações intermediárias, com base em previsões de demanda. Dessa forma, o estoque é distribuído de maneira mais proativa no presente, considerando a demanda prevista para garantir maior disponibilidade dos produtos.

Wanke explica esse efeito de forma visual na Figura 5, especificando o que ocorre quando há uma intermediação e as diferenças entre a resposta da distribuição à demanda e como isso interfere no tempo de distribuição e na disponibilidade dos produtos.

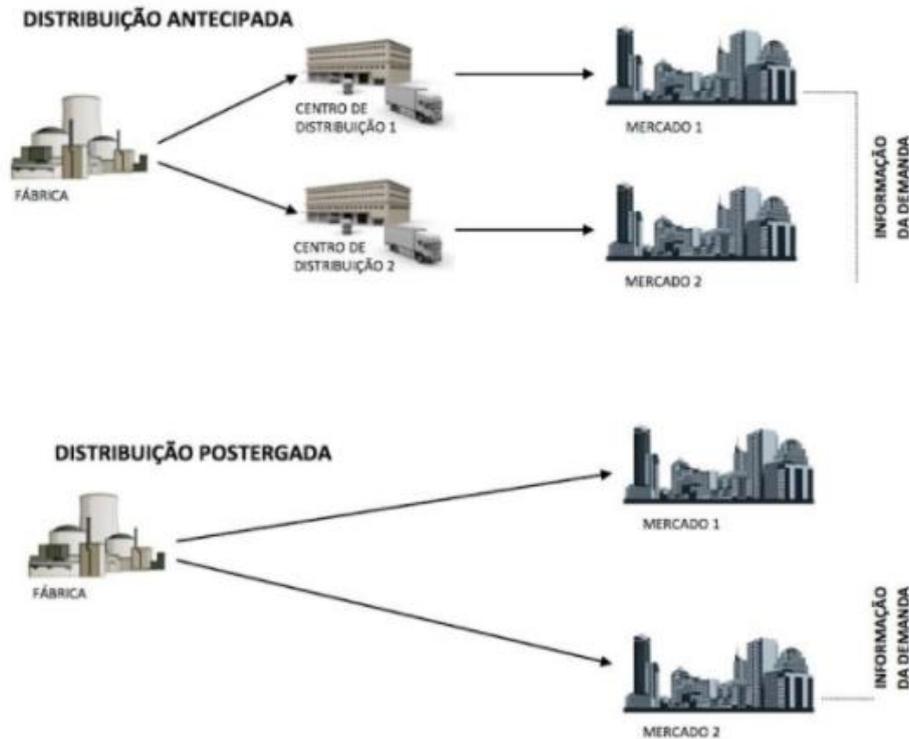


Figura 5: Comparativo da demanda de distribuição (WANKE, 2001)

Os artigos mostram uma visão entre fornecimento e cliente, onde a descentralização acarreta a necessidade de um intermediário. A interpretação de descentralização de estoque no varejo local se refere muito mais ao remanejamento e disponibilidade de produtos em todas as lojas e onde alocar as sobras dos pedidos.

Um estoque descentralizado significa que o pedido completo é feito e todos os produtos são direcionados às lojas, sem sobras em um depósito. Assim, conforme os produtos vão sendo vendidos, as lojas vão reabastecendo a si próprias para que não haja ruptura, ou seja, todas são depósitos.

Já em um estoque centralizado, o pedido de compra é maior, adquirindo uma quantidade que assegurará as lojas no evento de uma demanda mais alta que a esperada e armazenará os estoques das sobras caso as lojas tenham uma demanda menor que a esperada, assim todos os produtos sairão de um depósito para abastecer as lojas, ao invés de ter abastecimento direto entre as lojas.

Wanke (2001) e Ballou (2006) também não levam em consideração um custo de alta margem de contribuição ao custo logístico, o de venda perdida. Com o estoque descentralizado, as lojas se comunicam entre si e há uma maior movimentação de

produtos, fazendo com que os produtos cheguem com maior rapidez e facilidade onde possuem demanda. Já o centralizado é mais burocrático, tornando o processo mais lento e fazendo com que a venda perdida possa aumentar ao decorrer da demora de um produto chegar à loja, ao contrário do estoque centralizado retratado por Wanke (2001) e Ballou (2006). Entretanto, o trade-off proposto pelos autores existe e é nítido, apesar de parecer invertido no âmbito do varejo local.

### 3. CAPÍTULO 3 - ESTUDO DE CASO DE UMA REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE SUPLEMENTOS ALIMENTARES

O objeto de estudo deste trabalho é comparar três situações distintas de posição de estoque em uma rede varejista de suplementos alimentares. A rede em questão fatura cerca de R\$ 700.000,00 por mês, somando todas as lojas e 97,1% das vendas são de suplementos alimentares e 2,9% das vendas são compostas por bebidas refrigeradas e doces (alfajores, chocolates, entre outros). A peculiaridade dessa situação é que os centros de distribuição também são lojas e possuem um estoque de armazenagem nos fundos da instalação. Dessa forma, possuem mais espaço físico para estocar os produtos e são utilizados como pontos centrais de distribuição.

O estudo consiste em estudar três cenários diferentes de cadeias logísticas de distribuição:

1. A loja 1 da rede A abastece todas as seis lojas da rede A, inclusive a si mesma e a loja 1 da rede B abastece todas as lojas da rede B.
2. A loja 1 da rede A abastece todas as nove lojas de ambas as redes.
3. As lojas CD (lojas 1 das redes A e B) abastecem as lojas de acordo com a menor distância entre a loja solicitante e o CD, com um limite de abastecimento de 4 lojas para a loja 1 da rede B.

Uma quarta alternativa seria utilizar a loja 1 da rede B para o abastecimento de todas as lojas, mas o espaço físico do depósito não comportaria o abastecimento de mais de quatro lojas, diferente da loja 1 da rede A que comportaria abastecer quinze lojas caso fosse necessário.

Os três cenários serão estudados quanto ao seu custo logístico total, no intuito de verificar qual dos três cenários possui o menor custo logístico. Dessa forma, será analisado o custo de armazenagem total e o custo de transportes total. O custo de venda perdida não será considerado, pois como já há a restrição do espaço físico, os depósitos conseguem repor todas as lojas com a mesma eficiência de reposição, eliminando qualquer diferença em ruptura e, portanto, custo de venda perdida.

