

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO TECNOLÓGICO DE JOINVILLE  
CURSO DE ENGENHARIA DE TRANSPORTES E LOGÍSTICA

URIEL CHAGAS CARDOSO

MÉTODO *ANALYTIC HIERARCHY PROCESS* PARA ESTUDO DE VIABILIDADE  
DA IMPLANTAÇÃO DE UM CENTRO DE DISTRIBUIÇÃO

Joinville

2022

URIEL CHAGAS CARDOSO

MÉTODO *ANALYTIC HIERARCHY PROCESS* PARA ESTUDO DE VIABILIDADE  
DA IMPLANTAÇÃO DE UM CENTRO DE DISTRIBUIÇÃO

Trabalho apresentado como requisito para obtenção do título de bacharel no Curso de Graduação em Engenharia de Transportes e Logística, do Centro Tecnológico de Joinville da Universidade Federal de Santa Catarina.

Orientadora: Dra. Silvia Lopes de Sena Tagliarenha

Joinville

2022

URIEL CHAGAS CARDOSO

MÉTODO *ANALYTIC HIERARCHY PROCESS* PARA ESTUDO DE VIABILIDADE  
DA IMPLANTAÇÃO DE UM CENTRO DE DISTRIBUIÇÃO

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do título de bacharel em Engenharia de Transportes e Logística, na Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico de Joinville.

Joinville (SC), 15 de março de 2022.

**Banca Examinadora:**

---

Dra. Silvia Lopes de Sena Taglialha  
Orientadora/Presidente

---

Dr. Cristiano Vasconcellos Ferreira  
Membro

---

Dr. Pedro Paulo de Andrade Junior  
Membro

Dedico este trabalho a todos os meus amigos e familiares.

## **AGRADECIMENTOS**

Sou muito grato a todos que me apoiaram nessa jornada, em especial à professora Silvia, à professora Christiane e ao professor Cristiano pela oportunidade de realizar este estudo. Agradeço também aos meus colegas Pedro, Cezário e Francine que participaram também de todas as análises e foram essenciais para a realização de todo o trabalho.

## RESUMO

Em um contexto de mercado competitivo, como é o da construção civil, as tomadas de decisão perante as estratégias adotadas pelas empresas se tornam essenciais para a sobrevivência no mercado. Os custos, principalmente logísticos, pesam na análise de resultados e assim se tornam alvos de projetos de otimização reduzindo esses custos ou aumentando a eficiência das operações. A inclusão de um centro de distribuição na cadeia logística da construção civil é viável caso critérios de decisão sejam atendidos. O estudo apresentado neste trabalho traz a análise de viabilidade, principalmente econômica, incorporando diferentes critérios em duas situações, utilizando o método *Analytic Hierarchy Process* para auxiliar na tomada de decisão e tendo como resultado final a construção do centro de distribuição não sendo viável utilizando os critérios econômico, localização e técnico e sendo viável para o estudo com os critérios ambiental e social inclusos.

**Palavras-chave:** AHP. Método de tomada de decisão multicritério. Centro de Distribuição. Construção Civil.

## ABSTRACT

In a competitive market context, such as civil construction, decision-making in face of the strategies adopted by companies become essential for survival in the market. Costs, mainly logistics, weigh in the analysis of results and thus become targets of optimization projects, reducing these costs or increasing the efficiency of operations. The inclusion of a distribution center in the construction logistics chain is feasible if decision criteria are met. The study presented in this work brings the feasibility analysis, mainly economic, incorporating different criteria in two situations, using the *Analytic Hierarchy Process* method to assist in decision making and having as a final result the construction of the distribution center not being viable using the criteria economic, location and technical and being viable for the study with the environmental and social criteria included

**Keywords:** AHP. Multi-criteria decision-making method. Distribution center. Civil construction.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Exemplo de hierarquia de critérios/objetivos.....	29
Figura 2 – Fluxograma referente às etapas do projeto realizado.....	35
Figura 3 – Hierarquia de critérios.....	47
Figura 4 – Peso dos critérios no <i>SuperDecisions</i> .....	54
Figura 5 - Peso e julgamento dos subcritérios da Localização.....	54
Figura 6 – Peso e julgamento dos subcritérios da Localização no <i>Super Decisions</i> .....	55
Figura 8 – Julgamento dos subcritérios Ambientais.....	57
Figura 9 – Peso e julgamento dos subcritérios Sociais.....	58
Figura 10 – Julgamento dos subcritérios Técnicos.....	59
Figura 11 – Compilado dos critérios no <i>Super Decisions</i> .....	61
Figura 12 – Resultado final no <i>SuperDecisions</i> .....	62
Figura 13 – Hierarquia critérios iniciais.....	63

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Custo logístico total.....	19
Gráfico 2 – Volume de materiais no intervalo de tempo.....	43
Gráfico 3 – Evolução do preço médio pedido de locação (R\$/m <sup>2</sup> /mês) no Brasil: 2015 a 2020 .....	44
Gráfico 4 – Peso dos critérios .....	53
Gráfico 5 – Peso dos critérios de simulação inicial .....	63

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Fatores econômicos que influenciam os custos logísticos de transporte. .....	21
Quadro 2 - Situação de decisão. ....	27
Quadro 3 - Escala Fundamental de Saaty. ....	30
Quadro 4 - Índice de Coerência Aleatória. ....	32
Quadro 5 – Classificação de materiais para estocagem .....	41
Quadro 6 – Custos gerais .....	45
Quadro 7 - Avaliação critérios .....	47
Quadro 8 - Matriz Importância dos Critérios.....	48
Quadro 9 – Matriz normalizada e Vetor Eigen.....	48
Quadro 10 - PG dos critérios e produto.....	49
Quadro 11 – Matriz avaliação subcritérios localização.....	49
Quadro 12 – Matriz normalizada subcritérios localização .....	50
Quadro 13 – Matriz normalizada subcritérios localização .....	50
Quadro 14 – Julgamentos para os subcritérios da localização .....	51
Quadro 15 – Matriz normalizada e Vetor Eigen do subcritério da localização .....	52
Quadro 16 – Cálculo dos pesos finais.....	52
Quadro 17 – Peso e julgamento dos subcritérios da Localização .....	54
Quadro 18 – Peso e julgamento dos subcritérios Econômicos .....	56
Quadro 19 – Peso e julgamento dos subcritérios Ambientais .....	57
Quadro 20 – Peso e julgamento dos subcritérios Sociais .....	58
Quadro 21 – Peso e julgamento dos subcritérios Técnicos .....	59
Quadro 22 – Resultado pesos finais .....	60
Quadro 23 – Resultado da análise paralela. ....	64

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Distâncias entre os empreendimentos e o possível CD. ....	39
--	----

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AHP – *Analytic Hierarchy Process*

CD – Centro de Distribuição

DRE – Demonstrativo do Resultado do Exercício

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

PML – Prioridades Médias Locais

PG – Prioridade Global

RC – Razão de Consistência

IEEE – Engenheiros Elétricos e Eletrônicos

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b>	<b>13</b>
1.1. OBJETIVOS	14
<b>1.1.1. Objetivo geral</b>	<b>14</b>
<b>1.1.2. Objetivos específicos</b>	<b>14</b>
1.3 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO	14
<b>2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b>	<b>16</b>
2.1 CUSTOS LOGÍSTICOS	16
<b>2.1.1. Custo de armazenagem e movimentação</b>	<b>19</b>
<b>2.1.2. Custos de transportes</b>	<b>20</b>
<b>2.1.3. Custos de embalagens</b>	<b>21</b>
<b>2.1.4. Custos de manutenção de inventário</b>	<b>22</b>
<b>2.1.5. Custos de Tecnologia de Informação</b>	<b>23</b>
<b>2.1.6. Custos tributários</b>	<b>23</b>
<b>2.1.7. Custos de lotes</b>	<b>24</b>
<b>2.1.8. Custo de nível de serviço</b>	<b>24</b>
2.2 CENTRO DE DISTRIBUIÇÃO	25
2.3 MÉTODOS PARA TOMADA DE DECISÃO	26
<b>2.2.1 <i>Analytic Hierarchy Process</i></b>	<b>29</b>
<b>3. METODOLOGIA</b>	<b>35</b>
<b>4. DESENVOLVIMENTO DO ESTUDO DE CASO</b>	<b>38</b>
4.1 COLETA E ANÁLISE DE DADOS	38
<b>4.1.1 Definição da localização do CD</b>	<b>39</b>
<b>4.1.2 Análise dos materiais a serem estocados</b>	<b>39</b>
4.2 LEVANTAMENTO DE CUSTOS	43
<b>5. APLICAÇÃO DO MÉTODO AHP</b>	<b>46</b>
5.1 JULGAMENTO PARITÁRIO E CÁLCULO PG DOS CRITÉRIOS FRENTE ÀS ALTERNATIVAS	51
5.2 RESULTADOS E COMPARATIVO COM O SOFTWARE <i>SUPER DECISIONS</i>	53
5.3 ANÁLISE DE SENSIBILIDADE	62
<b>6. CONCLUSÃO</b>	<b>66</b>
<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>68</b>



## 1. INTRODUÇÃO

A competitividade em um mundo cada vez mais tecnológico e globalizado está crescendo a cada dia, a pressão por vantagens mínimas sobre concorrentes ou a tentativa de possuir uma margem de lucro e de retorno favorecem no surgimento de um ambiente de ideias e de inovação. Nesse campo de diferentes ideias, se faz necessário diversas análises se é possível, viável a implementação das mesmas e para a cadeia de suprimentos de uma empresa no ramo da construção civil, não é diferente.

Segundo Ballou (2006), a Cadeia de Suprimentos é um sistema que apresenta um conjunto de etapas de geração de valor de um determinado produto, tal sistema engloba a obtenção da matéria prima até a comercialização do produto finalizado. Com base nesse pensamento, a análise das estratégias de mercado, onde investir e como reduzir os custos da cadeia, demandam uma análise geral das opções e viabilidades de negócio.

Nesse processo como um todo, a logística tem papel fundamental, tanto dentro de cada etapa, como na passagem dos produtos de uma etapa a outra, tornando possível a globalização de processos produtivos. Porém, todo o sistema logístico tem um custo que se eleva à medida em que o processo se torna mais complexo, ou então, menos otimizado (BALLOU, 2006).

Para Ballou (2006), os custos de distribuição representam 50% do custo total da cadeia logística, por conta disso, a redução e otimização desses elementos é visto como prioritário por gestores para se manterem competitivos no mercado. A Implementação de um Centro de Distribuição (CD) pode ser, dependendo das variáveis envolvidas, uma solução para agilizar processos e reduzir custos no geral.

Porém, como qualquer decisão, há riscos envolvidos, tornando uma decisão precipitada em algo negativo com o possível aumento do custo logístico. Para Saaty (2000), a pessoa responsável por tomar as decisões, geralmente enfrenta um sistema complexo de componentes que influenciam no resultado, sendo assim, é de seu total interesse analisar esse sistema e buscar extrair a melhor decisão.

Com o propósito de fornecer auxílio à tomada de decisão sobre a implementação de um centro de distribuição em uma empresa sediada na cidade de Joinville, este estudo utiliza conceitos relacionados principalmente à logística e

estratégia nas tomadas de decisão, para propor alternativas de modo a auxiliar da melhor forma os gestores em suas escolhas.

Metodologicamente iniciou-se a análise do problema pelo levantamento de dados necessários e relevantes para o entendimento da problemática, e sua possível solução. Após a obtenção, tratamento e análise dos dados foram realizadas as análises econômicas, de localização e, pôr fim, a aplicação do método AHP para otimizar e auxiliar na tomada de decisão sobre a implementação do CD.

## 1.1. OBJETIVOS

Haja vista os vários fatores que influenciam na tomada de decisão da implementação de um centro de distribuição, a proposta deste trabalho tem os seguintes objetivos.

### 1.1.1. Objetivo geral

Aplicar o método AHP para auxiliar a tomada de decisão sobre a implementação de um centro de distribuição.

### 1.1.2. Objetivos específicos

- Identificar uma análise de viabilidade técnica e econômica para instalação do CD;
- Apresentar um método de auxílio para a tomada de decisão dos gestores;
- Definir os critérios relevantes para a tomada de decisão;
- Definir a ponderação dos critérios segundo interesses da empresa;
- Fundamentar técnica e teoricamente um suporte ao método aplicado.

## 1.3 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

O presente trabalho está estruturado em seis capítulos, sendo iniciado por este capítulo de introdução, em que foi apresentada a problemática do trabalho, bem como a justificativa e a metodologia utilizada para a realização deste trabalho. No segundo capítulo apresenta-se o referencial teórico, trazendo uma visão geral dos custos logísticos, dos centros de distribuição e dos métodos de tomada de decisão, finalizando o capítulo apresentando o método utilizado no trabalho.

O terceiro capítulo traz as metodologias utilizadas e no quarto capítulo o início do desenvolvimento do estudo de caso apresentando a coleta e análise dos dados e o levantamento dos custos presentes no estudo. No quinto capítulo é apresentado o estudo utilizando o método AHP demonstrando como foi desenvolvido o trabalho em cima da problemática apresentada e por fim, no sexto capítulo, a conclusão do trabalho.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Para compreender e apresentar embasamento teórico acerca da problemática considerada, este capítulo de fundamentação teórica traz conceitos sobre a logística, custos logísticos, análise de custos e conceitos sobre métodos de tomada de decisão.

### 2.1 CUSTOS LOGÍSTICOS

A importância crescente das atividades logísticas na rentabilidade das empresas e na agregação de valor ao cliente, os métodos de custeio devem ser adaptados e utilizados de modo a contemplar, de forma mais apropriada, as informações a respeito dos custos logísticos (SOUZA; CORRÊA; KRÜGER; KROMBAUER, 2010). A forma como é compreendida por cada empresa determina quais as atividades são incluídas como atribuições da logística, e se o custo dessas atividades será controlado ou diretamente identificado como custo logístico (FRANCO, 2018). Os custos logísticos são aqueles relacionados às atividades de planejar, implantar e controlar todos os materiais e serviços de entrada, os materiais em processo e os produtos ou serviços de saída, desde o ponto de origem até o ponto de consumo, inclusive o processo de descarte (FREIRES, 2000).

Para Martinelli (2013), às atividades logísticas existem nas organizações com o intuito de prover três benefícios importantes:

- Melhoria dos serviços prestados aos clientes e usuários. Exemplo: entrega mais eficiente ou disponibilidade imediata de produtos por conta de estoques;
- Redução de custos de compras, adquirindo produtos de fornecedores mais distantes, levando à necessidade de, por exemplo, transportes, armazenagem e manutenção de estoques;
- Redução de investimentos da empresa, como por exemplo, o transporte de materiais entre várias unidades da organização distantes umas das outras, evitando a necessidade de construção de uma única unidade nova da empresa.

De acordo com Pohlen e LaLonde (1994), a partir do momento em que a logística foi interpretada como uma fonte de vantagem competitiva. Isso foi uma decorrência da capacidade desse processo influir na diferenciação ou na redução de custos dos produtos e/ou serviços, repercutindo na maior rentabilidade da empresa.

Assim, o gerenciamento dos custos logísticos tem crescido em importância devido ao seu impacto no preço e na rentabilidade dos produtos, dos consumidores e das corporações. Uma das formas de avaliação da eficiência logísticas é a mensuração dos seus custos, o que auxilia os gestores na tomada de decisão tanto sobre sistemas internos de operações como na realização de parcerias com fornecedores e distribuidores (FARIAS; COSTA, 2005).

Segundo Bowersox e Closs (2011), a identificação dos custos logísticos divide-os em custos diretos, indiretos e overhead. Os custos diretos são simples de medir, e estão ligados ao desempenho do trabalho logístico e podem ser calculados por métodos tradicionais. Custos diretos de transporte, armazenagem, manuseio de materiais, estoques e processamento de pedidos são alguns exemplos de custos diretos. Os custos indiretos são os mais difíceis de identificar, porque são custos semifixos e estão relacionados aos recursos destinados às operações logísticas, por exemplo, custos em ativo imobilizado, equipamentos de transporte e estoques. E os custos overhead são despesas com as instalações da empresa, como luz, água e ar-condicionado, que podem ser ligadas diretamente a uma atividade logística.

O conceito de custo total da logística não é recente. Ele tem suas origens no estudo dos componentes de custos de transportes aéreos efetuado na década de 1950, porém se mantém como um conceito importante até os dias atuais para os profissionais de operações logísticas, como citado por Bowersox e Closs (2006).

O tratamento e gestão de custos totais de logística é baseado na análise de compensação de custos e economias nos processos de armazenamento e distribuição de bens, sejam produtos ou documentos. Esta análise de compensação também é reconhecida no vocabulário técnico de logística como análise de trade-off. Ou seja, é a análise que temos que fazer sobre as vantagens e desvantagens de cada uma das alternativas de logística que temos disponíveis para resolver um problema, seja de aquisição de bens, transporte, produção ou armazenamento (MARTINELLI, 2013).

