



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**CENTRO DE TECNOLOGIA**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**  
**GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO MECÂNICA**

**VINÍCIUS ELIAS PINHO**

**ESTUDO DE DECISÃO DE LOCALIZAÇÃO DE UM *E-COMMERCE* DO RAMO DE  
ACESSÓRIOS DE CELULAR**

**FORTALEZA**

**2018**



VINÍCIUS ELIAS PINHO

ESTUDO DE DECISÃO DE LOCALIZAÇÃO DE UM E-COMMERCE  
DO RAMO DE ACESSÓRIOS DE CELULAR

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia de Produção Mecânica do Departamento de Engenharia de Produção da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro de Produção Mecânica.

Orientador: Prof. Dr. Heráclito Lopes  
Jaguaribe Pontes

FORTALEZA

2018



VINÍCIUS ELIAS PINHO

ESTUDO DE DECISÃO DE LOCALIZAÇÃO DE UM E-COMMERCE  
DO RAMO DE ACESSÓRIOS DE CELULAR

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia de Produção Mecânica do Departamento de Engenharia de Produção da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro de Produção Mecânica.

Aprovada em: \_\_\_\_/\_\_\_\_/2018.

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Heráclito Lopes Jaguaribe Pontes (Orientador)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. M.e Alysson Andrade Amorim  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. M.e Morgana Baratta Monteiro de Melo Nunes  
Universidade Federal do Ceará (UFC)



Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

P724e Pinho, Vinícius Elias.

Estudo de decisão de localização de um e-commerce do ramo de acessórios de celular /  
Vinícius Elias Pinho. – 2018.

74 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro  
de Tecnologia, Curso de Engenharia de Produção Mecânica, Fortaleza, 2018.

Orientação: Prof. Dr. Heráclito Lopes de Jaguaribe Pontes.

1. Logística. 2. Decisão de localização. 3. E-commerce. I. Título.

CDD 658.5

---



À minha família, Terezinha, Vicente, Ana  
Virgínia e Larissa.



## **AGRADECIMENTOS**

À minha família, exemplo para mim durante a vida. Em especial aos meus pais, Vicente e Terezinha, pela dedicação e apoio em todos os momentos da minha vida. Às minhas irmãs, pela amizade e cuidados ao longo de toda a vida. Aos meus cunhados pelo bom humor e companheirismo.

Aos meus amigos de faculdade, que fizeram destes anos momentos especiais e inesquecíveis. Em especial a Maiara, Oka, Babi, Thales e Marcelo.

Ao grupo Paçoca, por momentos emocionantes, convivência intensa e amizade de sempre.

A Gabriela, minha companheira, pelo seu carinho, suporte e amizade de sempre, assim como seu apoio em todos os momentos.

Aos meus amigos do intercâmbio, Carol, Victor, Adom e, em especial, ao Vasilis, amigo que acompanha minha trajetória do céu.

Aos meus companheiros de trabalho, que puderam me auxiliar durante a execução desse estudo, proporcionando momentos de aprendizado e crescimento.

Aos professores da Engenharia de Produção, pela dedicação e comprometimento.

Ao meu orientador, Prof. Heráclito Jaguaribe, pelos ensinamentos e pela paciência durante esta reta final do curso.



## RESUMO

Em um cenário competitivo e dinâmico, a busca pela excelência na prestação de serviços e a melhor utilização de recursos exigem o foco em uma boa gestão da cadeia de suprimentos. Entre as decisões mais importantes da cadeia de suprimentos está a localização de instalações. Dessa forma, o presente trabalho tem como objetivo propor a melhor localização de instalação de um *e-commerce* do ramo de acessórios de celular, buscando elevar o nível de serviço existente e reduzir custos. Neste sentido, um estudo de caso foi realizado, o qual pode ser caracterizado como uma pesquisa aplicada, descritiva e de caráter predominantemente quantitativo. O estudo consiste na aplicação de três métodos de decisão de localização de instalações: Centro de Gravidade, SMARTS (*Simple Multi-Attribute Rating Technique using Swings Weights*) e SMARTER (*Simple Multi-Attribute Rating Technique using Exploiting Rankings*). Para que o melhor resultado entre os três métodos fosse escolhido, utilizou-se a ferramenta AHP (*Analytic Hierarchy Process*) para o auxílio da decisão. Como resultado do estudo de caso foi identificada a cidade de Mairiporã, sinalizando a essencialidade da proximidade dos clientes da empresa.

**Palavras chave:** Logística. Decisão de localização. *E-commerce*.



## **ABSTRACT**

In a competitive and dynamic environment, the search for excellence in service delivery and the best use of resources require a focus on good supply chain management. Among the most important decisions of the supply chain is the location of facilities. Thus, the present work aims to propose the best installation location for an e-commerce of the branch of cellular accessories, seeking to raise the existing level of service and reduce costs. In this sense, a case study was carried out, which can be characterized as an applied, descriptive and predominantly quantitative research. The study consists in the application of three methods of decision of location of facilities: Gravity Center, SMARTS (Simple Multi-Attribute Rating Technique using Swings Weights) and SMARTER (Simple Multi-Attribute Rating Technique using Exploiting Rankings). In order for the best result among the three methods to be chosen, the AHP (Analytic Hierarchy Process) tool was used to aid the decision. As a result of the case study, the city of Mairiporã was identified, signaling the essentiality of the proximity of the company's clients.

**Keywords:** Logistics. Decision of facilities. E-commerce.



## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - Estrutura de uma cadeia de suprimentos integrada .....	19
<b>Figura 2</b> - Funções da utilidade dimensional .....	31
<b>Figura 3</b> - Etapas do método proposto .....	39
<b>Figura 4</b> - Mapa de calor da participação de mercado .....	43
<b>Figura 5</b> - Localização dos pontos de venda próprios .....	44



## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1</b> – Processos-chave em uma cadeia de suprimentos .....	18
<b>Quadro 2</b> - Escala de Saaty para utilização do método AHP .....	35
<b>Quadro 3</b> - Matriz comparativa AHP .....	36
<b>Quadro 4</b> - Valores para o índice de consistência aleatória .....	37



## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> - Distribuição de envios para os clientes do site - continua.....	47
<b>Tabela 2</b> - Envios para lojas próprias.....	48
<b>Tabela 3</b> - Envios dos fornecedores até a fábrica.....	48
<b>Tabela 4</b> - Taxas de transporte .....	49
<b>Tabela 5</b> - Coordenadas iniciais.....	49
<b>Tabela 6</b> - Distância ( $D_i$ ) dos estados até o centróide na iteração 0 - continua .....	50
<b>Tabela 7</b> - Coordenadas após iteração 1 .....	51
<b>Tabela 8</b> - Distância ( $D_i$ ) dos estados até o centróide na iteração - continua .....	52
<b>Tabela 9</b> - Coordenadas por iteração .....	53
<b>Tabela 10</b> - Lista de atributos relevantes - continua .....	54
<b>Tabela 11</b> - Cidades propostas para as alternativas.....	55
<b>Tabela 12</b> – Classificação da proximidade dos clientes.....	56
<b>Tabela 13</b> – Classificação da proximidade dos fornecedores.....	56
<b>Tabela 14</b> - Classificação taxação de impostos .....	57
<b>Tabela 15</b> - Dimensões da matriz de atributos.....	57
<b>Tabela 16</b> - Utilidades dimensionais .....	58
<b>Tabela 17</b> - Ordenação de atributos .....	59
<b>Tabela 18</b> - Cálculo dos pesos SMARTS.....	59
<b>Tabela 19</b> - Utilidades multiatributo SMARTS.....	60
<b>Tabela 20</b> - Cálculo dos pesos SMARTER .....	61
<b>Tabela 21</b> - Utilidades multiatributo SMARTER .....	61
<b>Tabela 22</b> - Valores aplicados na matriz AHP.....	62
<b>Tabela 23</b> - Normalização e resultados da matriz AHP .....	63
<b>Tabela 24</b> - Matriz de atributos .....	64
<b>Tabela 25</b> - Comparação de alternativas .....	65



## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
1.1 Definição do problema .....	13
1.2 Objetivos .....	14
1.2.1 Objetivo geral .....	14
1.2.2 Objetivos específicos.....	14
1.3 Justificativa do trabalho .....	15
1.4 Estrutura do trabalho .....	15
<b>2 REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO .....</b>	<b>17</b>
2.1 Cadeia de suprimentos.....	17
2.2 Localização de instalações.....	20
2.2.1 Definição, histórico e objetivos dos problemas de localização .....	20
2.3 Decisão de localização.....	22
2.4 Métodos de análise de localização.....	26
2.4.1 Método do Centro de Gravidade .....	27
2.4.2 Métodos SMARTS e SMARTER .....	29
2.5 Métodos multicritérios de tomada de decisão .....	33
2.5.1 Método AHP .....	33
2.6 Considerações gerais do capítulo .....	37
<b>3 MÉTODO.....</b>	<b>38</b>
3.1 Caracterização geral da Pesquisa.....	38
3.2 Método proposto .....	39
3.2.1 Caracterização a organização .....	40
3.2.2 Identificação dos métodos utilizados .....	40
3.2.3 Aplicação os métodos de decisão de localização escolhidos .....	41
3.2.4 Seleção do melhor resultado com auxílio do método AHP .....	41
3.3 Considerações gerais do capítulo .....	41
<b>4 ESTUDO DE CASO .....</b>	<b>42</b>
4.1 Caracterização da organização.....	42
4.2 Identificação dos métodos utilizados .....	45
4.3 Aplicação dos métodos de decisão de localização escolhidos .....	46
4.3.1 Método Centro de Gravidade .....	46
4.3.2 Método SMARTS.....	54



4.3.3 Método SMARTER.....	60
4.4 Aplicação do método AHP .....	62
4.5 Síntese dos resultados obtidos .....	65
<b>5 CONCLUSÃO .....</b>	<b>66</b>
5.1 Conclusões do estudo .....	66
5.2 Recomendações para trabalhos futuros.....	67
5.3 Considerações finais .....	67
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>69</b>



## 1 INTRODUÇÃO

Neste capítulo, é apresentada a introdução ao estudo, que foi segmentada em quatro tópicos: definição do problema abordado, objetivos gerais e específicos, justificativa e estrutura do trabalho.

### 1.1 Definição do problema

O atual cenário econômico exige das empresas grande integração da cadeia de suprimentos, buscando o aumento da competitividade e sobrevivência no mercado. Neste contexto, o consumidor também se tornou mais exigente na escolha de quais produtos irá adquirir, buscando qualidade no produto, melhores preços e mais agilidade na entrega. A qualidade do serviço e consequente redução do tempo de entrega tornaram-se grandes desafios do século XXI.

Com a intenção de reduzir os custos para que o produto chegue até o cliente final com o preço mais competitivo, as organizações montam estratégias e direcionam esforços em diversas áreas, entre elas, a logística.

Dentre as mais importantes áreas da logística em termos estratégicos, deve-se citar a decisão de localização de instalações como primordial, pois toda a rede logística é configurada a partir desta opção. Bowersox *et al* (2014), considera que a globalização aumentou a importância do estudo da localização e que, nos últimos anos, estes estudos têm abrangido também projetos de canais logísticos, como resultado da globalização de fontes de suprimento e considerações de marketing.

A localização da instalação de uma empresa afeta o desempenho de toda a operação, podendo gerar ganhos de produtividade e ganho de novos mercados. Entretanto, a escolha incorreta pode gerar falhas no transporte, dificuldade de abastecimento e custos indevidos com a instalação e operação, afetando também outros importantes aspectos, como a satisfação dos clientes, tema cada vez mais relevante nos estudos da área. A partir de uma correta decisão de localização de uma planta industrial ou de um centro de distribuição é possível melhorar o nível de serviço prestado.

Diversos fatores influenciam a decisão de localização, como flutuação de demanda, posição de fornecedores, proximidade de rodovias e aeroportos, custos de



produção fixos e variáveis, custos de distribuição e armazenamento, tributos, entre outros. A análise de todas as variáveis torna a decisão de localização complexa.

Entre as empresas e os diversos modelos de negócios, os empreendimentos que utilizam o comércio eletrônico ou *e-commerce*, objeto de estudo deste trabalho, representam uma complexidade ainda maior. Neste tipo de empresa, a localização de seus clientes é variável e a exigência por uma entrega rápida é ainda maior. Vissoto e Boniati (2013) afirmam que os principais benefícios que o comércio eletrônico oferece aos consumidores são o baixo custo e a rapidez na entrega, o que reafirma que a decisão de localização é um ponto estratégico no sucesso dos negócios.

Por isso, há a necessidade de estudar esta problemática através de modelos matemáticos. Este trabalho visa, portanto, responder ao questionamento: “Qual é a melhor localização de um *e-commerce* de acessórios de celular segundo os métodos de decisão de localização?”

## **1.2 Objetivos**

Nesta seção, são estabelecidos os objetivos gerais e específicos do estudo.

### **1.2.1 Objetivo geral**

Definir a melhor localização da fábrica de um *e-commerce* de acessórios de celular através dos métodos de decisão de localização, buscando elevar o nível de serviço existente e reduzir os custos.

### **1.2.2 Objetivos específicos**

Apresentar de forma geral a empresa estudada, identificando os desafios relacionados à sua localização;

Selecionar e descrever métodos de decisão de localização adequados à realidade da empresa;

Aplicar os métodos de decisão de localização selecionados, tendo em vista a identificação de um melhor posicionamento para a instalação da empresa;

Utilizar método auxiliar de tomada de decisões para definir a melhor opção dentre as alternativas propostas pelos métodos de decisão de localização.



### 1.3 Justificativa do trabalho

A decisão de localização é uma questão abrangente e que representa grande importância estratégica, sendo isso comprovado pelo expressivo número de aplicações práticas que são encontradas nas diversas áreas de atividade, como no ramo de serviço ou industrial. É possível também que estudos deste campo sejam aplicados no setor privado e público, auxiliando, por exemplo, na melhor localização de hospitais, centros de distribuição, fábricas, aeroportos, etc.

Para conseguir responder a demanda de maneira eficiente, é fundamental que a empresa minimize os custos logísticos, que segundo Bowersox *et al* (2014) podem variar de 5 a 35% do valor total de vendas. Daskin (1995) argumenta que decisões erradas quanto a decisão de localização representam aumentos de custos e, consequentemente, decréscimos na competitividade.

Segundo os relatórios anuais da empresa em estudo, os custos logísticos representam cerca de 15% do faturamento, demonstrando a importância de seu estudo e direcionamento de esforços que minimizem este valor gasto com logística.

Além disso, a localização de uma instalação influencia toda a sua cadeia logística e, principalmente, em um *e-commerce* em que o prazo de entrega é um fator estratégico para a satisfação dos clientes. Ao posicionar uma instalação próxima de seus principais *stakeholders*, é possível a obtenção desta vantagem.

### 1.4 Estrutura do trabalho

Este estudo foi dividido em seis capítulos. No primeiro capítulo, serão apresentados a contextualização do tema, a definição do problema a ser trabalhado, os objetivos gerais e específicos e a estrutura do trabalho.

No segundo capítulo, é descrita a fundamentação teórica deste estudo, com o levantamento bibliográfico necessário para que os conceitos de cadeia de suprimentos, localização de instalações, métodos de decisão de localização, dentre outros, fiquem claros.