Diante do exposto, o custo logístico total em cada um dos três cenários (comparados entre eles ao final) será calculado com a seguinte equação:

$$CL = CT + CAT \quad (8)$$

Essa equação é apenas uma representação da equação 6 eliminando o custo de venda perdida que não sofre alteração na comparação dos três cenários propostos no trabalho.

Para facilitar o entendimento de tabelas e cálculos, as lojas serão referidas no projeto com a seguinte nomenclatura: Rede (letra) + Loja (número). Por exemplo, a loja 1 da rede A será referida como loja A1 e a loja 3 da rede B será referida como B3, e assim por diante.

### 3.1 CUSTO DE ARMAZENAGEM

Para o cálculo do custo de armazenagem, utiliza-se a equação 5, replicada a seguir:

$$CAT = EM \times PM \times TE \times CAu \quad (5)$$

O tempo médio em estoque será sempre de um mês, visto que o sistema utilizado na empresa entrega os dados referentes a períodos específicos, tornando-se mais didática a apresentação dos dados em formato mensal. O custo de armazenagem unitário será calculado com base nos custos operacionais dos depósitos como aluguel, IPTU, água, luz e pessoal (funcionários). Como as variáveis dessa equação se referem ao custo de armazenagem unitário de cada produto em estoque, é necessário adaptá-la para um cenário real, de todo o depósito. Dessa forma, o estoque médio será a quantidade média de produtos estocados no depósito, o preço médio será o preço de custo médio de todos os produtos armazenados e o custo de armazenagem unitário será o custo total operacional dos CDs por item armazenado.

Dessa forma é possível calcular o custo total de armazenagem de cada depósito para as comparações de custo logístico entre os cenários. Com o cenário 2, será necessário fazer um cálculo estimativo, já que o estoque médio da loja A1 terá que sofrer uma grande alteração para conseguir suprir a demanda das nove lojas. Diante disso, será considerado o estoque médio da loja B1 que será adicionado ao estoque médio da loja A1, considerando que há espaço físico o suficiente para armazenar produtos para as nove lojas.

O primeiro passo é calcular a demanda de estoque mensal que cada loja possui, já que os depósitos devem ter produtos o suficiente para 30 dias de estoque. A Tabela 1 apresenta a relação entre as lojas e a quantidade de produtos que cada uma demanda juntamente com o custo médio dos produtos:

<b>Loja</b>	<b>Quantidade de produtos vendidos mês (UN)</b>	<b>Custo da mercadoria vendida (R\$)</b>	<b>Custo médio da mercadoria vendida (R\$)</b>
A1	1270	R\$ 48.257,00	R\$ 38,00
A2	662	R\$ 24.484,00	R\$ 36,98
A3	1333	R\$ 51.978,00	R\$ 38,99
A4	858	R\$ 30.342,00	R\$ 35,36
A5	669	R\$ 24.567,00	R\$ 36,72
A6	859	R\$ 32.688,00	R\$ 38,05
B1	2232	R\$ 89.913,00	R\$ 40,28
B2	763	R\$ 31.251,00	R\$ 40,96
B3	865	R\$ 36.735,00	R\$ 42,47

Tabela 1: Custo de Estoque Total. Elaboração Própria.

Na Tabela 1, é possível observar a quantidade de produtos que as lojas precisam possuir para que sejam abastecidas, a partir de um histórico mensal de vendas e a política da empresa em possuir 30 dias de estoque de produtos nos centros de distribuição. Assim, os centros de distribuição precisam ter não somente o estoque para suprir a venda de um mês das lojas que abastecem, mas também estoque suficiente para comercializar seus produtos por um mês. Logo, as lojas CDs precisam possuir duas vezes o estoque suficiente para a venda de 30 dias (área de vendas + 30 dias de reabastecimento) e estoque suficiente para 30 dias de venda das lojas que abastecem. Diante disso, a quantidade de produtos armazenados nos CDs varia bastante de acordo com o cenário proposto, variando também o custo de armazenagem.

O próximo passo consiste em mapear os custos fixos de armazenagem de cada centro de distribuição. Para esse cálculo, as variáveis serão IPTU, água, energia elétrica e remuneração salarial dos funcionários da área.

Cada depósito precisa de pelo menos um supervisor, um estoquista e um motorista entregador. Como a empresa só possui um veículo, no caso dos cenários 1 e 3, onde existem dois CDs, não há necessidade de contratação de um segundo entregador. Em

todos os cenários, haverá apenas um entregador. Entretanto, como os cenários 1 e 3 possuem dois depósitos, há a necessidade de um supervisor e um estoquista em cada um, diferente do cenário b que possui apenas um depósito.

Na Tabela 2 são apresentados os custos fixos de cada depósito:

Variável	Custo por CD (R\$)	
	A1	B1
<b>Aluguel</b>	R\$ 8.000,00	R\$ 6.000,00
<b>IPTU (parcela mensal)</b>	R\$ 437,00	R\$ 311,00
<b>Energia elétrica</b>	R\$ 1.340,00	R\$ 980,00
<b>Água</b>	R\$ 290,00	R\$ 170,00
<b>Remuneração Supervisor</b>	R\$ 2.700,00	R\$ 2.700,00
<b>Remuneração Estoquista</b>	R\$ 2.200,00	R\$ 2.200,00
<b>Remuneração Entregador</b>	R\$ 2.200,00	R\$ 2.200,00
<b>Custo Total</b>	<b>R\$ 17.167,00</b>	<b>R\$ 14.561,00</b>

Tabela 2: Custos Operacionais Totais. Elaboração Própria.

### 3.2 CUSTO DE TRANSPORTE

Para calcular o custo de transporte, deve-se primeiramente levar em consideração a equação 7 replicada a seguir:

$$CT = Dep + CMn + Cb \quad (7)$$

Os custos de depreciação veicular e manutenção do veículo são contabilizados de acordo com a quilometragem e tempo de uso anual do veículo. A Tabela 3 especifica o custo médio da manutenção e a depreciação média mensal do veículo em questão (Fiorino Fire 1.3 gasolina) (FIPE, 2023).