Christopher (2011), afirma que os *trade-offs* são avaliados sob duas óticas distintas: quanto aos custos ou quanto às receitas de vendas. Como é o caso de uma melhoria no atendimento ao cliente, que implica em custo, mas acaba aumentando o faturamento. Atingir o equilíbrio entre os *trade-offs* de custos logísticos é sinônimo de vantagem competitiva, porque a excelência logística consiste em combinar a competência com as expectativas e necessidades básicas dos clientes, e assim

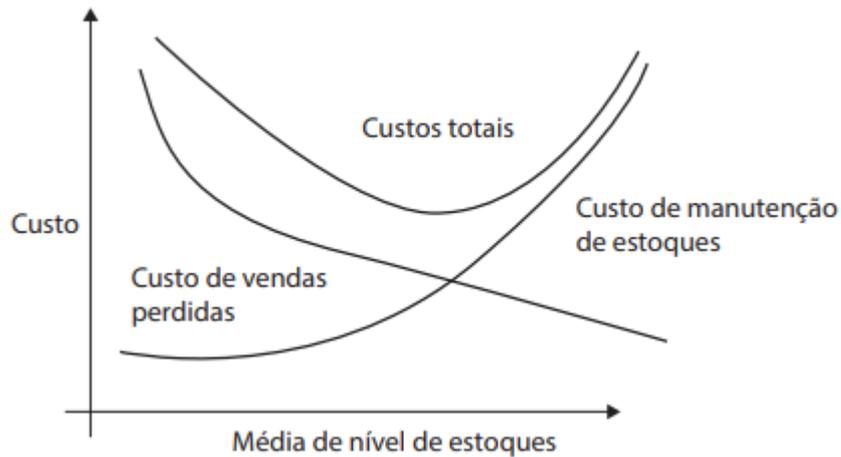
tornar-se referência para os concorrentes do mesmo segmento (BOWERSOX; CLOSS, 2011).

A análise do *Total Cost* (custo total), de acordo com Faria e Robles (2000), enfoca o custo total logístico ao invés de se preocupar com o custo individual de cada elemento da cadeia. Isso porque a redução do custo de uma atividade isolada, pode não resultar na redução do custo total, podendo até resultar no incremento do custo. Alguns elementos dos custos logísticos de uma organização são visíveis na Demonstração de Resultados, outros no Balanço Patrimonial e outros ainda, não são contemplados. Como exemplo, citam-se: os custos decorrentes de níveis de serviço, associados às falhas em operações logísticas, que aparecem nas deduções das receitas, representados por devoluções e cancelamentos; custos associados ao processo logístico de distribuição, como embalagens, armazenagem/movimentação, fretes e seguros, entre outros, que são tratados contabilmente como despesas comerciais; e tributos incidentes sobre vendas, como deduções de receitas (FARIA; COSTA, 2005).

De modo geral, as organizações devem definir uma política de atendimento que minimize o custo logístico total de manutenção de estoques, armazenagem e transporte para um determinado nível de serviço exigido pelo mercado (WANKE, 2001a). Quanto maiores os níveis de estoques maiores as taxas de atendimento aos pedidos dos clientes, e conseqüentemente menores os custos com vendas perdidas. No entanto, altos níveis de estoque não representam a maior lucratividade da empresa. Isso acontece justamente pelo aumento dos custos relativos à manutenção desses estoques. Nesse sentido, existe um ponto ótimo, o ponto de mínimo na curva do custo total que deve ser determinado no sentido de estabelecer um nível aceitável de atendimento ao cliente e que concomitantemente resulte em retorno financeiro para a organização (POLLI, 2014).

Para entendermos melhor esse ponto ótimo, podemos analisar o Gráfico 1 abaixo.

Gráfico 1 – Custo logístico total.



Fonte: Ballou (2001)

De acordo com Faria e Costa (2005), os custos logísticos se enquadram em: armazenagem e movimentação; transportes; embalagens; manutenção de inventário; tecnologia de informação; tributário; decorrentes de lotes; e decorrentes de níveis de serviços.

### 2.1.1. Custo de armazenagem e movimentação

Para Faria e Costa (2005), esses custos podem ser classificados como: (i) custos de armazém terceirizado: taxas por unidades estocadas, movimentada ou área ocupada; (ii) custos de armazém próprio: variam dependendo se o prédio é próprio ou alugado, compreendendo custos de capital investido (prédio, instalações elétricas e hidráulicas), manutenção (água, luz e impostos), administração (mão de obra, encargos, material de escritório), depreciação, equipamentos (aluguel e manutenção) e outros.

Já do ponto de vista de Rodriguez et al. (2014), correspondem aos custos associados à infraestrutura física e às pessoas que nela trabalham a fim de movimentar e guardar os materiais, sem considerar os valores dos estoques. Os custos de armazenagem por vezes são tratados juntamente com os custos de gestão de estoques, mas são custos que não variam diretamente com o nível de estoque, mas sim com a existência ou não dos armazéns (AMARAL, 2012).

Para Novaes (2001, p. 210) “o custo de armazenagem é decorrente do processo físico de manter o produto estocado, sendo arcado pelo operador do

depósito ou armazém”. Wanke (2003), exemplifica esses gastos em: aluguel de armazéns, mão-de-obra, depreciação de empilhadeiras, entre outros. Na opinião de Bowersox, Closs e Cooper (2007), o movimento dos materiais é uma atividade importante. Os produtos no armazém são recebidos, transferidos, armazenados, classificados e montados para satisfazer cliente. Assim, se a atividade for realizada de forma ruim, pode resultar em danos aos materiais.

### **2.1.2. Custos de transportes**

Os principais custos de transporte estão relacionados à mão de obra, consumo de combustíveis, depreciação de veículos, manutenção, seguro, administração e gerência. Os salários e seguros são dependentes do tempo, o consumo de combustível e manutenção são dependentes da distância percorrida, enquanto a administração e gerência são geralmente alocadas como custos fixos. (GHIANI, LAPORTE e MUSMANNO, 2004)

Faria e Costa (2005) destacam que o transporte envolve o deslocamento externo do fornecedor para a empresa, entre plantas e da empresa para o cliente, estando eles em forma de materiais, componentes, subconjuntos, produtos semi-acabados, produtos acabados ou peças de reposição. É um fator na utilidade de tempo e determina com que rapidez e consistência um produto move-se de um ponto a outro.

De acordo com Bowersox e Closs (2011), os fatores que influenciam os custos de transporte são: distância, volume, densidade, facilidade de acondicionamento e manuseio, responsabilidade e mercado, conforme o Quadro 1. A decisão sobre o modo fica atrelada ao custo, tempo em trânsito, risco e frequência. No Brasil o principal modal de transporte é o rodoviário, por ser utilizado para cargas pequenas e médias, curtas e médias distâncias, permitindo a coleta e entrega flexível (FARIA; COSTA, 2005).

Quanto mais rápido é o transporte mais alto será o custo, em compensação, o tempo de resposta ao cliente será reduzido, e dessa forma os estoques serão menores e conseqüentemente necessitarão de menos instalações (CHOPRA; MEINDL, 2016). Chopra e Meindl (2016) também afirmam que a escolha da eficiência do transporte depende do valor do produto, ou seja, produtos mais valiosos podem utilizar transporte mais rápido e seguro.

Quadro 1 - Fatores econômicos que influenciam os custos logísticos de transporte.

Distância	Esse é o fator que mais influencia no custo do transporte, pois quanto maior for a distância, os custos de fretes por quilômetro rodado serão reduzidos, uma vez que os custos fixos permanecem os mesmos.
Volume	À medida que o volume de carga aumenta, o custo unitário do transporte diminui.
Densidade	É a relação entre o peso e o volume, considerando o peso a ser transportado e o espaço a ser ocupado. Com o aumento da densidade da carga, tem-se um melhor aproveitamento da capacidade do veículo.
Facilidade de Armazenagem	Está relacionada às dimensões da carga e de como podem afetar o aproveitamento do espaço do veículo.
Facilidade de manuseio	Equipamentos especiais podem ser utilizados para agilizar e facilitar a carga e descarga.
Responsabilidade	Relaciona-se com risco e incidência de reclamações.
Mercado	A sazonalidade da movimentação de produtos, intensidade e facilidade de tráfego, são exemplos de fatores que influenciam os custos de frete. Os custos de fretes podem ser reduzidos, quando existem cargas em rotas de retorno, pois reduzem o custo por unidade de peso.

Fonte: Adaptado de Bowersox e Closs (2001).

### 2.1.3. Custos de embalagens

São classificados custos de embalagens materiais que protegem e tornam a movimentação e o transporte do material mais seguro, evitando deformação ao longo do processo de movimentação e estocagem. A embalagem também é um importante meio de apresentar o produto ao consumidor, podendo ter diversas características.

De acordo com Argueta et al. (2015), os tipos de embalagem influenciam no potencial de mercado e custo logístico. As embalagens customizadas geram potencial

de marketing alto e um custo logístico baixo, ao contrário das embalagens padrão. Além disso, o valor e fragilidade do produto determina a necessidade de proteção por meio de embalagens (AMARAL, 2012). Os custos com embalagens evitam custos maiores, com avarias, perdas e roubos de produtos, além de promover a agilidade na separação e manuseio de materiais.

Os benefícios das embalagens industriais merecem atenção especial na logística, uma vez que o uso de equipamentos afeta a produtividade e eficiência das atividades logísticas como, carregamento de caminhões, separação em armazéns, transporte e utilização cúbica em armazéns. Em geral, produtos ou peças são agrupados em caixas de papelão, sacos ou barris. Produtos específicos podem ser agrupados em contêineres, que se chamam então de embalagens secundárias. O agrupamento das embalagens secundárias em unidades maiores é conhecido como containerização ou unitização, essas formas de embalagem primam pela eficiência no manuseio dos produtos. (BOWERSOX; CLOSS; COOPER, 2007).

#### **2.1.4. Custos de manutenção de inventário**

Os estoques são extremamente necessários para a manutenção do nível de serviço logístico. Quanto maiores os níveis de estoques maiores as taxas de atendimento aos pedidos dos clientes, e conseqüentemente menores os custos com vendas perdidas. No entanto, altos níveis de estoque não representam a maior lucratividade da empresa. Isso acontece justamente pelo aumento dos custos relativos à manutenção desses estoques (POLLI, 2014). Ballou (2006, p. 271) define os estoques como acumulações de “matérias-primas, suprimentos, componentes, materiais em processo e produtos acabados que surgem em numerosos pontos do canal de produção e logística das empresas”.

Faria, Robles e Bio (2004, p. 17), explicam que os estoques têm como função “assegurar a disponibilidade de materiais e produtos regulando seus fluxos de entrada e saída”. Manter estoques é necessário para que a empresa possa atingir um nível razoável de disponibilidade de produto (OLIVEIRA, 2003). Os custos com estoques estão ligados aos custos com transporte e armazenagem, pois caso os lotes de produtos em estoques sejam reduzidos os custos com armazenagem serão menores, mas os custos com transporte serão maiores devido a desorganização das cargas,

porém, quanto maiores forem os lotes, maiores deverão ser os espaços de armazenagem (FARIA; COSTA, 2005).

Os custos de manutenção de inventário são os custos resultantes do armazenamento, ou propriedade, de produtos durante determinado período, sendo proporcionais à média das quantidades de mercadorias disponíveis (BALLOU, 2001). Vale destacar que a variação do tipo produto estocado pode também influenciar em seu custo de estoque, produtos com prazo de validade ou que necessitam de certas condições de armazenagem, por exemplo, podem ser diferentes se comparados a materiais não tão exigentes.

#### **2.1.5. Custos de Tecnologia de Informação**

Os sistemas de informações logísticas funcionam como elos entre as atividades logísticas e um processo integrado, combinando hardware e software. Tem a finalidade de medir, controlar e gerenciar as operações logísticas que ocorrem tanto dentro de uma empresa quanto ao longo de toda a cadeia de suprimentos (FARIA; COSTA, 2005). O desenvolvimento da Teoria dos Sistemas, concomitante ao desenvolvimento da informática contribuiu de forma significativa à formação do conceito de logística integrada (POLLI, 2014).

Para Chopra e Meindl (2016), a informação possibilita a redução de custos e tempo de resposta dos clientes, porém, o cuidado com a quantidade de informação a ser manipulada é essencial, pois à medida que a quantidade de informações aumenta, mais complexo e custoso é a análise. Manter uma base de dados com informações importantes, como localização dos clientes, volume de vendas, padrões de entregas e níveis de estoque, possibilita uma administração eficiente e eficaz das atividades logísticas (BALLOU, 1995).

O investimento em um bom sistema de informação que consiga trabalhar com dados robustos e auxiliar em um sistema integrado pode trazer diversas melhorias de produtividade e eficiência, diminuindo o custo logístico total.

#### **2.1.6. Custos tributários**

De acordo com o Código Nacional Tributário (CTN), art. 3º, o tributo é “toda prestação pecuniária compulsória, em moeda ou cujo valor nela se possa exprimir,

que não constitua sanção de ato ilícito, instituída em lei e cobrada mediante atividade administrativa plenamente vinculada”. O artigo 5º do CTN, estabelece os tipos de tributos, que são: impostos, taxas e contribuições de melhoria.

Segundo Corrêa (2014), para um planejamento tributário é necessário analisar e verificar todos os atos praticados pela empresa, suas decisões e estratégias, os custos, gastos e despesas com a tributação e o produto final. De acordo com Andrade e Yoshizaki (2015) no Brasil a diferença nas alíquotas interestaduais é fator-chave para alteração de estruturas de redes logísticas, alterando toda a distribuição de produtos e mercadorias com a finalidade de obter benefícios fiscais.

Recomenda-se que as empresas foquem seus estudos nos tributos incidentes sobre o fluxo de bens e serviços, concentrando-se, nos tributos sobre, a) produto/serviço, como por exemplo, Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI) e Imposto de Importação (II), que variam conforme o tipo de material ou produto; b) nos tributos das operações logísticas, como exemplo o Imposto sobre a Circulação de Mercadorias e sobre a Prestação de serviços de Transporte Interestadual e Intermunicipal e de Comunicação (ICMS); e c) no fluxo de informações, papéis e obrigações acessórias, como taxas incidentes sobre operações alfandegárias (FARIA; COSTA, 2005).

#### **2.1.7. Custos de lotes**

São custos relativos à produção ou aquisição de itens de custos de preparação de produção, movimentação, programação e expedição de materiais e capacidade perdida na mudança das máquinas. O aumento dos lotes pode ocasionar falhas diversas como: produção inadequada, ineficiência devido à quebra de máquinas e ineficiência no planejamento de produção (FARIA; COSTA, 2005).

#### **2.1.8. Custo de nível de serviço**

Bowersox, Closs e Cooper (2007) elencam alguns atributos básicos para o serviço ao cliente: disponibilidade (capacidade de ter estoque do produto quando o cliente desejar); frequência da falta de estoque (probabilidade de a empresa não ter estoque disponível para atender aos pedidos); taxa de atendimento (mede o impacto

das faltas de estoque ao longo do tempo); e pedidos enviados de forma completa (quantidade de pedidos enviados ao cliente com padrão de desempenho aceitável).

A determinação do nível de serviço geralmente se baseia na concorrência, nas opiniões da equipe comercial, e na tradição (BALLOU, 2006), contudo, é provável que esta estratégia passe uma falsa sensação de que se está atendendo o nível de serviço. O nível de serviço é medido em termos da demanda atendida ao cliente mediante o estoque disponível, sendo a informação que melhor representa o tempo de resposta ao cliente (CHOPRA; MEINDL, 2016).

Alocação de estoques, decisões de transporte, localização, compras e processamento de pedidos, influenciam diretamente o nível de serviço ao cliente. De nada adianta desenvolver um produto de acordo com os requisitos do cliente se o mesmo não puder ser disponibilizado em condições que culminam no retorno financeiro das organizações que executam tais processos (POLLI, 2014).

## 2.2 CENTRO DE DISTRIBUIÇÃO

Para reduzir os custos de distribuição de seus produtos, uma das principais estratégias adotadas pela indústria é a utilização de CDs. De administração própria ou terceirizada, essas unidades contribuem para o maior controle das operações de logística e permitem a obtenção de melhores níveis de serviço aos clientes no tocante ao atendimento do pedido. As mudanças na relação dos fornecedores com os canais de distribuição podem ser observadas em diversos aspectos. O preço, por exemplo, que até 1995 era a variável mais importante na decisão de compra, nos últimos anos foi superado pelo produto (CALAZANS, 2001). Por outro lado, os serviços aos clientes conquistaram maior importância. Aspectos como disponibilidade das mercadorias, tempo de ciclo do pedido, consistência do prazo de entrega e frequência da entrega estão influenciando cada vez mais a decisão de compra dos varejistas.

Segundo Chopra e Meindl (2011), a eficácia de um processo de aquisição de um centro de distribuição dentro de uma empresa se torna fator preponderante para alavancar os lucros e o excedente total da cadeia de suprimentos, e uma vez que estes fatores de melhoria dos lucros sejam identificados de maneira clara, alguns benefícios destas decisões são observados:

- Melhoria na economia de escala agregando-se os pedidos;

- Redução do custo geral das compras por meio de transações de aquisição mais eficientes;
- Redução dos custos gerais através da colaboração de um projeto que otimize a manufatura e distribuição dos produtos;
- Redução dos estoques e maior equilíbrio entre oferta e demanda podem ser alcançados através de um processo de aquisição bem elaborado;
- Compartilhamento do risco, com a elevação dos lucros para o fornecedor e o comprador, é possível apropriando-se os contratos de fornecedor;
- Redução do preço de compra pelo aumento da concorrência, com o uso de leilões.

Em virtude desses fatores, é importante haver um enfoque maior no item de maior retorno financeiro, focando em melhorias para incrementar esse ganho logístico e conseqüentemente financeiro.

