

**UNIVERSIDADE DE ARARAQUARA**  
**MESTRADO PROFISSIONAL EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**Lidiane Cristina de Oliveira**

**ABORDAGEM MULTICRITÉRIO PARA AJUSTE DA PREVISÃO DE  
DEMANDA POR PRODUTOS: APLICAÇÃO DO ANALYTIC  
HIERARCHY PROCESS EM UMA INDÚSTRIA TÊXTIL**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Engenharia de Produção da Universidade de Araraquara – UNIARA – como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção, Área de Concentração: Gestão Estratégica e Operacional da Produção.

**Prof. Dr. Claudio Luis Piratelli**  
Orientador  
**Prof. Dra. Bruna Scarduelli Pacheco**  
Coorientadora

Araraquara, SP – Brasil  
2021

## FICHA CATALOGRÁFICA

O48a Oliveira, Lidiane Cristina

Abordagem multicritério para ajuste da previsão de demanda por produtos: aplicação do Analytic Hierarchy Process em uma indústria têxtil/ Lidiane Cristina Oliveira. – Araraquara: Universidade de Araraquara, 2021. 66f.

Dissertação (Mestrado) - Mestrado Profissional em Engenharia de Produção – Universidade de Araraquara - UNIARA

Orientador: Prof. Dr. Claudio Luis Piratelli

Coorientador: Prof. Dr. Bruna Scarduelli Pacheco

1.Previsão de demanda. 2. Analytic Hierarchy Process. I. Título.

CDU 62-1

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

OLIVEIRA, L. C. **Abordagem Multicritério para Ajuste da Previsão de Demanda por produtos: Aplicação do Analytic Hierarchy Process em uma indústria têxtil.** 2021. 66f. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção – Universidade de Araraquara, Araraquara-SP.

## ATESTADO DE AUTORIA E CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Lidiane Cristina de Oliveira

TÍTULO DO TRABALHO: Abordagem Multicritério para Ajuste da Previsão de Demanda por produtos: Aplicação do Analytic Hierarchy Process em uma indústria têxtil

TIPO DO TRABALHO/ANO: Dissertação / 2021

Conforme LEI Nº 9.610, DE 19 DE FEVEREIRO DE 1998, o autor declara ser integralmente responsável pelo conteúdo desta dissertação e concede a Universidade de Araraquara permissão para reproduzi-la, bem como emprestá-la ou ainda vender cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte desta dissertação pode ser reproduzida sem a sua autorização.



Assinatura Aluno(a)

---

**Lidiane Cristina de Oliveira**

Universidade de Araraquara – UNIARA

Rua Carlos Gomes, 1217, Centro. CEP: 14801–340, Araraquara-SP

Email (do autor): [lidi\\_sts@hotmail.com](mailto:lidi_sts@hotmail.com)



UNIVERSIDADE DE ARARAQUARA - UNIARA  
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

FOLHA DE APROVAÇÃO

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Engenharia de Produção da Universidade de Araraquara – UNIARA – para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção.

Área de Concentração: Gestão Estratégica e Operacional da Produção.


NOME DO AUTOR: **LIDIANE CRISTINA DE OLIVEIRA**

TÍTULO DO TRABALHO:


**"ABORDAGEM MULTICRITÉRIO PARA AJUSTE DA PREVISÃO DE DEMANDA POR PRODUTOS:  
APLICAÇÃO DO ANALYTIC HIERARCHY PROCESS EM UMA INDÚSTRIA TÊXTIL."**

Assinatura do(a) Examinador(a)


Conceito

  
\_\_\_\_\_  
Prof(a). Dr(a). **Claudio Luis Piratelli (orientador(a))**  
Universidade de Araraquara - UNIARA

(X)Aprovado ( ) Reprovado

  
\_\_\_\_\_  
Prof(a). Dr(a). **José Camilo Barbosa**  
Universidade de Araraquara - UNIARA

(X)Aprovado ( ) Reprovado

  
\_\_\_\_\_  
Prof(a). Dr(a). **Helder Gomes Costa**  
Universidade Federal de Fluminense - UFF

(X)Aprovado ( ) Reprovado

Versão definitiva revisada pelo(a) orientador(a) em: 20/08/2021

  
\_\_\_\_\_  
Prof(a). Dr(a). **Claudio Luis Piratelli (orientador(a))**

Dedicatória  
Em especial a minha mãe do coração, Brigida (*in memoriam*).  
Ao meu pai do coração, Osvaldo.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço, primeiramente, à Deus, pela oportunidade de realizar mais este sonho e por ter colocado pessoas tão especiais nesta jornada.

Aos meus orientadores, Prof. Dr. Claudio Luís Piratelli e Prof (a). Dra. Bruna Scarduelli Pacheco, pela determinação, comprometimento, apoio e paciência para o desenvolvimento dessa dissertação. Deixo aqui minha eterna gratidão e admiração.

A todos os professores do curso de Mestrado Profissional em Engenharia de Produção da UNIARA, pelos ensinamentos e dedicação.

Aos diretores da empresa, pela abertura e incentivo para realização desta pesquisa.

A todos os colegas de trabalho, que disponibilizaram seu tempo, compartilharam suas experiências e conhecimentos, e foram fundamentais para a conclusão desta pesquisa.

Aos colegas de curso, pela amizade, companheirismo e por compartilhar e proporcionar ensinamentos e experiências.

A toda minha família e amigos, por me apoiarem na realização deste sonho.

Epígrafe  
“Para realizar grandes conquistas, devemos não apenas agir, mas também sonhar, não apenas  
planejar, mas também acreditar.”  
Anatole France.

