



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO**

**CENTRO ACADÊMICO DO AGRESTE**

**SABRINA LEAL ALBUQUERQUE**

**APLICAÇÃO DE MODELO MULTICRITÉRIO PARA A SELEÇÃO DE  
FORNECEDORES EM UMA EMPRESA NO AGRESTE PERNAMBUCANO**

**CARUARU**

**2022**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO**

**CENTRO ACADÊMICO DO AGRESTE**

**ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**SABRINA LEAL ALBUQUERQUE**

**APLICAÇÃO DE MODELO MULTICRITÉRIO PARA A SELEÇÃO DE  
FORNECEDORES EM UMA EMPRESA NO AGRESTE PERNAMBUCANO**

TCC apresentado ao Curso de Engenharia de produção da Universidade Federal de Pernambuco, Centro Acadêmico do Agreste, como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção.

Área de concentração: Gestão da Produção

**Orientador(a):** Marcele Elisa Fontana

**CARUARU**

**2022**

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,  
através do programa de geração automática do SIB/UFPE

Albuquerque, Sabrina Leal.

Aplicação de modelo multicritério para a seleção de fornecedores em uma empresa no agreste pernambucano / Sabrina Leal Albuquerque. - Caruaru, 2022.

45p : il., tab.

Orientador(a): Marcele Elisa Fontana

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de Pernambuco, Centro Acadêmico do Agreste, Engenharia de Produção, 2022.

1. modelo multicritério. 2. ELECTRE I. 3. fornecedores. I. Fontana, Marcele Elisa. (Orientação). II. Título.

620 CDD (22.ed.)

SABRINA LEAL ALBUQUERQUE

**APLICAÇÃO DE MODELO MULTICRITÉRIO PARA A SELEÇÃO DE FORNECEDORES EM UMA EMPRESA NO AGRESTE PERNAMBUCANO**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Curso de Engenharia  
Produção do Centro Acadêmico do Agreste  
- CAA da Universidade Federal de  
Pernambuco - UFPE, em cumprimento às  
exigências para obtenção do grau de  
Bacharel em Engenharia de Produção.

Área de concentração: Gestão da Produção

Após defesa por videoconferência, a banca examinadora considera a candidata  
APROVADA.

Caruaru, 24 de outubro de 2022.

Banca examinadora:

---

Prof<sup>ª</sup>. Dr.<sup>a</sup> Marcele Elisa Fontana (Orientadora)  
Universidade Federal de Pernambuco

---

Prof. M.Sc. Jefferson Carlos de Oliveira Ribeiro Costa (Examinador)  
Universidade Federal de Pernambuco – UFPE

---

M.Sc. Gabriela Eloanne Vidal Leite (Examinadora)

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço aos meus pais, Liliane e Zenilson, pelo exemplo me dado que me impulsionou até aqui. Por colocarem os sonhos dos seus filhos em primeiro lugar e por desde muito cedo me incentivarem aos melhores caminhos, me apoiando em todas as decisões, suportando e amparando nos momentos difíceis. Tenho muito orgulho de ser filha de dois professores, que constroem o caráter e formam tantas pessoas os incentivando à educação.

Aos meus irmãos, Samilly e Shilton, por serem encorajadores, parceiros, e companheiros em todas as etapas de minha vida.

Aos meus amigos de graduação, que foram tão importantes em toda essa trajetória, transformando o percurso da graduação em momentos mais leves. Sou grata por ter tido a sorte de encontrar vocês. Agradeço também a todos os meus amigos

E por fim, agradeço a pessoa que foi o alicerce para a conclusão desse trabalho, a minha professora orientadora Marcelle. Obrigada por me incentivar por todo esse longo período e por abraçar esse trabalho.

## RESUMO

A alta competitividade faz com que as empresas busquem melhorias contínuas. Nesse cenário dinâmico, a construção de relacionamentos sólidos com fornecedores adequados é fundamental e denota a necessidade de um processo estruturado na seleção de fornecedores. O presente trabalho tem como objetivo propor um modelo de decisão que auxilie na seleção de fornecedores de uma empresa de alimentos localizada no agreste de Pernambuco. Para isso, na primeira etapa do estudo, buscou-se identificar os atores do processo e as possíveis alternativas. A segunda etapa foi dada pela definição dos critérios e utilização do método multicritério ELECTRE I. Por fim, uma análise de sensibilidade foi conduzida para verificar a robustez dos resultados. O método apresentou como resultado um subconjunto menor de alternativas que auxiliando o processo de decisão.

**Palavras-chave:** Modelo multicritério; ELECTRE I; Fornecedores.

## **ABSTRACT**

The high competitiveness makes companies seek continuous improvement. In this dynamic scenario, building solid relationships with suitable suppliers is fundamental and denotes the need for a structured process in the selection of suppliers. The present work aims to propose a decision model that helps in this decision making through the ELECTRE I method applied to an input in a food company. The first stage of the study sought to identify the actors in the process and possible alternatives. The second step was given by defining the criteria and using the ELECTRE I Multicriteria method, the last step was through the sensitivity analysis building other scenarios in which the weights assigned to each criterion varied. The method presented as a result a smaller subset of alternatives that aiding the decision process.

**Keywords:** Multicriteria model; ELECTRE I; Suppliers

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Elementos da Cadeia de Suprimentos.....	18
Figura 2 – Cadeias de suprimentos interna, imediata e total.....	19
Figura 3 – Estruturação do modelo.....	31
Figura 4 – Kernel.....	38

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Matriz de consequencias.....	35
Tabela 2 – Elicitação de pesos.....	35
Tabela 3 – Normalização e avaliação das alternativas.....	36
Tabela 4 – Índice de concordância.....	36
Tabela 5 – Índice de discordância.....	37
Tabela 6 – Matriz veto.....	37
Tabela 7 – Limiares de concordância e discordância.....	38

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Algumas vantagens e desvantagens de fornecedor único e fornecedores múltiplos.....	20
Quadro 2 - Tipos de relacionamentos.....	21
Quadro 3 - Critérios de seleção de fornecedores.....	22
Quadro 4 - Critérios de seleção de fornecedores na literatura.....	23
Quadro 5 - Métodos de seleção de fornecedores.....	24
Quadro 6 - Atores no processo decisório.....	25

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>11</b>
1.1	OBJETIVOS DA PESQUISA.....	12
1.2	JUSTIFICATIVA.....	12
1.3	ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO.....	13
<b>2</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</b>	<b>15</b>
2.1	CADEIA DE SUPRIMENTOS.....	15
<b>2.1.1</b>	<b>Estrutura de uma cadeia de suprimentos.....</b>	<b>16</b>
<b>2.1.2</b>	<b>Reestruturação e consolidação de uma cadeia de suprimentos.....</b>	<b>19</b>
2.2	SELEÇÃO DE FORNECEDORES.....	20
<b>2.2.1</b>	<b>Critérios para seleções de fornecedores.....</b>	<b>21</b>
2.3	DECISÃO MULTICRITÉRIO.....	24
<b>2.3.1</b>	<b>Família de métodos ELECTRE.....</b>	<b>26</b>
<b>2.3.2</b>	<b>Electre I.....</b>	<b>27</b>
<b>3.</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>29</b>
3.1	TIPO DE PESQUISA.....	29
3.2	ETAPAS DA PESQUISA.....	29
<b>3.2.1</b>	<b>Escolha do método.....</b>	<b>29</b>
<b>3.2.2</b>	<b>Estruturação do problema.....</b>	<b>30</b>
<b>4.</b>	<b>ESTUDO DE CASO.....</b>	<b>32</b>
4.1	CARACTERIZAÇÃO DA PROBLEMÁTICA.....	32
4.2	CONSTRUÇÃO DO MODELO DE DECISÃO.....	33
4.3	ANÁLISE DE SENSIBILIDADE.....	38
<b>5.</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>40</b>
5.1	LIMITAÇÕES E FUTUROS TRABALHOS.....	41
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>42</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Com a internet como um dos fatores principais, os clientes passaram a esperar processos cada vez mais ágeis, com um alto índice de disponibilidade de produtos (BALLOU, 2006). Neste cenário competitivo, a necessidade de custos mais baixos, menor tempo de entrega e maior qualidade entregue ao cliente se mostram essenciais pra viabilidade da organização financeiramente. Esse processo competitivo acirrado nem sempre propicia o fluxo de informações na cadeia de suprimentos, já que pode gerar a percepção de competitividade entre fornecedores e clientes na cadeia de suprimentos (CHOPRA & MEINDL, 2011).

De acordo com Ballou (2006), as atividades rotineiras que agregam valor para o consumidor a uma matéria prima à medida que ela se transforma em produto acabado, é chamada de cadeia de suprimentos. Assim são descritas todas as atividades que se relacionam ao fluxo de materiais e informações na confecção de um bem ou serviço, desde a matéria prima até o consumidor final.

O dinamismo cada vez maior que se observa na oferta de produtos, mesmo os de uso recorrente, torna necessário um processo logístico bem estruturado. A logística tem como objetivo principal satisfazer as necessidades e preferências do consumidor final, percebendo que cada elemento da cadeia logística acaba sendo cliente de seus fornecedores (NOVAES, 2007).

O gerenciamento da cadeia de suprimentos feito de forma eficaz aumenta o nível de serviço ao cliente, levando a um aumento na fatia de mercado que possuía e maiores lucros (BALLOU, 2006). O processo decisório de uma organização é pautado por objetivos de desempenho que auxiliem na satisfação de seus stakeholders, sendo, assim, a base para todo o processo decisório.