### 2.3 MÉTODOS PARA TOMADA DE DECISÃO

Kengpol e O'Brien (2001) descrevem que, frequentemente, os executivos relutam em fazer grandes investimentos em novas tecnologias de manufatura pela falta de técnicas que avaliem e justifiquem tais investimentos. De acordo com os autores, as técnicas de decisão devem ser capazes de identificar o grupo de opções, avaliar as opções e ser hábil para escolher a melhor opção. É comum o gerente se deparar com uma situação na qual uma decisão deve ser tomada entre uma série de alternativas conflitantes e concorrentes, então duas opções básicas se apresentam: Usar a sua intuição gerencial e realizar um processo de modelagem da situação, simulando os mais diversos cenários, de maneira de estudar mais profundamente o problema (LACHTERMACHER, 2004).

Saaty (1984) afirma que pessoas de diferentes posições na sociedade, na resolução de problemas ou planejamento, tomam decisões baseadas em sentimentos e intuição em vez de usar um raciocínio lógico bem estruturado. Quando essas pessoas formam um grupo para decidir sobre algo, as ideias de alguns influenciam os demais, e as decisões individuais se alteram para atender o interesse do grupo, contudo, em momento posterior, as pessoas não se recordam das ideias do grupo e

voltam a tomar suas decisões individuais. Além disso, as pessoas têm dificuldade em comprovar suas decisões de forma lógica (SAATY, 1984).

O ato de tomar decisão é importante para todos os indivíduos. Este ato acontece ao longo do dia, às vezes sem notarmos que ele acontece. Independente de idade, posição, ou circunstância, todo ser humano é cercado de decisões que precisa tomar. A simples escolha do que comer no almoço envolve um processo de tomada de decisão. (GOMES e MOREIRA,1998). Costa (2005) classifica as situações de decisão como demonstrado no Quadro 2.

Quadro 2 - Situação de decisão.

<b>Classificação quanto ao conhecimento dos desdobramentos futuros (cenários)</b> <b>Volume</b> <b>Densidade</b>	<b>Decisão sob certeza</b>	<b>Quando se conhece com certeza os resultados futuros oriundos da decisão.</b>
	Decisão sob incerteza	Quando o decisor desconhece a probabilidade de ocorrência dos cenários e, por conseguinte, não pode avaliar o risco da decisão adotada.
	Decisão sob risco	Quando o decisor consegue estimar a probabilidade de ocorrência dos cenários e, por conseguinte, pode avaliar o risco associado à decisão adotada.
<b>Classificação quanto ao tipo de decisão</b>	Escolha	Escolher uma alternativa dentre um conjunto de alternativas viáveis
	Classificação	Classificar um conjunto de alternativas em subconjuntos.
	Ordenação	Dados os elementos de um conjunto de alternativas, ordená-las segundo algum critério.
	Classificação ordenada	Classificar um conjunto de alternativas em subconjuntos ordenados, ou em classes de referência ordenadas.
	Priorização	Dados os elementos de um conjunto de alternativas, estabelecer uma ordem de prioridades para os elementos do mesmo.
<b>Classificação quanto ao número de critérios considerados</b>	Decisões Monocritério	Quando a decisão encontrada busca maximizar a satisfação do decisor considerando um único critério de decisão.
	Decisões Multicritérios	Quando a decisão encontrada busca maximizar a satisfação do decisor considerando um conjunto de critérios de decisão simultaneamente.

Fonte: Adaptado de Costa (2005).

Tendo reconhecido a problemática de decisão, o passo seguinte é a aplicação do método. Um modelo de decisão é uma abstração, é uma fase de um estudo de

pesquisa operacional onde a eficácia do modelo depende do quanto ele se aproxima da realidade do problema abordado. Um modelo de decisão é um processador de informações que leva a uma decisão (COSTA, 2005). De acordo com Davis (1986), as decisões gerenciais de uma empresa são as mais simples de se analisar, pois geralmente buscam maximizar os lucros e minimizar os custos além de ter acesso a informações confiáveis, no entanto o que dificulta esse processo é a tomada de decisão com base na intuição do gestor. A percepção de outros envolvidos auxilia no procedimento, chamada tomada de decisão em grupo, em que um grupo será responsável pela tomada de decisão a partir de uma análise conjunta, uma vez que todas as partes tenham objetivos comuns (KILGOUR; CHEN; HIPEL, 2010).

A tomada de decisão deve buscar uma opção que apresente o melhor desempenho, a melhor avaliação, ou o melhor acordo entre as expectativas do decisor, considerando a relação entre os elementos. Podemos então, definir a decisão como um processo de análise e escolha entre várias alternativas disponíveis do curso de ação que a pessoa deverá seguir (MARINS; SOUZA; BARROS, 2009). Lachtermacher (2004) cita diversas vantagens para o uso da modelagem em um processo de tomada de decisão:

- Os modelos forçam os decisores a tornarem explícitos seus objetivos;
- Os modelos forçam a identificação e o armazenamento das diferentes decisões que influenciam os objetivos;
- Os modelos forçam a identificação e o armazenamento dos relacionamentos entre as decisões;
- Os modelos forçam a identificação das variáveis a serem incluídas e em que termos elas serão quantificáveis;
- Os modelos forçam o reconhecimento de limitações;
- Os modelos permitem a comunicação de suas ideias e seu entendimento para facilitar o trabalho de grupo.

Como exemplo do uso de modelagem no processo decisório, têm-se os modelos baseados na disciplina de Análise de Multicritério. São modelos que tratam de problemas complexos de forma simples, ou seja, são acessíveis aos decisores sem exigir elevados investimentos de tempo e dinheiro na sua utilização (COSTA, 2002).

A tomada de decisão multicritério também traz retorno para a organização indicando pontos a serem melhorados utilizando estratégias eficazes (NASCIMENTO, 2017). Os principais métodos de tomada de decisão multicritério são o *Elimination et*

*Choix Traduisant la Réalité* (ELECTRE), *Analytic Hierarchy Process* (AHP) e *Technique for Order Preference by Similarity to an Ideal Solution* (TOPSIS), segundo Nascimento (2017).

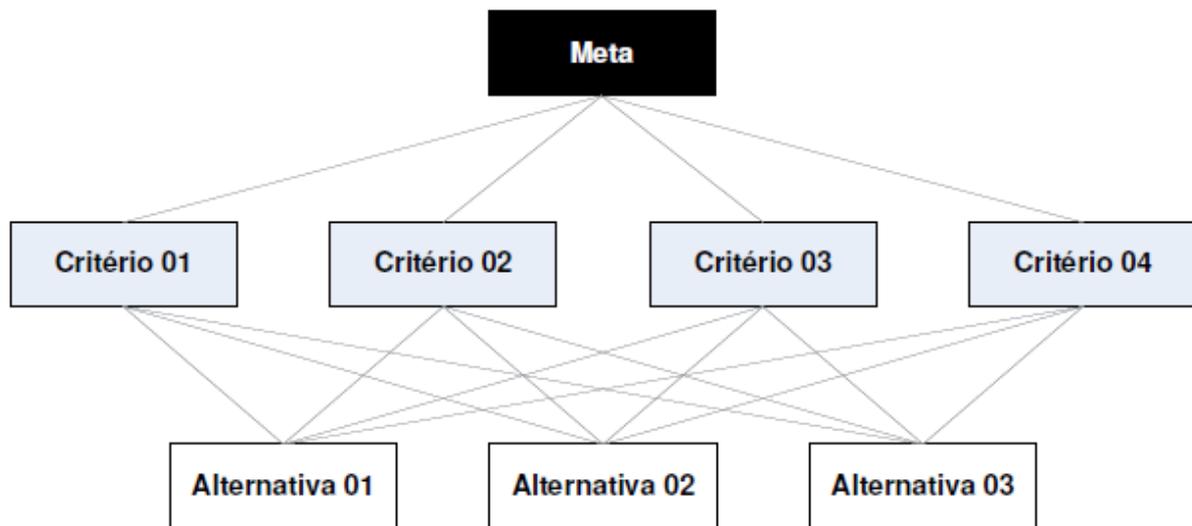
### **2.2.1 Analytic Hierarchy Process**

A programação multicritério por meio do *Analytic Hierarchy Process* é uma técnica estruturada para tomada de decisão em ambientes complexos em que diversas variáveis ou critérios são considerados para a priorização e seleção de alternativas ou projetos (VARGAS, 2010). O AHP foi desenvolvido na década de 1970 por Thomas L. Saaty e foi extensivamente estudado a partir dessa época. Atualmente é aplicado para a tomada de decisão em diversos cenários complexos, em que pessoas trabalham em conjunto para tomar decisões e onde percepções humanas, julgamentos e consequências possuem repercussão de longo prazo (BHUSHAN; RAI, 2004).

O procedimento AHP consiste em organizar um problema dividindo-o em partes menores de forma simples e lógica e, posteriormente, devem ser tomadas decisões com base em comparações entre pares para criar as prioridades em cada hierarquia (SAATY, 1984). O AHP possibilita gerenciar as ideias e decisões intuitivas, racionais e irracionais de forma conjunta no pensamento do decisor, permitindo a integração entre os objetivos e entendimentos resumida e generalizadamente. O AHP não obriga que as decisões sejam consistentes ou mutáveis, porque, ao final do processo, a consistência será revelada (SAATY, 1984).

A utilização do AHP se inicia pela decomposição do problema em uma hierarquia de critérios mais facilmente analisáveis e comparáveis de modo independente (Figura 1). A partir do momento em que essa hierarquia lógica está construída, os tomadores de decisão avaliam sistematicamente as alternativas por meio da comparação, de duas a duas, dentro de cada um dos critérios. Essa comparação pode utilizar dados concretos das alternativas ou julgamentos humanos como forma de informação subjacente (SAATY, 1984).

Figura 1 – Exemplo de hierarquia de critérios/objetivos.



Fonte: Vargas (2010)

A priorização das alternativas é obtida de respostas a perguntas do tipo: “qual a importância do critério 1 em relação ao critério 2?” Esse procedimento é conhecido por comparação par a par (*pairwise comparison*), sendo utilizado para estimar a escala em que os elementos de cada nível da hierarquia são medidos e avaliar, no final, a performance de cada alternativa em relação aos critérios.

Para representar a importância relativa de um elemento em relação a outro, uma escala de avaliação adequada é introduzida, também chamada "Escala Fundamental de Saaty (SAATY, 1979), ver Quadro 3. Ela define e explica os valores de 1 a 9 atribuídos a decisões em comparação por pares de elementos em cada nível em relação a um critério no nível superior seguinte. Em particular, são usados os seguintes valores que exprimem a intensidade de importância entre os elementos demonstrados no Quadro 3 (RIVAS, 2016).

Quadro 3 - Escala Fundamental de Saaty.

Valor	Definição	Explicação
1	Importância igual	Duas atividades contribuem igualmente para o objetivo.
3	Importância fraca	Experiência e julgamento levemente a favor de uma atividade sobre a outra.
5	Importância essencial ou forte	Experiência e julgamento fortemente a favor de uma atividade sobre a outra.

<b>7</b>	Importância demonstrada	Uma atividade é fortemente favorecida e sua dominância é demonstrada na prática.
<b>9</b>	Importância absoluta	A evidência favorecendo uma atividade em relação à outra com ordem de afirmação a mais alta possível
<b>2, 4, 6, 8</b>	Valores intermediários	Quando se procura uma melhor relação de compromisso.
<b>Recíprocos dos números não-zero acima</b>	Se uma atividade / tem um dos números não-zero acima associados a ela quando comparada a uma atividade $j$ , então $j$ tem o valor recíproco quando comparado com $i$	
<b>Números racionais</b>	Razões fora da escala	Se a coerência precisa ser forçada obtendo-se $n$ valores numéricos para toda a matriz

Fonte: Adaptado de Saaty (1979).

De um ponto de vista processual, a aplicação do modelo consiste em três fases (SAATY, 1979):

- a) Construir hierarquias: Esta etapa é baseada nos resultados que indicam que na etapa da elaboração da informação, a mente humana reconhece objetos e conceitos, e identifica as relações existentes entre eles. Porque a mente humana não é capaz de perceber simultaneamente todos os fatores afetados por uma ação e suas conexões, o AHP ajuda a quebrar sistemas complexos em estruturas simples: esta simplificação é possível por meio de um processo lógico que visa a construção de hierarquias adequadas. As hierarquias podem ser ferramentas úteis que ajudam a mente humana com a tomada de decisões relacionadas com problemas complexos, construindo um quadro de diferentes e numerosos elementos, que são separados e conectados ao mesmo tempo.
- b) Estabelecer prioridades entre os elementos das hierarquias por meio de comparações de pares. Na abordagem AHP, as comparações de pares (isto é, comparando elementos em pares com relação a um determinado critério) são utilizados para o estabelecimento de prioridades (ou pesos) entre elementos

do mesmo nível hierárquico. Eles são comparados em pares, com respeito aos elementos correspondentes no nível mais elevado seguinte, obtendo-se uma matriz de comparações de pares.

- c) Verificar a consistência lógica de comparações de pares: Na comparação da inconsistência de um certo grau podem surgir: na abordagem AHP, o autovalor máximo ou principal (chamado  $\lambda_{max}$ ) de cada matriz de comparações por pares é calculada para verificar o grau de inconsistência.

A Razão de Coerência (CR - *Consistency Ratio*) é um indicador da coerência das comparações. O cálculo da CR leva em consideração o afastamento entre  $\lambda$  e  $n$ , conforme a Equação 1.

$$CR = \frac{\lambda - n}{(n - 1)RI} \quad (1)$$

Em particular, a consistência de uma matriz recíproca positiva  $n \times n$  é equivalente à condição de que  $\lambda_{max}$  deve ser igual a  $n$ ; se a matriz é inconsistente  $\lambda_{max} > n$ , é possível estimar a saída, da consistência pela diferença  $(\lambda_{max} - n)$  dividido por  $(n-1)$ . O cálculo da CR considera também um erro aleatório associado à ordem da matriz, dado pelo índice de Coerência Aleatória (RI), obtido conforme Quadro 4.

Quadro 4 - Índice de Coerência Aleatória.

$n$	RI
3	0,52
4	0,89
5	1,11
6	1,25
7	1,35
8	1,40
9	1,45

Fonte: Adaptado de Saaty (1979).

Inicialmente, o limite  $CR \leq 0,10$  foi proposto para que uma matriz de comparações pudesse ser considerada coerente. Contudo Saaty (1984), nota que a incoerência entre comparações deve servir mais como um alerta do que um fato necessariamente não desejável. Também recomenda que para valores de CR acima de 0,20, as comparações sejam revistas (RIVAS, 2016).

Rivas (2016) ainda cita alguns softwares utilizados que automatizam os cálculos das matrizes do método AHP:

- a) MPC 2,0 é um programa especialmente útil nas decisões em que é necessário considerar diferentes tipos de critérios (quantificáveis ou não) e/ou muitas alternativas possíveis, bem como quando é necessário ter em conta as diferentes repetições da decisão de um ou diferentes usuários. MPC 2.0 facilita comparações de pares dos critérios (primeira fase da metodologia) e alternativas no âmbito de cada critério (segunda fase) minimizando o implícito aos mesmos preconceitos;
- b) *Transparent Choice* é um software online que auxilia na tomada de decisão e na entrada de muitos tomadores de decisão a decidir racionalmente e de forma transparente. O software trabalha em um navegador da Web para usá-lo em qualquer dispositivo conectado à internet. Não há necessidade de instalar nada no computador. Isso elimina problemas com a instalação e atualizações (que tem sempre acesso à última versão);
- c) *Super Decisions* - O software *Super Decisions* implementa o processo analítico de rede (ANP) e AHP para tomada de decisão com a dependência e *feedback* desenvolvido pelo Dr. Thomas Saaty. O programa foi escrito pela Equipe ANP, que trabalha para a Fundação *Creative Decisions*. Atualmente sua última versão é gratuita (SAATY, 2003).
- d) O software *Expert Choice* é projetado para permitir aos decisores de desenvolver consenso sobre o que é realmente importante na escolha do melhor produto ou serviço. Ele é online, além de permitir usar dados em planilhas de *Microsoft Excel*, as soluções do software se concentram no fornecimento de soluções melhoradas, reduzindo custos, aumentando a transparência e comunicação organizacional, tudo ao mesmo tempo aumentando a satisfação das partes interessadas.
- e) *MICROSOFT EXCEL*: Usando esse software é possível desenvolver uma planilha, utilizando fórmulas para resolver as matrizes criadas, inclusive para

obter o índice de consistência e o vetor próprio realizando assim a análise e a tomada de decisão.

Saaty (1984) relata exemplos de aplicações do método AHP até 1984, como: planejamento de redes de energia para indústrias; planejamento de um sistema de transporte para o Sudão; planejamento do futuro de uma empresa e medição do impacto dos fatores ambientais em seu desenvolvimento; determinação de cenários futuros para o ensino superior nos Estados Unidos; estabelecimento de prioridades para o instituto científico de ponta em um país em desenvolvimento; previsões do preço do petróleo.