## RESUMO

Previsão de demanda é o processo de antecipar os níveis futuros de procura por produtos e/ou serviços de uma empresa, e é um desafio prevê-los com precisão, tendo em vista a variedade de informações envolvidas. A indústria têxtil é fortemente influenciada por variações, devido a tendência de moda, ciclo de vida do produto, ações de marketing e vendas. O *Analytic Hierarchy Process* - AHP é um método de apoio à decisão multicritério criado por Thomas Saaty na década de 70. Desde então é mundialmente utilizado para decisões complexas em diversas áreas do conhecimento, já que permite incorporar critérios qualitativos e quantitativos. Diante do contexto de incerteza inerente aos processo de previsão de demanda, em especial considerando a Pandemia de COVID-19, o objetivo desta pesquisa foi investigar se os resultados do modelo de previsão de demanda da empresa objeto de estudo podem ser melhorados, por meio do método AHP, visando uma previsão mais assertiva. A natureza desta pesquisa é aplicada e, os procedimentos utilizados foram pesquisa bibliográfica e modelagem matemática. A revisão bibliográfica, realizada nas bases da *Web of Science* e *Scopus*, foi conduzida para se verificar como se deu o emprego do AHP em problemas de previsão em diversos setores. Notou-se que o AHP como apoio à previsão de demanda apresenta potencial para aplicação em muitas áreas ainda não estudadas, o que motivou a aplicação na indústria têxtil. Os resultados foram satisfatórios, considerando que o método proposto reduziu o erro da previsão dada por métodos quantitativos em 16% em janeiro e 25% em fevereiro pelo modelo I e 17% em janeiro e 21% em fevereiro pelo modelo II. Conclui-se que o método de ajuste da previsão baseado no AHP possui uma estrutura flexível e sistemática, levando em consideração variáveis quantitativas e qualitativas e contribuem na obtenção de resultados satisfatórios e que permitam diminuir as incertezas na previsão.

**Palavras-chave:** Previsão de demanda. Analytic Hierarchy Process.

## ABSTRACT

*Demand forecasting is the process of anticipating future levels of demand for a company's products and/or services, and it is challenging to accurately forecast them given the variety of information involved. The textile industry is strongly influenced by variations, due to fashion trends, product life cycle, marketing and sales actions. The Analytic Hierarchy Process - AHP is a multi-criteria decision support method created by Thomas Saaty in the 70s. Since then it has been used worldwide for complex decisions in various areas of knowledge, as it allows for the incorporation of qualitative and quantitative criteria. Given the context of uncertainty inherent in the demand forecasting process, especially considering the COVID-19 Pandemic, the objective of this research was to investigate whether the results of the demand forecasting model of the company under study can be improved, through the AHP method, aiming at a more assertive prediction. The nature of this research is applied and the procedures used were bibliographic research and mathematical modeling. The literature review, carried out on the Web of Science and Scopus databases, was conducted to verify how the AHP was used in forecasting problems in various sectors. It was noted that AHP as support for demand forecast has potential for application in many areas not yet studied, which motivated its application in the textile industry. The results were satisfactory, considering that the proposed method reduced the forecast error given by quantitative methods by 16% in January and 25% in February by model I and 17% in January and 21% in February by model II. It is concluded that the forecast adjustment method based on the AHP has a flexible and systematic structure, taking into account quantitative and qualitative variables and contributing to the achievement of satisfactory results that allow for the reduction of forecast uncertainties.*

**Key-words:** *Demand forecasting. Analytic Hierarchy Process.*



## Lista de figuras

Figura 1 – Etapas de um modelo de previsão .....	18
Figura 2 – Técnicas de previsão .....	19
Figura 3 – Técnicas de previsão quantitativas.....	20
Figura 4 – Etapas de aplicação do AHP. ....	29
Figura 5 – Estrutura básica de uma hierarquia .....	30
Figura 6 – Aplicações e objetivos dos estudos de previsão com AHP.....	35
Figura 7 – Classificação Metodologica .....	38
Figura 8 – Quatro quadrantes - Identificação e Classificação dos Stakeholders.....	40
Figura 9 – Etapas de aplicação da pesquisa.....	41
Figura 10 – Produto B - Historico de Vendas .....	43
Figura 11 – Produto B - Previsão x Vendas em 2019 .....	44
Figura 12 – Produto B - Previsão x Vendas em 2020 .....	44
Figura 13 – Apresentação dos Especialistas.....	45
Figura 14 – Hierarquia do problema .....	50
Figura 15 – Exemplo atribuição de pesos - E1 .....	52

## **Lista de Quadros**

Quadro 1 – Escala Fundamental do AHP.....	30
Quadro 2 – Exemplo de Matriz de Decisão.....	31
Quadro 3 – Apresentação dos artigos.....	34
Quadro 4 – Lista Inicial de Fatores internos mencionados pelos especialistas.....	46
Quadro 5 – Lista Inicial de Fatores externos mencionados pelos especialistas.....	46
Quadro 6 – Lista Final de Fatores internos e externos.....	47
Quadro 7 – Lista de Critérios e Subcritérios.....	48

## Lista de Tabelas

Tabela 1 – Valores IR.....	32
Tabela 2 – Ranking de Prioridades dos Especialistas.....	52
Tabela 3 – Previsão de demanda - Métodos Quantitativos .....	53
Tabela 4 – Margem de erro - Produto B.....	54
Tabela 5 – Variação Arbitrada do Produto B .....	54
Tabela 6 – Classificação Variação Arbitrada - Janeiro .....	55
Tabela 7 – Classificação Variação Arbitrada - Fevereiro.....	56
Tabela 8 – Percentuais de Ajuste da Previsão Janeiro - Modelo I .....	57
Tabela 9 – Percentuais de Ajuste da Previsão Fevereiro - Modelo I.....	57
Tabela 10 – Previsão Ajustada de Janeiro - Modelo I.....	58
Tabela 11 – Previsão Ajustada de Fevereiro - Modelo I.....	58
Tabela 12 – Ranking de prioridades do grupo.....	59
Tabela 13 – Percentuais de Ajuste - Modelo II.....	60
Tabela 14 – Previsão Ajustada de Janeiro - Modelo II.....	60
Tabela 15 – Previsão Ajustada de Fevereiro - Modelo II.....	61

## **Lista de Abreviaturas e Siglas**

ABIT – Associação Brasileira da Indústria Têxtil.

AHP – *Analytic Hierarchy Process*.

CEP – Controle Estatístico de Processos.

IC – Índice de Consistência.

IR – Índice de Aleatório.

MAD – *Mean Absolute Deviation*.

MCDA – Métodos de Apoio à Decisão Multicritério.

PCP – Planejamento e Controle de Produção.

RC – Razão de Consistência.