No terceiro capítulo, o método de estudo é exposto, envolvendo a apresentação dos aspectos gerais e do método proposto para o alcance dos objetivos do trabalho.



No quarto capítulo é exposto o estudo de caso e nele há a descrição da aplicação dos métodos utilizados, tendo em vista a empresa em foco. Os resultados são apresentados e com o intuito de escolher o melhor posicionamento da fábrica, uma das alternativas é escolhida.

No quinto capítulo serão expostas as conclusões do presente estudo, é feita uma avaliação do trabalho e recomendações para pesquisas futuros. Ademais, o referencial bibliográfico será apresentado.



## 2 REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

Neste capítulo é feita uma revisão de literatura de conceitos e estudos relevantes para a fundamentação dos estudos no campo da problemática abordada neste trabalho. Inicialmente serão descritos conceitos relativos a cadeia de suprimentos, seguindo-se a apresentação de ideias sobre localização de instalações e decisão de localização. Em seguida, os métodos de análise de localização e métodos multicritérios de tomada de decisão serão apresentados.

### 2.1 Cadeia de suprimentos

A cadeia de suprimentos representa, segundo Ballou (2006), um conjunto de atividades funcionais repetitivas ao longo do canal de transformação das matérias-primas em produtos acabados, aos quais se agrega valor ao produto final.

Bertaglia (2009) acrescenta que, além de um conjunto de processos ou atividades necessárias para obter os materiais e produtos acabados, a cadeia de suprimentos deve agregar valor aos produtos de acordo com a concepção dos clientes e consumidores, sempre buscando disponibilizá-los na localização e períodos em que os clientes os desejarem.

Uma cadeia de suprimentos engloba todos os estágios envolvidos, seja direta ou indiretamente, no atendimento de um pedido de um cliente. Nessa cadeia não estão presentes somente fabricantes e fornecedores, existem e são importantes também para esse processo transportadoras, depósitos, varejistas e clientes (CHOPRA e MEINDL, 2003).

Complementando estas informações, Slack *et al* (2018) acrescentam que a gestão da cadeia de suprimentos é a gestão de relacionamentos e fluxos entre a sequência de operações e processos que produzem valor na forma de produtos e serviços ao consumidor final. Desta maneira, em todas etapas de uma cadeia, deve existir a visão do consumidor final, não importando o quão distante uma atividade se encontre desse ponto do canal.

Pires (2009) ressalta que a gestão da cadeia de suprimentos possui um caráter multifuncional, abrangendo interesses de diversas áreas das organizações, em especial da gestão de produção, compras, marketing e logística.



Sobre este tema, Bowersox *et al.* (2014) citam que a cadeia de suprimentos só atingirá a excelência quando oito processos-chave estiverem sendo realizados de forma harmônica. Estes processos estão no quadro 1 com a respectiva descrição.

**Quadro 1** – Processos-chave em uma cadeia de suprimentos

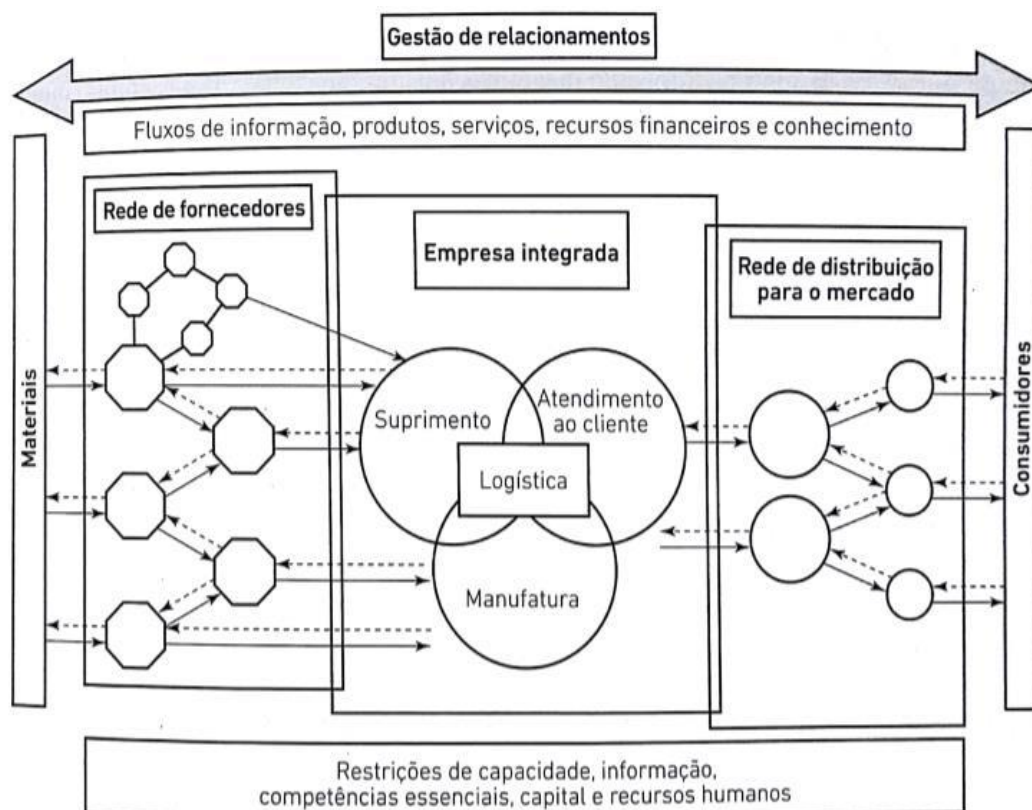
Processo	Descrição
Capacidade de resposta do planejamento da demanda	Avaliação da demanda e do projeto estratégico para alcançar o máximo de capacidade de resposta aos requisitos dos clientes.
Colaboração no relacionamento com clientes	Desenvolvimento e administração dos relacionamentos com os clientes para facilitar o compartilhamento de informações estratégicas, o planejamento conjunto e as operações integradas.
Atendimento do pedido/prestação de serviços	Capacidade de executar o desempenho superior e sustentável do pedido à entrega e os serviços essenciais relacionados.
Lançamento de novos bens /serviços	Participação no desenvolvimento de bens e serviços e no lançamento enxuto.
Customização da manufatura	Apoio da estratégia de manufatura e a facilitação do <i>postponement</i> (postergação) em toda a cadeia de suprimentos.
Colaboração no Relacionamento com fornecedores	Desenvolvimento e administração dos relacionamentos com os fornecedores para facilitar o compartilhamento de informações estratégicas, o planejamento conjunto e as operações integradas.
Apoio ao ciclo de vida	Reparos e apoio aos produtos durante seu ciclo de vida, incluindo garantia, manutenção e consertos.
Logística reversa	Devolução e disposição de produtos de modo seguro e economicamente viável.

Fonte: Bowersox *et al.* (2014, p.16).

As novas tecnologias e constantes mudanças nos meios de comunicação revolucionaram a forma das cadeias de suprimentos. Bowersox *et al.* (2014) afirmam que, anteriormente, as cadeias demonstravam baixa integração com os quadrocanaís de distribuição. Com a melhoria na qualidade e transmissão das informações, os arranjos tradicionais dos canais passaram a ser mais colaborativos. Com estes avanços, a cadeia de suprimentos reformulou-se e passou a exigir de estruturas competitivas o alinhamento operacional com os clientes, assim como distribuidores e fornecedores com o intuito de obter vantagem competitiva. A figura 1 apresentada na sequência deste texto representa uma cadeia de suprimentos integrada.



**Figura 1** - Estrutura de uma cadeia de suprimentos integrada



Fonte: Bowersox *et al.* (2014).

Os desafios da cadeia de suprimentos e logística aplicam-se também às empresas de *e-commerce*. Herzer (2013) e Guasti (2010) argumentam que no *e-commerce* a logística busca se preocupar com a agilidade de entrega, cumprindo prazos, e se possível, efetuando a entrega com o tempo menor do que o prometido, agregando valor e fidelizando os clientes.

Neste contexto, com os indicadores do serviço de logística evoluindo, há incidência direta no grau de satisfação e confiança dos consumidores. Após a efetivação e confirmação do pedido, a entrega passa a ser a etapa chave para o sucesso do *e-commerce*. Como nas lojas físicas, o principal objetivo para qualquer empresa é atingir a satisfação do consumidor, e quando se trata de varejo virtual isso se intensifica, uma vez que a concorrência está apenas a alguns cliques de distância (GUASTI, 2007).

Novaes (2001) exemplifica a importância da rapidez na entrega importância ao citar que para comércios tradicionais é aceitável entregar os produtos aos clientes



dentro de 24 a 72 horas após a efetivação do pedido. Entretanto, para a maioria das lojas virtuais, esse tempo de entrega não é mais satisfatório.

Para Sant'ana (2015) a logística representa um papel fundamental e estratégico para a fidelização dos clientes, tornando-se um diferencial competitivo. Os serviços logísticos apresentam o terceiro menor índice de satisfação quando comparado com os demais requisitos apresentados. Esta insatisfação dos consumidores é um reflexo principalmente do tempo de entrega e da disponibilidade e facilidade de logística reversa.

## **2.2 Localização de instalações**

A otimização completa da cadeia de suprimentos só pode ser atingida se houver o planejamento eficiente de todas as decisões. Dentre as decisões do planejamento, no nível estratégico, está a decisão de localização das instalações de produção. A localização de novas instalações, assim como reduções ou realocações são projetos de longo prazo e podem ser atividades demoradas que demandam grandes investimentos. A grande consequência destes pontos para as empresas é a necessidade de gerenciar a cadeia de suprimentos de maneira que os planos sejam conduzidos e implementados com eficiência, reduzindo qualquer chance de rompimento dos processos e atividades da cadeia (MELO, NICKEL e SALDANHA-DA-GAMA, 2006).

### **2.2.1 Definição, histórico e objetivos dos problemas de localização**

A localização, para Moreira (2009), é a definição do local onde acontecem as operações, onde são fabricados os produtos, prestados serviços e onde é feita a administração do empreendimento. Slack *et al* (2009) argumentam que a localização é uma posição geográfica de uma operação relativamente aos recursos de *input*, a outras operações ou aos clientes com os quais a empresa interage.

A escolha da localização adequada é de fundamental importância na estrutura de custos e logística. Bowersox *et al* (2014) afirmam que ganhos com economia em escala e redução nos custos de transporte são alguns dos objetivos de atenção no estudo da localização. A importância da localização decorre principalmente dos altos



investimentos e grandes impactos que as decisões de localização têm sobre os custos logísticos (FLEURY, WANKE e FIGUEIREDO, 2000).

Os problemas de localização já são objetos de estudo dos cientistas e pesquisadores há bastante tempo. Hamad e Gualda (2011) afirmam que alguns dos primeiros trabalhos encontrados na literatura remetem à década de 1960.

Para Ballou (2006), as teorias iniciais sobre localização foram postuladas por economistas e geógrafos, que ponderavam, principalmente, os custos de transporte na determinação da localização. O autor afirma ainda que, embora parte deste trabalho tenha sido iniciado em uma sociedade agrária e industrial emergente, diversos conceitos que foram sugeridos, são utilizados ainda hoje.

A relevância deste tipo de estudo é constatada hoje pelo expressivo número de aplicações práticas que são encontradas nas diversas áreas de atividades. Brandeau e Chiu (1989) ilustram a grande utilidade destas ideias através de uma pesquisa com vasta relação de usos, tanto na área privada, como na pública. Alguns exemplos na área privada são os estudos de localização de: depósitos e centros de produção, terminais de transporte, centros logísticos e plantas industriais. Já na área pública, tem-se estudos de localização de: centrais de veículos de emergência, centros de saúde, centrais de tratamento de lixo e água, instalações de defesa, etc.

Bowersox *et al* (2014) ponderam que nos últimos anos, os estudos de localização abrangem também projetos de canais logísticos, como resultado da oferta global de fontes de suprimento e de considerações de marketing e, neste sentido, a globalização aumentou substancialmente a importância do estudo de localização. Segundo Valim Filho e Gualda (2004), a localização de instalações está entre as mais importantes decisões logísticas.

Tão importante quando a decisão de localização, é a reavaliação de toda a infraestrutura logística quando mudanças significativas forem percebidas em: padrões de demanda do mercado, portfólio de produtos, processos de produção, estratégias de abastecimento, custo de operações das instalações e, até mesmo, fusões e aquisições ocorridas. A necessidade de avaliação contínua da cadeia de suprimentos retrata o vínculo e impacto entre os modelos de localização e o gerenciamento estratégico da cadeia de suprimentos (SIMCHI-LEVI, KAMINSKY E SIMCHI-LEVI, 2007)



O papel dos estudos sobre os problemas de localização é estratégico na configuração da cadeia de abastecimento de uma empresa, sendo determinantes na investigação da melhor localização a minimização dos custos e a garantia da satisfação dos envolvidos na cadeia (HALE e MOBERG, 2003).

O objetivo da decisão de localização é equilibrar os custos inerentes à localização geográfica da operação, o serviço que a operação é capaz de prestar aos seus clientes e a potencial receita da operação. É válido ressaltar que os custos decorrentes dos serviços prestados após a instalação tendem a diminuir a ponto que a decisão seja mais próxima do ótimo. (SLACK *et al.*, 2009).

Para Fleury, Wanke e Figueiredo (2006), as decisões de localização devem otimizar o desenho da rede logística, minimizando os custos totais, englobando todas as atividades, estando sujeitas a determinado nível de serviço exigido pelo cliente final.

O redesenho da rede logística pode alterar a forma como os transportes são realizados. Para Ballou (2006), um sistema de transportes eficiente e barato contribui para intensificar a competitividade no mercado, aumentar as economias de escala na produção e reduzir os preços dos produtos em geral.

### **2.3 Decisão de localização**

As decisões de localização envolvem a determinação da quantidade, local e proporções das instalações a serem usadas. Essas instalações envolvem pontos nodais de rede, pontos de varejo e pontos centrais de serviços na cadeia de suprimentos, onde os produtos podem parar temporariamente no seu caminho até os consumidores finais (BALLOU, 2006).

Para Revelle e Eiselt (2005), existem cinco componentes que caracterizam um problema típico de localização de instalações. São eles: clientes previamente localizados em pontos específicos ou em rotas determinadas; instalações a serem posicionadas; posição determinada na qual clientes e instalações estão alocados; métrica indicando distância ou tempo entre clientes e instalações e objetivos a atingir.