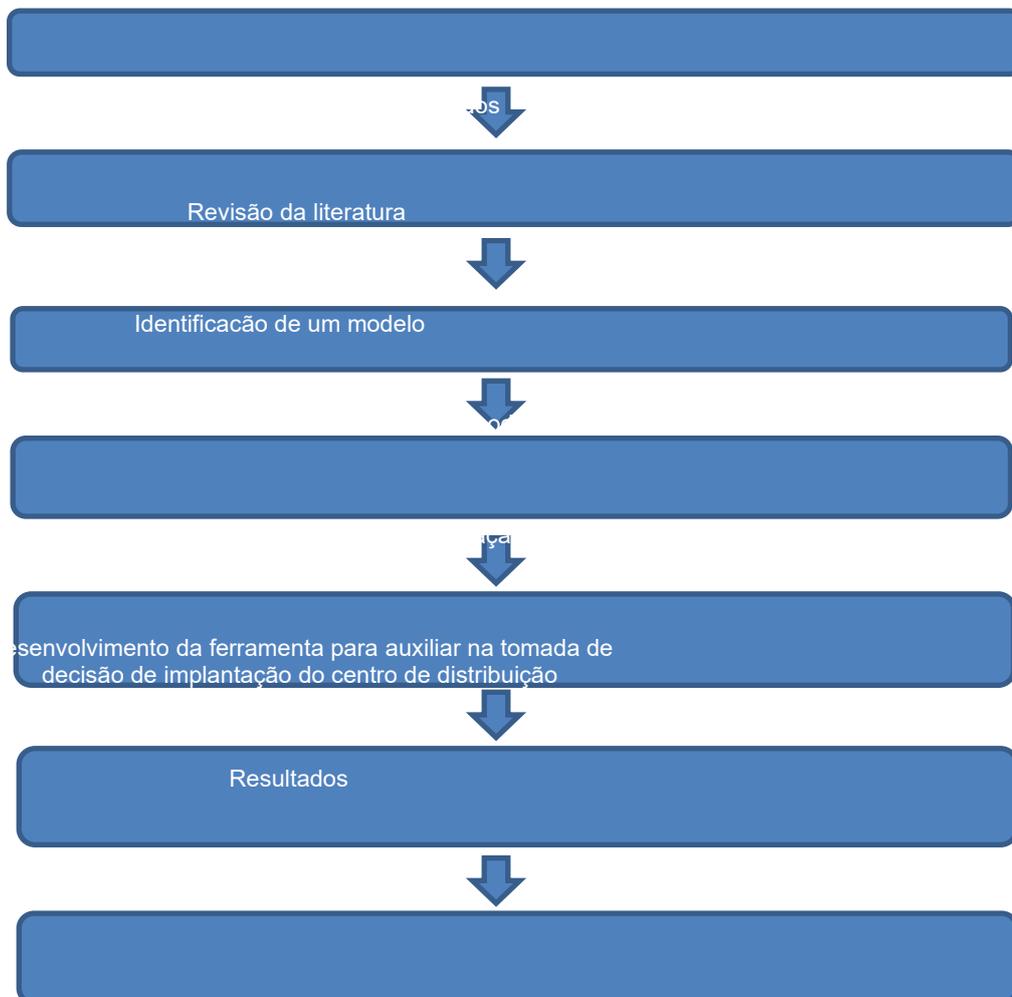
O método AHP, utilizando conceitos matemáticos, determina tendo como base a hierarquia de critérios fornecidos por opiniões de pessoas. Assim, o método combina a experiência do gestor com a matemática para gerar uma escolha com embasamento e credibilidade.

### 3. METODOLOGIA

Neste capítulo, será apresentado a metodologia utilizada para a obtenção dos resultados da análise de viabilidade da implantação de um Centro de Distribuição. Fazendo uso do método AHP para auxílio na tomada de decisão e fornecendo análise da viabilidade técnica e econômica do problema.

O estudo foi conduzido seguindo as etapas descritas no fluxograma representado na Figura 2.

Figura 2 – Fluxograma referente às etapas do projeto realizado.



Fonte: Autoria própria (2022).

No estudo de caso, segundo Zanella (2009), busca-se conhecer e entender a realidade de determinadas questões, tendo como principal característica o aprofundamento do estudo realizado e a coleta de dados e informações com o auxílio de pessoas. Para Gil (2002), o estudo de caso consiste em um estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetos, permitindo um amplo e detalhado conhecimento.

A apresentação do problema foi realizada por representantes da empresa do ramo de construção civil, a qual tinha por objetivo receber uma resposta, se era viável a construção de um CD para otimizar os processos logísticos da empresa. Nessa fase, foi imprescindível a clareza das informações passadas para o bom entendimento do objetivo principal. Foram também definidas as datas das entregas desejadas pela empresa.

As coletas foram feitas diretamente com funcionários da empresa, informações sobre produtos, termos técnicos utilizados e, principalmente dados sobre os volumes e produtos utilizados nos canteiros de obras da empresa, havendo variação na elegibilidade da estocagem dos materiais no centro de distribuição. Tendo o recebimento de 5 planilhas em formato Excel, sendo uma para cada empreendimento realizado e contendo todos os períodos da utilização dos materiais e períodos, iniciou-se a etapa de análise.

Análise dos dados, foram feitas as filtragens de todos os materiais coletados, o cruzamento de informações como tamanho do produto, se possui validade, quantidade utilizada, frequência na qual o material é utilizado no canteiro de obras, valor do produto e outros. Juntando todos esses dados, foi então construída uma lista de produtos.

Passando então para a fase da formulação das estratégias, observou-se que os modelos de otimização, antes pensados para minimizar os custos logísticos, não seriam a melhor estratégia para a análise de custos, por conta do número de variáveis, mas também por entender que a análise de custos para a utilização do método AHP não teria necessidade de ser o menor valor possível.

Tendo a visão de que não havia necessidade da otimização completa, foi trabalhado a ideia sob a perspectiva de diferentes cenários, mais especificamente três, onde cada cenário alterava o tamanho e capacidade do CD, consequentemente aumentando os custos de operação. O método aqui utilizado foi de criar um Demonstrativo do Resultado do Exercício (DRE) listando todos os possíveis custos de acordo com pesquisas prévias realizadas sobre o funcionamento de um CD.

Completada a visão econômica, iniciou-se o estudo de como auxiliar na tomada de decisão, e de como aplicar o modelo AHP para o auxiliar na tomada de decisão. Nessa etapa foi construído o modelo do método em uma planilha Excel, incluindo cinco principais variáveis que influenciam na tomada de decisão desse problema, são elas: Localização, Econômica, Ambiental, Social e Técnica. Após esse procedimento, foi então necessário a realização de testes para a calibragem do método e para confirmar a sua acuracidade, realizando simulações de cenários e assim deixando o modelo pronto para a última etapa.

Inicialmente, o objetivo da empresa em questão era de obter como resultado final uma resposta binária, se era ou não viável a Implementação. Porém, ao longo do projeto, foi observado que por haver diversas variáveis que influenciam nessa decisão uma resposta binária não seria a melhor decisão para o problema. A apresentação do resultado final se deu com a entrega do modelo aplicado do AHP como um método de auxílio para que os gestores pudessem decidir de uma melhor forma a como prosseguir tornando a decisão ainda mais assertiva e adaptável às necessidades.

## 4. DESENVOLVIMENTO DO ESTUDO DE CASO

O estudo de caso apresentado neste trabalho possui como base uma empresa do ramo de construção civil que opera na região norte do Estado de Santa Catarina, Brasil. A empresa está em constante crescimento e expansão de seu negócio, fator este decisivo para começar a pensar na ideia de ter um centro de distribuição, para através dele ter ganhos logísticos e operacionais para toda a operação. Diante desse problema, o estudo irá abordar os mecanismos e ferramentas utilizadas para realizar a análise de viabilidade sob a utilização de um centro de distribuição nas operações da empresa.

Chopra e Meindl (2011) definem centro de distribuição como sendo uma camada adicional entre fornecedores e os locais de compra, e possui duas funções diferentes, uma é armazenar o estoque e a outra é servir como local de transferência, pode gerar uma economia na cadeia de suprimentos quando os fornecedores estão longe dos locais de compra e os custos de transporte são elevados.

No entanto, a implantação de um centro de distribuição requer um estudo e uma tomada de decisão importante dependendo de quais benefícios e desvantagens ele traria frente a empresa. Saaty (2000) afirma que o tomador de decisões, quer esteja motivado pela necessidade de controlar ou prever, geralmente enfrenta um complexo sistema de componentes correlacionados, sendo de seu interesse analisar esse sistema.

O estudo de caso foi analisado levando em consideração os 5 empreendimentos em andamento, possuindo etapas de progresso, tipos de acabamentos e de empreendimentos diversificados, tornando a quantidade de materiais utilizados no total mais completa por abranger todas as opções da empresa até o momento.

### 4.1 COLETA E ANÁLISE DE DADOS

Com o objetivo de entender e encontrar a melhor solução para o problema, a coleta de dados deve ser parte fundamental do trabalho. Dados principalmente, para o caso desse estudo, de materiais que são viáveis serem estocados, entender como é feita a logística sem ter o centro de distribuição próprio, dados de custos atuais e

possíveis custos futuros, da localização desejada, e por fim, os pesos necessários para a utilização do AHP.

#### 4.1.1 Definição da localização do CD

Para um problema de localização ótima de um centro de distribuição de uma construtora, uma das medidas de desempenho a ser otimizada pode a distância total entre o centro de distribuição e as localizações das obras que estão sendo realizadas e as construções previstas, pois podem reduzir consideravelmente o custo com transporte (BATISTA NETO, 2019). Utilizando os dados obtidos pelo autor após análise feita por meio do método de programação não linear, para o mesmo estudo de caso deste trabalho, as distâncias do centro de distribuição para os empreendimentos foram obtidas conforme a Tabela 1.

Tabela 1 – Distâncias entre os empreendimentos e o possível CD.

Empreendimentos	Distância entre o CD e cada empreendimento em quilômetros.	Menor distância rodoviária.	Fator de correção
1	39,04	69,2	1,77
2	2,99	3,8	1,27
3	0,00	0	0
4	37,23	63,3	1,70
5	34,52	60,1	1,72
Total	113,79	196,4	1,72

Fonte: Adaptado de Batista Neto (2019).

#### 4.1.2 Análise dos materiais a serem estocados

Para Dias (2012) a gestão de estoque é traçada com base na previsão de consumo dos produtos, que possibilita estabelecer as estimativas futuras sobre as quantidades que serão compradas pelos clientes ao longo da cadeia de suprimentos,

e conseqüentemente deverão estar armazenadas nos CDs para atender às cadeias de distribuição (Taylor, 2005).

Inicialmente a quantidade de materiais apresentados pela empresa foi de 17645, divididos em 5 planilhas de dados para cada empreendimento, seguindo as diretrizes apresentadas em reuniões com representantes da mesma, assim como análises realizadas posteriormente, foram criados critérios para a filtragem dos materiais propícios a irem para o centro de distribuição.

Os critérios são:

- **Frequência de utilização nas obras:**

A frequência é determinada com a análise temporal dos materiais, tendo o intervalo de tempo no qual o material chega à obra e sai dela para cada fase, podemos analisar quais materiais precisam ser encaminhados aos empreendimentos mais vezes e assim conseguimos a frequência de utilização.
- **Volume utilizado:**

A quantidade a ser comprada para o uso nos empreendimentos pode ser um fator determinante na redução dos custos de compra, assim caso o empreendimento tenha necessidade de um volume elevado de um determinado material, este se torna propício a ser estocado.
- **Possibilidade de perda:**

Pode ser por roubo, avarias e outros. Esses materiais são analisados conforme a fragilidade ou então o valor monetário do mesmo, e assim levando em conta a segurança do canteiro de obras e do próprio centro de distribuição para a classificação.
- **Especificidade do material nas obras:**

Materiais que são de usos exclusivos em determinados empreendimentos se encaixam nessa classificação, sendo a ida ou não dos mesmos para o centro de distribuição definida em conjunto com o volume utilizado no empreendimento. Geralmente esses materiais são escolhidos à não irem para o CD, pois aumentaria o custo logístico por conta de apenas um único material.
- **Uso imediato:**

O uso imediato caracteriza-se por materiais indispensáveis em determinadas etapas da obra, materiais estes que se houver por algum atraso na entrega deles no canteiro de obra, todo o cronograma é comprometido. Esses materiais são necessários ter em estoque para haver uma garantia no cronograma.

- **Validade:**  
São materiais como tintas, na qual possuem datas de validade e caso fossem estocadas no centro de distribuição e não utilizadas num determinado período, podem ser perdidas. Neste caso é aconselhável a entrega do fornecedor diretamente ao empreendimento para então a utilização imediata.
- **Facilidade de movimentação**  
A facilidade de movimentação se dá para materiais que possuem dimensionamentos e características físicas simples, que possibilitam uma rápida movimentação e sem grandes chances de avarias. Neste caso os materiais são propícios a serem estocados.
- **Padronização:**  
Produtos ou materiais que se enquadram também no fator volume, porém são utilizados na maior parte dos empreendimentos, possuindo assim uma certa padronização de uso, podendo assim serem estocados.

Após aplicação dos critérios acima, observa-se um total de 2300 itens a serem estocados no CD. Considerando esses 2300 itens, realizou-se a comparação com os materiais necessários de cada um dos 5 diferentes empreendimentos, obtendo-se assim a quantidade total de cada item por tipo de empreendimento, assim como o custo total de compra dos materiais propícios a serem armazenados no CD.

Utilizando todos os critérios foi possível criar listas de produtos com suas respectivas categorias, como mostra o Quadro 5. A filtragem de materiais e a sua devida classificação proporcionam a melhor alocação de todos os itens, podendo escolher entre os melhores tipos ou estruturas de armazenagem.

Quadro 5 – Classificação de materiais para estocagem

Listas	Critérios de Classificação	Local de Armazenagem
Lista 01	Lista composta por materiais que serão regulados pelo critério de estoque mínimo. Dentro deste agrupador tem-se uma segmentação proposta por dois critérios. O primeiro deles, materiais que possuem grande volume, baixo custo, sem orientação de quantitativo gerado por projeto. O segundo critério corresponde aos materiais de menor volume e maior custo, entretanto que sua	Almoxarifado

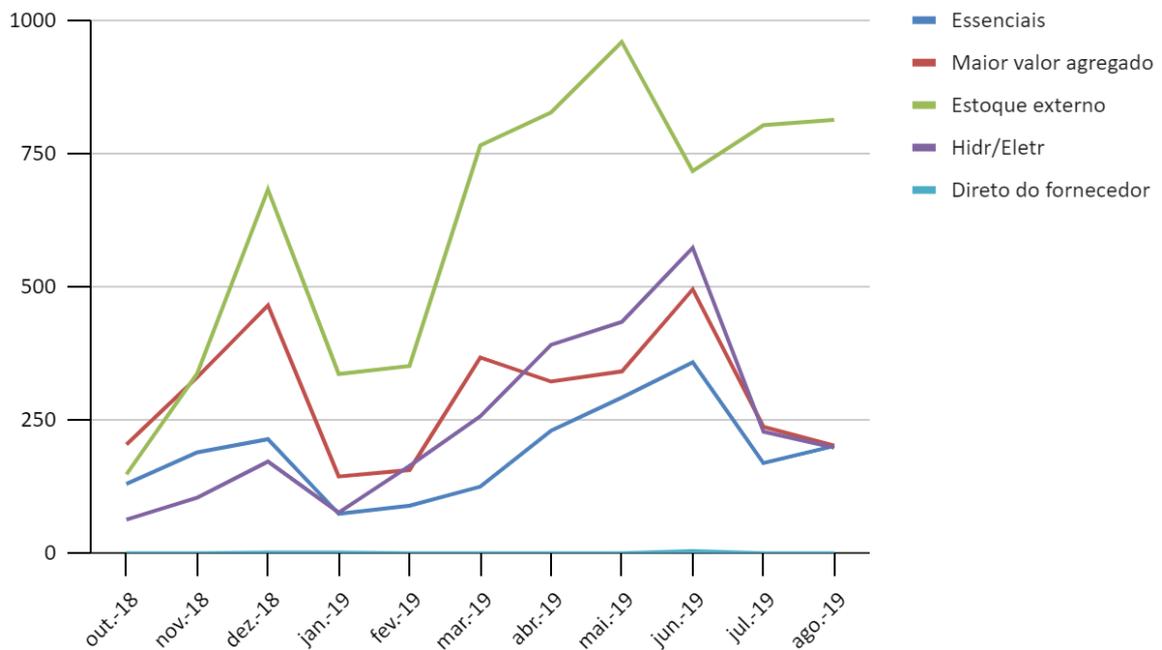
	falta pode atrapalhar o andamento das atividades da obra e gerar atrasos.	
Lista 02	Os itens presentes nesta lista são materiais de maior valor agregado, tamanho pequeno e/ou de uso pontual. Materiais orientados por projeto.	Almoxarifado
Lista 03	Na lista 03 são apresentados os materiais que ocupam grande volume para estoque e podem ser estocados em espaços externos ao almoxarifado ou em depósitos auxiliares específicos.	Estoque externo
Lista Hidráulica e Elétrica	Materiais Hidráulicos e elétricos de menor valor agregado, os quais podem ficar em um depósito auxiliar específico.	Almoxarifado específico
Lista materiais sem estoque	Os materiais considerados sem estoque, são materiais de aplicação rápida os quais não chegam a ser armazenados devido sua aplicação muito específica em atividades pontuais.	Direto no ponto de consumo

Fonte: Autoria própria (2022).

O armazenamento de materiais no centro de distribuição para este estudo de caso não será feito em sua totalidade no mesmo período de tempo, diferentes tipos de empreendimentos e fases da construção influenciam em qual material será necessário para determinado intervalo. Pela análise dos 5 empreendimentos e tendo o dado de quando o material foi usado na construção conforme o gráfico 2, é possível determinar essa linha do tempo e assim encontrar de forma aproximada o maior volume a ser estocado.