Slack et al. (2002) diz que para que a produção ocorra de forma eficaz e produza produtos com o máximo de aproveitamento de seus recursos, em que o produto e/ou serviço resultante seja produzido de acordo com as especificações, as quantidades e prazos requeridos e a um custo mínimo, é necessário o planejamento e controle da produção. Para isso, sugere então um conjunto genérico de cinco objetivos de desempenho de produção, que são: qualidade, velocidade, confiabilidade, flexibilidade e custo

O objetivo de desempenho confiabilidade/credibilidade tem como foco entregar seus produtos de acordo com os prazos estabelecidos. O objetivo de desempenho qualidade está relacionado a entregar um produto ou serviço de acordo com seu propósito, com a ausência de erros.

A falta de confiabilidade/credibilidade em uma parte da operação gera dificuldades para outras, que não conseguem empenhar todos seus esforços na melhoria de sua atividade. (SLACK, CHAMBERS & JOHNSTON, 2018)

Em um cenário onde a confiabilidade de uma empresa em uma cadeia de suprimentos é de extrema importância para que a mesma assuma um lugar competitivo no mercado é essencial que a seleção de fornecedores de insumos para que ela possa operar de forma eficiente, entregando os produtos em seus devidos prazos e com a qualidade esperada, seja feita de forma adequada.

Nesse sentido, apesar de a compra de materiais com menor custo e qualidade maior ser essencial na gestão da cadeia de suprimentos, ela não é fator único na garantia de continuidade do fator competitivo da organização.

Boworsox & Closs (2010) citaram alianças estratégicas como outro fator relevante, tendo como objetivo a formação de uma rede de apoio buscando elevar os níveis de desempenho de todas as empresas da cadeia em questão.

## 1.1 OBJETIVOS DA PESQUISA

O objetivo geral da pesquisa foi propor um modelo multicritério para a seleção de fornecedores em uma empresa do segmento de biscoitos de Caruaru (PE).

Os objetivos específicos são:

- Analisar o processo atual adotado pela empresa para a seleção de seus fornecedores
- Escolher um modelo multicritério, para a seleção de fornecedores, adequado à empresa objeto de estudo e preferências do tomador de decisão;
- Aplicar o modelo definido e analisar os resultados.

## 1.2 JUSTIFICATIVA

Os novos padrões de competitividade fazem com que as empresas desenvolvam novas estratégias. Entre elas está a de tornar sua cadeia de suprimentos mais enxuta, agregando valor a seu processo, em busca de vantagem competitiva. Com os conceitos de flexibilidade e agilidade direcionando um novo padrão de produção, as estruturas organizacionais e o relacionamento cliente-fornecedor sofreram várias mudanças. Uma delas foi a mudança da visão de fornecedores e clientes como competidores. A formação de uma rede de apoio para

e elevar o desempenho geral da cadeia passou a ser fator competitivo para as empresas (BOWERSOX & CLOSS, 2010)

Assim sendo, surge a necessidade de alinhar o conjunto de fornecedores aos objetivos e estratégia geral dos negócios, identificar quais as metas de fornecimento precisam ser atingidas e garantir que há meios de atingi-las, além de acompanhar as mudanças no mercado, buscando se antecipar à variações de pedido e demanda (AMATO et al., 2013).

A premissa básica para a formação de cadeias de suprimentos entre compradores e fornecedores, também conhecidos como canais de distribuição, é o trabalho cooperativo entre todos os membros da cadeia, ou canal de suprimentos, o que resultará numa sinergia e irá gerar maiores níveis de desempenho conjunto (BOWERSOX & CLOSS, 2010)

Ainda sobre esse novo cenário, é essencial que o gerenciamento de fornecedores seja feito de forma efetiva, buscando diminuir custos e ter disponibilidade de insumos, desenvolver estratégia para que o fluxo de informações dê suporte a tomada de decisão e adotar medidas que consigam avaliar o fornecimento de insumos de acordo com critérios bem estabelecidos. O preço não pode ser fator único na decisão sobre relações comprador-fornecedor na cadeia de suprimentos. A falta de critérios a serem atendidos e um padrão de qualidade mínimo exigido, resultam em negociações feitas com fornecedores que oferecem o menor preço do insumo, o que resulta, geralmente, em uma qualidade baixa, com um custo global elevado (AMATO et al., 2013).

Nesse cenário, a organização precisa estabelecer critérios bem definidos para que possa exercer um bom gerenciamento de fornecedores que busque dar apoio ao processo decisório e fortaleça a relação fornecedor-comprador.

De acordo com Almeida (2013), ao contrário de um problema monocritério, que leva em consideração uma avaliação de desempenho apenas com base em um critério, um problema de decisão multicritério envolve uma situação em que se há, pelo menos, duas alternativas de escolhas, quando se deseja atender a múltiplos objetivos, que podem ser conflitantes entre si. Dessa forma, um modelo de seleção de fornecedores em um cenário onde um bom gerenciamento de fornecedores é uma vantagem competitiva, deve ser elaborado levando em consideração mais de um critério.

### 1.3 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

O trabalho se organiza em seis capítulos. No primeiro se apresenta a introdução da pesquisa, a justificativa da mesma e os objetivos gerais e específicos.

No segundo capítulo se tem a fundamentação teórica, que inclui conceitos relacionados a cadeia de suprimentos, o impacto da seleção de fornecedores na cadeia de suprimentos e conceitos relacionados a tomada de decisão, assim como apresentação de modelos multicritérios.

No terceiro capítulo busca-se a exposição da metodologia de pesquisa adotada no presente trabalho.

O quarto capítulo tem o intuito de apresentar a problemática a ser analisada bem como apresentar o histórico da empresa no que tange a seleção de fornecedores.

Além disso, será mostrada a aplicação do modelo de seleção de fornecedores proposto realizando sua aplicação numérica aplicada ao item escolhido.

E no último capítulo se apresentam as considerações finais.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo busca apresentar conceitos de cadeia de suprimentos, a importância que a seleção de fornecedores tem para uma cadeia de suprimentos bem estabelecida, quais os principais fatores levados em consideração no que diz respeito a seleção de fornecedores e conceitos de decisão multicritério, bem como o método que será utilizado na proposição do modelo.

### 2.1 CADEIA DE SUPRIMENTOS

Em um cenário onde a globalização torna a competitividade entre empresas cada vez mais acirrada e com cenários cada vez mais dinâmicos, o conceito de gerenciamento da cadeia de suprimentos se torna um fator muito relevante para o sucesso de uma organização, pois pode garantir respostas mais rápidas ao cliente, assegurando a qualidade. A gestão da logística, no que se trata da cadeia de suprimentos, atua essencialmente em termos de tempo e lugar, no sentido de oferecer seu produto ao cliente quando e onde se é solicitado. A agregação de valor só é efetiva quando estes dois aspectos são satisfeitos. (BALLOU, 2006)

Uma rede de fornecedores já consolidada, com parcerias sólidas, que consegue se adaptar as necessidades do comprador é uma enorme vantagem competitiva, em especial frente a novos concorrentes que estão adentrando no mercado. Uma relação sólida com fornecedores é também vantagem competitiva frente a competidores que já estão no mercado a algum tempo, já que ela pode aumentar o poder de barganha pela redução de preços e aumento na qualidade. Entre os pontos fundamentais a serem considerados na gestão de fornecedores é um fator muito relevante a necessidade de se associar a fornecedores qualificados (AMATO et al., 2013).

Segundo Bowersox & Closs (2007), a logística integrada, que consiste no vínculo da empresa com seus clientes e fornecedores, agrega valor ao produto e se traduz em vantagem competitiva. A empresa precisa expandir sua abordagem agregada para clientes e fornecedores, para garantir que consiga atingir seus objetivos de desempenho. Esse processo recebe o nome de gerenciamento da cadeia de suprimentos. Já Ballou (2007) define a gestão da cadeia de suprimentos (GCS) como o que compreende a integração das atividades relacionadas à cadeia de suprimentos e suas inter-relações de forma eficaz, buscando vantagem competitiva.

A GCS tem a função de articular e coordenar seus processos, levando em consideração os processos de outras entidades, como fornecedores e clientes. Assim sendo, deixa-se pra trás a visão de concorrência na cadeia de suprimentos e entra em vigor a colaboração, de forma a

atingir objetivos em comum, em busca de um 'bem maior' (CHRISTOPHER, 2010). Amato et al. (2013) corroboraram com essa visão incluindo na cadeia de suprimentos o conceito de parceria, que está relacionado a duas empresas associadas em função de um objetivo ou metas em comum, sem estarem em uma junta comercial.

O processo de construção de relacionamentos de parceria entre clientes e fornecedores engloba, entre outras atividades, a seleção do parceiro, a motivação das partes para a parceria e a manutenção gerencial do relacionamento ao longo do tempo. Deve haver entre as partes a combinação de estratégias corporativas para que a parceria seja de fato eficaz no sentido de trazer maior competitividade para a cadeia, o que faz com que o gerenciamento deste tipo de relacionamento reforce ainda mais a importância estratégica da gestão de suprimentos (FURTADO, 2005).

Uma estratégia de produção estruturada gera a necessidade de orientações para uma efetiva tomada de decisão (SLACK, CHAMBERS & JOHNSTON, 2002).

### **2.1.1 Estrutura de uma CS**

Christopher (2010) afirmou que a logística orienta e estrutura um planejamento que busca criar um plano único para o fluxo de produtos e informações através de um negócio. Nesse sentido, citou a GCS, que busca articular e coordenar os processos de outras entidades que são consideradas nesse plano, como fornecedores, clientes e a própria organização. O foco da GCS deve ser, então, a gestão de relacionamentos entre essas partes, buscando um resultado positivo para todas as partes da cadeia, o que pode gerar situações em que o interesse de uma das partes precise ser incluído em benefício da cadeia inteira. Nesse cenário, o autor citou ainda um argumento para que a GCS chame-se, então, de 'cadeia de gestão de demanda' para refletir sua necessidade de não mais ser impulsionada por fornecedores e sim pela demanda do mercado.