Já Klose e Drexel (2005) apresentam uma análise mais abrangente, ao classificar os problemas de localização segundo as seguintes características:



- Espaço considerado para localização de instalações. Os problemas contínuos de localização obtêm uma ou mais instalações em um espaço contínuo, como um plano, onde o conjunto de soluções é infinito. Todavia, os problemas discretos de localização são utilizados em situações onde as soluções pertencem a um conjunto finito de localizações previamente selecionadas, normalmente associado a um conjunto de pontos em uma rede;
- Objetivos. São principalmente do tipo *minisum* ou *minimax*. Os problemas *minisum* têm o objetivo de minimizar as distâncias médias e são geralmente utilizados por empresas privadas. Já os problemas *minimax* buscam minimizar as distâncias máximas. Estes modelos são normalmente encontrados em serviços públicos, como hospitais e ambulâncias.
- Restrição à capacidade física das instalações. As restrições de capacidade impõem que a alocação da procura tem que ser analisada para cada uma das instalações;
- Horizonte temporal. Os dados referentes a um determinado período de tempo podem não refletir o comportamento e tendência dos clientes. Para decisões que envolvem um grande investimento, a análise de dados deve ser de um período de tempo maior;
- Níveis da cadeia de abastecimento. Deve-se considerar o sentido do fluxo pelo qual os produtos são transportados ao longo da cadeia;
- Variedade do tipo de produtos. Caso existam diferentes tipos de produtos, é preciso identificar as diferenças e possibilitar que as eventuais diversidades consigam prosseguir ao longo da cadeia;
- Elasticidade da procura. Em alguns casos, a procura pode ser elástica dependendo da localização. Deve-se, portanto, analisar a relação entre distância e procura;
- Precisão da informação. Se as informações recolhidas forem exatas, são utilizados problemas determinísticos, caso sejam utilizadas previsões, os problemas são considerados estocásticos.

Para Ballou (2006), os problemas de localização podem ser classificados em cinco categorias:



- 1) Por força direcionadora: a localização das instalações é direcionada por um principal fator. Este fator é mais crítico que os outros. Para a localização da planta e do armazém, os fatores econômicos geralmente são predominantes. Para o setor de varejo, o rendimento gerado é normalmente o fator determinante, com os custos de localização subtraídos das receitas para a determinação da lucratividade. Já no caso de prestadoras de serviços (hospitais, caixas automáticos de bancos), a acessibilidade ao local é um dos fatores primordiais para a localização;
- 2) Por número de instalações: deverão ser analisados os custos para uma instalação única ou múltiplas instalações. A localização de uma única instalação não considera forças competitivas de demanda entre as instalações, consolidações de estoque e custos de instalação. O principal fator a ser considerado é o custo de transporte, pois na medida em que uma planta está localizada próxima dos mercados envolvidos, os custos com transporte são menores;
- 3) Por escolhas discretas: esta classificação está relacionada principalmente com a localização de instalações múltiplas. Através de processos discretos de localização, considerando aspectos qualitativos e quantitativos, uma lista de possíveis escolhas é pré-selecionada por sua razoabilidade;
- 4) Por grau de agregação de dados: para gerenciar o tamanho do problema e obter uma solução, é normalmente necessário utilizar relacionamentos entre dados agregados. Estes relacionamentos influenciam na acurácia dos métodos, caso sejam usados muitos dados agregados, os resultados são áreas geográficas amplas, como cidades. Entretanto, se poucos dados agregados forem utilizados, as localizações podem ser separadas por ruas, por exemplo;
- 5) Por horizonte de tempo: os métodos costumam definir a localização de uma instalação em determinado período. Este tipo de decisão faz parte do processo estático, enquanto que os métodos que manuseiam planos de localização para multiperíodos são chamados de dinâmicos.



Melo, Nickel e Saldanha-da-Gama (2006) acrescentam ainda que, a partir das características citadas por Ballou acima, dois questionamentos podem ser levantados:

- Quantas instalações devem haver?
- Quais clientes devem ser atendidos por quais instalações?

Fleury, Wanke e Figueiredo (2006) entendem que a decisão da localização de instalações não é um processo simples, pois envolve estratégias da empresa como os custos e o nível de serviço desejado. Nessa perspectiva, diversos fatores podem influenciar as decisões de localizações e, de maneira geral, as informações relevantes envolvem os seguintes tópicos:

- Localização de clientes, de varejistas, de armazéns, de centros de distribuição, de fábricas e de fornecedores;
- Produtos movimentados, incluindo as especificações de cada produto, como peso/volume e características especiais;
- Demanda anual para cada produto em cada localidade;
- Fretes por cada modal de transporte relevante;
- Custos de armazenagem, incluindo mão-de-obra, gastos fixos com instalações, espaço;
- Impostos;
- Tamanho e frequência dos carregamentos de uma instalação a outra;
- Custos de reprocessamento de pedidos;
- Metas e exigências de serviço.

Slack *et al.* (2018) acrescentam ainda, que, para a avaliação de cada uma das alternativas de localização, existem diversos critérios que devem ser analisados além dos que já foram citados. Estes critérios são divididos em cinco categorias:

- 1) Necessidade de capital: será provavelmente uma função da localização e das características do local escolhido;
- 2) Fatores mercadológicos: o mercado pode ser afetado pela localização. O cliente, de maneira individual ou geral, pode perceber de uma maneira diferente a mudança da localidade de uma fábrica ou loja;
- 3) Fatores de custos: engloba duas categorias que são afetadas pela localização que são os custos de produzir produtos ou serviços e os custos de transporte. Este último pode ser dividido em custos de entrada



(transporte de material dos fornecedores até o local da operação) e custos de saída (transporte de produtos ou serviços até os clientes);

- 4) Flexibilidade futura: representa o poder de adaptação da planta, seja devido a uma redução ou aumento das atividades, ou mudanças nos fatores de entrada e saída;
- 5) Fatores de risco: relacionam-se com o conceito de flexibilidade. Pode ser dividido em critérios de risco de transição, onde ocorrem problemas durante o processo de realocação, e risco de longo prazo, onde perdas nos fatores de entrada estão englobadas.

## **2.4 Métodos de análise de localização**

Ballou (2006) divide os métodos de decisão de localização em dois grupos: a metodologia de localização de instalação única e a localização de instalações múltiplas.

Os métodos de localização de instalação única, segundo Ballou (2006) escolhem somente um local para que a planta ou centro de distribuição seja instalado. A vantagem obtida com esta abordagem é a simplificação da realidade do problema atual, de maneira que a solução encontrada seja representativa para o atual modelo de gestão. Entretanto, estes métodos possuem algumas estratégias de simplificação das informações, como as citadas a seguir:

- Volumes de demanda são concentrados em um ponto;
- Localização baseada nos custos variáveis;
- Custos totais de transporte aumentam proporcionalmente à distância;
- Rotas de linha reta são consideradas entre os pontos de rede;
- Modelos não dinâmicos.

O autor descreve os métodos de localização de múltiplas instalações como mais completo e realístico para a maioria das empresas e são úteis quando duas ou mais plantas fabris devem ser instaladas simultaneamente. A complexidade destes métodos é influenciada pela maneira que as instalações são tratadas economicamente, já que não é possível considerar as instalações economicamente independentes, tornando o número de combinações de configuração elevado.



Os principais motivos que tornam estes métodos de múltiplas localidades populares são o suporte que oferecem para as decisões de problemas complexos, a facilidade de obtenção de dados, as intenções do planejamento podem ser atendidas de acordo com a localização de cada grupo de clientes (BALLOU, 2006).

#### **2.4.1 Método do Centro de Gravidade**

De acordo com Bowersox *et al* (2014), o método do centro de gravidade é uma das técnicas analíticas utilizadas para a definição de uma instalação no centro de gravidade. A partir desta técnica, é possível selecionar a alternativa de menor custo através da localização do centro de peso, o centro de distância, o centro combinado de peso-distância, ou ainda o centro combinado de peso-tempo-distância em certa região de atuação.

Este modelo, segundo as ideias de Ballou (2006), avalia a demanda existente, o volume de bens ou serviços e os custos de transportes, minimizando a soma do volume em um ponto multiplicado pela tarifa de transporte para o ponto multiplicado pela distância ao ponto que resulta na seguinte fórmula:

$$Min TC = \sum_i V_i . D_i . R_i \quad (1)$$

Onde:

Min TC = mínimo custo total do transporte

$V_i$  = volume no ponto  $i$

$D_i$  = distância ao ponto  $i$  da instalação a ser localizada

$R_i$  = taxa do transporte ao ponto  $i$

Bowersox *et al* (2014) ponderam que o modelo baseia-se em coordenadas cartesianas: a linha horizontal, ou eixo Leste-Oeste tem o nome de eixo X, e a linha vertical, ou eixo Norte-Sul, tem o nome de eixo Y. Os pontos de um quadrante podem, portanto, ser identificados através de coordenadas X e Y.

A localização da instalação é encontrada através da resolução de duas equações para as coordenadas de localização ( $X'$  e  $Y'$ ):



$$X' = \frac{\sum V_i. R_i. X_i / D_i}{\sum V_i. R_i / D_i} \quad (2)$$

$$Y' = \frac{\sum V_i. R_i. Y_i / D_i}{\sum V_i. R_i / D_i} \quad (3)$$

O  $D_i$  da distância é estimado por:

$$D_i = K \sqrt{(X_i - X')^2 + (Y_i - Y')^2} \quad (4)$$

Onde K representa o fator de escala para converter uma unidade de um índice coordenado a uma medida mais comum de distância, como milhas ou quilômetros.

Segundo Ballou (2006), o processo de solução deste método envolve as seguintes etapas:

- 1) Determinar as coordenadas X e Y para cada ponto de oferta e demanda, junto com volumes, nos pontos e tarifas de transportes;
- 2) Aproximar a localização inicial das fórmulas para o centro de gravidade, omitindo a distância  $D_i$ , da seguinte forma:

$$X' = \frac{\sum V_i. R_i. X_i}{\sum V_i. R_i} \quad (5)$$

$$Y' = \frac{\sum V_i. R_i. Y_i}{\sum V_i. R_i} \quad (6)$$

- 3) Utilizar os valores encontrados de  $X'$  e  $Y'$  para o cálculo da distância  $D_i$  de acordo com a equação 4;
- 4) Substituir  $D_i$  nas equações 2 e 3 para encontrar as coordenadas revisadas  $X'$  e  $Y'$ ;
- 5) Recalcular  $D_i$  a partir das coordenadas revisadas  $X'$  e  $Y'$  obtidas na quarta etapa;



- 6) Repetir as etapas 4 e 5 até que as coordenadas  $X'$  e  $Y'$  não mudem por sucessivas iterações ou mudem tão pouco que não é proveitoso prosseguir com o cálculo;
- 7) Calcular o custo total da melhor localização utilizando a equação 1 a partir da menor distância encontrada.

Ballou (2006) ressalta ainda que, de um modo geral, os problemas de localização no plano, como o método do centro de gravidade, não conduzem a uma solução final de localização, pois nem todos os detalhes estão sendo analisados. O autor afirma que as principais limitações deste tipo de solução estão relacionadas com:

- Nível de agregação da localização dos pontos de procura;
- Omissão dos custos associados à instalação;
- Pressuposto que custos de transporte são proporcionais à distância percorrida.

#### **2.4.2 Métodos SMARTS e SMARTER**

Os métodos de medição para a utilidade multiatributo SMARTS (*Simple Multi-Attribute Rating Technique using Swings Weights*) e SMARTER (*Simple Multi-Attribute Rating Technique using Exploiting Rankings*) foram desenvolvidos por Edwards e Barron (1994) e são baseados no levantamento de pesos de atributos. Ambos são derivados da metodologia denominada SMART (*Simple Multi-Attribute Rating Technique*), proposto anteriormente por Edwards na década de 1970.

O método SMARTS tenta corrigir um erro do SMART ao incluir a troca de pesos, que tem por finalidade elicitar as importâncias relativas dos critérios e os respectivos pesos (EDWARDS e BARRON, 1994). O método usa uma estratégia de aproximação heróica para justificar aproximações lineares de funções de utilidade de única dimensão e usa modelo de agregação aditiva.

A troca de pesos, entretanto, não é utilizada no método SMARTER, pois após a ordenação dos critérios, utilizam-se valores pré-determinados denominados ROC *Weights* (*Rank Order Centroid Weights*). Edwards e Barron (1994) afirmam ainda que



o SMARTER é uma grande evolução ao SMARTS quando a facilidade é levada em conta, pois não há necessidade de entrevistas na fase de elicitação de preferências.

#### **2.4.2.1 Procedimento SMARTS**

Segundo Edwards e Barron (1994), as seguintes etapas são utilizadas para o método SMARTS:

Etapa 1: Identificar a proposta de decisão (objetivos) e os decisores. Procura-se identificar a intenção do levantamento de valores, assim como o indivíduo, organização ou organizações cujos valores devem ser elicitados.

Etapa 2: Elicitar hierarquia de objetivos. Esta etapa consiste em estabelecer uma estrutura com os valores ou lista de atributos potencialmente relevantes aos propósitos de elicitação dos valores de cada decisor ou grupo de decisores.

Etapa 3: Identificar alternativas. Os resultados de possíveis ações devem ser identificados. Se os objetivos da elicitação não especificaram os objetos de avaliação, a estrutura de atributos definida no passo 2 deve ser utilizada para criá-los.

Etapa 4: Desenvolver dimensões para a matriz de atributos. Visa-se aqui a formulação de uma matriz para a avaliação de objetivos por atributos. Os dados de entrada devem ser pontuações relacionadas com utilidades ou valores. As pontuações (*scores*) não precisam ser utilidades unidimensionais numa escala cardinal, precisam apenas ser números tais que um maior número seja preferível a um menor (utilidade ordinal).

Etapa 5: Eliminar alternativas dominadas. Busca-se eliminar as opções ordinalmente dominadas. É possível reconhecer uma dominação ordinal através de uma inspeção visual e, portanto, eliminar as alternativas dominadas. O número de opções será reduzido, porém a escala de atributos não deve ser afetada. Caso isso aconteça, é necessário verificar a necessidade de utilização do atributo. Caso não seja possível, deve-se retornar à etapa 2 para eliminá-lo.

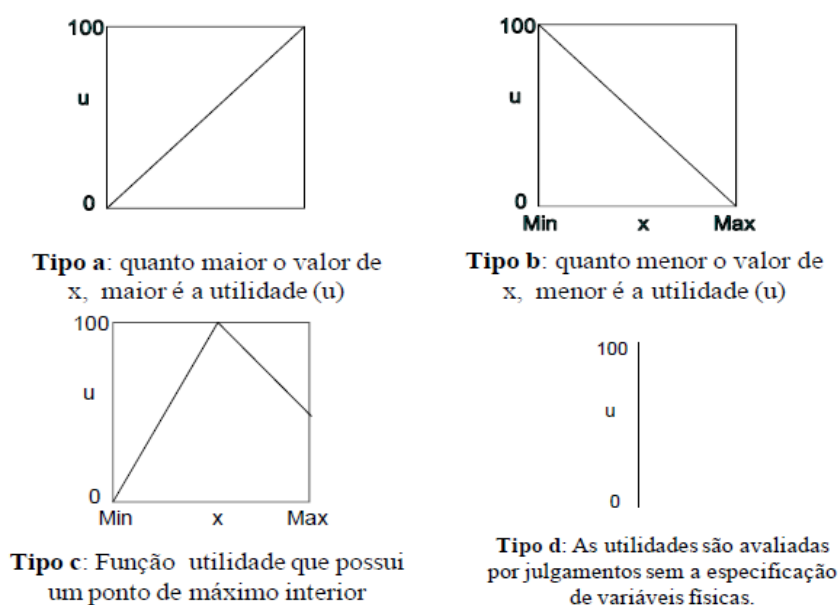
Etapa 6: Desenvolver utilidades unidimensionais. Consiste em transformar as entradas da matriz de alternativas por atributos para utilidades unidimensionais e converter as medidas de realização de cada objetivo em uma pontuação de valor, onde o 0 representa a pior pontuação e o 1 a melhor pontuação possível. Para isso, deve-se testar inicialmente a linearidade das utilidades unidimensionais para cada



dimensão nas quais as pontuações estão disponíveis. Se a utilização da linearidade como uma aproximação for justificável, deve-se utilizar a escala de classificação ou uma faixa mais ampla para especificar os limites inferior e superior das funções utilidade unidimensionais. Caso o teste de linearidade falhe, pode-se utilizar os métodos de elicitación para utilidades unidimensionais propostos por Von Winterfeldt e Edwards (1996) para obtenção das utilidades unidimensionais.