Possuindo a estimativa do volume que pode estar em estoque é possível estimar qual o tamanho do centro de distribuição mais adequado para tais operações, para o estudo de caso foram estudados três diferentes tamanhos de CD, 1000 m<sup>2</sup>, 2000 m<sup>2</sup> e 3000 m<sup>2</sup>. No caso da empresa do estudo de caso, pelo volume de materiais e por se tratar de uma empresa de construção civil que está em constante crescimento, o tamanho mais adequado para o momento é o de 2000 m<sup>2</sup>. Também é possível começar a trabalhar com os custos de implementação de um centro de distribuição numa cadeia logística, tema esse apresentado no próximo tópico.

Gráfico 2 – Volume de materiais no intervalo de tempo



Fonte: autoria própria (2022).

## 4.2 LEVANTAMENTO DE CUSTOS

Utilizando a técnica de Demonstração do Resultado do Exercício (DRE) seguindo o modelo estabelecido pela Lei 6.404/1976, pode-se ter ampla visão dos custos operacionais, como também os de transporte. Tratando cada elemento presente como sendo um gerador de custos e dividindo em diferentes setores, obtém-se um DRE dos custos totais envolvendo toda a implementação do CD (disponível no Apêndice A).

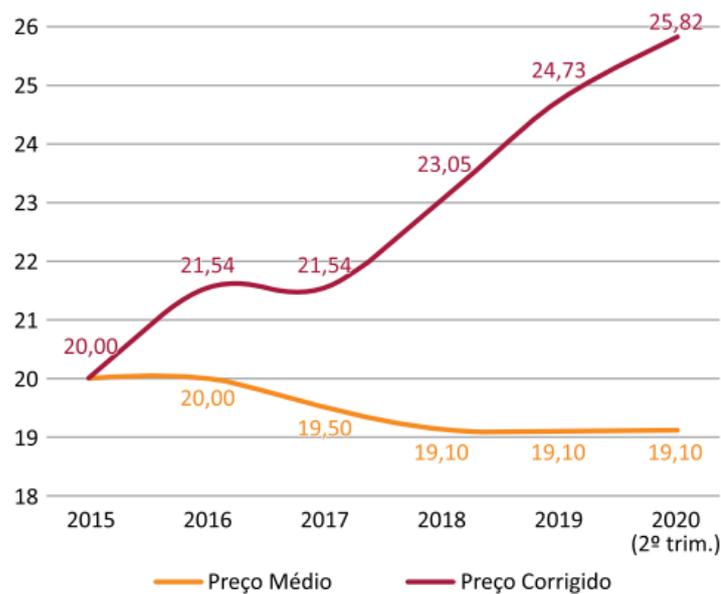
O DRE é dividido em saídas e entradas, representando os custos e receitas do CD. Para os cálculos iniciais não há entradas, visto que essas deverão ser o valor ganho de desconto na compra pela elasticidade do preço, elasticidade esta não presente de forma explícita nas compras atuais de acordo com os dados apresentados pela empresa.

O custo de compra dos materiais foi obtido por meio de dados da própria empresa nas planilhas de dados dos itens utilizados, possuindo o custo unitário e custo total de cada item dentre os 2300 já previamente filtrados. O valor total para

todos os empreendimentos foi de R\$ 28.740.397,73 e possuindo um período de tempo médio de utilização dos materiais de 2,9 anos. Assim o custo médio anual de compra de mercadorias é de aproximadamente R\$ 9.849.348,09.

Para os custos de locação e não de construção de um CD novo segundo Viana (2020) os preços de locação, após apresentarem queda entre 2015 e 2017, têm mantido certa estabilidade desde então, em valores nominais, o que significa que tem havido queda nos preços em valores atualizados pela inflação. Ao se corrigir o valor praticado em dezembro/2015 (R\$ 20,00) pelo IGP-M, chega-se a defasagem de 35,2% entre o preço médio praticado em junho/2020 e o valor corrigido pela inflação, conforme pode ser visto no Gráfico 3.

Gráfico 3 – Evolução do preço médio pedido de locação (R\$/m<sup>2</sup>/mês) no Brasil: 2015 a 2020



Fonte: Viana (2020).

De acordo com Silva (2019), diretor de contas da LOGISC Consultoria e Treinamentos, o custo médio por metro quadrado da operação de um centro de distribuição varia entre 300 a 500 reais, a depender do valor do item, volume, tempo de armazenagem, etc. Possuindo os custos de operação e de compra é possível estimar quanto o preço de compra agregada de mercadoria deve cair para o CD começar a ser viável economicamente como mostra o Quadro 6.

Quadro 6 – Custos gerais

Alugar Galpão	Pequeno(m <sup>2</sup> )	Médio(m <sup>2</sup> )	Grande(m <sup>2</sup> )
Área (m <sup>2</sup> )	1000	2000	3000
Aluguel (R\$)	R\$ 19.100,00	R\$ 38.200,00	R\$ 57.300,00

Custo operacional ano			
300	R\$ 529.200,00	R\$ 1.058.400,00	R\$ 1.587.600,00
400	R\$ 629.200,00	R\$ 1.258.400,00	R\$ 1.887.600,00
500	R\$ 729.200,00	R\$ 1.458.400,00	R\$ 2.187.600,00

Custo Logístico DRE	Pequeno(m <sup>2</sup> )	Médio(m <sup>2</sup> )	Grande(m <sup>2</sup> )
Total Mensal	R\$ 52.433,33	R\$ 104.866,67	R\$ 157.300,00
Total Anual	R\$ 629.200,00	R\$ 1.258.400,00	R\$ 1.887.600,00
Economia mínima necessária	6%	13%	19%

Fonte: Autoria própria (2022).

Assim, para o caso médio onde o custo operacional anual por metro quadrado é de 400 e somando com o custo anual de aluguel, para o CD de 2000 m<sup>2</sup> o valor a ser abatido deve ser aproximadamente de 13% do custo de compra atual, caso esse valor não consiga ser atingido nem por outras frentes de redução de custo, a implementação do CD não será economicamente viável.

## 5. APLICAÇÃO DO MÉTODO AHP

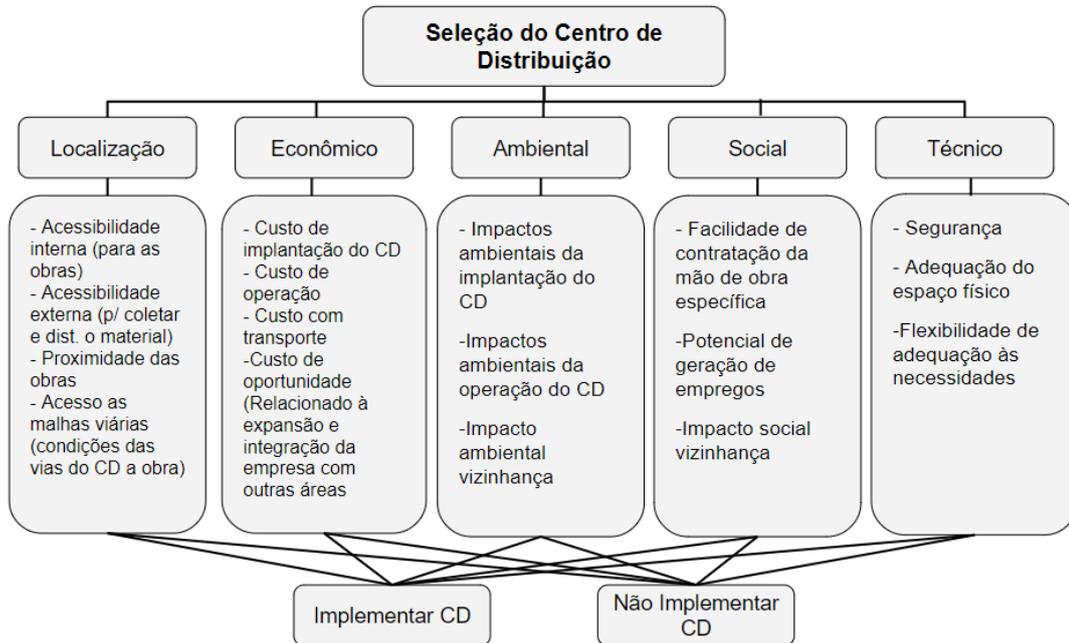
A seleção dos critérios para avaliação da tomada de decisão da implementação de um centro de distribuição foi baseada em (Rosa et al, 2015), e também tendo como base as diretrizes da empresa sobre quais questões são mais importantes e impactantes, gerando assim a Figura 3 considerando os seguintes tópicos:

- **Localização:** Estão relacionados a melhor escolha, que pode reduzir custos com transporte e tempo de entrega. Também se analisa as questões físicas da malha viária e sua estrutura e se o local é seguro;
- **Econômico:** Os subcritérios econômicos são pertinentes aos custos que o centro de distribuição traria à empresa, como sua implementação e seus custos de operação;
- **Ambiental:** Dizem respeito aos impactos ambientais causados pela implantação e operação do CD;
- **Social:** Relacionados a influência da implantação do CD na sociedade, como geração de empregos e seus impactos;
- **Técnicos:** São os critérios como segurança e flexibilidade de adequação às necessidades.

Estes são considerados os critérios com maior importância para o auxílio da tomada de decisão, segundo interesse da empresa, para analisar as alternativas de implementar ou não implementar o centro de distribuição.

Assim, todos os critérios e subcritérios escolhidos estão relacionados à funcionalidade e a melhoria dos processos da empresa em relação a seus atributos, como também aos impactos que esse centro pode causar no ambiente e na sociedade. Com os critérios e subcritérios definidos, o julgamento par a par foi feito. Destacando-se que, inicialmente, deve-se comparar todos os critérios, conforme hierarquia ilustrada na Figura 3.

Figura 3 – Hierarquia de critérios



Fonte: Autoria própria (2022).

No Quadro 7 exemplificam-se os julgamentos relacionados a todos os pares de critérios, sendo que o mais importante para a implementação de um CD, segundo definido pela empresa, é indicado como verdadeiro.

Quadro 7 - Avaliação critérios

CRITÉRIO AVALIADO		CRITÉRIO COMPARAÇÃO		PESO
Localização	FALSO	Econômico	VERDADEIRO	3
Localização	VERDADEIRO	Ambiental	FALSO	5
Localização	VERDADEIRO	Social	FALSO	3
Localização	VERDADEIRO	Técnico	FALSO	3
Econômico	VERDADEIRO	Ambiental	FALSO	7
Econômico	VERDADEIRO	Social	FALSO	5
Econômico	VERDADEIRO	Técnico	FALSO	3
Ambiental	FALSO	Social	VERDADEIRO	3
Ambiental	FALSO	Técnico	VERDADEIRO	5
Social	FALSO	Técnico	VERDADEIRO	3

Fonte: Autoria própria (2022).

Os pesos atribuídos, como ilustrada na última coluna do Quadro 7, são referências da escala de julgamento de Saaty (2000).

A matriz com os pesos escolhidos pelos gestores da empresa e seus respectivos critérios é apresentada no Quadro 8.

Quadro 8 - Matriz Importância dos Critérios

<b>CRITÉRIOS</b>	<b>Localização</b>	<b>Econômico</b>	<b>Ambiental</b>	<b>Social</b>	<b>Técnico</b>
Localização	1	1/3	5	3	3
Econômico	3	1	7	5	3
Ambiental	1/5	1/7	1	1/3	1/5
Social	1/3	1/5	3	1	1/3
Técnicos	1/3	1/3	5	3	1
<b>TOTAL</b>	<b>4,87</b>	<b>2,01</b>	<b>21,00</b>	<b>12,33</b>	<b>7,53</b>

Fonte: Autoria própria (2022).

Os dados na Matriz Importância dos Critérios devem ser normalizados, dividindo cada valor da coluna pelo seu respectivo total.

O Vetor Eigen, mostrado no Quadro 9, indica os pesos relativos entre os critérios e representa as prioridades médias locais (PML) e pode ser calculado através da média de cada linha  $i$  da matriz e seus valores indicam o peso de cada critério para o objetivo global.

Quadro 9 – Matriz normalizada e Vetor Eigen

<b>CRITÉRIOS</b>	<b>Localização</b>	<b>Econômico</b>	<b>Ambiental</b>	<b>Social</b>	<b>Técnico</b>	<b>Vetor Eigen</b>
Localização	0,21	0,17	0,24	0,24	0,40	25,02%
Econômico	0,62	0,50	0,33	0,41	0,40	45,02%
Ambiental	0,04	0,07	0,05	0,03	0,03	4,27%
Social	0,07	0,10	0,14	0,08	0,04	8,72%
Técnicos	0,07	0,17	0,24	0,24	0,13	16,97%
<b>TOTAL</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>100,00%</b>

Fonte: Autoria própria (2022).

Observa-se que as somas das colunas da matriz normalizada e dos valores do vetor deve ser igual a 1.

A prioridade média local é feita em relação ao elemento superior da hierarquia, portanto a prioridade média local dos critérios é igual a prioridade global (PG), pois é o primeiro elemento hierárquico.

As prioridades globais dos cinco critérios são indicadas no Quadro 10, juntamente com o total dos pesos de julgamento e o produto entre os dois.

Quadro 10 - PG dos critérios e produto

<b>CRITÉRIOS</b>	<b>PG</b>	<b>Total</b>	<b>Produto</b>
Localização	0,25	4,87	1,22
Econômico	0,45	2,01	0,90
Ambiental	0,04	21,00	0,90
Social	0,09	12,33	1,08
Técnicos	0,17	7,53	1,28

Fonte: Autoria própria (2022).

Assim, foram feitos os mesmos processos sucessivamente para todos os subcritérios, com a diferença de que sua prioridade global é calculada em relação aos critérios do primeiro nível hierárquico.

O Quadro 11 apresenta a matriz com os valores dos julgamentos para os subcritérios da localização. Da mesma forma feita para os outros critérios, ela foi normalizada e então os valores das PML's puderam ser calculados.

Quadro 11 – Matriz avaliação subcritérios localização

<b>LOCALIZAÇÃO</b>	<b>Acessibilidade Interna</b>	<b>Acessibilidade Externa</b>	<b>Proximidade das obras</b>	<b>Acesso viário</b>
Acessibilidade Interna	1	3	1/3	5
Acessibilidade Externa	1/3	1	1/3	3
Proximidade das obras	3	3	1	7
Acesso viário	1/5	1/3	1/7	1
<b>TOTAL</b>	<b>4,53</b>	<b>7,33</b>	<b>1,81</b>	<b>16,00</b>

Fonte: Autoria própria (2022).

Como a prioridade global dos subcritérios é em relação ao seu critério superior, neste caso a localização, foi calculado a PG multiplicando os valores do vetor de Eigen pela prioridade global do critério, de 25,02% ilustrada no Quadro 12.

Quadro 12 – Matriz normalizada subcritérios localização

<b>LOCALIZAÇÃO</b>	<b>Acessibilidade Interna</b>	<b>Acessibilidade externa</b>	<b>Proximidade das obras</b>	<b>Acesso viário</b>	<b>Vetor Eigen</b>
Acessibilidade Interna	0,22	0,41	0,18	0,31	28,16%
Acessibilidade externa	0,07	0,14	0,18	0,19	14,54%
Proximidade das obras	0,66	0,41	0,55	0,44	51,52%
Acesso viário	0,04	0,05	0,08	0,06	5,78%
<b>TOTAL</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>100,00%</b>

Fonte: Autoria própria (2022).

Essas etapas foram repetidas para todos os subcritérios. Assim, no Quadro 13 estão ilustrados todos os valores da matriz normalizada dos subcritérios da localização, como exemplo.

Quadro 13 – Matriz normalizada subcritérios localização

<b>Critério</b>	<b>PG</b>
<b>Localização</b>	<b>25,02%</b>
Inconsistência= 7,38%	
Acessibilidade Interna	$28,16 * 25,02 = 7,05\%$
Acessibilidade Externa	$14,54 * 25,02 = 3,64\%$
Proximidade das obras	$51,52 * 25,02 = 12,89\%$
Acesso viário	$5,78 * 25,02 = 1,44\%$

Fonte: Autoria própria (2022).

O tópico a seguir trará o cálculo de todos os outros critérios e análises sobre os resultados dos mesmos de acordo com o caso estudado.

## 5.1 JULGAMENTO PARITÁRIO E CÁLCULO PG DOS CRITÉRIOS FRENTE ÀS ALTERNATIVAS

Os procedimentos nesta etapa são os mesmos vistos anteriormente, mas as análises são feitas em relação às alternativas (Implementação ou não do CD).

O quadro 14 ilustra a relação de julgamentos paritários para o critério da localização.

Quadro 14 – Julgamentos para os subcritérios da localização

<b>Acessibilidade Interna</b>			
<b>Alternativa 1</b>	<b>Alternativa 2</b>		<b>Peso</b>
Implementação do CD VERDADEIRO	Não Implementação do CD FALSO		7
<b>Acessibilidade Externa (para coletar e distribuir os materiais)</b>			
<b>Alternativa 1</b>	<b>Alternativa 2</b>		<b>Peso</b>
Implementação do CD VERDADEIRO	Não Implementação do CD FALSO		7
<b>Proximidade das obras</b>			
<b>Alternativa 1</b>	<b>Alternativa 2</b>		<b>Peso</b>
Implementação do CD VERDADEIRO	Não Implementação do CD FALSO		7
<b>Acesso viário (condições das vias do CD as obras)</b>			
<b>Alternativa 1</b>	<b>Alternativa 2</b>		<b>Peso</b>
Implementação do CD VERDADEIRO	Não Implementação do CD FALSO		3

Fonte: Autoria própria (2022).