Mês	Valor FIPE	Varição acumulada
nov/22	R\$ 38.533,00	-
dez/22	R\$ 37.184,00	-R\$ 1.349,00
jan/23	R\$ 38.485,00	-R\$ 48,00
fev/23	R\$ 39.831,00	R\$ 1.298,00

mar/23	R\$ 38.436,00	-R\$ 97,00
abr/23	R\$ 37.090,00	-R\$ 1.443,00
mai/23	R\$ 38.157,00	-R\$ 376,00
jun/23	R\$ 36.821,00	-R\$ 1.712,00
jul/23	R\$ 37.019,00	-R\$ 1.514,00
ago/23	R\$ 36.142,00	-R\$ 2.391,00
set/23	R\$ 36.219,00	-R\$ 2.314,00
out/23	R\$ 36.154,00	-R\$ 2.379,00
nov/23	R\$ 35.713,00	-R\$ 2.820,00

Tabela 3: Histórico Veicular (FIPE). Elaboração Própria.

De acordo com os dados da Tabela 3, observa-se que a variação média mensal é de – R\$ 1.262,08, que será contabilizado como o custo de depreciação veicular no cálculo do custo de transporte.

O custo de manutenção veicular é determinado de acordo com a necessidade de reparos eventuais não planejados e manutenções de rotina conforme a quilometragem. De acordo com os dados da empresa, o veículo realiza duas revisões ao ano com o valor de R\$ 550,00 cada, adicionado a reparos específicos que possam ocorrer devido a desgaste dos pneus, batidas e multas, o que resulta em média um custo adicional de R\$ 3.200,00 ao ano. Entre outros custos fixos de transporte, há o IPVA, seguro obrigatório, seguro privado do veículo e demais custos que englobam impostos veiculares e medidas protetivas, atingindo o valor total de R\$ 1.450,00 ao ano.

Somando todos os custos, encontra-se um valor de R\$ 5.200,00 anuais, que transpostos mensalmente somam uma parcela de R\$ 433,33.

Os custos de depreciação e manutenção são os mesmos para cada cenário desse trabalho, pois as rotas semanais são fixas, com exceção de algumas visitas pontuais adicionais para lojas com o maior faturamento, que também serão contabilizadas no custo com o combustível, a rubrica de custo de maior valor.

Para calcular os custos com combustível, utiliza-se uma tarifa média de gasolina de R\$ 5,39 por litro. Esse é o valor médio do litro da gasolina que a empresa em questão pagou durante o período de novembro de 2022 a novembro de 2023. Dessa forma, o custo com combustível será a divisão da tarifa unitária por litro pelo consumo médio do veículo de 10,5 km/L fornecido pela empresa, multiplicada pela quilometragem percorrida pelo

veículo num período de um mês, considerando a frequência de reposição de cada loja já definida pela empresa.

Logo, o custo com combustível será:

$$Cb = CbA_n + CbB_n \quad (9)$$

Onde:

$Cb$  = Custo com combustível total

$CbA_n$  = Custo com combustível para abastecimento da rede A

$CbB_n$  = Custo com combustível para abastecimento da rede B

O custo com combustível individual de cada rede é calculado da seguinte forma:

$$CbK_n = \frac{i}{\mu} \times \sum_{n=1}^y 2 \times d_{CD \leftrightarrow n} \times \varphi_n \quad (10)$$

Onde:

$CbK_n$  = Custo com combustível da rede K (A ou B)

$i$  = Tarifa unitária por litro de combustível

$\mu$  = Consumo médio de combustível do veículo

$d_{CD \leftrightarrow n}$  = Distância entre o CD e a loja  $n$

$\varphi_n$  = Frequência de abastecimento da loja  $n$

Diante disso, é necessário mapear a frequência de abastecimento mensal de cada loja já definida pela empresa e as distâncias entre as lojas e os depósitos em uma matriz de distâncias. Como cada loja é abastecida na rota com a capacidade máxima do veículo, considera-se apenas a distância do centro de distribuição para as lojas, já que o veículo não possui capacidade de espaço ou peso para abastecer duas lojas em uma mesma rota. Dessa forma, o veículo sempre retorna para o centro de distribuição para um novo carregamento e abastece apenas uma loja por vez.

A Tabela 4 apresenta a frequência mensal de reposição de cada loja:

Loja	Reposições por mês
------	--------------------

A1	6
A2	4
A3	6
A4	4
A5	4
A6	4
B1	6
B2	4
B3	4

Tabela 4: Número de Reposições Mensais por Loja. Elaboração Própria.

A matriz de distâncias entre os depósitos e as lojas é ilustrada na Tabela 5. Uma vez que as lojas A1 e B1 são centros de distribuição, então o abastecimento da área de vendas das respectivas lojas não requer transporte caso sejam reabastecidas por si mesmas.

CD	Matriz de distâncias (km)								
	Loja								
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	B1	B2	B3
A1	0	1,8	17,6	15,4	15	31,4	19,8	5,8	19,6
B1	19,8	22,3	2	32,3	7,4	37,5	0	26,8	3,2

Tabela 5: Matriz de Distâncias. Elaboração Própria.

No próximo Capítulo serão calculados os custos totais para os diferentes cenários formulados neste Capítulo.

## 4. CAPÍTULO 4 - CÁLCULO DO CUSTO LOGÍSTICO TOTAL PARA OS DIFERENTES CENÁRIOS DE REDES LOGÍSTICAS

O Capítulo 4 aborda o cálculo do custo logístico total para os três cenários propostos de acordo com a contextualização do Capítulo 3. Dessa forma, cada cenário terá custos de transporte e custos de armazenagem diferentes, sendo calculados um a um para determinar qual cenário possui o menor custo logístico total.

### 4.1 CENÁRIO 1

No cenário 1, todas as lojas da rede A são abastecidas pela loja A1 e todas as lojas da rede B são abastecidas pela loja B1. Nesse cenário o estoque é descentralizado, possuindo dois centros de distribuição.