Edwards e Barron (1994) propõem quatro formas diferentes para determinar a função utilidade unidimensional ( $u_{jk}$ ), conforme a figura 2 mostra:

**Figura 2** - Funções da utilidade dimensional



Fonte: adaptado de Edwards e Barron (1994)

**Etapa 7: Ordenar atributos.** É a etapa inicial do “*swing weights*” na qual o decisor responderá o seguinte questionamento: entre as alternativas que obtivessem a menor pontuação dos critérios, se houvesse a possibilidade de melhorar uma dimensão com menor valor para o maior valor dentro das alternativas, qual seria esta dimensão? Esta pergunta deve ser repetida até que todos os critérios estejam ordenados.

**Etapa 8: Calcular os pesos.** Nesta etapa devem ser definidos os pesos de cada um dos atributos. Existem alguns métodos para a realização deste procedimento. O método via estimativas diretas da magnitude dos pesos corresponde a atribuir à dimensão de valor mais importante, por exemplo, 100 pontos. Cada um dos atributos



restantes deve apresentar pontuações na escala de 0 a 100 pontos. A normalização dos pontos atribuídos a cada dimensão de valor corresponderá aos pesos.

Etapa 9: Decidir. Calcula-se o valor de cada utilidade multiatributo de acordo com:

$$U(h) = \sum_{k=1} w_k u_h(x_{kh}) \quad (7)$$

Onde:

$U(h)$  – utilidade multiatributo do objeto de avaliação  $h$ .

$w_k$  – peso do atributo de ordem  $k$

$U_h(x_{kh})$  – utilidade de única dimensão do atributo  $k$ , do objeto de avaliação  $h$

$K$  – número total de atributos

Este procedimento gera uma lista ordenada das alternativas, e aquelas com maior utilidade multiatributo devem ser escolhidas.

#### **2.4.2.2 Procedimentos SMARTER**

A única diferença na aplicação do método SMARTER em relação ao SMARTS consiste na oitava etapa, que será descrita a seguir.

Etapa 8: Elicitar utilidade multiatributo. Baron e Barrett (1996) desenvolveram um procedimento para que sejam atribuídos pesos aos critérios de maneira prática. Os pesos são estabelecidos a partir da ordem de importância dos atributos. Esta abordagem é designada como ROC (*Rank Order Centroid*) ou *ROC weights* (pesos I). Calcula-se os pesos diretamente através da equação proposta pelos autores.

Se  $w_1 \geq w_2 \geq \dots \geq w_k$ , então:

$$w_1 = (1 + 1/2 + 1/3 + \dots + 1/k)/k$$

$$w_2 = (0 + 1/2 + 1/3 + \dots + 1/k)/k$$

$$w_3 = (0 + 0 + 1/3 + \dots + 1/k)/k$$

$$w_k = (0 + 0 + 0 + \dots + 1/k)/k$$

Portanto, se  $k$  é o número de atributos, então o peso do  $k$ -ésimo atributo é:

$$w_k = \frac{1}{k} \cdot \sum_{i=1}^k \frac{1}{i} \quad (8)$$



Barron e Barrett (1996) afirmam que os ROC *weights* conduzem a identificação da melhor opção entre 75 a 87% das vezes, dependendo dos detalhes das simulações. Os autores também analisaram todas as situações, ficando evidenciado que a perda no valor da utilidade global é abaixo de 2%. Quando os pesos ROC não escolhem a melhor opção, eles não escolhem uma alternativa muito ruim. Ao determinar os ROC *weights*, deve-se calcular as utilidades multiatributos pela equação:

$$U(z) = \sum_k w_k u_k(z) \quad (9)$$

## 2.5 Métodos multicritérios de tomada de decisão

A comparação entre alternativas e critérios é necessária para que se possa obter resultados mais precisos. Neste contexto, métodos multicritérios de tomada de decisão são ferramentas matemáticas eficazes para a resolução de problemas que possuem critérios conflitantes (BRANS e MARECHAL, 2005).

Neto (2001) caracteriza os métodos multicritérios como flexíveis por permitir forte relacionamento do modelo a ser construído com os tomadores de decisão. O autor também ressalta que é fundamental a participação de todos os tomadores de decisão no processo de construção dos modelos, pois, somente desta maneira, as discussões poderão ser aprofundadas e haverá compreensão do processo decisório.

Rodrigues *et al* (2001) apresentam alguns exemplos de métodos multicritérios que são utilizados para a resolução de problemas: *Analytic Hierarchy Process* (AHP), MAC, TOPSIS, TODIM. Para fins deste trabalho, apenas o método AHP será descrito.

### 2.5.1 Método AHP

O método AHP é uma ferramenta auxiliadora na tomada de decisões e foi desenvolvido por Thomas Lorie Saaty na década de 1970. O AHP, segundo Marins, Souza e Barros (2009), é um modelo de apoio à tomada de decisão com múltiplos critérios que busca compor e dividir uma situação ou um problema em fatores, para que a dificuldade de avaliação possa ser reduzida.



Para Gomedes e Barros (2012), a vantagem ao aplicar este método deve-se à capacidade de transformar dados empíricos em um modelo matemático. Nesse contexto, para que a comparação seja possível, Saaty (2008), descreve que o método AHP baseia-se no julgamento de especialistas para obter escalas de prioridades.

Saaty (2008) recomenda que a execução do método seja dividida em algumas etapas:

- 1) Definir o problema;
- 2) Estruturar os problemas em hierarquias desde o topo (objetivo geral) até o último nível (alternativas);
- 3) Construir uma matriz de comparação prioritária. Cada elemento de um nível superior é utilizado para comparar os elementos do nível imediatamente inferior.
- 4) Utilizar prioridades obtidas das comparações para determinar as prioridades do nível imediatamente abaixo. Os valores ponderados de cada elemento devem ser adicionados ao nível imediatamente inferior para a obtenção da prioridade global. Este processo deve ser repetido até que todos os elementos recebam suas notas e estas tenham sido ponderadas para resultarem em uma nota final.

A escala recomendada por Saaty (2008), mostrada no quadro 2, busca a comparação de importância entre dois critérios. Cada um dos valores atribuídos representa uma relação de dominância da coluna à esquerda sobre uma linha do topo da matriz AHP.



**Quadro 2** - Escala de Saaty para utilização do método AHP

Intensidade de Importância	Definição	Explicação
1	Mesma importância	As duas atividades contribuem igualmente para o objetivo
3	Importância pequena de uma sobre a outra	A experiência e o julgamento favorecem levemente uma atividade em relação à outra.
5	Importância grande ou essencial	A experiência e o julgamento favorecem fortemente uma atividade em relação à outra.
7	Importância muito grande ou demonstrada	Uma atividade é muito fortemente favorecida em relação à outra; sua dominação de importância é demonstrada na prática.
9	Importância absoluta	A evidência favorece uma atividade em relação à outra com o mais alto grau de certeza.
2, 4, 6, 8	Valores intermediários entre os valores adjacentes	Quando se procura uma condição de compromisso entre duas definições.
Recíprocos dos valores acima de zero	Se a atividade i recebe uma das designações diferentes acima de zero, quando comparada com a atividade j, então j tem o valor recíproco quando comparada com i.	Uma designação razoável.
Racionais	Razões resultantes da escala	Se a consistência tiver de ser forçada para obter valores numéricos n, somente para completar a matriz.

Fonte: adaptada de Saaty (2008).

Para Fracarolli (2011), a partir desta escala, deve-se criar uma matriz quadrática que representa a priorização entre os critérios comparados. A aplicação do método AHP, segundo Fracarolli (2011, p.30), por meio da escala de Saaty é descrita da seguinte maneira:



Com “n” componentes ligados a um critério superior, a matriz de comparação obtida é uma matriz quadrada “n x n”, preenchida com  $n*(n-1)/2$  comparações. A importância relativa do componente “i” comparado com o componente “j” com respeito ao critério julgado na hierarquia do AHP é determinada utilizando a Escala Fundamental e plotada na posição (i, j) da matriz, com o recíproco deste valor sendo alocado automaticamente na posição (j, i) da mesma.

A partir desta etapa, a matriz de comparação deve ser realizada e cada critério é comparado com outro critério. O quadro 3 exemplifica como a matriz comparativa é feita:

**Quadro 3** - Matriz comparativa AHP

Critérios	Critério 1	Critério 2	Critério 3
Critério 1	1	Avaliação numérica	y
Critério 2	1 / (Avaliação numérica)	1	z
Critério 3	1/y	1/z	1
Soma	$a = 1 + 1 / (\text{Avaliação numérica}) + 1/y$	$b = (\text{Avaliação numérica}) + 1 + 1/z$	$c = y + z + 1$

Fonte: Adaptado de Gomede e Barros (2012)

Saaty (2008) relata que, após o preenchimento da matriz, é estabelecido o peso de cada um dos critérios. Fracarolli (2011) ressalta, todavia, que, após a obtenção dos resultados, deve haver a checagem da consistência dos resultados através da determinação do índice de consistência (IC), que representa matematicamente a probabilidade de os elementos não receberem a comparação adequada.

Após a obtenção das priorizações, o cálculo da consistência dos valores utilizados no método deve ser realizado. Para Saaty (2008), caso o valor da taxa de consistência seja maior que 10%, a matriz é considerada inconsistente, pois a comparação dos critérios não foi realizada de maneira adequada.

Saaty (2008) argumenta que a intenção deste cálculo é validar as informações representadas no método AHP e, para isso, a taxa de consistência e o índice de consistência devem ser calculados. O índice de consistência é calculado com base nos valores referentes ao número principal de Eigen e da quantidade de critérios avaliados.



Saaty (2008) descreve a aplicação da fórmula a seguir:

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad (10)$$

Onde: CI = Índice de consistência

$\lambda_{max}$  = número principal de Eigen

n = quantidade de critérios avaliados

Após a obtenção do índice de consistência na equação 10, para a obtenção da taxa de consistência, deve-se dividir o valor de CI pelo índice de consistência aleatória, que é descrito no quadro 4:

**Quadro 4** - Valores para o índice de consistência aleatória

Dimensão da matriz (n)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Valor de RI	0	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

Fonte: Gomedes e Barros (2012)

Caso o valor obtido após a divisão seja menor que 10%, a matriz é caracterizada como consistente, de acordo com o método apresentado.

## 2.6 Considerações gerais do capítulo

Neste capítulo, foram abordados conceitos referentes à cadeia de suprimentos, como definições, objetivos e evolução destes estudos ao longo do tempo. Além disso, o tema localização de instalação foi apresentado, assim como seus principais aspectos e objetivos. Os métodos de localização e o método multicritério que serão utilizados no estudo também foram descritos sob o ponto de vista teórico.



### **3 MÉTODO**

Este capítulo irá abordar de forma mais objetiva os métodos que foram utilizados neste estudo. O primeiro tópico é referente a caracterização geral da pesquisa e o segundo tópico abordará os métodos propostos, onde serão apresentados a descrição e o detalhamento das etapas realizadas.

#### **3.1 Caracterização geral da Pesquisa**

Prodanov e Freitas (2013) afirmam que a pesquisa científica deve possuir características sistemáticas, metódicas e críticas e, seus desdobramentos, resultados do estudo, devem demonstrar relevância para o incremento do conhecimento humano.

Para Silva e Menezes (2005), as pesquisas podem ser classificadas quanto à sua abordagem, quanto à sua natureza, quanto aos seus objetivos e quanto aos seus procedimentos técnicos.

Em relação à abordagem, Silva e Menezes (2005) afirmam que a pesquisa quantitativa deve representar as ideias e opiniões através de números e dados, sendo, desta maneira, possível a análise. Já a pesquisa qualitativa, segundo estes autores, considera que nem todas as informações obtidas podem ser quantificadas, sendo necessária a subjetividade. Desta maneira, pode-se afirmar que este estudo apresenta características predominantes de uma pesquisa quantitativa, por utilizar dados, números e fórmulas matemáticas. Deve-se ressaltar que este estudo também demonstra traços de uma pesquisa qualitativa, pois considera, por exemplo, critérios subjetivos no desenvolvimento de alguns métodos.

A natureza desta pesquisa pode ser classificada como aplicada, conforme Prodanov e Freitas (2013) afirmam, pois tem como objetivo a geração de conteúdo para uma aplicação direcionada a solução de problemas específicos.

Sobre o objetivo, esta pesquisa pode ser caracterizada como descritiva, pois de acordo com Gil (2010), esta classificação busca descrever as características de certa população ou fenômeno, ou, então, estabelecer relações entre as variáveis. Prodanov e Freitas (2013) acrescentam ainda que este tipo de pesquisa busca registrar e descrever os fatos observados sem interferências e que envolve o uso de



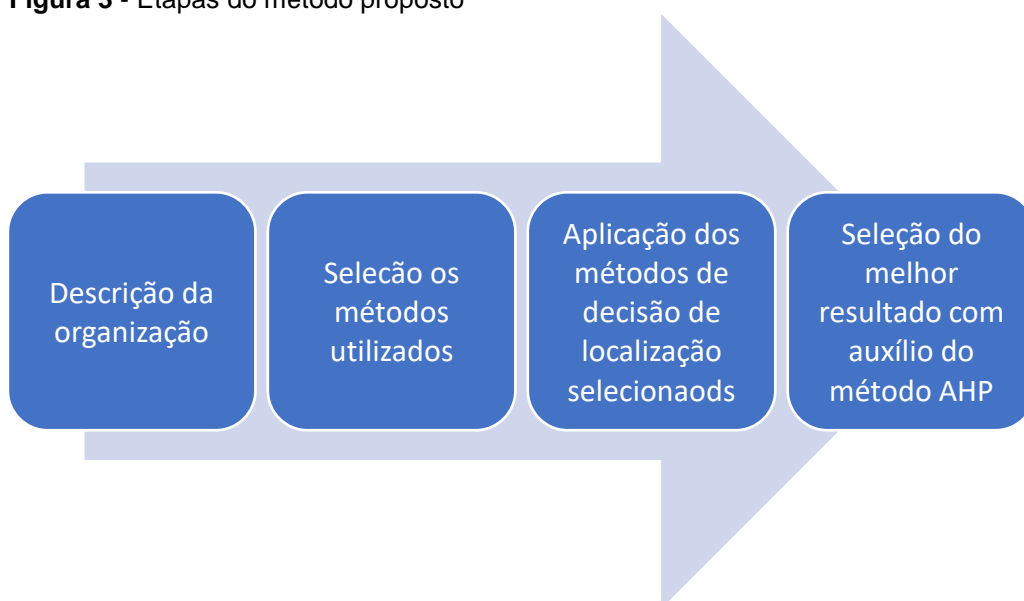
técnicas padronizadas de coleta de dados, como o questionário e a observação sistemática.