Ou seja, levando-se em consideração o subcritério da acessibilidade interna para a obra é fortemente preferível (peso 7) a alternativa para a Implementação do CD, por exemplo, pois isso facilitaria o processo de distribuição de materiais para a obra.

Assim, os mesmos procedimentos de montar e normalizar a matriz são feitos, e então o vetor com as prioridades globais, como no Quadro 15.

Quadro 15 – Matriz normalizada e Vetor Eigen do subcritério da localização

<b>Acessibilidade Interna</b>	<b>Implementação do CD</b>	<b>Não Implementação do CD</b>	<b>Implementação do CD</b>	<b>Não Implementação do CD</b>	<b>Vetor Eigen</b>
Implementação do CD	1	7	0,88	0,88	87,50%
Não Implementação do CD	1/7	1	0,13	0,13	12,50%
<b>TOTAL</b>	<b>1,1429</b>	<b>8,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>100,00%</b>

Fonte: Autoria própria (2022).

A mesma análise para todos os subcritérios frente às alternativas é realizada logo após o cálculo dos pesos dos critérios frente ao objetivo e perante às alternativas, multiplicando-as como ilustrado no Quadro 16.

Quadro 16 – Cálculo dos pesos finais

<b>Critérios</b>	<b>Peso</b>	<b>Implementação CD</b>		<b>Não Implementação CD</b>	
	<b>Peso critério</b>	<b>Peso Alternativa</b>	<b>Produto</b>	<b>Peso Alternativa</b>	<b>Produto</b>
Acessibilidade Interna	7,05%	87,50%	6%	12,50%	1%
Acessibilidade Externa	3,64%	87,50%	3%	12,50%	0,5%
Proximidade das obras	12,89%	87,50%	11%	12,50%	2%
Acesso viário	1,44%	75,00%	1%	25,00%	0,4%

Fonte: Autoria própria (2022).

Assim, a última etapa do processo é obter uma somatória desses dois produtos, que indica qual alternativa deve ser escolhida, sendo a de maior percentagem. Porém como foi apresentado no tópico 2.3 deste trabalho, existem diversas formas de aplicações do método AHP, assim como diversos softwares também. No tópico a

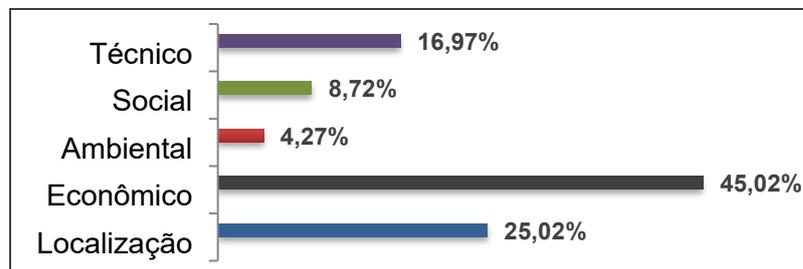
seguir, será realizado uma análise comparativa entre dois softwares, *Microsoft Excel* e *Super Decisions*, para entender se existe diferença e o quão relevante essa diferença é para o modelo aplicando o mesmo estudo de caso.

## 5.2 RESULTADOS E COMPARATIVO COM O SOFTWARE *SUPER DECISIONS*

O software foi desenvolvido pela *Creative Decisions Foundation* criada por Thomas L. Saaty criador do método AHP e é o único software gratuito que implementa o método AHP e ANP, pois a fundação tem o objetivo de educar e ajudar as pessoas para que tomem decisões mais racionais (CREATIVE DECISIONS FOUNDATION, 2021).

Conforme a metodologia AHP é aplicada, é possível analisar a importância de cada critério escolhido para o objetivo global e para as alternativas conforme ilustrado no Gráfico 4.

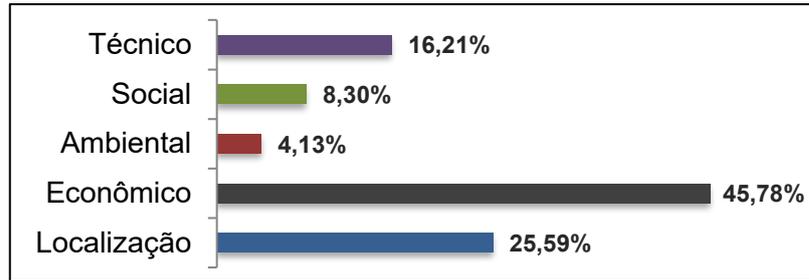
Gráfico 4 – Peso dos critérios



Fonte: Autoria própria (2022).

Observa-se no Gráfico 4 que a empresa prioriza o critério econômico para a seleção de um centro de distribuição, sendo o fator ambiental o de menor relevância comparado aos outros. Outro critério que sobressai é o da localização, que já foi previamente estudado por Batista Neto (2019) definindo uma localização ótima, considerando-se sete empreendimentos da empresa.

Para critérios de comparação, utilizando o software *Super Decisions* e utilizando todos os mesmos parâmetros, é possível analisar a acuracidade de cada aplicação do método AHP, conforme citados anteriormente no item 2.2 deste trabalho, conforme ilustrado na Figura 4.

Figura 4 – Peso dos critérios no *SuperDecisions*

Fonte: Autoria própria (2022).

É possível observar que as diferenças entre cada modelo são mínimas, e que o resultado de quais critérios se sobressaem continuam os mesmos com o econômico em destaque. Também é possível analisar a importância dos subcritérios para o objetivo, como mostrado no Quadro 17.

Quadro 17 – Peso e julgamento dos subcritérios da Localização

LOCALIZAÇÃO	Acessibilidade Interna	Acessibilidade Externa	Proximidade das obras	Acesso viário
Acessibilidade Interna	1	3	1/3	5
Acessibilidade Externa	1/3	1	1/3	3
Proximidade das obras	3	3	1	7
Acesso viário	1/5	1/3	1/7	1

Fonte: Autoria própria (2022).

Uma análise mais visual e detalhada sobre os pesos e as relações entre os subcritérios, assim como a inconsistência, é demonstrada na Figura 5.

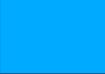
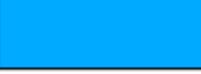
Figura 5 - Peso e julgamento dos subcritérios da Localização



Fonte: Autoria própria (2022).

Para níveis de comparação, a Figura 6 traz os resultados obtidos por meio do software *Super Decisions*, porém vale ressaltar que os resultados apresentados não estão multiplicados pelo peso do critério de localização, mas é possível perceber que a relação entre subcritérios permanece a mesma.

Figura 6 – Peso e julgamento dos subcritérios da Localização no *Super Decisions*

Inconsistency: 0.05233		
Acessibil~		0.13933
Acessibil~		0.27881
Acesso as~		0.05646
Proximida~		0.52540

Fonte: Autoria própria (2022).

Neste esse caso, é possível comparar com os valores da Figura 6, podemos então comparar com os valores do Quadro 12, vendo também que cada prioridade se mantém, não havendo diferenças entre as ordens. As inconsistências acabam se tornando o fator mais distinto, muito por conta da diferença entre algoritmos significativos utilizados nos cálculos.

O critério de proximidade das obras é indicado como o mais importante nas duas alternativas de aplicação do método, visto que suas notas de julgamento de importância foram maiores. Isso pelo fato de que a proximidade proporciona menor tempo de viagem e um menor custo geral.

O custo de transporte é o de maior importância Figura Quadro 18, isso se deve pelo fato de que é um dos maiores custos na logística, representando cerca de 60% das despesas logísticas, sendo uma percentagem muito grande e que influencia diretamente no critério econômico. Esses critérios podem ser utilizados também para diferentes análises sobre em quais áreas atacar para proporcionar uma maior redução de custos.

Quadro 18 – Peso e julgamento dos subcritérios Econômicos

ECONÔMICO	Custo de implantação do CD	Custo de Operação	Custo de transporte	Custo de oportunidade
Custo de implantação do CD	1	1/3	1/5	1
Custo de Operação	3	1	1/3	3
Custo de transporte	5	3	1	7
Custo de oportunidade	1	1/3	1/7	1

Fonte: Autoria própria (2022).

Uma análise mais visual e detalhada sobre os pesos e as relações entre os subcritérios, assim como a inconsistência, é demonstrada na Figura 7.

Figura 7 – Julgamento dos subcritérios Econômicos



Fonte: Autoria própria (2022).

O arquivo disponibilizado para a criação de um DRE, auxilia também na escolha dos pesos e características desse critério, podendo ver quais áreas de custo irão ter maior impacto para a empresa e assim com base nisso, escolher os pesos entre critérios, diminuindo assim o fator humano de opinião e tendo uma análise mais assertiva sobre o critério.

A operação do CD tem um impacto maior para o critério ambiental pois a implantação e o impacto ambiental para vizinhança não são tão significantes quanto Quadro 19, visto que sua implantação é considerada simples e que não acarreta em grandes impactos para vizinhança, comparado aos impactos da sua operação.

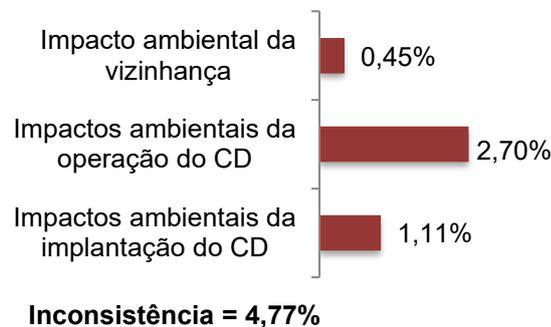
Quadro 19 – Peso e julgamento dos subcritérios Ambientais

AMBIENTAL	Impactos ambientais da implantação do CD	Impactos ambientais da operação do CD	Impacto ambiental da vizinhança
Impactos ambientais da implantação do CD	1	1/3	3
Impactos ambientais da operação do CD	3	1	5
Impacto ambiental da vizinhança	1/3	1/5	1

Fonte: Autoria própria (2022).

Uma análise mais visual e detalhada sobre os pesos e as relações entre os subcritérios, assim como a inconsistência, é demonstrada na Figura 8.

Figura 8 – Julgamento dos subcritérios Ambientais



Fonte: Autoria própria (2022).

A geração de empregos é a mais importante, seguida da facilidade de contratação da mão de obra específica Quadro 20, pois são aspectos chaves para a avaliação do desenvolvimento econômico de uma região e influenciam diretamente na economia do país, e como o critério é social, a empresa optou por escolher a geração de empregos para o mais importante. Enquanto que o impacto social provocado na vizinhança foi o critério menos favorecido, muito por conta de que a implementação de um centro de distribuição em determinadas regiões pode acarretar em congestionamentos e um trânsito mais lento por conta das entradas e saídas de caminhões do recinto.

Quadro 20 – Peso e julgamento dos subcritérios Sociais

SOCIAL	Facilidade de contratação da mão de obra específica	Potencial de geração de empregos	Impacto social da vizinhança
Facilidade de contratação da mão de obra específica	1	1	3
Potencial de geração de empregos	1	1	5
Impacto social vizinhança	1/3	1/5	1

Fonte: Aatoria própria (2022).

Uma análise mais visual e detalhada sobre os pesos e as relações entre os subcritérios, assim como a inconsistência, é demonstrada na Figura 8.

Figura 9 – Peso e julgamento dos subcritérios Sociais



Fonte: Aatoria própria (2022).

A flexibilidade de adequação das necessidades tem importância extrema em relação a adequação ao espaço físico e a segurança Quadro 21. Isso porque a empresa procura, com a implantação de um CD, justamente melhorar sua dinâmica interna e se tornar mais flexível conforme suas necessidades, não necessitando de um contato tão frequentes com fornecedores ou terceiros para conseguir se adequar aos imprevistos que possam ocorrer ao longo do empreendimento. A adequação se torna relevante pois de acordo com a empresa o espaço utilizado nos empreendimentos para o armazenamento de materiais pode ser menor com a construção o CD, possibilitando uma melhora logística em todo o canteiro de obras e assim melhorando o fluxo.

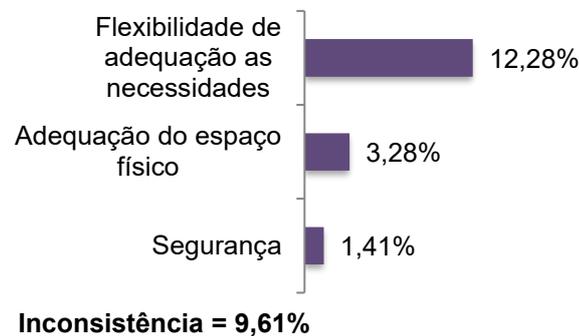
Quadro 21 – Peso e julgamento dos subcritérios Técnicos

TÉCNICO	Seguranç a	Adequação do espaço físico	Flexibilidade de adequação às necessidades
Segurança	1	1/3	1/7
Adequação do espaço físico	3	1	1/5
Flexibilidade de adequação às necessidades	7	5	1

Fonte: Autoria própria (2022).

Uma análise mais visual e detalhada sobre os pesos e as relações entre os subcritérios, assim como a inconsistência, é demonstrada na Figura 10.

Figura 10 – Julgamento dos subcritérios Técnicos



Fonte: Autoria própria (2022).

Logo após as avaliações, o produto entre as prioridades globais de cada critério deve ser feito e para obter a porcentagem final de cada alternativa tendo a relação dos pesos de cada subcritério com as duas alternativas possíveis para este caso, é então feita a soma desse produto e os resultados finais estão listados no Quadro 22.

Utilizando esse método é possível obter uma visualização detalhada de todo o método, com cada critério presente utilizado e assim facilitando as comparações que devem ser realizadas, tendo a noção de quais critérios são mais importantes de um modo geral.

Quadro 22 – Resultado pesos finais

Critérios	Peso	Implementar CD		Não Implementar CD	
	Peso critério	Peso Alternativa	Produto	Peso Alternativa	Produto
Acessibilidade Interna	7,05%	87,50%	6%	12,50%	1%
Acessibilidade Externa	3,64%	87,50%	3%	12,50%	0,5%
Proximidade das obras	12,89%	87,50%	11%	12,50%	2%
Acesso viário	1,44%	75,00%	1%	25,00%	0,4%
Custo de implantação do CD	4,21%	16,67%	1%	83,33%	4%
Custos Operacionais	10,84%	16,67%	2%	83,33%	9%
Custo com transporte	26,14%	16,67%	4%	83,33%	22%
Custo de oportunidade	3,83%	83,33%	3%	16,67%	1%
Impactos ambientais da implantação	1,11%	25,00%	0,3%	75,00%	1%
Impactos ambientais da operação	2,70%	25,00%	1%	75,00%	2%
Impacto ambiental vizinhança	0,45%	16,67%	0,1%	83,33%	0,4%
Facilidade da contratação da mão de obra específica	3,54%	75,00%	3%	25,00%	0,9%
Potencial de geração de empregos	4,18%	87,50%	4%	12,50%	0,5%
Impacto social vizinhança	1,00%	75,00%	0,8%	25,00%	0,3%
Segurança	1,41%	83,33%	1%	16,67%	0,2%
Adequação do espaço físico	3,28%	87,50%	3%	12,50%	0,4%
Flexibilidade de adequação as necessidades	12,28%	87,50%	11%	12,50%	1,5%
<b>TOTAL</b>		<b>55%</b>		<b>45%</b>	

Fonte: Autoria própria (2022).

O compilado com todos as porcentagens das prioridades globais utilizando o método AHP pelo software *SuperDecisions*, é possível visualizar de forma mais objetiva e simplificada por conta do detalhe gráfico as relações entre critérios apresentado na Figura 11.

A análise pode ser feita também comparando os resultados dos dois softwares, tanto o *Excel* como o *Super Decisions*. De modo geral a diferença não foi significativa, não mudando em nenhuma vez as ordens de prioridades para o método estudado, olhando minuciosamente critério por critério, a diferença não foi realmente relevante para esse estudo, sendo possível a escolha de qualquer um dos softwares para a obtenção dos mesmos resultados.

Figura 11 – Compilado dos critérios no *Super Decisions*

Here are the priorities.		
Name		Normalized by Cluster
Ambiental		0.04130
Econômico		0.45778
Localizacao		0.25586
Social		0.08296
Técnico		0.16210
Acessibilidade Externa		0.03565
Acessibilidade Interna		0.07134
Acesso as malhas viárias		0.01444
Adequação do espaço físico		0.03054
Custo de Implementação		0.04239
Custo de Operação		0.10949
Custo de Oportunidade		0.03860
Custo de Transportes		0.26729
Facilidade de contratação		0.03363
Flexibilidade às necessidades		0.11844
Impacto social vizinhança		0.00946
Impactos ambientais da operação		0.02631
Impactos ambientais do CD		0.01067
Impactos ambientais na vizinhança		0.00433
Potencial de geração de empregos		0.03987
Proximidade das Obras		0.13443
Segurança		0.01312

Fonte: Autoria própria (2022).

Ainda realizando o comparativo entre programas computacionais, para os resultados finais dos modelos, o resultado não se alterou permanecendo em um erro próximo de 0,5% como mostrado na Figura 12.

Figura 12 – Resultado final no *Super Decisions*

Here are the priorities.	
Name	Normalized by Cluster
Implementar	0.54256
Não Implementar	0.45744

Fonte: Autoria própria (2022).