VA – Variação Arbitrada.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	14
1.1 Contextualização e Problemática.....	14
1.2 Objetivo Geral .....	15
1.3 Objetivo Especifico .....	15
1.4 Justificativa.....	16
1.4.1 Da escolha do tema.....	16
1.4.2 Da escolha do método.....	16
1.4.3 Do objeto do estudo.....	16
1.5 Classificação metodológica da pesquisa.....	17
1.6 Estrutura do trabalho .....	17
<b>2 MÉTODOS TRADICIONAIS DE PREVISÃO DE DEMANDA</b> .....	18
2.1 Técnicas qualitativas.....	19
2.2 Técnicas quantitativas.....	20
2.3 Técnicas baseadas em séries temporais .....	21
2.3.1 Média Móvel Simples.....	21
2.3.2 Média Móvel Ponderada.....	22
2.3.3 Suavização Exponencial Simples .....	22
2.3.4 Suavização Exponencial Dupla (Método de Holt) .....	23
2.3.5 Suavização Exponencial Tripla (Método Winter) .....	24
2.4 Técnicas baseada em correlações .....	25
2.4.1 Regressão Liner .....	25
2.4.2 Regressão Curvilinea.....	26
2.4.3 Regressão Múltipla.....	26
2.5 MAD – <i>Mean Absolute Deviation</i> .....	27
<b>3 AHP – ANALYTIC HIERARCHY PROCESS</b> .....	28
3.1 Etapas de aplicação do AHP.....	28
3.2 AHP em grupo.....	33
3.3 AHP em previsão de demanda.....	33
<b>4 METODOLOGIA</b> .....	38
4.1 Classificação metodológica da pesquisa.....	38
4.2 Procedimentos operacionais da pesquisa.....	39
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	42
5.1 Definição objeto de estudo .....	42
5.2 Definição dos especialistas.....	44

5.3 Definição dos fatores internos e externos.....	45
5.4 Aplicação do método AHP .....	48
5.4.1 Etapa 1 – Formulação do problema de decisão .....	48
5.4.2 Etapa 2 – Julgamentos .....	50
5.4.3 Etapa 3 – Desenvolvimento algébrico .....	51
5.5 Previsão de demanda por meio de métodos quantitativos.....	53
5.6 Processo de ajuste da previsão de demanda .....	53
<b>6 CONCLUSÕES .....</b>	<b>63</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>64</b>

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Contextualização e Problemática

Previsão de demanda é o processo de antecipar os níveis futuros de procura por produtos e/ou serviços de uma empresa. Para Lima e Oliveira (2016) previsão é um conjunto de números que reflete o padrão do passado, a correlação entre variáveis ou a opinião dos especialistas ou a soma de tudo isso.

Segundo Lima e Oliveira (2016) os modelos de previsão são divididos em três grupos, sendo que cada grupo tem vantagens e desvantagens quanto ao seu uso: (1) modelos julgamentais: são baseados na opinião de especialistas que conhecem o mercado; (2) modelos de séries temporais: são baseados no histórico de demanda do produto; e (3) modelos de causa e efeito: que correlacionam a demanda do produto com a variação de índices econômico ou com outras variáveis que tenham relação com o produto.

Tubino (2009) considera que a previsão de demanda desempenha um papel importante para o planejamento estratégico da produção, vendas e finanças das organizações no geral. De acordo com Werner (2006) a previsão é fundamental para que a empresa esteja estruturada para dimensionar a quantidade de bens ou serviços que irá produzir de forma que possa prever e atender à demanda do mercado consumidor.

Com base nestas definições, é possível enxergar a importância e o quanto a previsão de demanda é um fator determinante para o desempenho da empresa no mercado como um todo.

Novaes (2007) expõe que a previsão da demanda está necessariamente sujeita a erros, por envolver acontecimentos futuros e macro ambientais. De acordo com Werner (2006) previsões confiáveis exigem a utilização de vários métodos e a maior quantidade de informações disponível.

A empresa objeto de estudo é a indústria têxtil, e utiliza técnicas de séries temporais para previsão de demanda a partir do histórico de faturamento (média móvel simples, média móvel ponderada, suavização exponencial simples, suavização exponencial dupla e suavização exponencial tripla), e é possível detectar resultados imprecisos que dificultam a tomada de decisão do PCP (Planejamento e Controle de Produção) para uma previsão mais assertiva, causando excesso ou falta de estoque de produto acabado e matéria prima. É válido ressaltar que faturamento é diferente de demanda.

Métodos de Apoio à Decisão Multicritério – MCDA são abordagens e um conjunto de técnicas que permitem tratar problemas complexos e gerenciá-los, fornecendo diferentes formas

de desagregação desse problema em critérios menores, facilitando a avaliação e o debate, e identificando mais facilmente as concordâncias e discordâncias (DODGSON et al., 2009).

Deve-se enfatizar que as técnicas e metodologias de MCDA não são apenas alguns modelos matemáticos que agregam critérios e que permitem tomar decisões ideais, sua aplicação é ainda mais ampla, pois podem ser usadas para resolver qualquer problema em que uma decisão significativa precise ser tomada, e essas decisões podem ser táticas ou estratégicas, dependendo da perspectiva de tempo e das consequências (ISHIZAKA; NEMERY, 2013; DOUMPOS; GRIGOROUDIS, 2013).

O *Analytic Hierarchy Process* - AHP é um método de apoio à decisão multicritério desenvolvido pelo matemático Thomas Lorie Saaty e é mundialmente utilizado para decisões complexas em diversas áreas do conhecimento, baseia-se no método newtoniano e cartesiano do pensamento, que busca tratar a complexidade de um problema com a decomposição e divisão do problema em fatores.

Neste contexto, métodos multicritérios podem apoiar o processo de previsão, permitindo abranger outras informações, diferentes das séries temporais que consideram apenas o histórico do passado.

Dyer e Forman (1991) sugerem que o AHP pode ser utilizado no processo de previsão como ferramenta de opinião especializada, para a seleção do método ou técnica de previsão mais apropriado, e para combinar os resultados de várias técnicas de previsão e produzir uma previsão única e composta.

A partir dessa consideração, esta pesquisa foi desenvolvida para investigar a adequação do AHP para ajustar a previsão de demanda de uma empresa do setor têxtil, considerando dados quantitativos e qualitativos, ou seja, dados históricos e a opinião de especialistas. A questão de pesquisa que se coloca é:

- ✓ O método AHP é eficaz para melhorar os resultados da previsão de demanda das séries históricas de produtos na indústria têxtil?