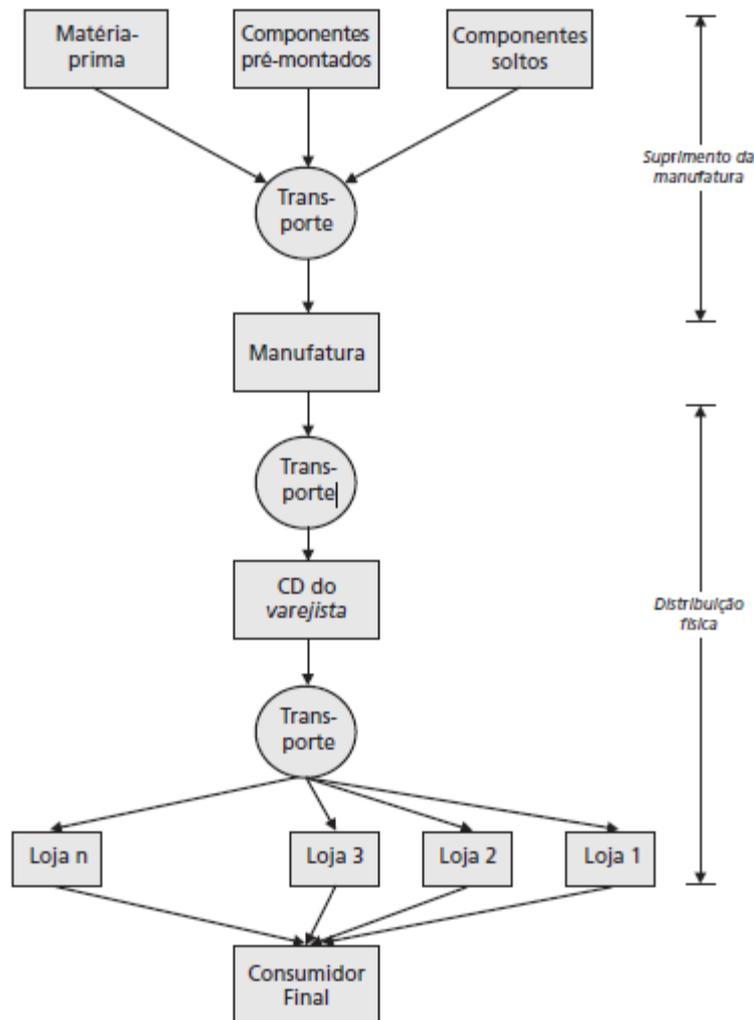
Pires (2016) definiu a estrutura de uma cadeia de suprimentos (CS) como tendo sua origem no ponto onde não existem fornecedores primários, que são definidos como empresas que agregam valor ao longo da cadeia de suprimentos de determinado produto ou serviço, e sim fornecedores de apoio, que são aqueles que fornecem recursos e conhecimentos que apoiam os membros primários da cadeia de suprimentos. Já o seu término é definido como o ponto de consumo, ou seja, o ponto a partir do qual não será agregado nenhum valor adicional e o produto ou serviço é entregue ao consumidor final.

Neste sentido, a estrutura de uma CS pode ser entendida pelos elementos que a compõem (Novaes, 2001):

- Suprimento da manufatura: matéria- prima e produtos necessários para a fabricação do item, sejam eles pré-montados por outra empresa ou itens soltos;
- Manufatura: o processo de fabricação propriamente dito, que pode variar de acordo com o item a ser produzido. Em geral, estão ligados a esse processo estoques de insumos variados. O produto permanece estocado no armazém ou depósito da fábrica enquanto aguarda distribuição;
- Distribuição física: O produto assim que fica pronto, é enviado para depósitos ou centros de distribuição para posteriormente ser enviado às lojas de varejo;
- Varejo: A lojas de varejo podem ser de firmas diversas ou, pertencer a uma única empresa, no caso de redes varejistas;
- Consumo: fase final da cadeia de suprimentos, que deve ser foco de todos os seus integrantes, e;
- Transporte: presente em várias etapas da cadeia de suprimento, levando matérias primas e outros componentes à manufatura, levando produtos acabados ao centro de distribuição e, posteriormente, às lojas e em alguns casos entregando mercadorias à domicílio.

A Figura 1 mostra de forma gráfica os elementos de uma cadeia de suprimentos e como eles se relacionam.

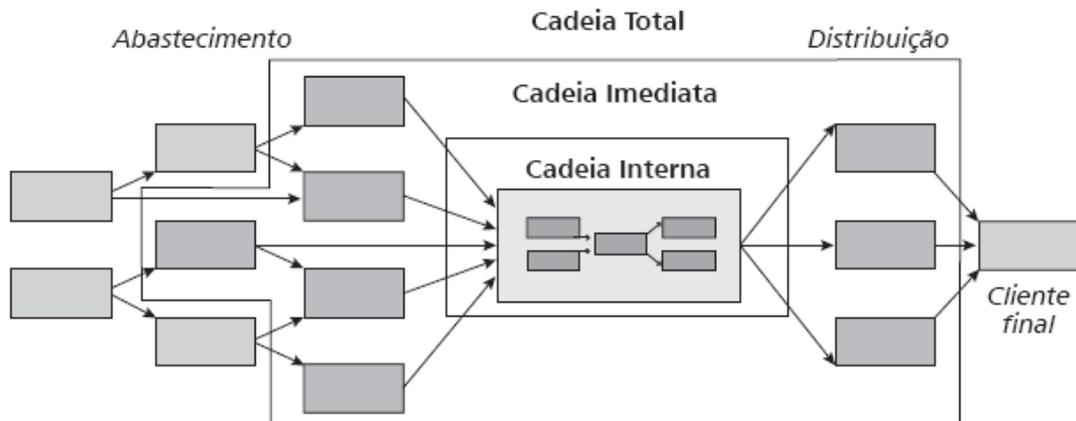
Figura 1. Elementos da cadeia de suprimentos



Fonte: Novaes (2001)

Ademais, as cadeias de suprimentos podem ser compreendidas por 3 dimensões: interna, imediata e global, como mostra a Figura 2. A Cadeia interna é definida como os fluxos de informações e materiais que ocorrem entre departamentos ou seções da própria organização, a cadeia imediata refere-se aos clientes e fornecedores imediatos de uma empresa e a cadeia total é composta de todas as cadeias imediatas de determinado setor ou serviço (PIRES, 2016).

Figura 2. Cadeias de suprimentos interna, imediata e total.



Fonte: Pires (2016).

### 2.1.2 Reestruturação e Consolidação de Cadeias de Suprimentos

De acordo com Pires (2016), dois processos que chamam atenção nos últimos anos no que se trata de gerenciamento da cadeia de suprimentos são a reestruturação e a consolidação da base de clientes e fornecedores por parte de empresas que, em geral, lideram suas cadeias de suprimentos. Em relação à base de clientes, é essencial que a empresa tenha clareza do retorno proporcionado por cada um de seus clientes, e entender que, devido a limitações de recursos, pode ser necessário estabelecer prioridades no atendimento. O conceito de base de clientes consiste então em definir sua base de clientes de acordo com seu foco, rentabilidade e o retorno do negócio. A consolidação vem através de parceria com esse grupo seletivo de clientes, agregando valor ao produto sem representar um aumento significativo dos custos. Em relação a reestruturação, com base nos fornecedores, trata-se do processo de redução do número de fornecedores com os quais a empresa pretende manter um canal direto e ágil de comunicação, construindo uma verdadeira parceria. A consolidação, etapa posterior a reestruturação, trata do funcionamento de fato da parceria, a consolidação das relações (PIRES, 2016). O alinhamento das competências entre empresas parceiras é fator fundamental para que a parceria obtenha resultado positivo e seja, de fato, vantagem competitiva perante os consumidores (AMATO et al., 2013).

São estipulados dois possíveis tipos de opção no que se refere a número de fornecedores, sendo elas: fonte única (*single-sourcing*) e múltiplas fontes (*multi-sourcing*). O Quadro 1

demonstra uma série de vantagens e desvantagens que são associadas as duas alternativas (SLACK et al., 2002).

Quadro 1: Algumas vantagens e desvantagens de fornecedor único e fornecedores múltiplos

	<b>Fornecedor único</b>	<b>Fornecedores múltiplos</b>
<b>Vantagens</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- maior potencial de desenvolver relação ganha- ganha</li> <li>- maior dependência favorece maior comprometimento e esforço</li> <li>- Comunicação melhor, mais ágil e barata</li> <li>- Cooperação mais fácil ao desenvolver novos produtos</li> <li>- maior economia de escala</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Comprador pode forçar preço para baixo através de competição entre fornecedores</li> <li>- Maior flexibilidade ao mudar de fornecedor perante aparição de falhas</li> <li>- várias fontes de conhecimento e especialização pode ser importante, a depender do caso</li> </ul>
<b>Desvantagens</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- perda de flexibilidade e maior vulnerabilidade em ocorrência de falha do fornecedor</li> <li>- Fornecedor pode forçar aumento em caso de falta de alternativas para o cliente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- dificuldade de criar comprometimento do fornecedor</li> <li>- maior esforço para a comunicação no geral</li> <li>- fornecedores com tendência a investir menos em novos processos e produtos</li> <li>- maior dificuldade em se obter economia de escala</li> </ul>

Fonte: Adaptada de Slack et al (2002) e Pires (2016).

## 2.2. RELACIONAMENTO COM FORNECEDORES

A atuação conjunta, em uma CS, de dois ou mais elos, buscando-se aumentar a competitividade global do sistema, elevam as economias de custo. Nesse sentido, as empresas estão buscando adotar uma postura colaborativa através de parcerias, abandonando atitudes individualistas (Novaes, 2001).