#### 4.1.1 Custo de armazenagem

Para calcular o custo de armazenagem do cenário em questão, é necessário relembrar a equação 5.

$$CAT = EM \times PM \times TE \times CAu \quad (5)$$

Na equação 5, utiliza-se o tempo médio de um mês, assim como todo o referencial de cálculo, sendo o estoque médio em relação a um mês, o preço médio em relação a um mês e o custo de armazenagem unitário será todo o custo operacional mensal do centro de distribuição em questão. Ao deparar com a interpretação do problema, observa-se que o custo de armazenagem unitário é em relação a uma unidade de produto armazenada. Entretanto, nesse cálculo, o valor total de estoque armazenado já foi calculado, logo, matematicamente, não seria correto multiplicar o custo de armazenagem unitário, já que o cálculo já é feito baseando-se em um mês. Se as despesas operacionais fossem colocadas como numerador e o estoque médio denominador do cálculo do custo de armazenagem unitário, o estoque médio iria sair da equação, não sendo contabilizado para o custo de armazenagem total. Por conseguinte, a interpretação do problema sugere somar o valor operacional mensal do centro de distribuição com o valor de estoque mensal para obter o

custo total de armazenagem mensal. Dessa forma, a equação 5 fica reescrita na equação 11.

$$CAT = EM \times PM \times TE + DO \quad (11)$$

Onde  $DO$  = Despesas Operacionais do período

Primeiro, calcula-se do custo de armazenagem da loja A1, que servirá como centro de distribuição de toda a rede A.

Para esse cálculo, será necessário calcular o custo total de um mês de estoque da rede A de acordo com a Tabela 6, destacando-se apenas a rede A da Tabela 1.

Loja	Quantidade de produtos vendidos mês (un)	Custo da mercadoria vendida (R\$)	Custo médio da mercadoria vendida (R\$)
A1	1270	R\$ 48.257,00	R\$ 38,00
A2	662	R\$ 24.484,00	R\$ 36,98
A3	1333	R\$ 51.978,00	R\$ 38,99
A4	858	R\$ 30.342,00	R\$ 35,36
A5	669	R\$ 24.567,00	R\$ 36,72
A6	859	R\$ 32.688,00	R\$ 38,05
<b>TOTAL REDE A</b>	<b>5651</b>	<b>R\$ 212.316,00</b>	<b>R\$ 224,11</b>

Tabela 6: Custo de Estoque Rede A. Elaboração Própria.

O custo da mercadoria vendida na Tabela 6 é a multiplicação do custo médio com a quantidade de produtos vendidos, que é o estoque necessário para armazenagem de cada loja. Logo, o custo de estoque de um mês para a loja A1 é de R\$ 212.316,00.

Para o cálculo das despesas operacionais, é necessário compreender que há apenas um entregador motorista para ambas as redes. Dessa forma, o custo com a remuneração desse colaborador é dividido entre os centros de custo dos CDs A1 e A2, fazendo com que as despesas operacionais da rede A e da rede B expostos na tabela 2 se alterem para R\$ 16.067,00 e R\$ 13.461,00, respectivamente. Isso se deve ao fato da remuneração do entregador (R\$ 2.200,00) ter sido dividida igualmente entre as duas redes.

A Tabela 7 traz o custo de armazenagem total para a rede A no cenário 1.

<b>Custo total de estoque rede A</b>	<b>Custo de armazenagem operacional mensal A1</b>	<b>Custo de armazenagem total A1</b>
<b>R\$ 212.316,00</b>	<b>R\$ 16.067,00</b>	<b>R\$ 228.383,00</b>

Tabela 7: Custo de Armazenagem Total Rede A (cenário 1). Elaboração Própria.

Portanto, para o cenário 1, o custo de armazenagem do CD para a rede A (loja A1) é de R\$ 228.383,00.

Para calcular o custo de armazenagem total do CD para a rede B é necessário buscar os dados de custo de estoque e despesas operacionais da rede B e aplicar a metodologia do custo de armazenagem.

A Tabela 8 destaca os custos da rede B da Tabela 1.

<b>Loja</b>	<b>Quantidade de produtos vendidos mês (un)</b>	<b>Custo da mercadoria vendida (R\$)</b>	<b>Custo médio da mercadoria vendida (R\$)</b>
B1	2232	R\$ 89.913,00	R\$ 40,28
B2	763	R\$ 31.251,00	R\$ 40,96
B3	865	R\$ 36.735,00	R\$ 42,47
<b>TOTAL REDE B</b>	<b>3860</b>	<b>R\$ 157.899,00</b>	<b>R\$ 123,71</b>

Tabela 8: Custo de Estoque Rede B (cenário 1). Elaboração Própria.

De acordo com a Tabela 8, o custo de estoque total do centro de distribuição da rede B é de R\$ 157.899,00.

A Tabela 9 apresenta as despesas operacionais da rede B com o custo de estoque e o custo de armazenagem total da rede B.

<b>Custo total de estoque rede B</b>	<b>Custo de armazenagem operacional mensal B1</b>	<b>Custo de armazenagem total B1</b>
<b>R\$ 157.899,00</b>	<b>R\$ 13.461,00</b>	<b>R\$ 171.360,00</b>

Tabela 9: Custo de Armazenagem Total Rede B (cenário 1). Elaboração Própria.

Somando os valores da Tabela 8 aos da Tabela 9, obtém-se o custo de armazenagem total do cenário 1 de acordo com a Tabela 10.

<b>Custo de armazenagem total rede A (cenário 1)</b>	<b>Custo de armazenagem total rede B (cenário 1)</b>	<b>Custo de armazenagem total (cenário 1)</b>
<b>R\$ 228.383,00</b>	<b>R\$ 171.360,00</b>	<b>R\$ 399.743,00</b>

Tabela 10: Custo de Armazenagem Total (cenário 1). Elaboração Própria.

O custo de armazenagem total do grupo no cenário 1 é de R\$ 399.743,00.

#### 4.1.2 Custo de transporte

Para calcular o custo de transporte das redes no cenário 1 é necessário aplicar as equações 7, 9 e 10 replicadas a seguir:

$$CT = Dep + CMn + Cb \quad (7)$$

$$Cb = CbA_n + CbB_n \quad (9)$$

$$CbK_n = \frac{i}{\mu} \times \sum_{n=1}^y 2 \times d_{CD \leftrightarrow n} \times \varphi_n \quad (10)$$

Como os custos de depreciação e manutenção se mantêm constantes em ambas as redes, o primeiro passo é desdobrar o custo com combustível da equação 10 à equação 9 e em sequência aplicar a equação 7.