O presente estudo pode ser classificado em relação aos seus procedimentos técnicos com um estudo de caso. Gil (2010, p.37) afirma que o estudo de caso “consiste no estudo profundo e exaustivo de um ou mais objetos, de maneira que permita seu amplo e detalhado conhecimento”. Gil (2008) completa ainda que as pesquisas deste tipo estão mais voltadas para a aplicação de conhecimentos em uma realidade circunstancial, não sendo primordial o desenvolvimento de teorias.

### 3.2 Método proposto

O método proposto foi organizado em quatro etapas que buscam identificar e descrever os procedimentos utilizados no desenvolvimento do estudo de caso. A figura 3 representa as etapas:

**Figura 3** - Etapas do método proposto



Fonte: Elaborado pelo autor.

Na primeira etapa, são apresentados os aspectos gerais da organização onde o estudo é realizado, assim como a influência de sua localização na estratégia da empresa. As principais atividades e os pontos a serem melhorados são descritos.



Na segunda etapa são identificados os métodos utilizados no estudo de caso, assim como o motivo da escolha e restrições de cada uma das abordagens escolhidas.

Na terceira etapa, os passos realizados no estudo e desenvolvimento dos três métodos de decisão de localização são apresentados e seus resultados são expostos.

Na quarta etapa, os resultados obtidos são comparados através do método AHP e o melhor resultado é apresentado.

### **3.2.1 Descrição da organização**

Nesta primeira etapa do estudo, a organização é descrita, assim como alguns processos relacionados à cadeia de suprimentos. Características como ramo de atuação, diferenciais estratégicos e abrangência de mercado são apresentadas.

Deve-se ressaltar que estes passos são necessários para que o contexto em que a organização está inserida e sua forma de funcionamento sejam compreendidos. Este levantamento também auxilia no entendimento da influência da atual localização da empresa em sua cadeia de suprimentos.

Nesta primeira etapa, visa-se alcançar os seguintes objetivos:

- a) Entendimento dos aspectos gerais da empresa em análise;
- b) Compreensão das necessidades relacionadas à localização da fábrica.

### **3.2.2 Seleção dos métodos utilizados**

Esta etapa é composta pela primeira fase do processo de decisão de localização, onde são definidos os métodos utilizados no trabalho e são apresentadas suas vantagens e desvantagens.

A escolha dos métodos é etapa fundamental no trabalho em questão, pois cada método de decisão de localização possui características e requisitos específicos. De acordo com as informações disponíveis da empresa e características de cada método, os resultados podem ser diferentes.

Nesta etapa, visa-se alcançar os seguintes objetivos:

- a) Identificação dos métodos utilizados no desenvolvimento deste estudo;
- b) Compreensão sobre a escolha dos métodos.



### **3.2.3 Aplicação dos métodos de decisão de localização selecionados**

A terceira etapa consiste na aplicação dos métodos selecionados. Todos os procedimentos de cada um dos métodos, assim como seus resultados, são expostos.

Nesta etapa, visa-se alcançar os seguintes objetivos:

- a) Aplicação dos procedimentos dos métodos de decisão de localização;
- b) Obtenção dos resultados em cada um dos métodos.

### **3.2.4 Seleção do melhor resultado com auxílio do método AHP**

Após a obtenção dos resultados alcançados na etapa anterior, surge a necessidade de comparar as alternativas obtidas e definir a melhor opção. A quarta etapa apresenta a aplicação do método AHP que permite comparar os resultados com base em critérios próprios do método e escolher o melhor resultado.

Esta comparação entre os resultados anteriormente obtidos é fundamental e a utilização de um novo método para auxiliar na seleção da melhor opção torna mais consistente a escolha.

Nesta etapa, visa-se alcançar os seguintes objetivos:

- a) Aplicação dos procedimentos do método AHP;
- b) Obtenção do resultado mais adequado para o estudo de caso.

## **3.3 Considerações gerais do capítulo**

Neste capítulo, foi feita uma abordagem geral sobre a caracterização da pesquisa, assim como a descrição dos métodos e etapas propostas para o estudo de caso.

Com base na sua abordagem, esta pesquisa foi classificada em termos gerais como sendo quantitativa, com alguns traços qualitativos. Quanto à sua natureza, ela foi categorizada como pesquisa aplicada e a seus objetivos são descritivos. O procedimento técnico utilizado é de estudo de caso.

Sobre o método proposto, foram apresentadas quatro etapas que compõem a estrutura do trabalho.

No capítulo seguinte, será descrito o processo de aplicação das etapas do método.



## 4 ESTUDO DE CASO

Neste capítulo, serão detalhadas as etapas propostas no capítulo anterior. Os dados retratados foram obtidos por meio de entrevistas com gestores, extração de dados através dos sistemas disponíveis da empresa e coletas in loco. Por motivo de sigilo, a empresa será denominada como Empresa WVB.

### 4.1 Caracterização da organização

O estudo foi realizado na Empresa WVB, um *e-commerce* do ramo de comércio varejista especializado em equipamentos de telefonia e comunicação, que possui como destaques os seguintes produtos: capas, cabos, carregadores portáteis para *smartphones*; mochilas, carteiras e capas para computadores portáteis.

A organização em estudo possui duas unidades fabris, uma localizada na cidade de Fortaleza-CE, que atende o público residente no Brasil, e outra em Amsterdam, na Holanda, que atende a outros países, como os Estados Unidos, Alemanha e Itália. O desenvolvimento desta pesquisa foi feito na fábrica localizada em Fortaleza, portanto todas as informações serão referentes a esta unidade.

A Empresa WVB foi fundada em 2015 por quatro empreendedores e, inicialmente, estava situada em uma pequena sala de aproximadamente 20 metros quadrados no bairro Aldeota, em Fortaleza-CE. Após um curto período de tempo, devido a sua crescente demanda, a empresa mudou-se para onde está localizada até hoje, uma sede de aproximadamente 250 metros quadrados, também no bairro Aldeota.

Em relação aos aspectos estratégicos da companhia, podem-se destacar alguns pontos que guiam o funcionamento da empresa: a melhoria da eficiência operacional, o desenvolvimento de novos produtos e encantamento dos clientes. Esses aspectos influenciam fortemente o funcionamento da empresa e são abordados em todos os setores, que utilizam indicadores e metas baseados nos pontos citados.

Como vantagens competitivas, a empresa possui alto nível de inovação, principalmente no desenvolvimento de novos produtos. Além disso, um dos grandes diferenciais da companhia é a possibilidade de personalização de seus produtos, permitindo que o cliente escolha exatamente o modelo que quer e até mesmo o nome



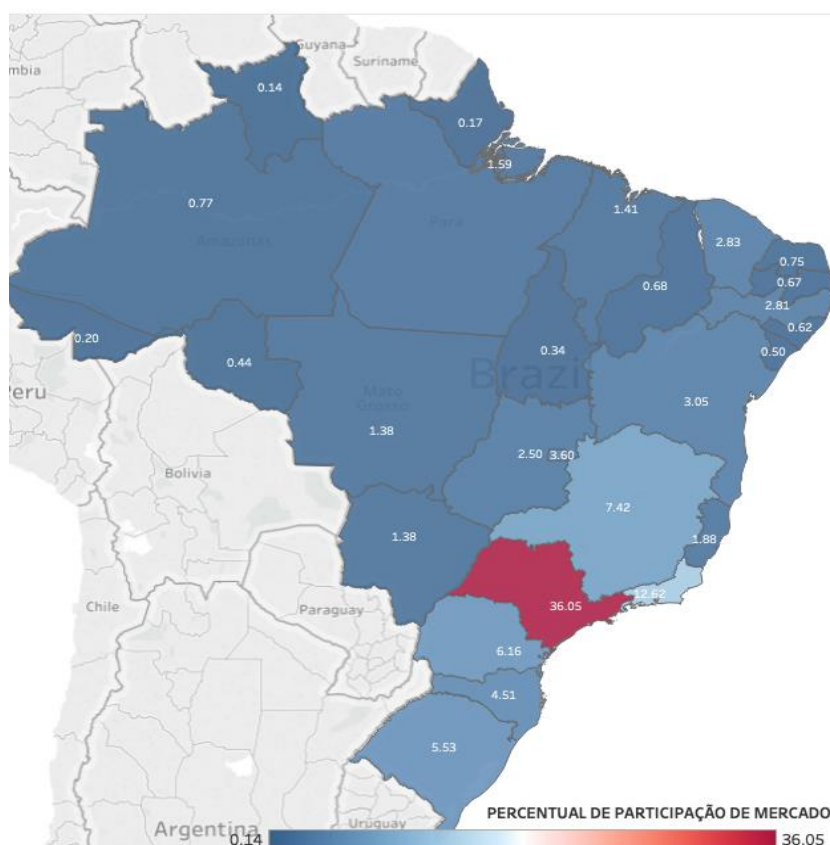
que estará estampado. Este tipo de abordagem possibilita que as mercadorias sejam produzidas somente quando há demanda, tornando possível apenas um pequeno estoque de produtos acabados.

A organização, por ser um *e-commerce* que busca o encantamento de seus clientes, possui, como um dos pontos focais, a rápida entrega de seus produtos a todos os clientes. A rapidez da entrega, entretanto, é dificultada pela distância entre a fábrica e a maior parte de seus clientes, gerando longos prazos de envio.

No início de seu funcionamento, a organização disponibilizava seus produtos somente através do site. Hoje, a maior parte de sua produção ainda é direcionada para os clientes do site, porém há uma crescente expansão da demanda de outros clientes, através pontos de venda próprios e revendedores autorizados.

Segundo o relatório de vendas da empresa, o público do *e-commerce*, segmento que representa aproximadamente 80% do faturamento da companhia, representa uma maior quantidade de envios, que estão distribuídos ao longo do país conforme a figura 4 apresenta:

**Figura 4** - Mapa de calor da participação de mercado



Fonte: Elaborado pelo autor



Esta representação da figura 4 torna evidente que a maior parte deste grupo de clientes está localizado no Sul e Sudeste do Brasil, distante da instalação fabril. O estado de São Paulo, em especial, concentra cerca de 36,05% da demanda nacional.

Os pontos de venda próprios estão localizados conforme a figura 5:

**Figura 5** - Localização dos pontos de venda próprios



Fonte: Elaborado pelo autor

Percebe-se que a fábrica também está distante da maioria de suas lojas próprias, resultando em maiores custos logísticos e tempo de transporte. Os revendedores não foram revelados por questão de sigilo, porém constata-se que cerca de 75% deles estão localizados nos estados de Minas Gerais, São Paulo e Rio de Janeiro.

A empresa possui diversos fornecedores que são responsáveis por diferentes insumos. Os dois principais fornecedores brasileiros estão situados no estado de São Paulo e os demais fornecedores estão localizados na China. Fornecedores locais são responsáveis por materiais indiretos e, devido à facilidade na obtenção destes



fornecedores para os materiais indiretos, eles não serão tratados ao longo deste estudo.

## **4.2 Seleção dos métodos utilizados**

Para que os métodos utilizados no estudo fossem definidos, três pontos focais foram utilizados:

### **a) Quantidade de instalações**

A primeira decisão sobre os métodos de decisão de localização deve ser referente à quantidade de instalações. Pode-se optar por um método que escolhe uma única localidade ou múltiplas localidades.

Através de entrevistas com os gestores, optou-se pela utilização dos métodos de única instalação, pois a empresa não possui, no momento, capacidade financeira de investir na criação de uma nova unidade fabril e manter a unidade já existente, ou de criar duas novas unidades.

### **b) Informações disponíveis**

Outro importante aspecto na escolha dos métodos de decisão de localização são as informações que estão disponíveis para este estudo. Por questão de sigilo, as informações financeiras referentes aos custos da empresa, como salários, valor do aluguel, impostos, entre outros, não puderam ser disponibilizadas.

Entretanto, o posicionamento de clientes e fornecedores foi disponibilizado através da identificação dos estados e, em alguns casos, das cidades onde estão as ofertas e demandas. É possível, a partir desta informação, priorizar um dos principais aspectos na decisão de localização, ou seja, o posicionamento dos envolvidos.

### **c) Objetivos da nova localização**

Ao desenvolver este estudo, dois fatores sempre foram citados pelos gestores como primordiais: a redução dos custos logísticos e melhoria do nível de serviço, reduzindo o tempo de entrega para a maioria dos clientes.

Para que estes dois fatores sejam priorizados, é necessário que exista a possibilidade de priorização dos fatores, ou que, até mesmo, a localização da oferta e da demanda, principal influenciador dos custos logísticos e tempo de entrega, seja a base do método utilizado.



Com isso, optou-se por escolher o Método do Centro de Gravidade, que utiliza como insumo de dados as localizações de oferta e demanda, fatores priorizados pelos gestores entrevistados e que demonstram grande importância para a organização em estudo, já que, principalmente em um *e-commerce*, o tempo de entrega para os clientes é um dos diferenciais estratégicos para o sucesso da organização. Deve-se ressaltar, entretanto, que este método não utiliza alguns outros critérios, relacionados, principalmente, aos custos de funcionamento da fábrica.

Em complemento ao primeiro método escolhido, as outras duas opções de método de decisão de localização escolhidas foram os métodos SMARTS e SMARTER, que possibilitam uma abordagem qualitativa, sendo possível considerar na decisão da localização alguns fatores que o Método do Centro de Gravidade não aborda e que também são importantes na visão dos gestores.

### **4.3 Aplicação dos métodos de decisão de localização escolhidos**

Ao longo deste item são descritos os métodos utilizados para identificar a melhor localização dentre as opções apresentadas.

#### **4.3.1 Método Centro de Gravidade**

A localização da planta fabril, segundo o método do Centro de Gravidade, demonstra-se fundamental, pois ao reduzir as distâncias dos principais envolvidos na oferta e na demanda, é possível minimizar os custos e aumentar o nível de atendimento aos clientes.

Para a resolução deste problema, a plataforma utilizada foi o Excel e, para facilitar a exposição dos dados, as latitudes e longitudes são expostas com termos positivos ou iguais a zero.

O intervalo de tempo utilizado na pesquisa foi de um ano, já que, nos últimos três anos, observou-se um padrão semelhante em relação às ofertas e demandas da empresa. A seguir, os passos destes processos serão explicitados.

Passo 1: Determinação das coordenadas, volumes de tarifas de transporte.



O total de envios da planta fabril para seus destinos finais, assim como a localização de seus destinos em coordenadas, está descrito conforme as tabelas 1, 2. Os recebimentos serão descritos na tabela 3.