Assim, com os critérios devidamente julgados, o método AHP para a aplicação deste problema indica que a melhor opção para a empresa seria a implementação do centro de distribuição, com uma porcentagem de 55% utilizando o método no Excel, e 54%, utilizando o software *Super Decisions*. Resultado esse sendo o principal de acordo com todas as informações fornecidas pela empresa, tanto de quais critérios utilizados, como os pesos fornecidos.

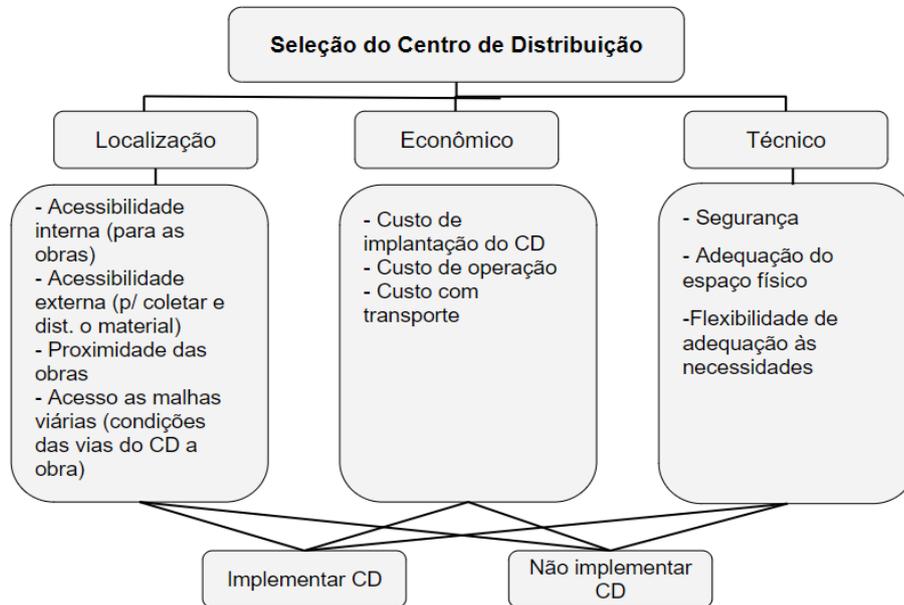
É necessário destacar que para este estudo, os resultados podem ser diversificados a depender dos avaliadores e de quais critérios são utilizados para toda a análise. No tópico a seguir, será mostrado uma visualização paralela caso seja removido alguns dos critérios principais do modelo e o quanto isso irá afetar na tomada de decisão final.

### 5.3 ANÁLISE DE SENSIBILIDADE

Como o método AHP é baseado em uma avaliação intuitiva, o resultado final obtido com sua aplicação pode ser modificado dependendo dos julgamentos e dos critérios escolhidos pelos tomadores de decisão. A Figura 13 ilustra a hierarquia inicialmente cogitada pela empresa, sem considerar os critérios ambientais e sociais, uma análise mais genérica na qual a empresa em um primeiro momento imaginou ser a melhor opção, deixando de lado critérios considerados secundários a ideia inicial, critérios estes que resultam em resultados apresentados pelo Gráfico 5.

Em contrapartida os subcritérios pertencentes aos critérios principais permaneceram os mesmos, não sofrendo alterações para assim entender até que ponto a retirada dos critérios principais muda no resultado final apresentado pelo modelo

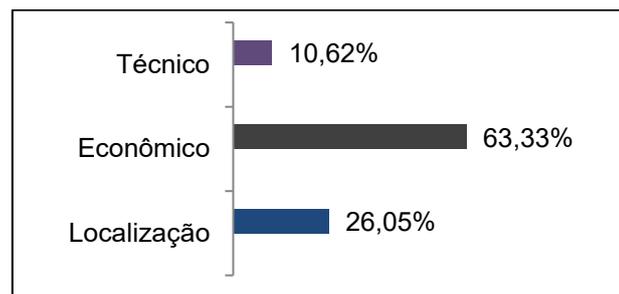
Figura 13 – Hierarquia critérios iniciais



Fonte: Autoria própria (2022).

Ao se analisar os pesos definidos para os critérios ilustrados no Gráfico 5, tem-se um destaque no critério econômico. Esse destaque é ainda maior se comparado, por exemplo, com os valores do Gráfico 4, ficando ainda mais evidente a importância da análise de viabilidade econômica para implementação do CD.

Gráfico 5 – Peso dos critérios de simulação inicial



Fonte: Autoria própria (2022).

Partindo para uma visualização dos subcritérios, por serem os mesmos da análise anterior, porém agora com a diferença nos pesos apresentados pelos critérios principais e por serem também diretamente proporcionais a esses pesos pois ocorre a multiplicação entre eles. Subsequentemente, os resultados do método são gerados, conforme a Quadro 23.

Quadro 23 – Resultado da análise paralela.

Construção CD	SIM			NÃO	
	Peso critério	Peso Alternativa	Produto	Peso Alternativa	Produto
Acessibilidade Interna	7,34%	87,50%	6%	12,50%	1%
Acessibilidade Externa	3,79%	87,50%	3%	12,50%	0%
Proximidade das obras	13,42%	87,50%	12%	12,50%	2%
Acesso viário	1,50%	75,00%	1%	25,00%	0%
Custo de implantação do CD	6,72%	16,67%	1%	83,33%	6%
Custos Operacionais	16,50%	16,67%	3%	83,33%	14%
Custo com transporte	40,11%	16,67%	7%	83,33%	33%
Segurança	0,88%	83,33%	1%	16,67%	0,1%
Adequação do espaço físico	2,05%	87,50%	2%	12,50%	0,3%
Flexibilidade de adequação as necessidades	7,68%	87,50%	7%	12,50%	1,0%
<b>TOTAL</b>			<b>42%</b>		<b>58%</b>

Fonte: Autoria própria (2022).

É possível destacar que os critérios relacionados aos custos se tornaram muito maiores se compararmos ao Quadro 22 apresentado anteriormente, essa diferença se dá pelo aumento do peso relacionado ao critério principal de custo, não tendo o critério ambiental e nem o social para dividir o impacto causado pelos custos o resultado se torna completamente diferente, agora com a não implementação do CD como sendo a escolha correta com uma margem ainda maior entre as decisões se compararmos ao Quadro 22.

Então, dependendo dos critérios escolhidos para influenciar no objetivo desejado, as respostas podem ser diferentes e isso se aplica as avaliações feitas também, pois dependendo da importância vista pelos decisores as notas podem ser diferentes.

O método também é bastante sensível a quem está utilizando, os resultados finais podem ser diversos entre diretores de uma mesma empresa por se tratar de opiniões e pensamentos dos usuários como base para as análises de decisão. Assim como no caso apresentado, as análises variam conforme os critérios e subcritérios escolhidos.

Isso reforça a importância que esse grupo de decisores seja composto por profissionais específicos e qualificados de cada área da empresa, de modo que evite criar uma tendência a um determinado critério e assim afetar nas avaliações e consequentemente no resultado de escolha. Os critérios devem ser de áreas abrangentes que também influenciam na imagem, na economia e na praticidade dentro da empresa.

## 6. CONCLUSÃO

O objetivo principal do trabalho consistiu em desenvolver um método de tomada de decisão multicritério para analisar a viabilidade de implantação do centro de distribuição voltado para a construção civil.

As análises de viabilidade proporcionam uma visão mais técnica e aprofundada sobre uma decisão, interessa aos que prezam pela segurança e assertividade em suas decisões. Tendo em vista que o foco da empresa está em otimizar suas operações logísticas a ideia de implementação de um centro de distribuição se torna pertinente.

Após levantamento bibliográfico, optou-se pela utilização do método *Analytic Hierarchy Process*. Para isso foi necessário conhecer os fatores relevantes segundo os interesses da empresa e fundamentos logísticos, por meio de referencial bibliográfico e conversas realizadas com representantes e gestores. O objetivo do estudo foi alcançado por meio do desenvolvimento do método AHP utilizando como ferramenta o software *Excel*, a partir do estudo de caso e da coleta e análise de dados realizada.

Além disso, mediante a análise de viabilidade, foi possível compreender a relevância dos custos, tanto logísticos como gerenciais, para a empresa e entender tudo o que envolve a criação de um novo projeto para mudar o fluxo atual. Com a formulação de um DRE para o novo processo de implementação do centro de distribuição é possível a empresa estudar os ganhos possíveis que esse tipo de empreendimento proporciona, diminuindo o valor unitário de produtos no preço de compra, diminuindo atrasos nas obras proporcionados por atrasos nas entregas de materiais por fornecedores. Tudo isso pode ser analisado e perante o resultado ter o entendimento se é viável a implementação.

A tomada de decisão embora seja considerada simples quanto a análise econômica da empresa, pois pretende maximizar lucro ou minimizar custos, depende de muitos outros fatores. E para empresas que possuem diversos setores de gestão com níveis de hierarquias iguais, como o caso da empresa estudada, todos os gestores influenciam nas escolhas. Nesse caso, o método AHP se mostrou uma ferramenta eficiente para a consideração de fatores quantitativos e qualitativos, e para

a aplicação em grupo, possibilitando a definição sobre a melhor decisão a ser tomada quanto a implementação de um centro de distribuição da empresa analisada.

Assim, com o método aplicado de forma correta, os resultados indicam que a construção do centro de distribuição seria a escolha mais apropriada para a melhora das questões levantadas nos critérios que foram escolhidos e que influenciam nessa decisão. Sendo que pensando pelo critério econômico, seria uma desvantagem. Outros fatores como técnicos, ambientais e sociais têm importância relevante para a empresa e podem flexibilizar sua dinâmica de armazenamento e compras de materiais e também torná-la bem quista visivelmente pela sociedade.

Dentre as principais dificuldades encontradas, destacam-se em relação a consistência das respostas, tendo em vista que as avaliações dos critérios são feitas de forma intuitiva por cada área responsável, e assim dependendo do consenso de todos. Também pelo fato de quais critérios seriam relevantes e influenciariam a construção de um CD. Portanto, é importante salientar a importância de escolher uma equipe qualificada e abrangente para fazer as avaliações e de preferência em grupo, confrontando e debatendo ideias para que se chegue em um ponto comum, pensando na empresa como um todo.

Para trabalhos futuros sugere-se que sejam realizados o levantamento de custos envolvidos na operação e implantação de um centro de distribuição. Além disso, sugere-se que seja feita a análise do retorno financeiro das opções presentes de contrato com fornecedores para diminuir o custo unitário por uma determinada quantidade comprada dos materiais, e que a pesquisa com clientes tenha uma divulgação maior para que a taxa de resposta possa ser validada estatisticamente.

Também seria interessante realizar a aplicação do AHP para decidir qual local seria mais adequado para o CD, colocando como alternativas localizações diferentes e confrontar a análise feita por Batista Neto et. al (2019).

## REFERÊNCIAS

- ALVARENGA, H. **Matriz de transportes do Brasil à espera dos investimentos**. 2020. Disponível em: <https://www.ilos.com.br/web/tag/matriz-de-transportes/>. Acesso em: 20 jan. 2022.
- AMARAL, J. V. **Trade-offs de custos logísticos**. 2012. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.
- ANDRADE, L. E. W. A.; YOSHIZAKI, H. T. Y. **Impactos da Reforma Tributária: Avaliando a influência do novo imposto de circulação de mercadorias e Serviços (ICMS) na Reconfiguração da Malha Logística brasileira**. Artigo acadêmico – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2015.
- ARGUETA, C. M. et al. **Análisis del tamaño de empaque en la cadena de valor para minimizar costos logísticos: un caso de estudio en Colombia**. Estudios Gerenciales, v. 31, n. 134, p. 111 121, 2015.
- BATISTA NETO, C. M. **Desenvolvimento de uma ferramenta para auxílio de tomada de decisão na implantação de um centro de distribuição de uma empresa do ramo da construção civil**. 2019. 69 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Transportes e Logística, Universidade Federal de Santa Catarina, Joinville, 2019.
- BALLOU, R. H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos/logística empresarial**. Porto Alegre: Bookman, 2006.
- BOWERSOX, D. J.; CLOSS, D. J. **Logística empresarial**. São Paulo: Atlas, 2011.
- BOWERSOX, D. J.; CLOSS, D. J.; COOPER, M. B. **Gestão da cadeia de suprimentos e logística**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.
- Bhushan, N; Rai, K. **Strategic Decision Making: Applying the Analytic Hierarchy Process**. Springer, Berlin, 2004.
- CALAZANS, F. **Centros de distribuição**. Gazeta Mercantil: agosto, 2001.
- CHOPRA, S.; MEINDL, P. **Gestão da cadeia de suprimentos: estratégia, planejamento e operações**. 4.ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2011.
- CHOPRA, S; MEINDL, P. **Gestão da cadeia de suprimentos: estratégia, planejamento e operação**. São Paulo: Pearson, 2016.
- CHRISTOPHER, M. **Logistics & supply chain management**. Great Britain: Pearson, 2011.
- CORRÊA, H. L. **Administração de cadeias de suprimentos e logística**. 1. Ed. São Paulo: Atlas, 2014.
- COSTA, H. G. **Estruturas de suporte à decisão**. Universidade Federal Fluminense – Centro Tecnológico Escola de Engenharia - Departamento de Engenharia de Produção. RJ. 2005.
- COSTA, H. G. **Introdução ao método de análise hierárquica: análise multicritério no auxílio à decisão**. Universidade Federal Fluminense – Centro Tecnológico Escola de Engenharia - Departamento de Engenharia de Produção. RJ. 2002.

CREATIVE DECISIONS FOUNDATION (Pennsylvania). **About SuperDecisions**. Disponível em: <http://www.superdecisions.com/about/>. Acesso em: 18 jan. 2022.

DAVIS, M. **The art of decision-making**. New York: Springer, 1986.

DIAS, M. A. P. **Administração de materiais**: Princípios, conceitos e gestão. São Paulo: Atlas, 2012.

FARIA, A. C.; ROBLES, L. T. **Em busca de vantagem competitiva: trade-offs de custos logísticos em cadeias de suprimentos**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CUSTOS, 7., 2000, Recife. Anais eletrônicos... Recife: ABC, 2000. Disponível em: [http://www.abcustos.org.br/texto/viewpublic?ID\\_TEXTO=758](http://www.abcustos.org.br/texto/viewpublic?ID_TEXTO=758). Acesso em: 24 jan. 2022.

FARIA, A.C.; ROBLES, L.T.; BIO, S.R. **Custos logísticos: discussão sob uma ótica diferenciada**. Anais do XI Congresso Brasileiro de Custos. Porto Seguro, 2004.

FARIAS, A. C.; COSTA, M.F.G. **Gestão de custos logísticos**. 1. ed. São Paulo: Atlas, 2005.

FRANCO, M. A. J. **Práticas de gestão de custos logísticos em empresas industriais da Colômbia**. 2018. Dissertação (Mestrado em Contabilidade) – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Sócio-Econômico, Florianópolis, 2018.

FREIRES, F. G. M. **Proposta de um modelo de gestão dos custos da cadeia de suprimentos**. Dissertação (Mestrado em Eng<sup>a</sup> Produção). UFSC. Florianópolis, 2000.

GHIANI, G.; LAPORT, G.; MUSMANNO, R. **Introduction to Logistics Systems Planning and Control**. Wiley, 2004.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GOMES, L. F. A.; MOREIRA, A. M. M. **Da informação à tomada de decisão: agregando valor através dos métodos multicritério**. Revista de Ciência e Tecnologia Política e Gestão para a Periferia. Recife, v. 2, n. 2, p. 117-139, 1998. Disponível em: <http://www.fundaj.gov.br>. Acesso em 15 jan. 2022.

KENGPOL, A.; O'BRIEN, C. **The development of a decision support tool for the selection of advanced technology to achieve rapid product development**. International Journal of Production Economics, [s.l.], v. 69, n. 2, p.177-191, jan. 2001. Disponível em: [http://dx.doi.org/10.1016/s0925-5273\(00\)00016-5](http://dx.doi.org/10.1016/s0925-5273(00)00016-5). Acesso em: 28 jan. 2022.

LACHTERMACHER, G. **Pesquisa operacional na tomada de decisões**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

MARINS, C. S.; SOUZA, D. O.; BARROS, M. S.: **O uso do método de análise hierárquica (AHP) na tomada de decisões gerenciais – um estudo de caso**. Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional. P. Seguro, 2009.

MARTINELLI, L. A. S. **Custos Logísticos: curso técnico em logística**. Curitiba: E-Tec Brasil, 2013. 133 p.

NASCIMENTO, M. L. S. **Aplicação de método multicritério na tomada de decisões gerenciais - um estudo de caso na manutenção de equipamentos logísticos**. 2017. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Faculdade de Tecnologia, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2017.

NOVAES, A. G. **Logística e Gerenciamento da Cadeia de Distribuição: estratégia, operação e avaliação**. Rio de Janeiro: Campus, 2001.

POLLI, M. F. **Gestão da Cadeia de Suprimentos**. Rio de Janeiro: Uniseb, 2014.

POHLEN, T. L. e La LONDE, B. J. **Implementing activity-based costing (ABC) in logistics**. *Journal of Business Logistics*, v. 15, n. 2, p. 1-24, 1994.

RIVAS, René Ernesto García. **Uso do método multicritério para tomada de decisão operacional tendo em conta riscos operacionais, à segurança, ambientais e à qualidade**. 2016. 146 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Industrial, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2016.