Para a aplicação da equação 10, é necessário juntar as informações das Tabelas 4 e 5 de ambas as redes, juntamente com os dados de tarifa mínima e consumo médio do veículo que são R\$ 5,39/L e 10km/L, respectivamente.

A Tabela 11 resume os dados previamente apresentados para a rede A.

<b>Loja</b>	<b>Reposições por mês</b>	<b>Distância entre CD e loja (km)</b>	<b>Distância mensal percorrida entre CD e loja (km)</b>
A1	6	0	0
A2	4	1,8	14,4
A3	6	17,6	211,2
A4	4	15,4	123,2

A5	4	15	120
A6	4	31,4	251,2
<b>TOTAL (km)</b>			<b>720</b>

Tabela 11: Distância Mensal Percorrida Rede A (cenário 1). Elaboração Própria.

A Tabela 12 resume os dados para a rede B.

Loja	Reposições por mês	Distância entre CD e loja (km)	Distância mensal percorrida entre CD e loja (km)
B1	6	0	0
B2	4	26,8	214,4
B3	4	3,2	25,6
<b>TOTAL (km)</b>			<b>240</b>

Tabela 12: Distância Mensal Percorrida Rede B (cenário 1). Elaboração Própria.

Na Tabela 13, os dados são compilados e transformados em custo por meio da equação 7 e somados por meio da equação 9.

Rede	Distância mensal percorrida para abastecimento	Constante unitária (i/u)	Custo com combustível total (R\$)
A	720	<b>0,51</b>	R\$ 369,60
B	240		R\$ 123,20
<b>TOTAL</b>	<b>960</b>		<b>R\$ 492,80</b>

Tabela 13: Custo com Combustível Total (cenário 1). Elaboração Própria.

A Tabela 14 junta o custo com combustível com os valores de manutenção e depreciação veicular mensal de acordo com a equação 7.

Custo com Manutenção	Depreciação Veicular	Custo com Combustível	Custo de Transporte Total
<b>R\$ 433,33</b>	<b>R\$ 1.262,08</b>	<b>R\$ 492,80</b>	<b>R\$ 2.188,21</b>

Tabela 14: Custo de Transporte Total (cenário 1). Elaboração Própria.

### 4.1.3 Custo logístico total

Para calcular o custo logístico total (Tabela 15), basta aplicar a equação 8.

<b>Custo de Armazenagem</b>	<b>Custo de Transporte</b>	<b>Custo Logístico Total</b>
<b>R\$ 399.743,00</b>	<b>R\$ 2.188,21</b>	<b>R\$ 401.931,21</b>

Tabela 15: Custo Logístico Total (cenário 1). Elaboração Própria.

Dessa forma, o custo logístico total mensal do cenário 1 é de R\$ 401.931,21.

## 4.2 CENÁRIO 2

No cenário 2, todas as lojas são abastecidas por um CD apenas, o A1. Dessa forma, o depósito da loja A1 irá possuir estoque o suficiente para 30 dias de abastecimento de todas as nove lojas tanto da rede A quanto da rede B. O cenário 2 é o único que apresenta um estoque centralizado em comparação com os cenários 1 e 3 que apresentam soluções de estoque descentralizado.

### 4.2.1 Custo de armazenagem

O cenário 2 possui apenas um centro de distribuição, o que faz com que não seja necessário calcular os custos de armazenagem para ambas as redes, já que apenas um ponto distribui para todas as lojas de ambas as redes. Sendo assim, basta calcular o custo de armazenagem do depósito A1 com 30 dias de estoque de todas as lojas e somar com as despesas operacionais de acordo com a equação 11. A Tabela 1 compila todas as informações necessárias do custo de estoque da rede. No entanto, para o cenário 2, há a necessidade de um estoquista a mais para a separação de pedidos. Quando há 2 CDs, cada um possui demanda para um supervisor e um estoquista. Um entregador é o suficiente

para realizar todas as rotas em ambos os CDs. Para um CD apenas, há a necessidade de dois estoquistas, já que o volume de separação de pedidos aumenta consideravelmente. Todavia, apenas um supervisor é o suficiente para realizar a gestão de um centro de distribuição e a equipe de dois estoquistas e um entregador.

Dessa forma, a Tabela 16 traz os custos de acordo com as necessidades do cenário 2.

<b>Variável</b>	<b>Custo (A1)</b>
<b>Aluguel</b>	R\$ 8.000,00
<b>IPTU (parcela mensal)</b>	R\$ 437,00
<b>Energia elétrica</b>	R\$ 1.340,00
<b>Água</b>	R\$ 290,00
<b>Remuneração Supervisor</b>	R\$ 2.700,00
<b>Remuneração Estoquistas (2)</b>	R\$ 4.400,00
<b>Remuneração Entregador</b>	R\$ 2.200,00
<b>Custo Total</b>	<b>R\$ 19.367,00</b>

Tabela 16: Custos Operacionais A1 (cenário 2). Elaboração Própria.

Na Tabela 17, é apresentado o custo de armazenagem total do cenário 2.

<b>Custo total de estoque (cenário 2)</b>	<b>Custo de armazenagem operacional (cenário 2)</b>	<b>Custo de armazenagem total (cenário 2)</b>
<b>R\$ 370.215,00</b>	<b>R\$ 19.367,00</b>	<b>R\$ 389.582,00</b>

Tabela 17: Custo de Armazenagem Total (cenário 2). Elaboração Própria.

Diante do exposto, o custo de armazenagem total do cenário 2 é de R\$ 389.582,00.

#### **4.2.2 Custo de transporte**

No cenário 2, o custo de transporte é calculado de forma centralizada, pois o ponto de distribuição para todas as lojas é um só: a loja A1. Logo, para calcular o custo de

transporte, basta aplicar as equações 7 e 10 de forma singular onde só há um ponto de carga e descarga para o abastecimento das nove lojas. A equação 9 não se faz necessária pois há apenas um ponto de distribuição.

A Tabela 18 traz a distância total percorrida em um mês para abastecer as nove lojas no cenário 2.