**Tabela 1** - Distribuição de envios para os clientes do site - continua.

Estado	Total de envios	% de demanda (SITE)	Latitude (X)	Longitude (Y)
São Paulo	53951	36,05%	6.424.879	21.159.448
Rio de Janeiro	18888	12,62%	7.076.537	24.629.445
Minas Gerais	11102	7,42%	10.074.621	23.879.487
Paraná	9223	6,16%	2.449.015	19.294.010
Rio Grande do Sul	8283	5,53%	0	16.604.900
Santa Catarina	6748	4,51%	4.554.056	18.544.369
Distrito Federal	5390	3,60%	14.187.214	19.923.500
Bahia	4565	3,05%	17.067.922	29.334.571
Ceará	4232	2,83%	26.250.165	29.279.019
Pernambuco	4206	2,81%	21.928.754	32.925.160
Goiás	3739	2,50%	13.353.710	18.527.130
Pará	2377	1,59%	28.911.102	19.382.111
Espírito Santo	2817	1,88%	9.683.722	27.514.658
Mato Grosso	2064	1,38%	14.368.337	11.698.769
Maranhão	2111	1,41%	27.465.904	23.518.304
Mato Grosso do Sul	2058	1,38%	9.513.349	13.190.404
Amazonas	1154	0,77%	27.327.890	7.833.996
Rio Grande do Norte	1120	0,75%	24.203.141	32.609.500
Piauí	1019	0,68%	24.938.683	25.042.447
Paraíba	1008	0,67%	22.863.185	32.965.708
Alagoas	933	0,62%	20.332.835	32.100.653



**Tabela 1** - Distribuição de envios para os clientes do site – conclusão.

Estado	Total de envios	% de demanda (SITE)	Latitude (X)	Longitude (Y)
Rondônia	651	0,44%	21.246.528	3.944.420
Sergipe	743	0,50%	19.034.291	30.737.457
Tocantins	503	0,34%	19.733.019	19.494.243
Acre	305	0,20%	20.079.000	0
Roraima	206	0,14%	33.212.281	7.137.185
Amapá	255	0,17%	29.982.567	16.734.416

Fonte: Elaborado pelo autor

**Tabela 2** - Envios para lojas próprias

Estado	Total de envios	% de demanda (Lojas próprias)	Latitude (X)	Longitude (Y)
São Paulo	72	75,00%	6.424.879	21.159.448
Ceará	24	25,00%	26.250.165	29.279.019

Fonte: Elaborado pelo autor

**Tabela 3** - Envios dos fornecedores até a fábrica

Tipo de envio	Estado	Total de envios	% de demanda (Envios de fornecedores)	Latitude (X)	Longitude (Y)
Fornecedor SP	São Paulo	30	50,00%	6.424.879	21.159.448
Fornecedor CHINA	São Paulo	24	50,00%	6.081706	21.346.614

Fonte: Elaborado pelo autor

Em seguida, são expostas, na tabela 4, as taxas médias relativas ao transporte que foram obtidas através de relatórios logísticos elaborados pelo setor financeiro e entrevistas com as principais transportadoras, onde a base de cálculo foi brevemente explicada.



**Tabela 4** - Taxas de transporte

<b>Fluxo do envio</b>	<b>Taxas médias de transporte (Por envio)</b>
Fábrica - Clientes	R\$0,0056/km
Fábrica - Lojas próprias	R\$0,0431/km
Fornecedores - Fábrica	R\$0,0861/km

Fonte: Elaborado pelo autor

O fator de escala K utilizado é 108, pois este número representa a conversão de um índice coordenado à medida utilizada no estudo, quilômetros.

Passo 2: Aproximação da localização inicial.

Após o passo 1, é possível obter as coordenadas X' e Y' iniciais, que são as localizações iniciais para a localização da instalação, porém estes valores iniciais ainda serão aprimorados. A localização obtida através da resolução da equação 5 e 6 é apresentada na tabela 5:

**Tabela 5** - Coordenadas iniciais

<b>Coordenada</b>	<b>Iteração 0</b>
X'	9.694.601
Y'	22.007.045

Fonte: elaborado pelo autor

A tabela 5 demonstra a forte influência dos clientes do Sul e Sudeste do Brasil, já que, caso o método fosse limitado até o passo 2, a localização seria no estado de Minas Gerais.

Passo 3: Cálculo da distância Di.

Em seguida, calculou-se a distância Di de cada um dos pontos de oferta e demanda através da equação 4. A tabela 6 representa os resultados obtidos:



**Tabela 6** - Distância ( $D_i$ ) dos estados até o centróide na iteração 0 - continua

Fluxo do envio	Estado	Distância do centróide (Km)
Fábrica - Clientes	São Paulo	364,80
Fábrica - Clientes	Rio de Janeiro	400,20
Fábrica - Clientes	Minas Gerais	206,35
Fábrica - Clientes	Paraná	835,58
Fábrica - Clientes	Rio Grande do Sul	1198,60
Fábrica - Clientes	Santa Catarina	669,39
Fábrica - Clientes	Distrito Federal	534,84
Fábrica - Clientes	Bahia	1122,67
Fábrica - Clientes	Ceará	1952,88
Fábrica - Clientes	Pernambuco	1770,94
Fábrica - Clientes	Goiás	545,36
Fábrica - Clientes	Pará	2094,65
Fábrica - Clientes	Espírito Santo	594,82
Fábrica - Clientes	Mato Grosso	1222,38
Fábrica - Clientes	Maranhão	1926,23
Fábrica - Clientes	Mato Grosso do Sul	952,40
Fábrica - Clientes	Amazonas	2443,30
Fábrica - Clientes	Rio Grande do Norte	1940,73
Fábrica - Clientes	Piauí	1678,68
Fábrica - Clientes	Paraíba	1850,25
Fábrica - Clientes	Alagoas	1583,79
Fábrica - Clientes	Rondônia	2315,60
Fábrica - Clientes	Sergipe	1380,75
Fábrica - Clientes	Tocantins	1117,60
Fábrica - Clientes	Acre	2628,08



**Tabela 6** - Distância ( $D_i$ ) dos estados até o centróide na iteração 0 - conclusão

<b>Fluxo do envio</b>	<b>Estado</b>	<b>Distância do centróide (Km)</b>
Fábrica - Clientes	Roraima	3005,03
Fábrica - Clientes	Amapá	2263,89
Fábrica - Lojas próprias	São Paulo	364,80
Fábrica - Lojas próprias	Ceará	1952,88
Fornecedores - Fábrica	São Paulo	364,80
Fornecedores - Fábrica	São Paulo	396,66

Fonte: Elaborado pelo autor

Pode-se observar que as menores distâncias do centróide são para os estados que possuem maior fluxo de envios e recebimentos, indicando a aproximação dos pontos mais representativos da empresa.

Passo 4: Obtenção de coordenadas  $X'$  e  $Y'$  revisadas.

Após a terceira etapa, o  $D_i$  obtido foi utilizado nas equações 2 e 3 para a obtenção de novas coordenadas, conforme é apresentado na tabela 7:

**Tabela 7** - Coordenadas após iteração 1

<b>Coordenada</b>	<b>Iteração 1</b>
$X'$	8.041.849
$Y'$	22.042.625

Fonte: Elaborado pelo autor

Pode-se observar que as coordenadas  $X'$  e  $Y'$  da iteração 1 aproximam-se ainda mais do estado de São Paulo, principal foco dos envios e recebimentos do método. Nota-se portanto, a maior força que este estado exerce sobre os demais, pois há um maior número de envios e recebimentos.

Passo 5: Recálculo de  $D_i$ .

A partir das coordenadas  $X'$  e  $Y'$  revisadas e obtidas no quarto passo, a distância  $D_i$  foi recalculada através da equação 4. A tabela 8 apresenta os resultados:



**Tabela 8** - Distância (Di) dos estados até o centróide na iteração - continua

<b>Fluxo do envio</b>	<b>Estado</b>	<b>Distância do centróide (Km) - Iteração 1</b>
Fábrica - Clientes	São Paulo	198,98
Fábrica - Clientes	Rio de Janeiro	298,19
Fábrica - Clientes	Minas Gerais	295,89
Fábrica - Clientes	Paraná	673,03
Fábrica - Clientes	Rio Grande do Sul	1048,44
Fábrica - Clientes	Santa Catarina	533,51
Fábrica - Clientes	Distrito Federal	702,05
Fábrica - Clientes	Bahia	1253,18
Fábrica - Clientes	Ceará	2116,11
Fábrica - Clientes	Pernambuco	1905,44
Fábrica - Clientes	Goiás	687,94
Fábrica - Clientes	Pará	2272,12
Fábrica - Clientes	Espírito Santo	617,01
Fábrica - Clientes	Mato Grosso	1309,52
Fábrica - Clientes	Maranhão	2103,84
Fábrica - Clientes	Mato Grosso do Sul	969,16
Fábrica - Clientes	Amazonas	2587,13
Fábrica - Clientes	Rio Grande do Norte	2085,40
Fábrica - Clientes	Piauí	1853,39
Fábrica - Clientes	Paraíba	1988,45
Fábrica - Clientes	Alagoas	1715,24
Fábrica - Clientes	Rondônia	2419,56
Fábrica - Clientes	Sergipe	1513,67
Fábrica - Clientes	Tocantins	1292,29
Fábrica - Clientes	Acre	2712,44
Fábrica - Clientes	Roraima	3159,30
Fábrica - Clientes	Amapá	2437,96



**Tabela 8** - Distância (Di) dos estados até o centróide na iteração - conclusão

Fluxo do envio	Estado	Distância do centróide (Km) - Iteração 1
Fábrica - Lojas próprias	São Paulo	198,98
Fábrica - Lojas próprias	Ceará	2116,11
Fornecedores - Fábrica	São Paulo	198,98
Fornecedores - Fábrica	São Paulo	224,64

Fonte: Elaborado pelo autor

Passo 6: Repetição das etapas 4 e 5.

Em seguida, as etapas 4 e 5 foram repetidas quatro vezes, resultando em cinco resultados diferentes. Os resultados de cada uma das iterações estão expostos na tabela 9:

**Tabela 9** - Coordenadas por iteração

Coordenada	Iteração 0	Iteração 1	Iteração 2	Iteração 3	Iteração 4	Iteração 5
X'	9.694.601	8.041.849	7.312.666	6.947.008	6.732.289	6.602.227
Y'	22.007.045	22.042.625	21.772.530	21.518.041	21.357.688	21.268.383

Fonte: Elaborado pelo autor

As coordenadas obtidas na iteração 5, última utilizada, representam a cidade de Mairiporã, no estado de São Paulo, que indica a forte influência dos envios para clientes, que estão concentrados majoritariamente no estado de São Paulo e, em específico, na cidade de São Paulo.

Passo 7: Obtenção do custo total

Após a obtenção das coordenadas finais da instalação, a equação 1 foi utilizada para que o custo total fosse calculado. O custo total, de acordo com a equação 1, é de R\$557.693,50.



### 4.3.2 Método SMARTS

Passo 1: Identificação da proposta de decisão e decisores.

A intenção da utilização do método SMARTS é facilitar a escolha entre as alternativas de localização, buscando considerar os diversos critérios e suas importâncias.

A localidade escolhida deve permitir que diversos fatores, que serão posteriormente apresentados, sejam devidamente ponderados. Deve-se ressaltar, entretanto, que os dois grandes objetivos são referentes à redução de custos e à melhoria do nível de serviço, reduzindo os prazos de entrega.

Passo 2: Elicitação da hierarquia de objetivos.

Os atributos relevantes para a elicitação de valores foram obtidos através de entrevistas abertas com alguns gestores da empresa, sendo um gerente de suprimentos, um gerente da fábrica, um analista de logística e uma pessoa responsável por compras. A pergunta de partida da entrevista foi: Quais são os atributos mais importantes na decisão de localização do *e-commerce* em estudo? A síntese das respostas está representada na tabela 10.

**Tabela 10** - Lista de atributos relevantes - continua

Atributos	Entrevistado 1	Entrevistado 2	Entrevistado 3	Entrevistado 4
Proximidade dos clientes	X	X	X	X
Proximidade dos fornecedores	X	X	X	X
Custo do m <sup>2</sup>	X		X	X
Facilidade de obtenção de mão de obra	X	X	X	X
Valor dos impostos		X		X

Fonte: Elaborado pelo autor

É possível concluir que os principais atributos aos quais os gestores priorizam são: proximidade dos clientes, proximidade dos fornecedores, facilidade de obtenção de mão de obra, custo do m<sup>2</sup> e valor dos impostos.



### Passo 3: Identificação das alternativas.

Para o prosseguimento do estudo, faz-se necessário o levantamento de cidades que possam ser comparadas através do método. Alguns dos critérios utilizados para a seleção de 9 cidades foram: proximidade dos clientes e quantidade de habitantes. As cidades propostas são identificadas através da tabela 11:

**Tabela 11** - Cidades propostas para as alternativas

Cidades	Estado
São Paulo	SP
Jundiaí	SP
Sorocaba	SP
Campinas	SP
Piracicaba	SP
Ribeirão Preto	SP
Rio de Janeiro	RJ
Duque de Caxias	RJ
Belo Horizonte	MG

---

Fonte: Elaborado pelo autor

Estas cidades foram escolhidas de acordo com a distribuição de envios e recebimentos, obtida através das tabelas 1, 2 e 3, assim como infraestrutura mínima e possibilidade de acesso através de rodovias. Observa-se uma grande oportunidade de aproximação da maior parte dos clientes, já que os estados do Sul e Sudeste, por exemplo, totalizam aproximadamente 75% do total de envios. Os três estados para as alternativas, portanto, foram São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais. Através da aproximação da maior parte dos grupos envolvidos, os custos e os prazos de entrega podem ser reduzidos.

### Passo 4: Desenvolvimento das dimensões para matriz de atributos.

As dimensões da matriz de atributos são compostas por diversos critérios que serão explicados a seguir. Os valores da coluna “proximidade de clientes” foram definidos conforme a tabela 12 indica:



**Tabela 12** – Classificação da proximidade dos clientes

Distância do grupo com maior quantidade de envios	Classificação
Menor que 50km	Excelente
Entre 50km e 80km	Muito boa
Acima de 80km	Boa

Fonte: Elaborado pelo autor

Assim, como a coluna “proximidade dos clientes”, o preenchimento da coluna “proximidade dos fornecedores” também é reflexo da proximidade das alternativas com o critério em análise e é representada na tabela 13:

**Tabela 13** – Classificação da proximidade dos fornecedores

Distância do fornecedor com maior volume de envios	Classificação
Menor que 100km	Excelente
Entre 100km e 350km	Muito boa
Entre 350 km e 500km	Boa
Acima de 500km	Razoável

Fonte: Elaborado pelo autor

Os dados referentes a localização dos clientes estão relacionados com as tabelas 1 e 3, que fornecem a localização dos clientes, assim como dos fornecedores da empresa. O preço do metro quadrado em cada uma das cidades foi obtido através de uma agência imobiliária (Agente Imóvel, 2018). As informações referentes aos salários médios apresentados foram cedidas pelo supervisor técnico do Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconômicos do Ceará (DIEESE) e representam o salário médio em empresas privadas de cada uma das cidades no ano de 2017. Ademais, os dados referentes à taxa de impostos foram obtidos através das legislações e códigos tributários dos municípios em análise. A classificação da taxa de impostos é baseada no Imposto Sobre Serviços (ISS), já que segundo as informações coletadas, configura-se como o maior gasto com impostos da empresa. A tabela 14 expõe esta classificação feita:



**Tabela 14** - Classificação taxaço de impostos

ISS	Classificação
Acima de 4%	Alto
Entre 2,5% e 4%	Médio
Menor que 2,5%	Baixo

Fonte: Elaborado pelo autor

A diferença de impostos entre as cidades é decorrente de diferentes códigos tributários e interfere diretamente no valor do produto final para os clientes, uma vez que este valor é repassado ao cliente.