## **1.2 Objetivo Geral**

O objetivo geral da pesquisa é ajustar o método de previsão de demanda, a partir das séries históricas, por meio do método AHP.

## **1.3 Objetivo Específicos**

Propor um modelo multicritério para ajustar a previsão da demanda de uma indústria têxtil.



Proporcionar uma previsão da demanda mais assertiva para o PCP da empresa objeto de estudo, por meio do método AHP.

## **1.4 Justificativa**

### **1.4.1 Da escolha do tema**

Previsão de demanda é a base para todas as decisões estratégicas e de planejamento de uma organização (SILVA,2019). A competitividade tem feito com que as empresas, busquem novas alternativas, visando a qualidade e a produtividade, para garantir sua participação no mercado (WERNER, 2006). Dessa forma, é possível considerar que uma previsão de demanda assertiva pode ser um diferencial e o ponto chave para que a empresa se destaque no mercado referente aos seus concorrentes.

Boas previsões de demanda contribuem para um melhor atendimento dos clientes, para maiores lucros e menores perdas (LAGE JUNIOR, 2019). Com isso, podemos considerar que os imprevistos da previsão da demanda causam desperdícios que afetam diretamente o cliente, que estão cada vez mais exigentes referente a qualidade e a pontualidade na entrega.

E uma previsão de demanda assertiva possibilita que a organização tenha uma operação eficiente de produção e serviços, e assim possa se comprometer com: (1) altos níveis de serviço junto aos clientes, (2) disponibilizar informações de demanda futura mais aderentes a realidade aos fornecedores, (3) evitar perdas de vendas e de estoques, e (4) planejar expansões de capacidade de forma antecipada (KOTLER, 1991; KAHN, 2002).

Segundo Lima e Oliveira (2016) é crucial que a previsão seja colaborativa e isto significa que a colaboração está entre a parte matemática e o mundo real.

Motivando a realização desta pesquisa, diante de um cenário de incerteza e consequências causado pela Pandemia de COVID-19.

### **1.4.2 Da escolha do método**

Segundo Wolfe (1988), existem duas razões para fazer ajustes de previsões de demanda baseadas na opinião de especialistas, por meio do método AHP: gerar previsões mais acuradas e identificar as suposições a serem usadas no desenvolvimento do processo de preparação das previsões.

### **1.4.3 Do objeto de estudo**

De acordo com a ABIT – Associação Brasileira da Indústria têxtil, o mercado têxtil e de confecção é um dos mais dinâmicos, com lançamentos de produtos quatro vezes ao ano no

mínimo. Dessa forma, podemos considerar que a demanda no setor têxtil é fortemente influenciada por variações, devido a tendência de moda, ciclo de vida do produto, e ações de marketing e vendas.

Atualmente a empresa estudada faz previsão de vendas, pois utiliza o histórico de faturamento e não de demanda. E em geral, as previsões são feitas apenas por meio de métodos quantitativos, que apresentam alguns índices de erros que causam excesso ou falta de estoque.

Considerando esses fatores, esta pesquisa, tem o intuito de melhorar os resultados da previsão de demanda na indústria têxtil.

### **1.5 Classificação metodológica da pesquisa**

Com base nas definições Turrioni e Mello (2012) esta pesquisa é de natureza aplicada, e trabalha abordagem combinada: qualitativa (construção do modelo) e quantitativa (solução e análise dos resultados do modelo).

Quanto aos objetivos, a pesquisa classifica-se como exploratória, visando um maior conhecimento sobre o assunto estudado. Os procedimentos utilizados foram pesquisa bibliográfica e modelagem matemática.

### **1.6 Estrutura do trabalho**

Esta dissertação está estruturada em seis seções. A seção 2 (Métodos Tradicionais de Previsão) apresenta uma breve contextualização dos principais métodos quantitativo e qualitativo de previsão.

A seção 3 apresenta o AHP – Analytic Hierarchy Process e os principais trabalhos que utilizaram o AHP no processo de previsão.

A seção 4 trata da classificação metodológica e dos procedimentos operacionais da pesquisa.

A seção 5 contempla a parte prática da aplicação dos procedimentos operacionais da pesquisa, apresentando resultados e análise dos resultados.

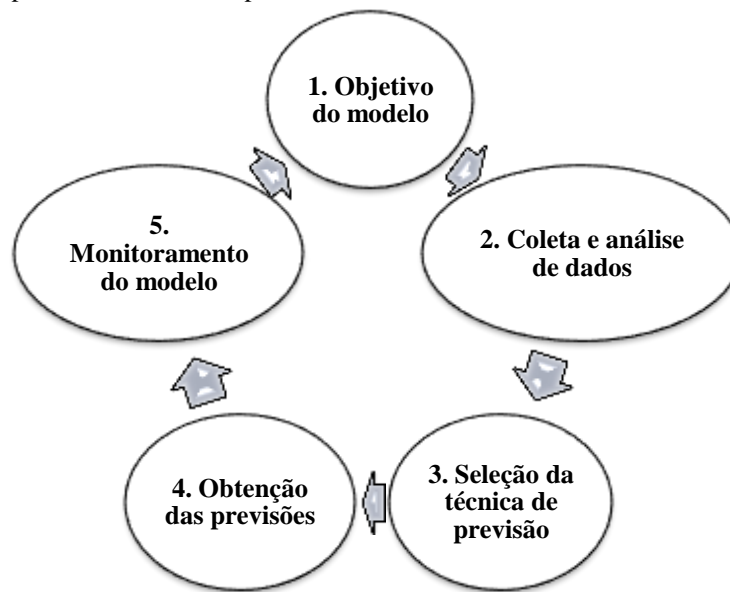
A seção 6 apresenta a conclusão da pesquisa, bem como as considerações finais, em especial, as melhorias que o método adotado trouxe para a empresa e algumas propostas para trabalhos futuros.

## 2 MÉTODOS TRADICIONAIS DE PREVISÃO DE DEMANDA

Previsão de demanda é o processo metodológico baseado em dados estatísticos, matemáticos ou econômicos diretamente ligados a resultados futuros.

De acordo com Tubino (2017) um modelo de previsão de demanda pode ser dividido em cinco etapas, conforme apresentado na figura 1.

Figura 1 – Etapas de um modelo de previsão.



Fonte: O próprio autor com base em Tubino (2017).