Para Bowesox & Closs (2007), as necessidades logísticas para uma distribuição bem-sucedida só podem ser plenamente satisfeitas através da cooperação no âmbito total do canal de distribuição. Hu, Dong & Lev (2022) complementam dizendo que o gerenciamento da relação com fornecedores melhora o desempenho da CS no contexto comercial. Nesse cenário, a abordagem de relacionamentos com fornecedores adotada pela empresa é ponto essencial para o sucesso da cadeia de suprimentos.

Barros (2004) citou dois modos de abordagem de relacionamentos, em que cada um está alinhado a uma filosofia de gestão. A primeira abordagem é a baseada no poder de compra e na

capacidade de barganha. Já a segunda abordagem é a baseada na colaboração, por meio de parcerias construídas através da confiança mútua e no comprometimento da interdependência das duas partes, onde ambas entendem a necessidade de aprender e resolver problemas de forma conjunta. O Quadro 2 ilustra os tipos de relacionamentos.

Quadro 2: tipos de relacionamentos

<b>Baseados no poder</b>	<b>Baseado na colaboração</b>
Ganha-perde	Ganha-ganha
Transacional	Baseado em relações
Curto prazo	Longo prazo
Problema seu	Nosso problema
Meu benefício	Nosso benefício
Maximizar autonomia	Maximizar interdependência

Fonte: Barros (2004).

Ainda nesse sentido, Ghoshal e Tamire (2004) disseram que a escolha em relação a abordagem a ser seguida deve reger todos os âmbitos da empresa, já que a escolha do caminho a ser tomado pode revelar consistência da organização entre seu discurso e sua prática, o que gera confiabilidade por parte de seus clientes. Até recentemente prevalecia a abordagem baseada na força do poder, mas a situação está mudando, já que esse modelo demonstra ter alto custo no longo prazo, já que relações com clientes e fornecedores geram ideias inovadoras. As empresas estão buscando cada vez mais adequar sua abordagem à chamada “destino compartilhado” como necessidade de negócio para conseguirem ter um desempenho superior (GHOSHAL & TAMIRE, 2004).

### **2.2.1. Critérios para seleção de fornecedores**

Os critérios de seleção de fornecedores podem envolver apenas critérios financeiros, o público-alvo da empresa, o mercado financeiro ou alguma combinação de diversos fatores (XAVIER et al., 2014). Dickson (1966) *apud* Weber et al. (1991) identificou 23 (vinte e três) critérios para a seleção de fornecedores de acordo com a importância de cada critério em um estudo realizado através de questionários aplicados a gestores e compradores do Canadá e dos Estados Unidos listados no quadro.

Quadro 3: Critérios de seleção de fornecedores de Dickson.

<b>Importância do critério</b>	<b>Critério</b>
Extrema importância	Qualidade
	Entrega
	Histórico de desempenho
Importância considerável	Reclamações e política de crédito
	Capacidade e facilidade de crédito
	Preço
	Capacidade técnica
	Posição financeira
	Cumprimento dos processos
	Sistema de comunicação
	Reputação e posição no mercado
	Interesse no negócio
	Gestão e organização
	Controle Operacional
Importância média	Serviço de manutenção
	Atitude perante a empresa
	Impressão que causa na empresa
	Qualidade em embalagem
	Histórico do negócio
	Localização geográfica
	Volume do negócio
Apoio a formação	
Importância baixa	Acordos recíprocos

Fonte: Weber et al., 1991.

Araz e Ozkarahan (2007) disseram que em um ambiente econômico global, onde há uma série de inovações e que o desenvolvimento de produtos é bem acelerado e estratégico, critérios de seleção e avaliação de fornecedores devem ser bem definidos e não podem ser baseados apenas no custo, qualidade e entrega. Para estabelecerem então critérios de avaliação, que vão além dos três citados, em sua pesquisa, adicionaram critérios associados à parceria estratégica e à forma de elaboração dos produtos pelos fornecedores.

De acordo com a pesquisa de Viana *et al.* (2012), os principais critérios utilizados em processos de decisão para a seleção de fornecedores: qualidade, preço, entrega (pontualidade e conformidade), capacidade tecnológica, capacidade de produção e instalação, serviço ao cliente, posição financeira, localização geográfica, capacidade de relacionamento, gestão da qualidade, credibilidade e reputação, gestão de organização e diversidade de itens.

O quadro a seguir lista aparições de alguns critérios relevantes em outros estudos.

Quadro 4: Critérios de seleção de fornecedores na literatura.

<b>Critérios</b>	<b>Autores</b>
Qualidade	Alencar & Viana (2011), Carpinetti, Lima & Osiro (2013), Wang (2009), Muralidharan & Anantharaman, Deshmukh (2002),
Preço	Alencar & Viana (2011), Li e Zabinsky (2011), Park, Shin e Chang (2010), Wang (2009), Muralidharan & Anantharaman, Deshmukh (2002), Chen (2011),
Entrega (pontualidade e conformidade)	Alencar & Viana (2011), Carpinetti, Lima & Osiro (2013), Chou e Chang (2008), Wang (2009),
Capacidade tecnológica	Alencar & Viana (2011), Muralidharan & Anantharaman, Deshmukh (2002), Chena et al. (2006), Shemshadi et al. (2011)
Capacidade de produção e instalações	Alencar & Viana (2011)
Serviço ao cliente	Alencar & Viana (2011), Muralidharan & Anantharaman, Deshmukh (2002),
Flexibilidade	Alencar & Viana (2011), Keskin et al. (2010); Wang (2009)
Posição financeira	Alencar & Viana (2011), Muralidharan & Anantharaman, Deshmukh (2002),
Localização geográfica	Alencar & Viana (2011), Keskin et al. (2010), Park et al. (2010),
Capacidade de relacionamento/ cooperação	Alencar & Viana (2011), Araz e Ozkarahan (2007); Ustun e Demirtas (2008);
Histórico de desempenho (credibilidade)	Carpinetti, Lima & Osiro (2013), Ustun e Demirtas (2008); Govindan, Kannan e Haq (2010); Park et al. (2010).

Fonte: O autor (2022).

Dentre as metodologias utilizadas para problemáticas de seleção de fornecedores na literatura existente, destacam-se as apresentadas no Quadro 5.

Quadro 5: Métodos de seleção de fornecedores.

<b>Métodos</b>	<b>Autores</b>
Métodos de apoio a decisão multicritério	Chena et al. (2006), Araz e Ozkarahan (2007), Levary (2007), Ramanathan (2007), Silva (2016), Silva (2013), Vahdani et al. (2010)
Teoria <i>fuzzy</i>	Shemshadi et al. (2011) Chen (2011), Chan e Kumar (2007), Chena et al. (2006)
Programação matemática	Ozkok e Tiryaki (2011), Songhori et al. (2011)
Métodos estatísticos	Ernst (2007)

Fonte: O autor (2022).

Dentre os métodos de apoio a decisão multicritério, destacam-se: AHP, ANP, família ELECTRE e PROMETHEE (ALENCAR; VIANA, 2011; SILVA, 2013, OSIRO et al., 2014, VAHDANI et al., 2010).

### 2.3 DECISÃO MULTICRITÉRIO

A partir da década de 70, os métodos de apoio a decisão multicritério foram se desenvolvendo buscando resolver estes problemas, que tinham como função atender a todos os objetivos, fazendo eles serem atendidos de forma simultânea (GOMES; ARAYA; CARIGNANO, 2009). Almeida (2013) definiu como problema de decisão multicritério trata-se de uma situação em que se há, pelo menos, duas alternativas a serem escolhidas e a condução dessa escolha deve considerar o desejo de se atender a múltiplos objetivos, que podem ser conflitantes entre si.

Esses métodos têm caráter científico e subjetivo, podendo levar em consideração tanto aspectos quantitativos como qualitativos, o que possibilita a sistematização e transparência no processo de tomada de decisão (GOMES, ARAYA & CARIGNANO, 2009). Em um processo decisório, vários atores devem ser considerados, sendo os principais citados no Quadro 6 (ALMEIDA, 2013).

Quadro 6 : Atores do Processo decisório

ATOR	DEFINIÇÃO
Decisor	Ator responsável pela tomada de decisão, estabelecendo suas preferências sobre as consequências envolvidas no problema, ou seja, envolve seu julgamento de valor. É responsável pelas consequências da decisão tomada, positivas ou negativas.
Analista	Fornecer apoio metodológico ao processo decisório. Pessoa ou grupo de pessoas responsáveis por modelar o problema. Tem relação direta com o decisor no processo de construção do modelo de decisão.
Cliente ou Preposto	Assessor próximo ao decisor que tem relação com o analista buscando explicar as preferências do decisor quando ele não possui a disponibilidade para explicitar suas preferências.
Especialista	Profissional com o conhecimento relacionado aos mecanismos de comportamento do sistema em questão e seu ambiente, influenciando as variáveis do processo.
Stakeholder	Geralmente é afetado pela decisão tomada, age tentando influenciar o decisor de alguma forma
3ª Parte	São atores afetados pela decisão e tem papel passivo no processo decisório.

Fonte: Adaptado de Almeida (2013).

O decisor deve escolher a melhor decisão dentro de um conjunto de alternativas que são diferentes, exaustivas e excludentes entre si. Ainda nesse sentido, essa escolha deve ser baseada em critérios, definidos anteriormente de acordo com o problema proposto, através de uma função que aborda as preferências do decisor (GOMES, ARAYA & CARIGNANO, 2009).