A tabela 15 apresenta as dimensões da matriz de atributos:

**Tabela 15** - Dimensões da matriz de atributos

Cidades	Proximidade dos clientes	Proximidade dos fornecedores	Custo do m <sup>2</sup>	Salário médio	Taxação de impostos
São Paulo	Excelente	Excelente	R\$ 7.967,00	R\$3.360,33	Médio
Jundiaí	Muito boa	Excelente	R\$ 4.581,00	R\$2.884,76	Baixo
Sorocaba	Muito boa	Excelente	R\$ 3.607,00	R\$2.636,37	Baixo
Campinas	Boa	Excelente	R\$ 5.087,00	R\$2.926,37	Alto
Piracicaba	Boa	Muito boa	R\$ 3.611,00	R\$2.852,24	Alto
Ribeirão Preto	Boa	Muito boa	R\$ 3.825,00	R\$2.240,07	Alto
Rio de Janeiro	Boa	Boa	R\$ 8.998,00	R\$2.769,82	Alto
Duque de Caxias	Boa	Boa	R\$ 3.176,00	R\$2.001,64	Alto
Belo Horizonte	Boa	Razoável	R\$ 5.480,00	R\$2.231,16	Médio

Fonte: Elaborado pelo autor

Através da tabela 15, percebe-se que as alternativas escolhidas possuem diferentes valor para cada um dos atributos, portanto, é necessária uma comparação



entre as opções em busca de eliminar as cidades que não apresentam vantagens em relação às outras.

**Passo 5: Eliminação de alternativas dominadas.**

Através da observação da tabela 15, pode-se concluir que existem algumas alternativas que são dominantes em relação a outras, ou seja, possuem valores superiores em todos os critérios.

Neste sentido, é possível eliminar as seguintes cidades: Ribeirão Preto, Campinas, Piracicaba, Rio de Janeiro e Belo Horizonte. A cidade de Sorocaba, por exemplo, supera em todos os critérios escolhidos, as cidades eliminadas, portanto não é interessante que as cidades dominadas continuem no estudo, já que existe outra cidade que apresenta melhor resultado para os atributos.

Com isso, restam para os passos seguintes as cidades de São Paulo, Jundiaí, Sorocaba e Duque de Caxias.

**Passo 6: Desenvolvimento de utilidades unidimensionais.**

A tabela 16 representa a transformação das entradas da matriz de alternativas para utilidades unidimensionais, possibilitando as posteriores comparações.

**Tabela 16** - Utilidades dimensionais

Cidades	Proximidade dos clientes	Proximidade dos fornecedores	Custo do m <sup>2</sup>	Custo de mão de obra	Taxação de impostos
São Paulo	1	1	0,2	0,2	0,7
Jundiaí	0,8	1	0,6	0,6	1
Sorocaba	0,8	1	0,9	0,8	0,7
Duque de Caxias	0,6	0,8	1	1	0,3

Fonte: Elaborado pelo autor

**Passo 7: Ordenação de atributos.**

A ordenação de atributos foi feita a partir de entrevistas com os gestores, já citados no passo 2, onde eles foram questionados sobre a hierarquia de importância dos atributos citados. A síntese das respostas pode ser observada na tabela 17:



**Tabela 17** - Ordenação de atributos

Ordenação	Atributo
1º	Proximidade dos clientes
2º	Impostos
3º	Proximidade dos fornecedores
4º	Custo do m²
5º	Custo da mão de obra

Fonte: Elaborado pelo autor

#### Passo 8: Cálculo dos pesos.

O cálculo dos pesos dos atributos foi realizado pelo método de estimativas diretas, onde o valor mais importante corresponde a 100 pontos e o restante dos atributos obedecem a valores intermediários. A normalização dos pontos atribuídos para cada dimensão corresponderá aos pesos atribuídos aos critérios. Para a definição da magnitude de cada um dos atributos, os gestores foram questionados sobre qual a magnitude relativa de cada um dos atributos em relação ao atributo mais importante, que é a proximidade dos clientes. A tabela 18 sintetiza os valores encontrados através destas entrevistas:

**Tabela 18** - Cálculo dos pesos SMARTS

Atributos	Magnitude	Normalização
Proximidade dos clientes	100	0,230
Taxação de impostos	85	0,195
Proximidade dos fornecedores	80	0,184
Custo do m²	65	0,149
Custo da mão de obra	60	0,138

Fonte: Elaborado pelo autor

A partir das entrevistas e tabelas apresentadas, é possível concluir que a proximidade dos clientes é o atributo mais importante entre os atributos definidos. A tabela 18 apresenta a taxação de impostos e a proximidade dos fornecedores com magnitudes próximas, assim como o custo do m² e o custo de mão de obra.



#### Passo 9: Decisão.

De acordo com os valores de cada uma das utilidades multiatributos obtidas a partir da resolução da equação 7, observa-se que a cidade que possui a maior pontuação é Sorocaba, portanto, é onde a fábrica deve ser instalada. Os resultados são expostos na tabela 19:

**Tabela 19** - Utilidades multiatributo SMARTS

Alternativas	Utilidade multiatributo
Sorocaba	0,853
Jundiaí	0,839
Duque de Caxias	0,734
São Paulo	0,711

Fonte: Elaborado pelo autor

A cidade de Sorocaba demonstra vantagem sobre as demais ao apresentar boa proximidade em relação aos clientes e fornecedores e taxas medianas de impostos.

#### **4.3.3 Método SMARTER**

Os resultados dos passos 1 a 7 referentes ao método SMARTS são utilizados no desenvolvimento do método SMARTER e, portanto, os passos 8 e 9 são explicitados a seguir.

##### Passo 8: Elicitação das utilidades multiatributos

A partir da equação 8 é possível obter as utilidades multiatributos de cada um dos critérios. Já que existem 6 critérios, o valor de K igual a 6 pode ser aplicado para a equação. A tabela 20 expõe os resultados obtidos:



**Tabela 20** - Cálculo dos pesos SMARTER

Atributo	Priorização
Proximidade dos clientes	0,408
Taxação de impostos	0,242
Proximidade dos fornecedores	0,158
Custo do m <sup>2</sup>	0,103
Custo da mão de obra	0,061
Acessibilidade	0,028

Fonte: Elaborado pelo autor

#### Passo 9: Decisão

Assim como foi feito no método SMARTS, no método SMARTER o peso de cada um dos atributos será multiplicado pelo valor da utilidade de única dimensão do respectivo atributo, conforme a equação 9 demonstra. Os resultados são expostos através da tabela 21:

**Tabela 21** - Utilidades multiatributo SMARTER

Cidades	Utilidade multiatributo
Jundiaí	0,85
Sorocaba	0,82
São Paulo	0,80
Duque de Caxias	0,64

Fonte: Elaborado pelo autor

A melhor cidade, segundo o método SMARTER, para a instalação da planta fabril é Jundiaí, diferindo da decisão tomada através do método SMARTS.

A próxima etapa consiste na utilização do método AHP para o auxílio na escolha da melhor da localização entre os três métodos, já que os três métodos obtiveram resultados diferentes.



#### 4.4 Aplicação do método AHP

Diante dos diferentes resultados obtidos por cada um dos métodos de decisão de localização, o método AHP foi utilizado para estabelecer a prioridade em cada um dos critérios já expostos pelos gestores e auxiliar na decisão dentre as alternativas já sugeridas. Os pesos atribuídos para cada um dos critérios foram definidos através de entrevistas com os líderes das áreas de suprimentos, logística e compras, após a explicação sobre o funcionamento e aplicação do método.

Com isso, obteve-se a tabela 22, onde a matriz de priorização foi preenchida:

**Tabela 22** - Valores aplicados na matriz AHP

Atributos	Proximidade dos clientes	Taxação de impostos	Proximidade dos fornecedores	Custo do m <sup>2</sup>	Custo da mão de obra
Proximidade dos clientes	1,00	3,00	4,00	6,00	8,00
Taxação de impostos	0,33	1,00	3,00	5,00	6,00
Proximidade dos fornecedores	0,25	0,33	1,00	4,00	5,00
Custo do m <sup>2</sup>	0,17	0,20	0,25	1,00	2,00
Custo da mão de obra	0,13	0,17	0,20	0,50	1,00
Total	1,88	4,70	8,45	16,50	22,00

Fonte: elaborado pelo autor

Conforme já mencionado no quadro 2, os resultados iguais a “1,00” representam que o critério do eixo “x” tem a mesma importância que o critério do eixo “y”. Quanto maior a importância dos critérios do eixo “x” em relação ao eixo “y”, maior será o valor atribuído. A linha “Total” corresponde ao somatório dos valores de cada uma das colunas.

Após a obtenção das opções, os resultados foram normalizados com base no valor correspondente da linha “Total” de cada uma das colunas. Obteve-se, através da soma dos valores normalizados dos critérios, a coluna “Pontuação da soma das linhas normalizada” e, a partir desta coluna, a priorização de cada um dos critérios pode ser definida. Os resultados são expostos na tabela 23:



**Tabela 23** - Normalização e resultados da matriz AHP

Fatores	Pont. normal. proxim. dos clientes	Pont. normal. taxação de impostos	Pont. normal. proxim. dos fornecedores	Pont. normal. custo do m <sup>2</sup>	Pont. normal. custo da mão de obra	Pont. da soma das linhas normal.	Priorização
Proxim. dos clientes	0,53	0,64	0,47	0,36	0,36	2,37	47,40%
Taxação de impostos	0,18	0,21	0,36	0,3	0,27	1,32	26,40%
Proxim. dos fornecedores	0,13	0,07	0,12	0,24	0,23	0,79	15,80%
Custo do m <sup>2</sup>	0,09	0,04	0,03	0,06	0,09	0,31	6,30%
Custo da mão de obra	0,07	0,04	0,02	0,03	0,05	0,2	4,00%
Total	1	1	1	1	1	5	100%

Fonte: Elaborado pelo autor

Desta maneira, o critério proximidade com clientes recebeu a maior priorização com 47,4% do valor total dos critérios. A taxação de impostos foi caracterizada com a segunda maior priorização, com 26,4%, seguido da proximidade dos fornecedores, com 15,8%. A penúltima posição foi ocupada pelo custo do m<sup>2</sup> com 6,3%, seguido do custo de mão de obra com 4,0%.

Pode-se perceber, através dos resultados, a preferência da equipe gestora pelo critério proximidade dos clientes, justificado principalmente pelo aumento no nível de serviço e redução dos custos logísticos, já que a redução de distâncias percorridas pelas transportadoras, também traz a possibilidade de redução dos fretes.

Outro critério importante é a taxação de impostos, pois dependendo da cidade escolhida, o valor gasto com os impostos será maior. Este valor pago pela empresa para o governo é repassado pelo cliente através do aumento do preço dos produtos e, portanto, impossibilita uma política de preços mais baixa ou maiores lucros.

A proximidade dos fornecedores recebeu o terceiro lugar na lista de priorização devido, principalmente, à possibilidade de agilidade na entrega, evitando rupturas e diminuindo o nível de estoque exigido, já que as entregas poderiam ser divididas em parcelas menores.

Em seguida, o preço do m<sup>2</sup> e o custo relacionado à mão de obra foram apresentados como últimas prioridades. O preço do m<sup>2</sup>, de acordo com os resultados, não é um critério primordial, pois a fábrica não tem grandes dimensões, sendo assim



não há grande influência no valor do aluguel, assim como a mão de obra, já que a empresa não possui um grande quadro de funcionários e os salários médios não são altos.

Após a obtenção das priorizações, o cálculo da consistência dos valores utilizados no método deve ser realizado. Para Saaty (2008), a taxa de consistência deve ser menor que 10% para que a matriz esteja adequada para análises.

O número principal de Eigen é obtido através da multiplicação dos valores da coluna “Priorização” da tabela 23 pelos valores da linha “Total” da tabela 22. O resultado obtido através do desenvolvimento da equação 10 é 0,0972. Após a obtenção do índice de consistência na equação 10, para a obtenção da taxa de consistência, deve-se dividir o valor de CI pelo índice de consistência aleatória (RI), que é descrito no quadro 4. Para uma matriz de dimensão 5, o valor de RI encontrado é 1,12.

O valor obtido após a divisão de 0,0972 por 1,12 é 8,68%, portanto a taxa de consistência é menor que 10%, caracterizando uma matriz consistente, de acordo com o método apresentado.

Após a validação da matriz AHP, torna-se necessário a comparação das três alternativas de acordo com a priorização obtida. Para isso, obteve-se, da mesma maneira que na tabela 15, as informações referentes às escolhas de cada um dos métodos, acrescentando apenas a cidade de Mairiporã, de onde foram tirados e compatibilizados os critérios do método do Centro de Gravidade. Os dados serão expostos através da tabela 24:

**Tabela 24 - Matriz de atributos**

Cidades	Proximidade dos clientes	Taxação de impostos	Proximidade dos fornecedores	Custo do m²	Custo de mão de obra
Mairiporã	Excelente	Média	Excelente	R\$ 3.319,00	R\$2.701,31
Jundiaí	Muito boa	Baixa	Excelente	R\$ 4.581,00	R\$2.884,76
Sorocaba	Muito boa	Média	Excelente	R\$ 3.607,00	R\$2.636,37

Fonte: Elaborado pelo autor



A partir da tabela 24, é possível a transformação dos critérios em valores unidimensionais de 0 a 1, conforme feito anteriormente na tabela 13. A pontuação final de cada uma das alternativas é obtida ao multiplicar os valores unidimensionais de cada critério pela priorização de cada um dos critérios, como a tabela 25 demonstra:

**Tabela 25** - Comparação de alternativas

Cidades	Proximidade dos clientes	Taxação de impostos	Proximidade dos fornecedores	Custo do m <sup>2</sup>	Custo de mão de obra	Pontuação
Mairiporã	1	0,7	1	1	0,7	0,909
Jundiaí	0,8	1	1	0,6	0,6	0,864
Sorocaba	0,8	0,7	1	0,9	0,8	0,812

Fonte: Elaborado pelo autor

Como observado na tabela 25, a alternativa indicada pelo método AHP é a cidade de Mairiporã, identificada com base no método do Centro de Gravidade.

#### 4.5 Síntese dos resultados obtidos

Através da aplicação do Método do Centro de Gravidade, obteve-se a indicação da cidade Mairiporã, enquanto que através do método SMARTS a cidade de Sorocaba foi selecionada como a melhor localidade. Nos procedimentos desenvolvidos pelo método SMARTER, a escolha foi a cidade de Jundiaí.

A escolha final, de acordo com o método AHP, deve ser a cidade de Mairiporã, que apresentou a maior pontuação segundo a tabela 25. Entende-se que a escolha pela cidade de Mairiporã é baseada, principalmente, no foco estratégico de entrega rápida aos clientes, provendo bons níveis de serviço e também sendo possível reduzir os principais custos de logística, que são referentes às entregas.

A utilização do Método do Centro de Gravidade como método de decisão de localização é, portanto, para este estudo eficiente, pois o seu desenvolvimento baseia-se na localização das ofertas e demandas da empresa, fator priorizado em todos os métodos utilizados.



## 5 CONCLUSÃO

Neste capítulo, são apresentadas as conclusões do estudo e feita uma avaliação do processo da pesquisa, assim como recomendações para trabalhos futuros.