A etapa 1 consiste em definir a razão pela qual se necessita de previsões, que produto será previsto, com que grau de acuracidade e detalhe trabalhará, e quais recursos estão disponíveis para esta previsão.

A etapa 2 consiste em coletar e analisar os dados históricos, no sentido de identificar e desenvolver a técnica de previsão que melhor se adapte.

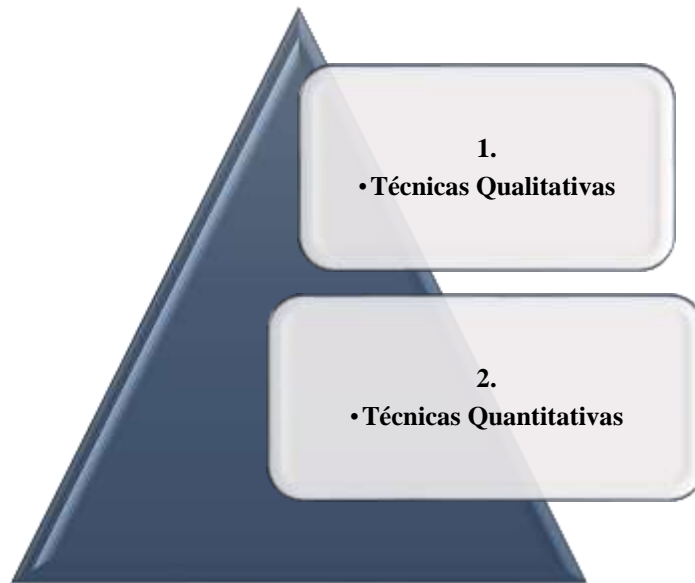
A etapa 3 consiste em definir a técnica de previsão mais apropriada, não existe uma técnica que seja adequada a todas as situações.

A etapa 4 consiste em projeções futuras da demanda, quanto maior for o horizonte pretendido, menor a confiabilidade da demanda prevista.

Por fim, a etapa 5 consiste em monitorar a extensão do erro entre a demanda real e a prevista para verificar se a técnica e os parâmetros utilizados ainda são válidos.

As técnicas de previsão podem ser subdivididas em dois grupos, apresentados na figura 2 (TUBINO, 2017).

Figura 2 – Técnicas de previsão.



Fonte: O próprio autor com base em Tubino (2017).

### 2.1 Técnicas qualitativas

Os modelos qualitativos também são chamados de subjetivos, pois se baseiam, em julgamentos e avaliações de profissionais especializados e com alguma experiência no mercado, para que as previsões tenham algum grau de confiabilidade (SILVA, 2019).

Os principais modelos qualitativos são apresentados a seguir, com base em Silva (2019):

1. **Predição:** é o processo de prever um acontecimento futuro de forma completamente subjetiva e duvidosa, por meio do *feeling* ou intuição do gestor, uma aposta para o futuro de grande risco de erro;
2. **Opinião de executivos:** são previsões subjetivas por meio dos julgamentos/opiniões de executivos da área comercial, financeira e de marketing. A maior dificuldade neste tipo de previsão é o consenso entre os envolvidos, que quase sempre prevalece o julgamento do mais experiente, ou de maior poder hierárquico ou de convencimento, é um método muito utilizado quando não se tem dados históricos e em pequenas empresas.
3. **Método Delphi:** este modelo busca reduzir a influência ou pressão de um grupo ou pessoa sobre os demais participantes do grupo de previsão de demanda. Este método é composto pelas seguintes etapas: (1) discussão em grupo sobre previsão de demanda para escolha criteriosa dos participantes, (2) coletar individualmente e anonimamente as opiniões de cada participante, por meio de questionários ou formulários online, (3) entregar as respostas ao gerente ou coordenador para desenvolver uma tabulação de dados, e obter os primeiros resultados tratados estatisticamente, e (4) apresentação dos

resultados consolidados aos membros do grupo, para que possam avaliar suas opiniões e adequar em função dos seus objetivos;

4. **Opinião da equipe de vendas:** visa coletar informações como, estimativa de vendas por produto e/ou serviço para cada região e/ou setor de atuação da empresa, e posteriormente essas estimativas são agregadas para obter uma visão global da demanda;
5. **Pesquisa de mercado:** trata-se de estudos preditivos e informativos, para entender a intenção de compra ou percepções e desejos dos clientes;
6. **Analogia com produtos similares:** é o estudo de produtos similares ou substitutos.

## 2.2 Técnicas quantitativas

As técnicas quantitativas consistem em analisar os dados passados objetivamente, e por meio de modelos matemáticos projetar a demanda futura (TUBINO, 2017). De acordo com Tubino (2017) as técnicas quantitativas são subdivididas em dois grupos, apresentados na figura 3.

Figura 3 – Técnicas de previsão quantitativas.



Fonte: O próprio autor com base em Tubino (2017).

As técnicas baseadas em séries temporais procuram modelar matematicamente a demanda futura relacionando os dados históricos do próprio produto com o tempo, e os principais métodos desta abordagem são: média móvel simples, média móvel ponderada, suavização exponencial simples, suavização exponencial dupla (ou método de Holt), e suavização exponencial tripla (ou método de Winters) (TUBINO,2017; LAGE JÚNIOR, 2019).

As técnicas baseadas em correlações associam os dados históricos do produto com uma ou mais variáveis que tenham relação com a demanda do produto, e os principais métodos desta abordagem são: regressão linear, regressão curvilínea e regressão múltipla (TUBINO,2017; LAGE JÚNIOR, 2019).

As principais características analisadas nos modelos de previsão baseadas em séries temporais são apresentadas abaixo de acordo com Silva (2019):

- ✓ **Nível de demanda:** é o volume de vendas passadas, desconsiderando variações decorrentes da sazonalidade e aleatoriedade, podendo ser estacionário (estático, sem sofrer alterações), ou pode estar sofrendo alterações para mais (aumento de demanda) ou alterações para menos (redução de demanda).
- ✓ **Tendência da demanda:** os dados históricos podem apresentar três tendências: crescente (tendência de alta de demanda), estabilizada (sem alterações de demanda ao longo do período), e decrescente (tendência de redução de demanda). É importante destacar que a tendência pode ser linear ou não linear.
- ✓ **Sazonalidade:** é uma variação de demanda padrão e repetitiva.
- ✓ **Aleatoriedade:** refere-se a componentes da demanda que não podem ser previstos utilizando os modelos de previsão, entretanto, ao compararmos o erro de previsão com a demanda efetivamente realizada, podemos medir o erro esperado da aplicação do modelo quando utilizamos para projetar a demanda futura.