RODRIGUEZ, C. M. T.; FOLLMANN, N.; AZEVEDO, J. M.; NILSON, M.; CIPULLO, V.G. **Custos Logísticos: Um Método para Apuração e Análise**. *Revista Mundo Logística*, n. 42, set./out. 2014.

ROSA, G. M.; TOLEDO, J. C. de. **Gestão de riscos e a norma ISO 31000: importância e impasses rumo a um consenso**. V Congresso Brasileiro De Engenharia De Produção, 2015.

SAATY, T. L. **Fundamentals of decision making and priority theory**. 2. ed. Pittsburgh: RWS Publications, 2000.

SAATY, T. L. **Mathematical modeling of dynamic decisions; priorities and hierarchies with time dependence**. *Mathematics and Computers in Simulation*, v. 21, n. 4, p. 352–358, 1979.

SAATY, T. L. **Decision-making with the AHP: Why is the principal eigenvector necessary**. *European Journal of Operational Research*, v. 145, n. 1, p. 85–91, 2003.

SAATY, T. L. **The analytic hierarchy process: decision making in complex environments**. In Avenhaus R., Huber R.K. (eds). *Quantitative Assessment in Arms Control*. Boston: Springer, 1984. p. 285-308.

SILVA, M. L. **Custo anual de operação de um CD**. [mensagem pessoal] Mensagem recebida por: <uriel.chagas@gmail.com>. em: 22 nov. 2019.

SOUZA, M. A.; CORRÊA, R. M.; KRÜGER, G. P.; KROMBAUER, C. A. **Custos logísticos: Mensuração e uso por redes supermercadistas localizadas no estado rio grande do sul**. *Anpad*. Rio de Janeiro, p. 1-14. set. 2010.

TAYLOR, D. A. **Logística na cadeia de suprimentos: uma perspectiva gerencial**. São Paulo: Pearson, 2005.

VARGAS, R. V. **Utilizando a programação multicritério (Analytic Hierarchy Process - ahp) para selecionar e priorizar projetos na gestão de portfólio**. Pmi Global Congress 2010 – North America. Washington Dc, p. 1-22. jan. 2010.

VIANA, F. L. E. **Logística de armazenagem**. Caderno Setorial Etene: Escritório Técnico de Estudos Econômicos do Nordeste - ETENE, Fortaleza, v. 135, n. 5, p. 1-7, out. 2020.

Disponível em:

[https://www.bnb.gov.br/documents/80223/8003030/2020\\_CDS\\_135.pdf/23003d8e-bf49-2da5-2fe9-de3990e91c21](https://www.bnb.gov.br/documents/80223/8003030/2020_CDS_135.pdf/23003d8e-bf49-2da5-2fe9-de3990e91c21). Acesso em: 15 jan. 2022.

WANKE, P. **Estratégia logística: conceitos, implicações e análise da realidade brasileira**. 2001. In: FIGUEIREDO, K. F.; FLEURY, P. F.; WANKE, P. (Orgs.). Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos São Paulo: Atlas, 2003.

ZANELLA, L. C. H. **Metodologia de estudo e de pesquisa em administração**. Florianópolis: Departamento de Ciências da Administração/UFSC, 2009.

## APÊNDICE A – DRE

### ESTRUTURA PLANO DE CONTAS

1				RECEITA	0
1	1			RECEITAS OPERACIONAIS	0
1	1	1		RECEITAS DE DIFERENÇA NO PREÇO DE COMPRA	0
1	1	2		RECEITAS FINANCEIRAS	0
1	1	2	1	JUROS RECEBIDOS DE CLIENTES	0
1	1	2	2	RESGATE DE INVESTIMENTOS	0
1	1	3		RECEBIMENTOS CHEQUES DEVOLVIDOS	0
1	1	3	1	RECEBIMENTOS CHEQUES DEVOLVIDOS	0
1	2			RECEITAS NAO OPERACIONAIS	0
1	2	1		VENDA DE IMOBILIZADOS	0
1	2	1	1	VEICULOS	0
1	2	1	2	MAQUINAS E EQUIPAMENTOS	0
1	2	1	3	IMOVEIS	0
1	2	2		FINANCIAMENTOS	0
1	2	2	1	EMPRESTIMO JUNTO A BANCOS	0
1	2	2	2	EMPRESTIMO JUNTO A TERCEIROS	0
1	3	1		OUTRAS RECEITAS	0
1	3	1	1	RECEBIMENTOS DIVERSOS	0

2				SAIDAS	0	
2	1			DESPESAS OPERACIONAIS	0	
2	1	1		DESPESAS ADMINISTRATIVAS	0	
2	1	1	1	FOLHA DE PAGAMENTO DA ADMINISTRACAO	0	
2	1	1	1	1	SALÁRIO DA ADMINISTRAÇÃO	0
2	1	1	1	2	RECISOES ADMINISTRACAO	0
2	1	1	1	3	INSS ADMINISTRACAO	0
2	1	1	1	4	FGTS ADMINISTRACAO	0
2	1	1	1	5	FERIAS ADMINISTRACAO	0
2	1	1	1	6	13 SALÁRIO ADMINISTRACAO	0
2	1	1	1	7	PLANO DE SAUDE ADMINISTRAÇÃO	0
2	1	1	1	8	VALE TRANSPORTE ADM	0
2	1	1	1	9	VALE ADIANTAMENTO ADM	0
2	1	1	1	10	EXAMES ADMISSOINAIS	0
2	1	1	1	11	EXAMES DEMISSINAIS	0
2	1	1	1	12	PRO-LABORE	0
2	1	1	1	13	INSS SOCIOS	0

2	1	1	2		ESCRITORIO	0
2	1	1	2	1	TELEFONE FIXO	0
2	1	1	2	2	TELEFONE CELULAR	0
2	1	1	2	3	ENERGIA	0
2	1	1	2	4	ÁGUA	0
2	1	1	2	5	COMBUSTIVEL ADMINISTRACAO	0
2	1	1	2	6	ASSOCIACAO COMERCIAL E INDUSTRIAL	0
2	1	1	2	7	INTERNET	0
2	1	1	2	8	MENSALIDADE SOFTWARE	0
2	1	1	2	9	SCI - EQUIFAX	0
2	1	1	2	10	MANUTENCAO DE HADWARE	0
2	1	1	2	11	HONORARIOS CONTADOR	0
2	1	1	2	12	HONORARIOS ADVOGADO	0
2	1	1	2	13	MATERIAL DE EXPEDIENTE	0
2	1	1	2	14	DESPESAS DE VIAGENS	0
2	1	1	2	15	CORREIO	0
2	1	1	2	16	SINDICATOS	0
2	1	1	2	17	DOACOES	0
2	1	1	2	18	TAXA CORPO DE BOMBEIROS	0
2	1	1	2	19	ALUGUEL	0
2	1	1	2	20	TRANSPORTE	0
2	1	1	2	21	VIGILANCIA	0
2	1	1	2	22	SERVICOS GERAIS	0
2	1	1	2	23	CARTORIO	0
2	1	1	2	24	ASSINATURA DE REVISTAS E JORNAIS	0
2	1	1	2	25	CONFRATERNIZACAO	0
2	1	1	2	26	MULTAS ADM	0
2	1	1	2	27	MANUTENCAO VEICULOS ADM	0
2	1	1	2	28	COMPRA DE MATERIAS E MANTIMENTOS	0
2	1	1	2	29	LANCHES	0
2	1	1	2	30	RESTAURANTE	0
2	1	1	2	31	GAS P13	0
2	1	1	2	32	ÁGUA MINERAL	0
2	1	2			DESPESAS FINANCEIRAS	0
2	1	2	1		TAXAS	0
2	1	2	1	1	CPMF	0
2	1	2	1	2	IOF/IOC	0
2	1	2	1	3	TARIFA REGISTRO DE COBRANCA	0
2	1	2	1	4	TARIFA MOVIMENTAÇÃO COBANCA	0
2	1	2	1	5	TAXA TALAO E FORMULARIO DE CHEQUE	0
2	1	2	1	6	TARIFA MOVIMENTAÇÃO CHEQUES	0

2	1	2	1	7	TARIFA CHEQUE INFERIOR	0
2	1	2	1	8	TARIFA MANUTENCAO DE CONTA	0
2	1	2	1	9	TARIFA RENOVACAO DE LIMITE	0
2	1	2	1	10	TARIFA SALDO VINCULADO	0
2	1	2	1	11	TARIFA EXCESSO DE LIMITE	0
2	1	2	1	12	SEGUROS BANCARIOS	0
2	1	2	2		JUROS	0
2	1	2	2	1	JUROS CHEQUE ESPECIAL	0
2	1	2	2	2	JUROS DESCONTO DE TITULOS E CHQS	0
2	1	2	2	3	JUROS DE EMPRESTIMOS BANCARIOS	0
2	1	2	2	4	JUROS REEMBOLSO DUPLICATAS	0
2	1	2	2	5	JUROS POR ATRAZO DE PAGAMENTO	0
2	1	2	2	6	JUROS DESCONTO DE TITULOS FACTORI	0
2	1	2	2	7	JUROS PAGO A TERCEIROS	0
2	1	2	3		PAGTOS EMPRÉSTIMOS	0
2	1	2	3	1	PAGAMENTO EMPRESTIMOS TERCEIROS	0
2	1	2	3	2	PAGAMENTO DE FINANCIAMENTO BANCAR	0
2	1	2	4		REEMBOLSOS	0
2	1	2	4	1	CHEQUES DEVOLVIDOS	0
2	1	2	4	2	REEMBOLSO CHQ DEVOLVIDO	0
2	1	2	4	3	REEMBOLSO DUPLICATAS	0
2	1	3			DESPEAS TRIBUTARIAS	0
2	1	3	1		IMPOSTOS E TAXAS MUNICIPAIS	0
2	1	3	1	1	IPTU	0
2	1	3	1	2	ALVARA DE LICENCA	0
2	1	3	1	3	TAXAS MUNICIPAIS	0
2	1	3	2		IMPOSTOS E TAXAS ESTADUAIS	0
2	1	3	2	1	ICMS	0
2	1	3	2	2	TAXAS ESTADUAIS	0
2	1	3	2	3	MULTAS ICMS	0
2	1	3	3		IMPOSTOS E TAXAS FEDERAIS	0
2	1	3	3	1	SIMPLES	0
2	1	3	3	2	COFINS	0
2	1	3	3	3	PIS	0
2	1	3	3	4	IRPJ	0
2	1	3	3	5	CONTRIBUICAO SOCIAL	0
2	1	3	3	6	IRRF	0
2	1	3	3	7	IMPOSTO DIVIDA ATIVA PIS	0
2	1	3	3	8	TAXAS FEDERAIS	0
2	1	3	3	8	PIS/PARCELAMENTO	0
2	1	3	3	9	CONTRIBUICAO SINDICAL	0

2	1	4			CUSTO DOS SERVICOS DE TRANSPORTE	0
2	1	4	1		PAGAMENTOS DE FICHA FRETE	0
2	1	4	1	1	PAGAMENTO FICHA FRETE TERCEIROS	0
2	1	4	1	2	PAGAMENTO FICHA FRETE FROTA PROPRIA	0
2	1	4	2		DESPESAS COM A FROTA	0
2	1	4	2	1	MANUTENCAO DA FROTA	0
2	1	4	2	2	PECAS DE MECANICA	0
2	1	4	2	3	FILTROS	0
2	1	4	2	4	MAO DE OBRA DE MECANICA	0
2	1	4	2	5	OLEO LUBRIFICANTE	0
2	1	4	2	6	LAVACAO	0
2	1	4	2	7	RECAPAGEM	0
2	1	4	2	8	COMPRA DE PNEUS	0
2	1	4	2	9	COMPRA DE LONAS	0
2	1	4	2	10	EQUIPAMENTO DE RASTREAMENTO	0
2	1	4	2	11	CONSERTO DE LONAS	0
2	1	4	2	12	CONSERTO DE PNEUS	0
2	1	4	2	13	PECAS DE ELETRICA	0
2	1	4	2	14	MAO DE OBRA DE ELETRICA	0
2	1	4	2	15	COMPRA DE EQUIPAMENTOS FROTA	0
2	1	4	2	16	SERVICOS DE RODOAR	0
2	1	4	2	17	MANUTENCAO DE EQUIPAMENTOS FROTA	0
2	1	4	2	18	REFORMA DE VEICULOS	0
2	1	4	2	19	CHAPEACAO E PINTURA	0
2	1	4	2	20	ACESSORIOS EM GERAL	0
2	1	4	2	21	MAO DE OBRA DE ACESSORIOS	0
2	1	4	2	22	GRAXA LUBRIFICACAO	0
2	1	4	2	23	DISCO DE TACOGRACO	0
2	1	4	3		DESPESAS FIXAS	0
2	1	4	3	1	FINANCIAMENTOS DA FROTA	0
2	1	4	3	2	IPVA, SEGURO E LICENCIAMENTO	0
2	1	4	3	3	DESPACHANTE	0
2	1	4	3	4	ADICIONAL DE COLETA OU ENTREGA	0
2	1	4	3	5	SEGURO DA FROTA	0
2	1	4	3	6	SINAL DE RASTREAMENTO	0
2	1	4	4		DESPESAS COM MOTORISTA	0
2	1	4	4	1	COMISSAO DO MOTORISTA	0
2	1	4	4	2	SEGURO DO MOTORISTA	0
2	1	4	4	3	PLANO DE SAUDE DO MOTORISTA	0
2	1	4	4	4	FGTS MOTORISTA	0
2	1	4	4	5	INSS MOTORISTA	0

2	1	4	4	6	13 SALÁRIO MOTORISTA	0
2	1	4	4	7	FERIAS MOTORISTA	0
2	1	4	4	8	RECISAO MOTORISTA	0
2	1	4	4	9	PERNOITE	0
2	1	4	4	10	ADICIONAL DE MÉDIA	0
2	1	4	5		DESPESAS DE VIAGENS	0
2	1	4	5	1	PEDAGIO	0
2	1	4	5	2	GORGETAS	0
2	1	4	5	3	GUARDA	0
2	1	4	5	4	COMISSAO AGENCIADORES	0
2	1	4	5	5	CARREGAMENTO	0
2	1	4	5	6	DESCARREGAMENTO	0
2	1	4	5	7	AVARIAS	0
2	1	4	5	8	MULTAS DA FROTA	0
2	1	4	5	9	SEGURO FRETE	0
2	1	4	5	10	CHAPA	0
2	1	4	5	11	ESTACIONAMENTO	0
2	1	4	5	12	COMBUSTIVEL FROTA	0
2	1	4	5	13	MULTA DE ATRASO DE ENTREGA NA VIA	0
2	1	4	6		DESPESAS DE ENTREGA	0
2	1	4	6	1	PEDAGIO ENTREGA	0
2	1	4	6	2	GORGETAS ENTREGA	0
2	1	4	6	3	GUARDA ENTREGA	0
2	1	4	6	4	CHAPA ENTREGA	0
2	1	4	6	5	DESCARREGAMENTO ENTREGA	0
2	1	4	6	6	AVARIAS ENTREGA	0
2	1	4	6	7	MULTAS ENTREGA	0
2	1	4	6	8	ESTACIONAMENTO ENTREGA	0
2	1	4	6	9	COMBUSTIVEL ENTREGA	0
2	1	4	6	10	MULTA POR ATRASO NA ENTREGA	0
2	1	4	7		DISTRIBUIÇÃO	0
2	1	4	7	1	DESPESAS DE DISTRIBUIÇÃO	0
2	1	5			DESPESAS DE ARMAZENAMENTO	0
2	1	5	1		GAS P20	0
2	1	5	2		FINANCIAMENTO EMPILHADEIRA	0
2	1	5	3		ALUGUEL EMPILHADEIRA	0
2	1	5	4		PLASTICO	0
2	1	5	5		PALETS	0
2	1	5	6		CINTA	0
2	1	5	7		SALÁRIO FUNCIONARIO ARMAZENAMENTO	0
2	1	5	8		FGTS FUNCIONARIO ARMAZENAMENTO	0

2	1	5	9	INSS FUNCIONARIO ARMAZENAMENTO	0
2	1	5	1 0	13 FUNCIONARIO ARMAZENAMENTO	0
2	1	5	1 1	FERIAS FUNCIONARIO ARMAZENAMENTO	0
2	1	5	1 2	SEGURO FUNCIONARIO ARMAZENAMENTO	0
2	1	5	1 3	VALE TRANSPORTE FUNCINARIO ARMAZENAM	0
2	1	5	1 4	COLETAS	0
2	1	5	1 5	MANUTENÇÃO EMPILHAREIRA	0
2	1	6		DESPESAS DE COMERCIALIZACAO	0
2	1	6	1	COMISSAO REPRESENTANTES	0
2	1	6	2	PUBLICIDADE E PROPAGANDA	0
2	1	6	3	BRINDES	0
2	1	6	4	PATROCINIOS	0
2	1	6	5	DESPESAS REPRESENTANTES	0

2	2			DESPESAS NAO OPERACIONAIS	0
2	2	1		INVESTIMENTOS	0
2	2	1	1	CONSTRUCOES E REFORMAS	0
2	2	1	3	COMPRA DE MAQUINAS E EQUIPAMENTOS	0
2	2	1	4	COMPRA DE MOVEIS E UTENCILIOS	0
2	2	1	5	FINANCIAMENTO DE VEICULOS	0
2	2	1	6	CONSORCIO	0
2	2	1	7	TITULO DE CAPITALIZACAO	0
2	2	1	8	PREVIDENCIA PRIVADA	0
2	2	2		SINISTROS	0

**RESULTADO:**

**0**