<b>Loja</b>	<b>Reposições por mês</b>	<b>Distância entre CD e loja (km)</b>	<b>Distância mensal percorrida entre CD e loja (km)</b>
A1	6	0	0
A2	4	1,8	14,4
A3	6	17,6	211,2
A4	4	15,4	123,2
A5	4	15	120
A6	4	31,4	251,2
B1	6	19,8	237,6
B2	4	5,8	46,4
B3	4	19,6	156,8
<b>TOTAL (km)</b>			<b>1160,8</b>

Tabela 18: Distância Mensal Total Percorrida (cenário 2). Elaboração Própria.

A Tabela 19 apresenta o custo com combustível total do cenário 2.

<b>Distância mensal percorrida para abastecimento</b>	<b>Constante unitária (i/u)</b>	<b>Custo com combustível total (R\$)</b>
<b>1160,8</b>	<b>0,51</b>	<b>R\$ 595,88</b>

Tabela 19: Custo com Combustível Total (cenário 2). Elaboração Própria.

A Tabela 20 apresenta o custo de transporte total calculado para o cenário 2.

<b>Custo com Manutenção</b>	<b>Depreciação Veicular</b>	<b>Custo com Combustível</b>	<b>Custo de Transporte Total</b>
<b>R\$ 433,33</b>	<b>R\$ 1.262,08</b>	<b>R\$ 595,88</b>	<b>R\$ 2.291,29</b>

Tabela 20: Custo de Transporte Total (cenário 2). Elaboração Própria.

Assim, o custo de transporte total do cenário 2 é de R\$ 2.291,29.

#### 4.2.3 Custo logístico total

Para calcular o custo logístico total do cenário 2, basta aplicar a equação 8. O custo logístico é apresentado na Tabela 21.

<b>Custo de Armazenagem</b>	<b>Custo de Transporte</b>	<b>Custo Logístico Total</b>
<b>R\$ 389.582,00</b>	<b>R\$ 2.291,29</b>	<b>R\$ 391.873,29</b>

Tabela 21: Custo Logístico Total (cenário 2). Elaboração Própria.

Conclui-se que o custo logístico total do cenário 2 é de R\$ 391.873,29.

### 4.3 CENÁRIO 3

O cenário 3 consiste em uma opção de estoque descentralizado, com os CDs A1 e B1, assim como o primeiro cenário. Entretanto, diferentemente do cenário 1, os CDs são escolhidos para abastecerem as lojas de menor distância, com um fator limitante de 4 lojas para o CD B1. Dessa forma, deve-se utilizar a matriz de distâncias exposta na Tabela 5 e escolher o CD de abastecimento de cada loja de acordo com a menor distância, conforme a Tabela 22.

<b>CD</b>	<b>Matriz de distâncias (km)</b>								
	<b>Loja</b>								
	<b>A1</b>	<b>A2</b>	<b>A3</b>	<b>A4</b>	<b>A5</b>	<b>A6</b>	<b>B1</b>	<b>B2</b>	<b>B3</b>
<b>A1</b>	0	1,8	17,6	15,4	15	31,4	19,8	5,8	19,6
<b>B1</b>	19,8	22,3	2	32,3	7,4	37,5	0	26,8	3,2
<b>CD menor distância</b>	<b>A1</b>	<b>A1</b>	<b>B1</b>	<b>A1</b>	<b>B1</b>	<b>A1</b>	<b>B1</b>	<b>A1</b>	<b>B1</b>

Tabela 22: Matriz de Distâncias (cenário 3). Elaboração Própria.

De acordo com a Tabela 22, o CD A1 abasteceria então as lojas A1, A2, A4, A6 e B2. O CD B1 abasteceria as lojas A3, A5, B1 e B3. O CD B1 possui uma condição limitante de abastecimento de 4 lojas.

#### 4.3.1 Custo de armazenagem

Para o cenário 3, vê-se necessário calcular separadamente os custos de armazenagem de cada CD, de acordo com a equação 11. A Tabela 23 mostra o custo total de estoque do CD A1.

Loja	Quantidade de produtos vendidos mês (un)	Custo da mercadoria vendida (R\$)	Custo médio da mercadoria vendida (R\$)
A1	1270	R\$ 48.257,00	R\$ 38,00
A2	662	R\$ 24.484,00	R\$ 36,98
A4	858	R\$ 30.342,00	R\$ 35,36
A6	859	R\$ 32.688,00	R\$ 38,05
B2	763	R\$ 31.251,00	R\$ 40,96
<b>TOTAL CD A1</b>	<b>4412</b>	<b>R\$ 167.022,00</b>	<b>R\$ 189,36</b>

Tabela 23: Custo de Estoque A1 (cenário 3). Elaboração Própria.

As despesas operacionais do cenário 3 são exatamente as mesmas do cenário 1, já que elas só variam de acordo com a centralização do estoque. Como o cenário 3, assim como o cenário 1, é uma opção de estoque descentralizado, não há diferenças em despesas operacionais. Logo, basta replicar o custo encontrado na Tabela 7 e calcular o custo de armazenagem total para o CD A1, conforme a Tabela 24 demonstra.

Custo total de estoque CD A1	Custo de armazenagem operacional mensal CD A1	Custo de armazenagem total CD A1
<b>R\$ 167.022,00</b>	<b>R\$ 16.067,00</b>	<b>R\$ 183.089,00</b>

Tabela 24: Custo de Armazenagem Total A1 (cenário 3). Elaboração Própria.

As Tabelas 25 e 26 apresentam o custo de estoque e o custo de armazenagem total do CD B1, respectivamente. As despesas operacionais do CD B1 também não se alteram do cenário 1 ao 3, já que o espaço físico e a necessidade de colaboradores são os mesmos.

Loja	Quantidade de produtos vendidos mês (un)	Custo da mercadoria vendida (R\$)	Custo médio da mercadoria vendida (R\$)
A3	1333	R\$ 51.978,00	R\$ 38,99
A5	669	R\$ 24.567,00	R\$ 36,72

B1	2232	R\$ 89.913,00	R\$ 40,28
B3	865	R\$ 36.735,00	R\$ 42,47
<b>TOTAL CD B1</b>	<b>5099</b>	<b>R\$ 203.193,00</b>	<b>R\$ 158,47</b>

Tabela 25: Custo de Estoque B1 (cenário 3). Elaboração Própria.