### 5.1 Conclusões do estudo

O objetivo geral do trabalho foi alcançado com sucesso através da execução de todas as etapas do método proposto, as quais expuseram a aplicação das etapas para a obtenção da melhor localização da organização em estudo.

Diante do objetivo do trabalho, foi apresentada a fundamentação teórica explanando os conceitos relacionados ao processo de decisão de localização, como o funcionamento e evolução da cadeia de suprimentos, assim como aspectos gerais e o histórico dos problemas de localização. Ademais, discorreu-se sobre os métodos de decisão de localização e métodos multicritérios de tomada de decisão.

Na execução do método proposto, a organização foi descrita e as necessidades relacionadas à localização da empresa foram expostas. Posteriormente, os métodos utilizados para a decisão de localização foram escolhidos e aplicados, resultando em algumas possibilidades de posicionamento da fábrica. Além disso, a partir dos resultados obtidos, utilizou-se o método AHP para auxiliar o processo de tomada de decisão entre as alternativas encontradas em cada um dos métodos.

A utilização do Método do Centro de Gravidade como método de decisão de localização mostrou-se eficiente, pois o seu resultado coincidiu com a decisão apontada pelo método AHP. Isso se deve à priorização na utilização de dados relacionados ao posicionamento de seus clientes e fornecedores.

Quanto aos objetivos específicos, deve-se ressaltar que todos foram alcançados. O primeiro deles, que era apresentar e caracterizar a empresa, identificando os desafios de sua localização, foi atingido na primeira etapa do estudo de caso.

O segundo objetivo específico, identificar e descrever os métodos de decisão de localização utilizados, foi atingido no capítulo de apresentação do referencial



teórico e também na segunda etapa do estudo de caso, onde foram definidos os métodos posteriormente utilizados.

O terceiro objetivo específico, aplicar os métodos de decisão de localização escolhidos, foi cumprido na terceira etapa do estudo de caso, onde os métodos foram aplicados e seus resultados expostos.

O quarto objetivo específico, utilizar um método auxiliar para tomada de decisões para escolher a melhor opção dentre as alternativas, foi alcançado na quarta etapa do estudo de caso, com a aplicação do método AHP e definição da melhor cidade para a instalação da fábrica, que foi Mairiporã, no estado de São Paulo. Neste sentido, o resultado final representa a necessidade da proximidade da fábrica de seus clientes, que estão, em maior parte, situados no estado de São Paulo.

Diante do exposto, foi possível perceber a relevância do estudo de localização na organização, pois este processo tem impactos principalmente nos níveis de serviço e custos. A localização proposta possibilita ganhos nestes dois aspectos.

O trabalho teve como limitação a falta de acesso aos valores exatos gastos com logística e também aos custos referentes a atual instalação fabril, portanto, a comparação dos custos e despesas entre a localização proposta e a atual não foi possível. A localização mais precisa de seus clientes e seus fornecedores por cidade também não foi cedida. Outros fatores de ordem subjetiva, como por exemplo a preferência pelo local de moradia dos sócios e gestores, não foram avaliados.

## **5.2 Recomendações para trabalhos futuros**

Para trabalhos futuros, recomenda-se a comparação no aspecto financeiro e do nível de serviço entre a localização atual e a proposta, sendo assim possível quantificar as vantagens. Além disso, sugere-se que, para a maior precisão na aplicação dos métodos, os envios e recebimentos sejam divididos por cidades.

## **5.3 Considerações finais**

A proposição de localização explorada neste estudo mostrou-se de grande relevância para a empresa, disponibilizando aos gestores um conjunto de dados e análises para decisões da organização que podem gerar futuros ganhos.



Dessa forma, este trabalho pode ser utilizado e possivelmente ampliado, visto que os gestores da empresa em estudo visualizam a criação de uma fábrica em outra localização nos próximos anos.



## REFERÊNCIAS

- AGENTEIMÓVEL. **Estatísticas e Tendências do Mercado Imobiliário no Brasil**. 2018. Disponível em: <<https://www.agenteimovel.com.br/mercado-imobiliario/>>. Acesso em 18 out. 2018.
- BALLOU, R.H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos**. 5ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.
- BARRON, A.H.; BARRETT, B.E. **The efficacy of SMARTER – Simple Multi-Attribute Rating Technique Extended to Ranking**. Acta Psychologica, v.93, p.23-36, 1996.
- BERTAGLIA, P. R. **Logística e Gerenciamento da Cadeia de Abastecimento**. 2ª ed. São Paulo: Saraiva, 2009.
- BOWERSOX, D. J. *et al.* **Gestão logística da cadeia de suprimentos**. 4ª. ed. Porto Alegre: AMGH, 2014.
- BRANDEAU, M. L., CHIU, S.S. **An overview of representative problems in location research**. Management Science, vol. 35, n.6, p.645-674, 1989.
- BRANS, J. P.; MARESCHAL, B. **Multiple criteria decision analysis – state of the art**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2005.
- CAMPINAS, Tabela de ISSQN. **Decreto Municipal de Campinas**. Campinas, SP, 2005. Disponível em: <[https://www.dga.unicamp.br/Conteudos/Documentos/ListaDeServicosISSQNCampinasLei12392\\_2005.pdf](https://www.dga.unicamp.br/Conteudos/Documentos/ListaDeServicosISSQNCampinasLei12392_2005.pdf)>. Acesso em: 10 out. 2018.
- CHOPRA, S.; MEINDL, P. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos**. 1ª ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2003.
- DASKIN, M. S. **Network and discrete location**. John Wiley & Sons Inc. New York, 1995.
- DUQUE DE CAXIAS, Lei nº 1664, de 18 de Novembro de 2002. **Código Tributário do Município de Duque de Caxias**, Duque de Caxias, RJ, 2003. Disponível em: <<https://leismunicipais.com.br/codigo-tributario-duque-de-caxias-rj>>. Acesso em: 10 out. 2018.



EDWARDS, W.; BARRON, F. H. **SMARTS and SMARTER: Improved Simple Methods for Multiattribute Utility Measurement**. Organizational Behavior and Human Decision Processes, v.60, p.306-325, 1994.

FLEURY, P. F.; WANKE, P.; FIGUEIREDO, K. F. **Logística empresarial: a perspectiva brasileira**. São Paulo: Atlas, 2000.

FRACAROLLI, R.L. **Avaliação de desempenho de fornecedores de uma empresa do setor de manufatura**. 2011. 55f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, Paraná, 2011.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

\_\_\_\_\_. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

GOMEDE, E.; BARROS, R. M. **Utilizando o método Analytic Hierarchy Process (AHP) para priorização de serviços de TI: um estudo de caso**. Simpósio Brasileiro de Sistema de Informação, 8 , 2012, São Paulo. Anais.São Paulo: SBC, 2012.

GUASTI, Pedro. **E-logística: etapa chave do e-commerce**. 2007. Disponível em: <[http://www.ebitempresa.com.br/imprensa\\_artigos.asp](http://www.ebitempresa.com.br/imprensa_artigos.asp)>. Acesso em: 01 set. 2018.

\_\_\_\_\_. **E-Commerce: Uma questão de logística**. 2010. Disponível em: <[http://www.ebitempresa.com.br/imprensa\\_artigos.asp](http://www.ebitempresa.com.br/imprensa_artigos.asp)>. Acesso em: 02 set. 2018.

HALE, T.S; MOBERG, C.R. **Annals of Operations Research** 2003. Disponível em: <<https://doi.org/10.1023/A:1026110926707>>. Acesso em: 01 set. 2018.

HAMAD. R.; GUALDA, N. D. F. **Modelagem de redes logísticas com custos de inventário calculados a partir da cobertura de estoque**. Produção, v.21, n. 4, p. 667-675, 2011.

HERZER, Anderson. **Fidelizando clientes no comércio eletrônico**. 2013. Disponível em: <<http://ecommercenews.com.br/artigos/cases/fidelizando-clientes-no-comercio-eletronico>>. Acesso em: 12 set. 2018.

JUNDIAÍ, Imposto sobre serviços de qualquer natureza. Anexo I – Impostos sobre serviços de qualquer natureza. **Código Tributário de Jundiaí**, Jundiaí, São Paulo, 2014. Disponível em: <<https://jundiai.sp.gov.br/financas/wp->



content/uploads/sites/12/2014/09/Anexo-I-A-Tribut%C3%A1vel-por-import%C3%A2ncia-fixa.pdf>. Acesso em: 10 out. 2018.

KLOSE, A.; DREXL, A. **Facility location models for distribution system design. European Journal of Operational Research.** 2005.

MARINS, C.S.; SOUZA, D.O.de; BARROS, M.S.da. **O uso do método de análise hierárquica (AHP) na tomada de decisões gerenciais.** In: Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional, 41, 2009, Bahia. Anais. Bahia: SOBRAPO, 2009.

MINISTÉRIO DO TRABALHO. **Relatório Anual de Informações Sociais – Rais.** 2017. Disponível em: <<http://pdet.mte.gov.br/rais?view=default>>. Acesso em: 20 out. 2018

MELO, M. T.; NICKEL, S.; SALDANHA-DA-GAMA, F. **Dynamic multi-commodity capacitated facility location: a methematical modeling framework for strategic supply chain planning.** Computer & Operations Research, v.33, n.1, p.181-208, 2006.

MOREIRA, D. A. **Administração da produção e operações.** 2 ed. São Paulo: Cengage Learning, 2009.

NETO, W. A. P. (2001). **Modelo Multicritério de Avaliação de Desempenho Operacional do Transporte Coletivo por Ônibus no Município de Fortaleza.** Fortaleza, 2001. Universidade Federal do Ceará: 2001. Disponível em: <[http://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/1817/1/2001\\_dis\\_wapereiraneto.pdf](http://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/1817/1/2001_dis_wapereiraneto.pdf)>. Acesso em 2 de set. 2018

NOVAES, A.G. **Logística e gerenciamento da cadeia de distribuição.** Rio de Janeiro: Campus, 2001.

OLIVEIRA, R. **Alíquotas de ISSQN sofre alterações em Belo Horizonte.** Lei Municipal de Belo Horizonte, nº 10.692, de 30 de dezembro de 2013. Belo Horizonte, MG, 2014. Disponível em: <[http://www.cdlbh.com.br/portal/2960/Noticias\\_CD\\_L\\_BH/Aiquotas\\_de\\_ISSQN\\_sofre\\_alteracoes\\_em\\_Belo\\_Horizonte](http://www.cdlbh.com.br/portal/2960/Noticias_CD_L_BH/Aiquotas_de_ISSQN_sofre_alteracoes_em_Belo_Horizonte)>. Acesso em: 10 out. 2018.



PIRACICABA, Tabela de ISSQN. **Código Tributário Municipal de Piracicaba**, Piracicaba, SP, 2008. Disponível em: <[https://www.dga.unicamp.br/Conteudos/Documentos/consolidada\\_tabela\\_issqn\\_piracicaba.pdf](https://www.dga.unicamp.br/Conteudos/Documentos/consolidada_tabela_issqn_piracicaba.pdf)>. Acesso em: 10 out. 2018.

PIRES, S.R.I. **Gestão da cadeia de suprimentos: conceitos, estratégias, práticas e casos – Supply Chain Management**. 2ª ed. São Paulo: Atlas, 2010.

PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani César de. **Metodologia do Trabalho Científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico**. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

REVELLE, C. S.; EISELT, H. A. **Location analysis: A synthesis and survey**. European Journal of Operational Research, v. 165, p.1-19, 2005.

RIBEIRÃO PRETO, Decreto nº 306 de 29/12/2005. **Diário Oficial do Município de Ribeirão Preto**, Ribeirão Preto, SP, 2006. Disponível em: <<https://www.contabeis.com.br/artigos/74/aliquotas-de-iss-em-ribeirao-preto-decreto-no-306-de-29122005/>>. Acesso em: 10 out. 2018.

RIO DE JANEIRO, Alíquotas e Base de Cálculo para ISS. Lei nº 3.691 de 28.11.2003. **Código Tributário Municipal do Rio de Janeiro**, Rio de Janeiro, RJ, 2003. Disponível em: <<http://www.rio.rj.gov.br/web/smf/exibeconteudo?id=141571>>. Acesso em: 10 de out. 2018.

RODRIGUES, F. H.; MARTINS, W. C.; MONTEIRO, A. B. F. C. **O Processo de Decisão Baseado em um Método de Análise Hierárquica na Tomada de Decisão Sobre Investimentos**. In J. V. Caixeta Fo. & R. S. Martins (Eds.), *Gestão logística do transporte de cargas*. São Paulo: Atlas, 2001.

SAATY, T.L. **Decision making with the analytic hierarchy process**. International Journal of Services Sciences, v.1, n.1, p.83-98, 2008.

SANT'ANA, Vanessa. **E-commerce: Fatores que influenciam a Satisfação em compras on-line na percepção dos graduandos de administração da UFSC**. Santa Catarina: 2015.



SÃO PAULO, Manual de retenção do ISS. **Decreto Municipal de São Paulo**, São Paulo, SP, 2016. Disponível em: <[https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/upload/SOF%20-%20Manual\\_de\\_Retencao\\_do\\_ISS\\_1485451513.pdf](https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/upload/SOF%20-%20Manual_de_Retencao_do_ISS_1485451513.pdf)>. Acesso em: 10 out. 2018.

SILVA, Edna Lúcia da; MENEZES, Eстера Muszkat. **Metodologia da Pesquisa e Elaboração da Dissertação**. 4. ed. Florianópolis: UFSC, 2005.

SIMCHI-LEVI, D.; KAMINSKY, P.; SIMCHI-LEVI, E. **Designing and Maneging the Supply Chain**. Concepts, Strategies and Case Studies. 3rd. Ed. [s.l.] McGraw-Hill Education, 2007.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; ROBERT, J. **Administração da produção**. 3ª ed. São Paulo: Atlas, 2009.

SLACK, N.; BRANDON-JONES, A.; JOHNSTON, R. **Administração da produção**. 8ª ed. São Paulo: Atlas, 2018.

SOROCABA, Lei nº 4994/1995 e alterações, com redações em vigor. **Código Tributário Municipal de Sorocaba**, Sorocaba, SP, 2016. Disponível em: <<http://issdigitalsod.com.br/legislacao/leilSSQN.pdf>>. Acesso em: 10 out. 2018.

VALIM FILHO, A.R.R.; GUALDA, N. D. F. **Contribuições à Modelagem Matemática do Problema da Localização de Centros de Distribuição de Carga**. Anais do XVIII Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes, ANPET, Florianópolis, Artigo Científico, p.1086-1097. Santa Catarina: 2004

VISSOTTO, Elisa Maria; BONIATI, Bruno Batista. **Comércio Eletrônico**. Frederico Westphalen: Rede E-tec Brasil, 2013. Disponível em: <[http://estudio01.proj.ufsm.br/cadernos/cafw/tecnico\\_informatica/comercio\\_eletronico.pdf](http://estudio01.proj.ufsm.br/cadernos/cafw/tecnico_informatica/comercio_eletronico.pdf)>. Acesso em: 02 set. 2018.

VON WINTERFELDT, D.; EDWARDS, W. **Decision Analysis and behavioral research**. New York: Cambridge University press, 1996.