As técnicas baseadas em correlações consistem em estabelecer uma equação que identifique o efeito da variável de previsão sobre a demanda do produto em análise (TUBINO,2017).

## 2.3 Técnicas baseada em séries temporais

### 2.3.1 Média Móvel Simples

A média móvel simples, se baseia na média aritmética dos  $n$  últimos períodos da demanda observada. Pode ser obtida por meio da equação (1) (SILVA, 2019).

$$P_d = \frac{\sum_{i=1}^n D_i}{n} \quad (1)$$

Onde:

$P_d$  = previsão de demanda para o período  $j$

$i$  = número de ordem do período mais recente

$D_i$  = demanda ocorrida no período  $i$

$n$  = número de ordem de cada período mais recente

Quanto maior for o valor de  $n$ , maior será a amplitude do período analisado e, conseqüentemente, maior a influência de demandas mais antigas sobre a previsão de demanda. Por esse motivo, não se deve utilizar períodos muito longos neste modelo (3 períodos é o usual). O modelo de média móvel simples é o mais elementar de todos os modelos quantitativos e deve ser empregado apenas para demandas não sazonais, ou seja, para demandas relativamente estáveis, onde não há aumentos ou reduções acentuadas e muito menos variações periódicas (SILVA, 2019).

### 2.3.2 Média Móvel Ponderada

A média móvel ponderada é aplicável a demandas que não apresentam sazonalidade e/ou tendência. O principal aspecto que diferencia o modelo de média móvel simples do modelo de média móvel ponderada é a atribuição de peso crescente ao longo do período analisado. Pode ser obtida por meio da equação (2) (SILVA, 2019).

$$P_D = (D_1 \cdot PE_1) + (D_2 \cdot PE_2) + (D_3 \cdot PE_3) + \dots + (D_n \cdot PE_n) \quad (2)$$

Onde:

$$PE_1 + PE_2 + PE_3 + PE_4 + \dots + PE_n = 1$$

$PE_i$  = peso atribuído ao período  $i$

### 2.3.3 Suavização Exponencial Simples

A suavização exponencial simples tem como base a média ponderada, e utiliza pesos que decrescem exponencialmente a partir do período mais recente. Este modelo também é aplicável a demandas que não apresentam sazonalidade e/ou tendência. Pode ser obtida por meio da equação (3) (LAGE JÚNIOR, 2019; SILVA, 2019).

$$P_j = \alpha \cdot \bar{D} + (1 - \alpha) \cdot D_{j-1} \quad (3)$$

Onde:

$\alpha$  = constante de suavização, com  $0 \leq \alpha \leq 1$

$\bar{D}$  = demanda média dos últimos períodos

$D_{j-1}$  = demanda real no período anterior ao período  $j$

Observações:

- A constante de suavização ( $\alpha$ ) tem valor entre zero e um, e em geral, quanto maior for o valor de  $\alpha$ , menor será a influência da demanda real do último período na previsão de demanda do período  $j$ ;
- $(1 - \alpha)$  taxa que indica a queda da influência dos dados históricos de demanda, isto é, para o último mês;
- $(1 - \alpha)^2$  se refere ao penúltimo mês;
- $(1 - \alpha)^3$  se refere ao antepenúltimo mês, e assim sucessivamente;
- A atribuição de um valor para o coeficiente  $\alpha$  gera os mesmos resultados que seriam obtidos pela utilização do modelo de média móvel simples.

### 2.3.4 Suavização Exponencial Dupla (Método de Holt)

Neste método, a previsão é dada pela previsão suavizada exponencialmente somada a uma estimativa de tendência  $T$ , e é obtida pela equação (4) (LAGE JÚNIOR, 2019).

$$P_{T+k} = S_T + kT_T \quad (4)$$

Onde:

$P_{T+k}$  = previsão para o  $k$ -ésimo período à frente

$S_T$  = previsão suavizada exponencialmente para o período  $T$  (último período)

$k$  = número de períodos à frente de  $T$

$T_T$  = estimativa de tendência para o período  $T$  (último período)

Para inicializar o modelo devem-se obter os valores iniciais de  $S$  e  $T$  ( $S_0$  e  $T_0$ ).

Para obter  $T$  inicial, pode-se optar por uma entre duas opções: 1) dividir os dados reais em dois grupos de igual tamanho (mesmo número de períodos, por isso o número de períodos deve ser par); calcular as médias de cada grupo; subtrair a média do segundo grupo da média do primeiro grupo; dividir o resultado pelo número de períodos em cada grupo, e 2) subtrair a demanda real no último período da demanda real no primeiro período; dividir o resultado pelo número de períodos (LAGE JÚNIOR, 2019).

Para obter  $S$  inicial, após calcular  $T_0$ , calcular a média de todos os valores reais disponíveis; encontrar o meio do intervalo dos períodos disponíveis (por exemplo, para 12 períodos o meio é 6,5); subtrair o valor do período mais recente (atual) do valor do meio do período (por exemplo, para 12 períodos, a conta seria  $12 - 6,5 = 5,5$ ) ou equivalentemente fazer a conta  $\frac{T-1}{2}$ , multiplicar o resultado por  $T_0$ ; somar o resultado ao valor da média encontrada anteriormente (LAGE JÚNIOR, 2019).



Tendo-se os valores iniciais, basta calcular as previsões utilizando a equação de previsão. E, a cada valor real que se obtiver, podem-se atualizar os valores de  $S_T$  e  $T_T$  suavizando-os exponencialmente, por meio das seguintes equações (5) e (6) (LAGE JÚNIOR, 2019).

$$S_T = \alpha d_T + (1 - \alpha) (S_{T-1} + T_{T-1}) \quad (5)$$

$$T_T = \beta(S_T - S_{T-1}) + (1 - \beta)T_{T-1} \quad (6)$$

Onde:

$\alpha$  = constante de suavização, com  $0 \leq \alpha \leq 1$

$d_T$  = demanda do período T

$\beta$  = é a constante de suavização de tendência

Usando o valor de  $\beta$  (entre 0 e 1), suaviza-se a estimativa, para evitar o acompanhamento da tendência às mudanças aleatórias dos dados (LAGE JÚNIOR, 2019).