Para a análise de um problema multicritério se faz necessário definir qual o objetivo que o estudo pretende atingir. As problemáticas multicritério podem ser divididas em (ROY, 1996):

- Problemática  $P.\alpha$  – Problemática de Escolha: tem como objetivo esclarecer a decisão pela escolha de um subconjunto do espaço de ações.
- Problemática  $P.\beta$  – Problemática de Classificação - tem como objetivo a alocação de cada ação a uma classe.
- Problemática  $P.\gamma$  – Problemática de Ordenação – tem como objetivo esclarecer a decisão por um arranjo obtido pelo reagrupamento de todas ou parte das ações em classes de equivalência. Essas classes são ordenadas de modo completo ou parcial, conforme as preferências.
- Problemática  $P.\delta$  – Problemática de Descrição – tem como objetivo apoiar a decisão através de uma descrição das ações e de suas consequências.

Uma diferenciação importante entre os métodos se dá em relação a natureza compensatória, existindo métodos compensatórios e não compensatórios. Nos métodos compensatórios, a ideia principal é de compensar o menor desempenho de uma alternativa relacionado aos critérios estabelecidos através de um critério com melhor desempenho, ou seja,

a avaliação de uma alternativa considera os *trade-offs* entre os critérios. Já nos métodos não compensatórios, essa consideração não acontece, ou seja, não apresentam a compensação entre os critérios (FIGUEIRA, 2005; ROY, 1996; SILVA et al., 2014).

### 2.3.1 Família de métodos electre

A família ELECTRE é formada de vários métodos que são aplicáveis a diferentes situações, sendo eles (FIGUEIRA et al., 2005):

- ELECTRE I – problemática de escolha, com uso de critério verdadeiro;
- ELECTRE IS – problemática de escolha, utiliza pseudo-critério;
- ELECTRE II – problemática de ordenação, utiliza critério verdadeiro;
- ELECTRE III – problemática de ordenação, utiliza pseudo-critério;
- ELECTRE IV – problemática de ordenação, utiliza pseudo-critério, sem uso de pesos para os critérios;
- ELECTRE TRI – problemática de classificação, utiliza pseudo-critério

As preferências no método ELECTRE são modeladas usando relações de sobreclassificação binárias, dada através de  $S$ , que significa pelo menos tão bom quanto. Considerando duas ações  $a$  e  $b$ , pode-se dizer que quatro situações podem ocorrer, são elas (FIGUEIRA et al, 2005):

- $aSb$ , e não  $bSa$ , ou seja,  $aPb$  ( $a$  é estritamente preferível a  $b$ )
- $bSa$  e não  $aSb$ , ou seja,  $bPa$  ( $b$  é estritamente preferível a  $a$ )
- $aSb$  e  $bSa$ , ou seja,  $aIb$  ( $a$  é indiferente a  $b$ )
- $aSb$  e  $bSa$  não ocorrem, ou seja,  $aRb$  ( $a$  e  $b$  são incomparáveis)

Os métodos da família ELECTRE são utilizados em duas fases (FIGUEIRA et al., 2005; OLIVEIRA et al., 2013):

- Construção da relação de sobreclassificação, onde é estabelecida uma comparação par a par entre as alternativas, e;
- Exploração da relação de sobreclassificação, onde se aplica um algoritmo ou procedimento para resolver o problema de acordo com a problemática específica abordada

Além disso, dois conceitos importantes para a construção de sobreclassificação, são citados abaixo (FIGUEIRA et al., 2005; ALMEIDA 2013):

- Concordância: o fato de que um subconjunto significativo dos critérios considera que a alternativa 'a' é (fracamente) preferível a alternativa 'b', e
- Discordância: o fato de que não existem critérios em que a intensidade da preferência de 'b' em relação a 'a' ultrapasse um limite inaceitável.

### 2.3.2 Electre I

O método ELECTRE I pode ser dividido em duas etapas. Na primeira são construídas as relações de sobreclassificação, comparando as alternativas par a par. Essa relação de superação se constrói quando uma alternativa 'a' supera uma alternativa 'b' ( $aSb$ ), se a alternativa for, pelo menos, tão boa quanto b.

Na segunda etapa, as relações de sobreclassificação são exploradas. A partir dessas relações constrói-se um *Kernel*, que é um subconjunto que define a solução do problema tratado. Este conjunto não deve ser sobreclassificado por nenhum outro (COSTA, 2016; ALMEIDA, 2013).

A equação que define o índice de concordância (C) é dada por (OLSON, 1996):

$$C(a, b) = \frac{\sum W^+ + 0,5 W^-}{\sum W^+ + W^- + W^-} \quad (1)$$

Já a equação que define o índice de discordância se dá por (OLSON, 1996):

$$D(a, b) = \frac{\text{Máx}(\sum b_k - Z_{ak})}{Z_k^* - Z_k^-} \quad \forall k, \text{ onde } b > a \quad (2)$$

onde:

$W^+$  é dado pela soma de todos os critérios em que 'a' é preferível a 'b';

$W^-$  é dado pela soma dos critérios em que  $a = b$ ;

$W^-$  é dado pela soma dos critérios em que 'b' é preferível a 'a';

$Z_{ak}$  é dado pela avaliação de a em relação ao critério k;

$Z_k^*$  é dado pelo melhor grau de avaliação obtido no critério k; e

$Z_k^-$  é dado pelo pior grau de avaliação obtido no critério k.

Devem ser definidos um limiar de concordância “ $c$ ” e um limiar de discordância “ $d$ ”, que estabelecerão a relação de sobreclassificação se e somente se (HEIN et al., 2010):

$$C(a, b) \geq c \quad (3)$$

$$D(a, b) \leq d \quad (4)$$

### 3 METODOLOGIA

Pesquisa se caracteriza como o procedimento racional e sistemático que tem o objetivo de buscar respostas para desvendar os problemas que foram levantados, e se faz necessária quando não há dados suficientes para resolver o problema ou quando as informações estão desordenadas, impossibilitando de serem associadas de forma adequada ao problema levantado (GIL, 1999). Método, por sua vez, é a forma que a pesquisadora escolhe para ampliar o conhecimento sobre determinado objeto, fato ou fenômeno, por meio de procedimentos intelectuais e técnicos adotados para atingir determinado conhecimento (ZANELLA, 2006).

#### 3.1 TIPO DE PESQUISA

Silva e Menezes (2005) apresentaram várias formas de se classificar uma pesquisa, quanto à natureza, abordagem, objetivo e procedimento. De acordo com sua natureza, a pesquisa em questão trata-se de uma pesquisa aplicada, já que busca gerar informações que possam ser utilizadas em uma empresa local no auxílio a tomada de decisão.

De acordo com a abordagem, diz-se que ela é quantitativa, já que o método utilizado pressupõe critérios numerados que buscam trazer informações a partir desses dados. De acordo com os objetivos, esta pesquisa pode ser classificada como descritiva e exploratória. Descritiva por descrever os passos para a estruturação do método, utilizando técnica padronizada em relação aos dados. Diz-se exploratória, pois tem como um de seus objetivos proporcionar maior familiaridade com determinado tema, tornando-o assim, mais explícito.

Em relação aos procedimentos, classifica-se como pesquisa bibliográfica e estudo de caso. Como pesquisa bibliográfica, pois será desenvolvida com base em material de fonte secundária, constituído principalmente de livros e artigos científicos. Como estudo de caso, pois será utilizado um estudo aprofundado de uma situação real, tendo como lócus empresa localizada no Agreste Pernambucano.

#### 3.2 ETAPAS DA PESQUISA

##### 3.2.1 Escolha do método

A escolha do método ELECTRE I se deu devido alguns fatores da problemática em questão, que trata da seleção de fornecedores para um item estratégico da organização.

Os métodos da família ELECTRE são indicados para situações em que o decisor deseja avaliar alternativas em, pelo menos, três critérios e existe uma dificuldade na agregação de todos os critérios em uma escala comum (FIGUEIRA et al., 2005). Esse contexto é visto na problemática tratada no estudo em questão.

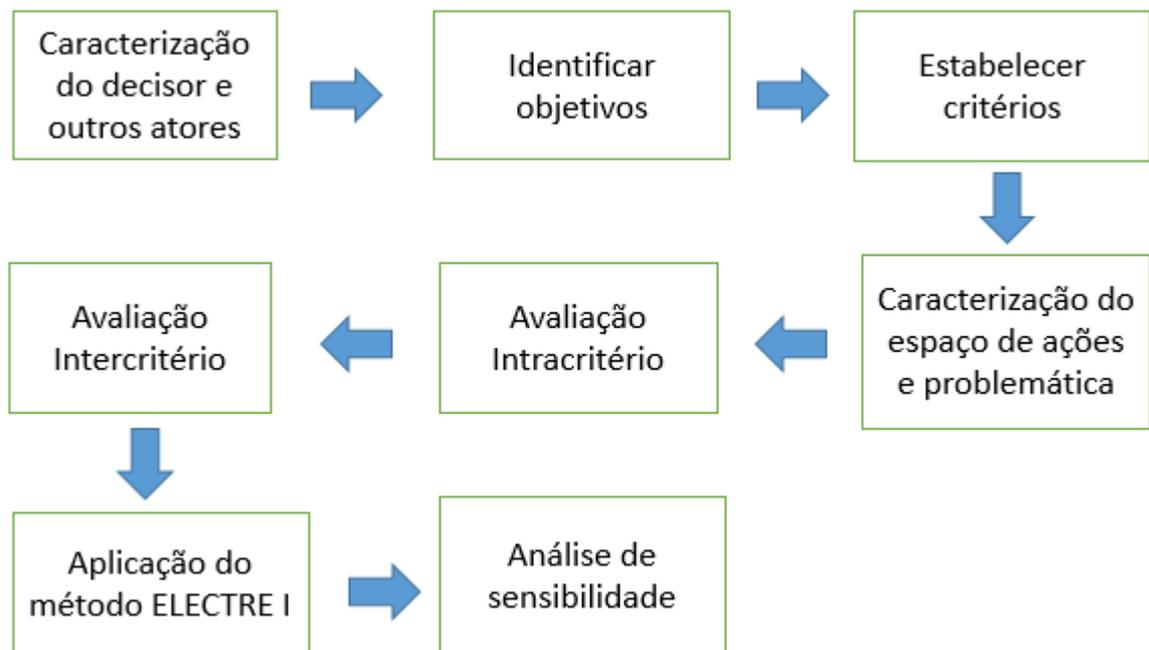
Outro fator se dá em relação a sua natureza não compensatória, em que um desempenho não satisfatório em algum dos critérios não é compensado por um desempenho excelente em outro, um aspecto desejado para o problema tratado, já que se deseja que um desempenho ruim de um fornecedor em algum critério não possa ser compensado por um bom desempenho em outro critério..