<b>Custo total de estoque CD B1</b>	<b>Custo de armazenagem operacional mensal CD B1</b>	<b>Custo de armazenagem total CD B1</b>
<b>R\$ 203.193,00</b>	<b>R\$ 13.461,00</b>	<b>R\$ 216.654,00</b>

Tabela 26: Custo de Armazenagem Total B1 (cenário 3). Elaboração Própria.

A Tabela 27 traz o custo de armazenagem total do cenário 3, somando o custo de armazenagem de ambos os CDs.

<b>Custo de armazenagem total CD A1 (cenário 3)</b>	<b>Custo de armazenagem total CD B1 (cenário 3)</b>	<b>Custo de armazenagem total (cenário 3)</b>
<b>R\$ 183.089,00</b>	<b>R\$ 216.654,00</b>	<b>R\$ 399.743,00</b>

Tabela 27: Custo de Armazenagem Total (cenário 3). Elaboração Própria.

Como esperado, o custo de armazenagem dos cenários 1 e 3 é o mesmo, de R\$ 399.743,00 pois a demanda de espaço e funcionários é a mesma e o espaço físico e quantidade de produtos totais no estoque são os mesmos. A disposição dos estoques mudou, mas o total é o mesmo para ambos os cenários descentralizados.

#### 4.3.2 Custo de transporte

Para calcular o custo de transporte do cenário 3, o primeiro passo é calcular a distância total percorrida pelo veículo no abastecimento das lojas após o descarregamento

em ambos os CDs. As Tabelas 28 e 29 especificam os casos dos CDs A1 e B1, respectivamente.

Loja	Reposições por mês	Distância entre CD e loja (km)	Distância mensal percorrida entre CD e loja (km)
A1	6	0	0
A2	4	1,8	14,4
A4	4	15,4	123,2
A6	4	31,4	251,2
B2	4	5,8	46,4
<b>TOTAL CD A1 (km)</b>			<b>435,2</b>

Tabela 28: Distância Mensal Total Percorrida A1 (cenário 3). Elaboração Própria.

Loja	Reposições por mês	Distância entre CD e loja (km)	Distância mensal percorrida entre CD e loja (km)
A3	6	2	24
A5	4	7,4	59,2
B1	4	0	0
B3	4	3,2	25,6
<b>TOTAL CD B1 (km)</b>			<b>108,8</b>

Tabela 29: Distância Mensal Total Percorrida B1 (cenário 3). Elaboração Própria.

A Tabela 30 apresenta o custo total com combustível do cenário 3.

CD	Distância mensal percorrida para abastecimento	Constante unitária (i/u)	Custo com combustível total (R\$)
A1	435,2	<b>0,51</b>	R\$ 223,40
B1	108,8		R\$ 55,85
<b>TOTAL</b>	<b>544</b>		<b>R\$ 279,25</b>

Tabela 30: Custo com Combustível Total (cenário 3). Elaboração Própria.

O custo de transporte total do cenário 3 é apresentado na Tabela 31.

Custo com Manutenção	Depreciação Veicular	Custo com Combustível	Custo de Transporte Total
<b>R\$ 433,33</b>	<b>R\$ 1.262,08</b>	<b>R\$ 279,25</b>	<b>R\$ 1.974,66</b>

Tabela 31: Custo de Transporte Total (cenário 3). Elaboração Própria.

Assim, observa-se que o custo de transporte total do cenário 3 é de R\$ 1.974,66.

### 4.3.3 Custo logístico total

O custo logístico total do cenário 3 é obtido e apresentado na Tabela 32.

<b>Custo de Armazenagem</b>	<b>Custo de Transporte</b>	<b>Custo Logístico Total</b>
<b>R\$ 399.743,00</b>	<b>R\$ 1.974,66</b>	<b>R\$ 401.717,66</b>

Tabela 32: Custo Logístico Total (cenário 3). Elaboração Própria.

De acordo com os cálculos realizados referentes ao custo de armazenagem e de transporte, o custo logístico total do cenário 3 é de R\$ 401.717,66.

## 4.4 COMPARATIVO

Os três cenários apresentaram um custo logístico mensal muito parecido, mostrando que as diferenças em cada um dos cenários alteram o custo de forma pequena. Observa-se também que o custo de armazenagem compôs em mais de 99% o custo logístico total em todos os três cenários, fazendo com que o cenário mais econômico fosse o que otimizasse da melhor forma o custo de estoque e despesas operacionais. Por mais que existam diferenças consideráveis entre os três cenários no custo de transporte, elas não configuram um impacto significativo no custo logístico total da operação.

### 4.4.1 Custo logístico total

A Tabela 33 demonstra o comparativo dos custos de armazenagem, transporte e custo logístico total anual entre os cenários 1,2 e 3.

<b>Indicadores</b>	<b>Cenário 1</b>	<b>Cenário 2</b>	<b>Cenário 3</b>
--------------------	------------------	------------------	------------------

<b>Custo de Armazenagem Total</b>	R\$ 4.796.916,00	R\$ 4.674.984,00	R\$ 4.796.916,00
<b>Custo de Transporte Total</b>	R\$ 26.258,52	R\$ 27.495,48	R\$ 23.695,92
<b>Custo Logístico Total</b>	<b>R\$ 4.823.174,52</b>	<b>R\$ 4.702.479,48</b>	<b>R\$ 4.820.611,92</b>

Tabela 33: Comparativo de Custo Logístico Total Anual. Elaboração Própria.

Devido ao alto peso do custo de armazenagem no custo logístico total, o cenário mais economicamente viável é o 2. Com a redução das despesas operacionais e a melhor utilização do espaço físico do CD A1, mesmo com o custo de transporte mais elevado, o custo logístico total fica aproximadamente 2,5% menor em comparação com os cenários descentralizados. Apesar do percentual baixo na diferença dos custos logísticos mensais, há uma economia anual de R\$ 120.695,04 em comparação com o cenário atual, um valor alto considerando que o faturamento anual da rede é de aproximadamente R\$ 8,4 milhões.