### 2.3.5 Suavização Exponencial Tripla (Método de Winters)

O modelo Winter é muito usado na previsão de demandas que apresentam alto grau de variabilidade em seus coeficientes de nível, tendência e sazonalidade (SILVA, 2019). Os passos para calcular a previsão de demanda pelo método de Winters são apresentados, de acordo com Lage Júnior (2019) :

- 1) Calcular os valores iniciais de  $T_T$  e  $S_T$ : encontrar as demandas médias dos dois últimos ciclos de sazonalidade; calcular a diferença entre elas; dividir o resultado pelo número de variações sazonais ou períodos dentro do ciclo; o resultado é o  $T_T$  inicial. Encontrar a demanda média geral; multiplicar  $T_T$  por  $\frac{T-1}{2}$ , somar os dois; o resultado é o  $S_T$  inicial;
- 2) Calcular os valores iniciais dos fatores de sazonalidade: dividir a demanda do período pela demanda suavizada exponencialmente ( $S_T$ ) inicial descontando a tendência ao longo dos períodos, conforme equação (7). Com os valores de todos os fatores sazonais, deve-se calcular a média dos fatores dos períodos equivalentes, para se ter apenas um parâmetro para cada período;

$$F_t = \frac{d_t}{S_T - T_T(T - t)} \quad (7)$$

- 3) Realizar a previsão pelo método de Winters por meio da equação (6).

$$P_{T+k} = (S_T + kT_T)F_{T+k-L} \quad (8)$$

Onde:

$L$  = número de variações sazonais

- 4) Atualizar os valores de  $S_T$ ,  $T_T$  e  $F_T$  com base nos valores reais disponíveis, por meio das equações (9), (10) e (11).

$$S_T = \alpha \left( \frac{d_t}{F_{T-L}} \right) + (1 - \alpha) (S_{T-1} + T_{T-1}) \quad (9)$$

$$T_T = \beta (S_T - S_{T-1}) + (1 - \beta) T_{T-1} \quad (10)$$

$$F_t = \gamma \left( \frac{d_t}{S_T} \right) + (1 - \gamma) F_{T-L} \quad (11)$$

Onde:

$\gamma$  = constante de suavização ( $0 < \gamma < 1$ ) com as mesmas características de  $\beta$  e  $\alpha$

## 2.4 Técnicas baseada em correlações

### 2.4.1 Regressão Linear

Regressão linear é a obtenção de uma equação que determina a relação entre duas variáveis (a variável independente e a variável dependente). A variável independente explica a alteração da variável dependente. A expressão matemática da regressão linear é apresentada na equação (12) (LAGE JÚNIOR, 2019).

$$Y = bX + a \quad (12)$$

Onde:

$b$  = coeficiente angular da reta, ou seja, a inclinação da reta

$a$  = coeficiente linear da reta, ou seja, valor de  $Y$  quando  $X = 0$

Utilizando o método dos mínimos quadrados (método que minimiza a distância entre cada valor da variável independente e a reta que irá representa-lo), tem-se os coeficientes  $b$  e  $a$  obtidos pelas equações (13) e (14) (LAGE JÚNIOR, 2019).

$$b = \frac{n \sum_{t=1}^n x_t d_t - \sum_{t=1}^n x_t \sum_{t=1}^n d_t}{n \sum_{t=1}^n x_t^2 - (\sum_{t=1}^n x_t)^2} \quad (13)$$

$$a = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n d_t - \frac{b}{n} \sum_{t=1}^n x_t \quad (14)$$

Onde:

$n$  = número de pares ordenados

$x_t$  = valor da variável independente no período  $t$ , com  $t = 1, 2, \dots, n$

$d_t$  = valor da variável dependente no período  $t$ , com  $t = 1, 2, \dots, n$

O coeficiente de correlação mede a direção e a força da relação entre variáveis, sendo um valor entre -1 e +1. Quanto mais próximo de +1 mais forte é a correlação positiva entre as variáveis, isso significa que quanto maior for o valor da variável independente maior será o valor da variável dependente e vice versa. Quanto mais próximo de -1 mais forte é a correlação negativa entre as variáveis, isso significa que quanto maior for o valor da variável independente menor será o valor da variável dependente e vice versa (LAGE JÚNIOR, 2019).

O cálculo de  $r$  é apresentado na equação (15) abaixo:

$$r = \frac{n \sum_{t=1}^n x_t d_t - \sum_{t=1}^n x_t \sum_{t=1}^n d_t}{\sqrt{[n \sum_{t=1}^n x_t^2 - (\sum_{t=1}^n x_t)^2][n \sum_{t=1}^n d_t^2 - (\sum_{t=1}^n d_t)^2]}} \quad (15)$$

O coeficiente de determinação é o quadrado do coeficiente de correlação. O ( $r^2$ ) mede o grau que a linha de regressão se ajusta aos dados, ou seja, representa a fração da variação nos dados que é explicada pela linha de regressão (LAGE JÚNIOR, 2019).

#### 2.4.2 Regressão Curvilínea

O método dos mínimos quadrados também podem ser utilizados para o caso de funções não lineares como funções exponenciais, logarítmica, potenciais e polinomiais. Nesses casos,  $a$ ,  $b$  e  $c$  são os parâmetros,  $Y$  é a variável dependente e  $X$  a variável independente (LAGE JÚNIOR, 2019).

#### 2.4.3 Regressão Múltipla

Na regressão múltipla duas ou mais variáveis independentes determinam o valor da variável dependente obtido pela equação (16) (LAGE JÚNIOR, 2019).

$$Y = aX_1 + bX_2 + cX_3 + \dots + nX_n \quad (16)$$

Onde:

$a, b, c, \dots, n$  = coeficientes

$x_1, x_2, x_3, x_n$ , = variáveis independentes

## 2.5 MAD – *Mean Absolute Deviation*

Após a definição da técnica de previsão e implantação do modelo, é necessário acompanhar o desempenho das previsões e confirmar sua validade perante a dinâmica atual dos dados e este monitoramento é realizado pelo cálculo e acompanhamento do erro de previsão, que é a diferença que ocorre entre o valor real da demanda e o valor previsto pelo modelo para dado período (TUBINO, 2017).