Além disso, deseja-se reduzir o tamanho de um conjunto grande de alternativas para um subconjunto menor de alternativas mais viáveis de acordo com o método. Destaca-se também a aplicação relativamente fácil do método e da leitura de seus resultados, o que auxilia na manipulação dos parâmetros por parte do decisor e, conseqüentemente, na sua replicação para outros cenários.

### **3.2.2 Estruturação do problema**

A estruturação do modelo multicritério de apoio a decisão foi pautada no fluxograma da Figura 3, que demonstra os passos a serem seguidos para a resolução do problema.

Figura 3: Estruturação do modelo



Fonte: Elaborada pelo autor (2022).

O modelo começa na definição do decisor e quais agentes que impactam e auxiliam no processo sem necessariamente tomarem a decisão final. A segunda etapa se caracteriza pela definição dos objetivos que devem ser considerados, sendo eles principais ou secundários, na aplicação do modelo.

A terceira etapa trata do estabelecimento dos critérios que tem a função de representar o(s) objetivo(s) da segunda etapa, e quais deles devem ser maximizados ou minimizados. Na quarta etapa, caracterização da problemática e do espaço de ações, se estabelece o conjunto de alternativas disponíveis para o problema a ser tratado e o tipo de problemática a ser considerada na execução do modelo.

Na quinta etapa é feita a análise intracritério, de acordo com a preferência do decisor. Na sexta etapa é feita a avaliação intercritério, que se dá através da elicitação dos pesos de cada critério de acordo com a perspectiva do decisor. A sétima etapa consiste na aplicação do método ELECTRE I com auxílio de suas equações referentes para a obtenção de um resultado. A oitava e última etapa consiste em uma análise de sensibilidade, que consiste na alteração das variáveis de entrada do modelo, e a avaliação dessa mudança em relação as variáveis de saída do modelo.

## 4 ESTUDO DE CASO

Este capítulo aborda as principais características da empresa, e quais suas principais necessidades, na qual esse estudo é focado. Além disso, apresenta um modelo multicritério no contexto da problemática de ordenação, buscando auxiliar no processo decisório da organização.

### 4.1 CARACTERIZAÇÃO DA PROBLEMÁTICA

O estudo foi realizado em uma empresa do ramo alimentício, que atua desde 1937. Atualmente, a empresa tem uma planta fabril, que se localiza no município de Caruaru, Agreste pernambucano, e uma filial localizada na cidade de Queimadas, no estado da Paraíba.

A empresa possui um mix de mais de 120 produtos que são distribuídos em diversos estados do país, com maior concentração nas regiões Norte e Nordeste. No momento atual, a mesma conta com mais de 800 colaboradores, considerando funcionários próprios e terceirizados, distribuídos em diversos setores.

As principais matérias primas utilizadas na fábrica dividem-se em commodities em geral (farinhas, açúcar, café e gorduras) e outros produtos (aromas, corantes, enzimas e fermentos). Já em relação a embalagens, elas se dividem em produtos envoltórios, como filmes primários e secundários, caixas e outros tipos de produtos, como fitas, bandejas e fitilhos.

No que diz respeito aos fornecedores de matérias-primas, boa parte de sua gama de fornecedores está situada no próprio estado de Pernambuco, apesar de alguns estarem situados em outros estados do Nordeste e até fora da região, o que possibilita, em caso de problemas na entrega por parte de algum fornecedor, este possa ser substituído por fornecedores locais, ou, em outros casos, empréstimos de matéria-prima por parte de outras empresas.

Apesar dessas situações serem contornadas para que o processo siga da forma que foi planejado, a ocorrência dessas situações demonstra uma fragilidade no sistema produtivo, já que a ausência de algum insumo pode acarretar a paralisação de uma linha por tempo indefinido. Caso isso ocorra, um produto que foi programado para ser produzido em determinado momento acaba sendo postergado, diminuindo sua disponibilidade, o que minimiza a confiabilidade da empresa perante seus clientes e pode fazer com que a organização acabe perdendo clientes e vendas significativas.

Já em relação a fornecedores de embalagens, apesar de grande parte dos fornecedores estar situada no estado, alguns fornecedores primários estão em outras regiões do Brasil.

Quando ocorre algum problema no fornecimento de embalagem, esse processo que pode ser feito na matéria-prima, de se ter um fornecedor atuando como *back up* ou empréstimo por parte de outras empresas, não pode ser realizado de forma a impactar de maneira mínima o processo produtivo, pois, a especificidade desse tipo de produto é maior, o que impossibilita o fornecimento com um lead time tão curto quanto um de matéria-prima.

Analisando este cenário, surgiu a necessidade de utilizar um modelo de seleção de fornecedores multicritério para que a empresa consiga atuar com maior segurança e garantir que seus produtos estarão disponíveis de acordo com a necessidade do mercado.

Considerando estes aspectos, o problema a ser tratado será a seleção de um fornecedor de açúcar, item considerado estratégico pela organização, pois, além de ser usado em uma gama grande de produtos da empresa, também está presente na formulação de produtos considerados estratégicos e competitivos pela empresa. Seu fornecimento deve ser feito de forma contínua, buscando garantir estoques satisfatórios de acordo com a meta estabelecida pela empresa de forma a garantir a disponibilidade de seus produtos no momento necessário. A empresa busca fortalecer relações de negócio através de um processo de compra recorrente. O problema então busca escolher a gama de fornecedores, dentre cinco que já forneceram para a fábrica, que mais esteja alinhado aos critérios determinados.

#### 4.2 CONSTRUÇÃO DO MODELO DE DECISÃO

A primeira etapa no processo consiste na definição do decisor, que no problema tratado foi definido como analista de planejamento e controle da produção (PCP), que apoia a gerência de compras, que é responsável pelo processo de seleção de fornecedores. Outros atores atuam como especialistas, que possuem conhecimento no contexto do problema em questão, servindo de apoio ao decisor. Esses atores são analistas de Programação e Controle da produção que não atuam como decisor, analistas de produção e analistas de qualidade. Eles conhecem o processo e podem avaliar o desempenho do fornecedor em diversos aspectos, como acurácia no produto entregue em relação ao pedido, confiabilidade, avarias, pontualidade, entre outros.

O passo seguinte no processo se trata da definição dos objetivos a serem atendidos na resolução do problema. A maximização do lucro é o objetivo principal do problema em questão. Outro objetivo é a consolidação da relação com os fornecedores que forem julgados adequados para a problemática em questão. Para que o objetivo de maximização de lucro seja atendido, vários outros podem ser levados em consideração como diminuição do frete, aumento da

confiabilidade, que pode evitar medidas provisórias que acarretam um custo não planejado para a empresa, diminuição de retrabalho devido a material defeituoso, entre outros.

Para que esses objetivos que apoiam o objetivo principal sejam alcançados, precisa-se, então, que seja feita a definição dos critérios, de acordo com a terceira etapa do modelo. Para o problema em questão, foram definidos cinco critérios, com base na literatura mencionada no capítulo 2, sendo eles:

1. Preço: O valor pago (em reais – R\$) por cada kg de matéria prima comprado. Um critério fundamental, já que um preço baixo na compra de insumos pode diminuir o custo do produto, que pode diminuir o valor do produto para o cliente final. Um produto competitivo economicamente pode ser uma vantagem competitiva frente a seus concorrentes. Esse critério deve ser minimizado, já que o menor valor nesse critério é o desejado.
2. Entrega (Pontualidade e conformidade): A pontualidade em relação a entrega da matéria prima comprada. Definido como uma taxa de entregas que foram feitas de acordo com o prazo acordado e conforme o pedido dentre todas as transações feitas com a empresa em um período de 6 (seis) meses. É dado por:

$$\text{Taxa de entrega} = \frac{\text{Entregas perfeitas}}{\text{total de entregas realizadas} * 100}$$

Deve ser maximizado, maior pontualidade e conformidade são desejáveis no contexto tratado.

3. Localização geográfica: Definida de acordo com a proximidade do fornecedor em relação à empresa. Uma localização geográfica mais próxima pode diminuir *lead-time* proporcionando uma resposta mais rápida em relação aos pedidos. É dada através de pontuações atribuídas de 1 a 5, onde 1 significa uma distância considerada longa e 5 significa uma localização mais próxima. Critério a ser maximizado, no contexto tratado, a localização geográfica mais próxima é desejável.
4. Qualidade: Taxa de pedidos entregues pelo fornecedor em conformidade as especificações, sem avarias, nos últimos 6 (seis) meses.

$$\text{Taxa de qualidade} = \frac{\text{Pedidos em conformidade}}{\text{Total de pedidos} * 100}$$

Critério a ser maximizado, já que a taxa com maior valor é o desejado para o critério.

5. Flexibilidade: A capacidade de resposta do fornecedor frente a mudanças de quantidade e *lead time* de pedidos. É dada através de pontuações atribuídas de 1 a 5, onde 1 significa que o fornecedor é pouco flexível e 5 significa que o fornecedor é muito

flexível de acordo com a avaliação do decisor e dos inputs dos especialistas. Critério a ser maximizado.