## 5. CONCLUSÃO

O presente trabalho chegou a uma conclusão de acordo com a literatura apresentada no Capítulo 2 por Ballou (2006), de que a quantidade de centros de distribuição é diretamente proporcional ao custo de estoque e armazenagem e inversamente proporcional ao custo de transporte. No cenário 2, a única opção de estoque centralizado

do trabalho, observa-se uma diferença considerável no custo com despesas operacionais de armazenagem e um aumento considerável no custo de transporte.

O cenário 3 foi desenvolvido justamente para reduzir a distância entre os centros de distribuição e as lojas, fazendo com que o custo de transportes fosse o menor possível. Essa hipótese foi confirmada, pois o custo com combustível do cenário 3 somou menos da metade do custo com combustível do cenário 2 e de fato contribuiu para que o cenário 3 fosse o mais economicamente viável no custo de transporte.

O cenário 1, que é o cenário atual da empresa, mostrou-se o de menor viabilidade econômica, sendo o cenário com o maior custo logístico total. Essa análise demonstra a necessidade de se realizar um estudo sobre a disposição de estoques da empresa. O estudo não demonstrou apenas um cenário mais barato, mas também um gargalo e um ócio de espaço físico no grupo, dos CDs B1 e A1, respectivamente. Os dados coletados mostraram a acurácia da revisão bibliográfica na gestão operacional do varejo atual e uma opção para a disposição dos estoques que economizaria um valor superior a R\$ 100 mil por ano, que poderia ser investido em um veículo com maior capacidade e que poderia realizar o abastecimento de mais de uma loja por viagem, diminuindo consideravelmente o custo com transporte.

## **5.1 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS**

Neste estudo, a conclusão foi de que atualmente a empresa emprega o pior cenário de alocação de estoques. A recomendação é de que sempre sejam feitos estudos de viabilidade financeira nas áreas operacionais como logística, tecnologia da informação, contabilidade e administrativo. O estudo traz um olhar estratégico para a operação e permite verificar possíveis limitadores. Muitas vezes a equipe estratégica da empresa acaba se prendendo muito em solucionar problemas eventuais e tomar decisões de última hora e não percebe a importância de olhar o negócio como um todo e verificar onde estão as maiores oportunidades para economias.

Para um futuro estudo, recomenda-se também verificar a possibilidade da terceirização da frota, para verificar possíveis economias com o transporte. Dessa forma, deve-se procurar meios de otimizar o máximo possível os custos logísticos, focando fortemente em novos canais de distribuição e reposições mais eficientes. O estudo na diminuição do custo de transporte para cenários centralizados também se mostra

extremamente importante, a fim de contribuir com métodos mais sustentáveis de se conduzir a logística rodoviária no varejo físico e reduzir o custo com transportes no varejo local, principalmente em municípios menores e com carência de estrutura rodoviária.

## **6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. ABIAD. PESQUISA de mercado – suplementos alimentares. Associação Brasileira da Indústria de Alimentos para Fins Especiais e Congêneres, 2020. Disponível em: <https://abiad.org.br/pesquisa-de-mercado-suplementos-alimentares/>. Acesso em 06 mai. 2023.
2. BALLOU, R. H. Estimating and auditing aggregate inventory levels at multiple stocking points. *Journal of Operations Management*, v. 1, p. 143-153, 1981.

3. BALLOU, R. H. Gerenciamento da cadeia de suprimentos: logística empresarial; tradução Raul Rubenich; 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.
4. BORBA, V. Logística: dos estoques à distribuição. Rio Grande: FURG/DCEAC, 2003. Curso de Especialização em Gestão Empresarial. Caderno de ensino.
5. BOWERSOX, Donald J. et al. Gestão logística da cadeia de suprimentos. AMGH Editora, 2013.
6. CHRISTOPHER, M. Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos: estratégia para redução de custos e melhoria dos serviços. São Paulo: Pioneira, 1999.
7. COIMBRA, C. dos S. O custo da ineficiência na logística interna. In: Congresso USP de controladoria e contabilidade. 2005.
8. FARIA, A. C. D.; COSTA, M. F. G. Gestão de custos logísticos. São Paulo, Editora Atlas, 2010.
9. FRANCISCHINI, PAULINO GRACIANO; GURGEL, FLORIANO DO AMARAL. Administração de materiais e do patrimônio. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2002.
10. FUNDAÇÃO INSTITUTO DE PESQUISAS ECONÔMICAS, 2023. Disponível em: <https://veiculos.fipe.org.br/>. Acesso em 11 nov. 2023.
11. KOTLER, P.; ARMSTRONG, G. Princípios de marketing. 5.ed. São Paulo: Prentice Hall, 1998.
12. KOXNE, D.; HAUSSMANN, D.; BEUREN, I.M. Um estudo do controle e dos custos dos estoques: o caso de uma empresa comercial varejista importadora. III Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia, 2006.
13. MAISTER, D. H. Centralization of inventories and the square root law. International Journal of Physical Distribution and Materials Management, n. 3, p. 124-134, 1976.
14. PEINADO, J.; GRAEML, A. R. Administração da produção: Operações Industriais e de Serviços. Curitiba, UNICENP, 2007.
15. RESOLUÇÃO DA DIRETORIA COLEGIADA – RDC NO 243. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), 2018. Disponível em: [http://antigo.anvisa.gov.br/documents/10181/3898888/RDC\\_243\\_2018\\_.pdf/0e39ed31-1da2-4456-8f4a-afb7a6340c15](http://antigo.anvisa.gov.br/documents/10181/3898888/RDC_243_2018_.pdf/0e39ed31-1da2-4456-8f4a-afb7a6340c15). Acesso em 16 jul. 2023.

16. RODRIGUES, E. et al. A Economicidade dos Centros de Distribuição: O Caso do Varejo. *Sistemas & Gestão*, v. 9, n. 4, p. 518-526, 2014.
17. UELZE, R. *Logística empresarial: uma introdução à administração dos transportes*. São Paulo: Pioneira, 1974.
18. URIO, L.C.S. et al. *Previsão de demanda no mercado de varejo: um estudo de caso em comércio de baterias automotivas*. 2013.
19. WANKE, P. *Estratégia para Gerenciamento do Risco de Manter Estoques*. 2001.
20. WANKE, P.; FIGUEREDO, K. *Logística empresarial: a perspectiva brasileira*. São Paulo: Atlas, 2000.