Na quarta etapa foi necessário estabelecer a problemática e qual o espaço de ações tratados no problema. Em relação ao conjunto de alternativas, trata-se de um conjunto discreto formado por 5 fornecedores potenciais que serão tratados, de forma hipotética como fornecedor 1, 2, 3, 4 e 5. Já em relação à problemática, o tipo da problemática tratada é  $P.\alpha$ , em que se tem uma problemática de escolha diante de diversas alternativas, sendo essas os fornecedores possíveis. A Tabela 1 apresenta a matriz de consequência do problema em questão, definida pelo decisor a partir de experiências e com o apoio dos especialistas.

Tabela 1: Matriz de consequência

	<b>Preço</b>	<b>Entrega</b>	<b>Localização geográfica</b>	<b>Qualidade</b>	<b>Flexibilidade</b>
<b>Fornecedor 1</b>	3	0,9	4	0,85	4
<b>Fornecedor 2</b>	3,5	0,92	5	0,79	5
<b>Fornecedor 3</b>	3,27	0,94	4	0,86	5
<b>Fornecedor 4</b>	4,02	0,98	3	0,94	4
<b>Fornecedor 5</b>	2,87	0,89	3	0,91	4

Fonte: O autor (2022)

A partir daí, ocorre, então, a elicitação dos pesos determinados para cada critério, que caracteriza a quinta etapa do modelo chamada de avaliação intercritério, que foram definidos de acordo com as preferências do decisor frente aos critérios escolhidos, como mostrado na Tabela 2.

Tabela 2: Elicitação de pesos

<b>Critério</b>	<b>Peso</b>
Preço (C1)	0,3
Entrega (C2)	0,2
Localização geográfica (C3)	0,2
Qualidade (C4)	0,2
Flexibilidade (C5)	0,1

Fonte: O autor (2022)

Com os pesos e critérios definidos, é feita a avaliação intracritério, sexta etapa do modelo. Para essa etapa acontecer é feita a normalização da matriz de consequência, para que os dados fiquem em uma escala comum. De acordo com Almeida (2013), ao realizarmos este procedimento, transformando a escala de avaliação, que passa, então, a ter valores no intervalo

(0,1), onde 0 corresponde ao elemento de menor preferência e 1 o elemento com maior preferência, ou seja,  $Z_k^* = 1$  e  $Z_k^- = 0$  para normalizar as alternativas.

No critério C1, o objetivo é de minimização, dessa forma, a transformação foi feita utilizando  $v_j'(a_i) = \frac{1}{v_j(a_i)}$ , onde é possível manter a cardinalidade em uma escala de razão.

Tabela 3: Normalização da avaliação das alternativas

Alternativa / Critério	C1	C2	C3	C4	C5
Fornecedor 1	0,8925	0,1111	0,5000	0,4000	0,0000
Fornecedor 2	0,4793	0,3333	1,0000	0,0000	1,0000
Fornecedor 3	0,6694	0,5555	0,5000	0,4666	1,0000
Fornecedor 4	0,0000	1,0000	0,0000	1,0000	0,0000
Fornecedor 5	1,0000	0,0000	0,0000	0,8000	0,0000

Fonte: O autor (2022).

Em seguida, se aplica o ELECTRE I, sétima etapa do modelo, utilizando-se então a equação (1) para encontrar-se o índice de concordância, que demonstra o quanto uma alternativa é preferível a outra, de acordo com o Quadro 6.

$$\begin{aligned}
 C_{1,2} &= 0,3 * (1 \text{ se } 0,8925 > 0,4793; 0,5 \text{ se } 0,8925 = 0,4793) + 0,2 \\
 &\quad * (1 \text{ se } 0,1111 > 0,3333; 0,5 \text{ se } 0,1111 = 0,3333) + 0,2 * (1 \text{ se } 0,5000 \\
 &\quad > 1,0000; 0,5 \text{ se } 0,5000 \\
 &= 1,0000 + 0,2 * (1 \text{ se } 0,4000 > 0,5000; 0,5 \text{ se } 0,4000 = 0,5000) + 0,1 \\
 &\quad * (1 \text{ se } 0,0000 > 1,0000; 0,5 \text{ se } 1,0000 = 0,0000 \\
 C_{1,2} &= 0,3 + 0 + 0,2 + 0 \\
 C_{1,2} &= 0,5
 \end{aligned}$$

Tabela 4: Índice de concordância

	Fornecedor 1	Fornecedor 2	Fornecedor 3	Fornecedor 4	Fornecedor 5
Fornecedor 1	-	0,5	0,4	0,75	0,45
Fornecedor 2	0,5	-	0,25	0,6	0,5
Fornecedor 3	0,6	0,75	-	0,6	0,5
Fornecedor 4	0,45	0,4	0,4	-	0,55
Fornecedor 5	0,55	0,5	0,5	0,45	-

Fonte: O autor (2022)

A partir da normalização das alternativas, calcula-se então o índice de discordância, dado pela equação (2). Gera-se assim a Tabela 7.

Tabela 5: Índice de discordância

	Fornecedor 1	Fornecedor 2	Fornecedor 3	Fornecedor 4	Fornecedor 5
Fornecedor 1	-	1	1	0,88	0,4
Fornecedor 2	0,41	-	0,47	1	0,8
Fornecedor 3	0,22	0,5	-	0,53	0,33
Fornecedor 4	0,89	1	1	-	1
Fornecedor 5	0,5	1	1	1	-

Fonte: O autor (2022)

Para construir-se, então, a matriz de superação, foram definidos pelo decisor: 0,55 para limiar de concordância e 0,45 de limiar de discordância. Nesse contexto, os índices que apresentarem valor maior ou igual ao limiar de concordância e, além disso, valor menor ou igual ao limiar de discordância, são atribuídos do valor 1. Já os que não obedecem as duas condições mencionadas acima, são atribuídos o valor 0, de acordo com a Eq.(3) e Eq.(4). Têm se assim a matriz de veto representada na Tabela 3.

Tabela 6: Matriz veto

<b>Matriz veto</b>	<b>F1</b>	<b>F2</b>	<b>F3</b>	<b>F4</b>	<b>F5</b>
<b>F1</b>	-	0	0	0	0
<b>F2</b>	0	-	0	0	0
<b>F3</b>	1	0	-	0	1
<b>F4</b>	0	0	0	-	0
<b>F5</b>	0	0	0	0	-

Fonte: O autor (2022)

A partir da matriz de veto podemos construir o Kernel do problema, como mostra a Figura 4.

Figura 4: Kernel



Fonte: O autor (2022)

As alternativas que podem ser escolhidas, então, são aquelas que não são sobreclassificadas por nenhuma alternativa, sendo elas F2, F4 e F3, e alternativas que não tenham sido sobreclassificadas pelas citadas anteriormente, porém nenhuma atende esse critério. As alternativas F2 e F4 não são comparáveis as outras alternativas. Dessa forma, o subconjunto final é formado por {F2, F3, F4}.

#### 4.3 ANÁLISE DE SENSIBILIDADE

Buscando uma análise mais específica, a oitava etapa do modelo foi colocada em prática, foram modificados os limiares de concordância e de discordância para a obtenção de novas sugestões. O resultado de cada Kernel a partir desses limiares está mostrado na Tabela 7.

Tabela 7: Limiares de concordância e discordância

Limiar de concordância	Limiar de discordância	Kernel
0,7	0,5	{F3}
0,6	0,45	{F3}
0,45	0,4	{F3}
0,4	0,45	{F2, F3}

Fonte: O autor (2022)

Como a opção F3 aparece em todo Kernel mostrado e a opção F2 aparece em mais de um Kernel levando-se em consideração o resultado inicial, sugere-se então que a empresa direcione seus esforços, nesse contexto, na relação fornecedor - cliente com estas duas alternativas.

Apesar de não serem a alternativa com o custo mais baixo, que é o critério com maior peso para o decisor, o desempenho em outros critérios apresenta compensação frente ao desempenho do critério preço.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo que guiou esta pesquisa foi a aplicação de um modelo multicritério, utilizando o método ELECTRE I na seleção de fornecedores de um produto estratégico em uma empresa do agreste pernambucano. Em um caso real, a aplicação do método se mostrou de fácil utilização e obtenção de resultados, o que propicia a empresa um modelo que pode ser replicado em outros produtos e levando em consideração critérios diferentes.

A aplicação do método para seleção de fornecedores deixa clara a importância de um processo estruturado para seleção de fornecedores, para que o decisor passe a se basear em análises de acordo com critérios estabelecidos, e não só em aspectos subjetivos. Esse processo gera uma segurança maior em relação a decisão tomada.

O método auxilia na transparência no processo decisório, no entanto, uma possível desvantagem é a presença de apenas um decisor. Apesar de outros setores que possuem relação direta com a decisão a ser tomada tenham auxiliado no processo como especialistas, a decisão final cabe apenas ao decisor.

Outro aspecto que vale ressaltar é o alto grau de subjetividade quando se define os limites de concordância e discordância, o que fica explícito através da análise de sensibilidade. O método então tem como principal característica servir de base para a tomada de decisão. A decisão propriamente dita, que fica a cargo do decisor, pode ser agregada em acurácia quando o resultado do método é agregado a outras análises e ferramentas estratégicas.

Além disso, o quadro de acurácia do método varia de acordo com vários fatores, como o número de critérios utilizados na análise, a experiência dos especialistas e do próprio decisor, a definição de pesos que reflitam o impacto de fato que determinados critérios têm na decisão final, entre outros.

Portanto, o ELECTRE I mostrou um resultado satisfatório no contexto utilizado, mas a adição de outras ferramentas que apoiem a utilização do método aumentariam a segurança na tomada de decisão.

### 5.1 LIMITAÇÕES E FUTUROS TRABALHOS

Este trabalho apresenta limitações relacionadas a utilização de métodos de estruturação de problemas que apoiassem a definição dos critérios e dos objetivos a serem atendidos, o que tornaria a tomada de decisão mais eficiente.

Ainda nesse aspecto, sugere-se também a aplicação do método para outros tipos de produtos. Outra sugestão é a aplicação do método associado a análises estratégicas no momento de definição dos critérios a serem avaliados.

## REFERÊNCIAS

- ARAZ, C., OZFIRAT, P. M., & Ozkarahan, I. (2007). **An integrated multicriteria decision-making methodology for outsourcing management.** *Computers & Operations Research*, 34(12), 3738-3756.
- ARAZ, C.; OZKARAHAN, I. (2007). **Supplier evaluation and management system for strategic sourcing based on a new multicriteria sorting procedure.** *International Journal of Production Economics*, 106(2), 585-606.
- BALLOU, R. H. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos: planejamento, organização e logística empresarial.** Porto Alegre: Bookman, 2006.
- BOWERSOX, D.; CLOSS, D. J. **Logística empresarial: o processo de integração da cadeia de suprimento.** 1ª ed. - 8ª. reimpr. São Paulo: Atlas, 2010.
- CHAN, F. T. S.; KUMAR, N. **Global supplier development considering risk factors using fuzzy extended AHP-based approach.** *Omega*, v. 35, p. 417-431, 2007.
- CHEN, C. C. **A model for customer-focused objective-based performance evaluation of logistics service providers.** *Asia Pacific Journal of Marketing and Logistics*, v. 20, n. 3, p. 309-322, 2008.
- CHEN, T. Y.; WANG, H. P.; LU, Y. Y. **A multicriteria group decision-making approach based on interval-valued intuitionistic fuzzy sets: A comparative perspective.** *Expert Systems with Applications*, v. 38, p. 7647-7658, 2011.
- CHEN, Y. J. **Structured methodology for supplier selection and evaluation in a supply chain.** *Information Sciences*, v. 181, p. 1651-1670, 2011.
- CHOPRA, S.; MEINDL, P. **Gestão da cadeia de suprimentos: estratégia, planejamento e operações.** 4.ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2011. xv, 519 p
- CHOU, S.-Y., & Chang, Y.-H. (2008). **A decision support system for supplier selection based on a strategy-aligned fuzzy SMART approach.** *Expert Systems with Applications*, 34(4), 2241-2253.
- CHRISTOPHER, M. **Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos: Estratégias para redução de custos e melhoria dos serviços.** São Paulo: Pioneira, 2010.
- COSTA, H. G. **Graphical interpretation of outranking principles: Avoiding misinterpretation results from ELECTRE I.** *Journal of Modelling in Management*, v. 11, n. 1, pp.26-42, 2016.
- ERNST, R.; KAMRAD, B.; ORD, K. **Delivery performance in vendor selection decisions.** *European Journal of Operational Research*, v. 176, p. 534-541, 2007.

- FIGUEIRA, J., MOUSSEAU, V; ROY, B., ELECTRE Methods, em Figueira, J., Greco, S. e Ehrgott, M. (Eds.), *Multiple Criteria Decision Analysis: State of the Art Surveys*, Springer Science+Business Media, New York, 133-162, 2005.
- FURTADO, G. A. P.; **Cr terios de sele o de fornecedores para relacionamentos de parceria: um estudo em empresas de grande porte**. Disserta o (Mestrado) – Universidade de S o Paulo, 2005.
- GHOSHAL, S; TAMIRE, B. *Estrat gia e gest o empresarial: construindo empresas brasileiras de sucesso: estudos de casos*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.
- GIL, A. C. **M todos e t cnicas de pesquisa social**. S o Paulo: Atlas, 1999
- GOMES, L. F. A. M.; ARAYA, M. C. G.; CARIGNANO, C. **Tomada de decis o em cen rios complexos**. Cengage Learning, 1  Edic o, 2009.
- GOVINDAN, K., KANNAN, D., & HAQ, A. N. (2010). **Analyzing supplier development criteria for an automobile industry**. *Industrial Management & Data Systems*, 110(1), 43-62.
- GUGLIELMETTI, F.; SILVA, F.; SALOMON, V. **Compara o te rica entre m todos de aux lio   tomada de decis o por m ltiplos cr terios**. XXIII Encontro Nac. de Engenharia de Produ o, Ouro Preto, 2003.
- KESKIN, G. A., ILHAN, S., &  ZKAN, C. (2010). **The fuzzy ART algorithm: a categorization method for supplier evaluation and selection**. *Expert Systems with Applications*, 37(2), 1235-1240.
- LEVARY, R. R. **Ranking foreign suppliers based on supply risk**. *Supply Chain Management: An International Journal*, v. 12, n. 6, p. 392-394, 2007.
- Li, L., & Zabinsky, Z. B. (2011). **Incorporating uncertainty into a supplier selection problem**. *International Journal of Production Economics*, 134(2), 344-356.
- MOREIRA, D. **Administra o da produ o e opera es**. S o Paulo Saraiva,
- MURALIDHARAN, C.; ANANTHARAMAN, N.; DESHMUKH, S. G. **A Multi-Criteria Group Decision Making for Supplier Rating**. *The Journal of Supply Chain Management*, v. 38, n. 4, p. 22-33, 2002.
- NOVAES, Ant nio G. **Log stica e gerenciamento da cadeia de distribui o: estrat gia, opera o e avalia o**. Rio de Janeiro: Campus, 2001.
- OLIVEIRA, E; ANTUNES, C. H; GOMES, A. **A comparative study of different approaches using an outranking relation in a multi-objective evolutionary algorithm**. *Computers & Operations Research*, v. 40, n. 6, p. 1602-1615, 2013.
- OLSON, D. L. e DORAI, V. K. 1992. **Implementation of the Centroid Method of Solymosi and Dombi**. *European Journal of operational research* 60:1, 117 – 129

- OZKOK, B. A.; TIRYAKI, F. **A compensatory fuzzy approach to multi-objective linear supplier selection problem with multiple-item**. Expert Systems with Applications, v. 38, p. 11363-11368, 2011.
- PARK, J., Shin, K., & CHANG, T.-W. (2010). **An integrative framework for supplier relationship management**. Industrial Management & Data Systems, 110(4), 495-515.
- RAMANATHAN, R. **Supplier selection problem: integrating DEA with the approaches of total cost of ownership and AHP**. Supply Chain Management: An International Journal, v. 12, n. 4, p. 258-261, 2007.
- ROY, B. (1996). **Multicriteria Methodology for Decision Aiding**. Kluwer Academic Publishers.
- SHEMSHADI, A. et al. **Fuzzy VIKOR method for supplier selection based on entropy measure for objective weighting**. Expert Systems with Application, v. 38, p. 12160-12167, 2011.
- SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. Laboratório de Ensino à Distância da UFSC. Florianópolis, 2001.
- SILVA, V; SCHRAMM, F; CARVALHO, H. **O uso do método PROMETHEE para seleção de candidatos à bolsa-formação do Pronatec**. Production, v. 24, n. 3, p. 548-558, 2014.
- SILVA, André luiz gomes da. **SELEÇÃO E AVALIAÇÃO DE FORNECEDORES: UMA PROPOSTA DE MODELO PARA UMA EMPRESA DE IMPERMEABILIZAÇÃO**. Orientador: Luciana Hazin Alencar. 2013. 60 p. Dissertação (Mestrado profissional) - Universidade federal de pernambuco, Recife, 2013.
- SILVA, Jéssica Vanessa da paz. **APLICAÇÃO DO MODELO DE APOIO À DECISÃO MULTICRITÉRIO FITRADEOFF NO PROCESSO DE SELEÇÃO DE FORNECEDORES NA CADEIA DE SUPRIMENTOS: ESTUDO DE CASO**. Orientador: Jônatas Araújo de Almeida. 2016. 50 p. Dissertação (Bacharelado em engenharia de produção) - Universidade federal de pernambuco, CARUARU, 2016.
- SLACK, N.; CHAMBER, S.; HARDLAND, C.; HARRISON, A. e JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. São Paulo: Atlas, 2002.
- SONGHORI, M. J. et al. **A supplier selection and order allocation model with multiple transportation alternatives**. International Journal Advanced Manufacturing Technology, v. 52, p. 365-376, 2011.
- USTUN, O., & DEMIRTAS, E. A. (2008). **An integrated multi-objective decision-making process for multi-period lot-sizing with supplier selection**. Omega – The International Journal of Management Science, 36(4), 509-521.

VIANA, J. C.; ALENCAR, L. H.) Metodologias para seleção de fornecedores: uma revisão da literatura, **Produção**, 2012.

WANG, J. W.; CHEN C. H.; E CHEN, H. K. **Fuzzy hierarchical TOPSIS for Supplier Selection**. Applied Soft Computing, 2009.

WANG, Y. **An Application of the AHP in supplier selection of maintenance and repair parts in Proceedings**, 1 International Conference on Information Science and Engineering, 2009.

WEBER, C. A. ET AL. An Optimization Approach to Determining the Number of Vendors to Employ. **Supply Chain Management an Internacional Journal**, 5(2), 90-98, 2000.

XAVIER, C. M., XAVIER, L. F., & MELO, M. (2014). **Gerenciamento de projetos na construção civil - Uma adaptação da metodologia Basic Methodware**. Rio de Janeiro: BRASPORT 2009.

ZANELLA, L. C. H. **Metodologia da pesquisa**. Florianópolis: SEaD/UFSC, 2006.