De acordo com Lage Júnior (2019) o Desvio Absoluto Médio (MAD) mede a dispersão dos erros. Se o MAD for pequeno a previsão está boa, se o MAD for grande a previsão está ruim. O cálculo do MAD ocorre por meio da equação (17).

$$MAD = \frac{\sum_{t=1}^T |e_t|}{T} \quad (17)$$

Onde:

$e_t$  = erro de previsão (diferença entre demanda real e a previsão)

De acordo com Tubino (2017) uma série de fatores podem afetar o desempenho de um modelo de previsão, e os mais comuns estão descritos abaixo:

- ✓ a técnica de previsão pode estar sendo usada incorretamente, ou sendo mal interpretada;
- ✓ a técnica de previsão perdeu a validade devido à mudança em uma variável importante, ou devido ao aparecimento de uma nova variável;
- ✓ variações irregulares na demanda podem ter acontecido em função de greves, formação de estoques temporários, catástrofes naturais etc;
- ✓ ações estratégicas da concorrência, afetando a demanda;
- ✓ variações aleatórias inerentes aos dados da demanda.

Atualmente a empresa estudada utiliza técnicas de previsão quantitativas. Todos os modelos de séries temporais (média móvel simples, média móvel ponderada, suavização exponencial simples, suavização exponencial dupla e suavização exponencial tripla), são aplicados sob o histórico de faturamento e os resultados são analisados pelo MAD (Desvio Absoluto Médio), e é possível detectar resultados imprecisos que causam excesso ou falta de estoque de produto acabado e matéria prima. Com isso, esta pesquisa tem o intuito de ajustar a previsão por meio do método AHP considerando dados quantitativos e qualitativos, visando obter resultados satisfatórios e que permitam diminuir as incertezas na previsão.

### 3 AHP – ANALYTIC HIERARCHY PROCESS

O *Analytic Hierarchy Process* – AHP é um método de apoio a decisão multicritério baseado em conceitos da matemática e da psicologia e foi desenvolvido pelo Prof. Thomas Saaty na década de 70.

Segundo Saaty e Vargas (2001) o AHP é uma abordagem básica para a tomada de decisão, foi projetado para lidar tanto com o racional quanto com o intuitivo. Neste processo, o tomador de decisão realiza julgamentos em comparações com o objetivo de determinar prioridades e ordenar as alternativas. Os três princípios para a solução de problemas decisórios com o AHP são apresentados a seguir, com base em Saaty (1987) e Ishizaka e Nemery (2013):

- ✓ **Decomposição:** a forma mais simples usada para estruturar um problema de decisão é uma hierarquia, que consiste em três níveis no mínimo: (1) objetivo da decisão; (2) critérios (em hierarquias mais complexas, é possível adicionar mais níveis, que são chamados de subcritérios) e (3) alternativas.
- ✓ **Julgamentos comparativos:** comparações aos pares da importância relativa dos elementos de um determinado nível em relação ao nível acima.
- ✓ **Síntese de prioridades:** três tipos de prioridades devem ser calculados: (1) a prioridades dos critérios - importância de cada critério em relação ao objetivo principal; (2) a prioridades das alternativas locais - importância de uma alternativa em relação a um critério específico; e (3) prioridades das alternativas globais – as prioridades dos critérios e as prioridades das alternativas locais são resultados intermediários usados para calcular as prioridades das alternativas globais.

Dessa forma, as prioridades das alternativas globais classificam as alternativas em relação a todos os critérios e, conseqüentemente, à meta geral.

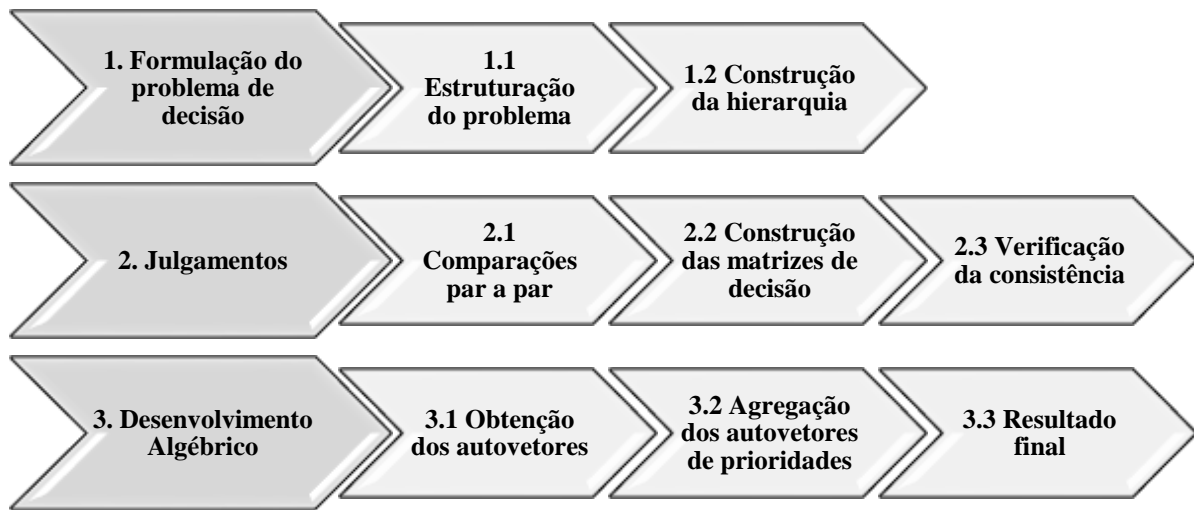
As prioridades só fazem sentido se forem derivadas de matrizes consistentes, por isso é importante realizar a verificação da consistência.

Para Saaty e Vargas (2001) as prioridades são derivadas com base em avaliações aos pares, usando julgamento ou proporções de medidas de uma escala.

#### 3.1 Etapas de aplicação do AHP

De acordo com Nascimento (2010) o método AHP pode ser executado em três etapas: (1) Formulação do problema de decisão; (2) Julgamentos; e (3) Desenvolvimento algébrico. A figura 4 apresenta as etapas de aplicação do AHP.

Figura 4 – Etapas de aplicação do AHP.



Fonte: O próprio autor com base em Nascimento (2010).

Os procedimentos contidos nestas etapas são apresentados abaixo com base em Nascimento (2010):

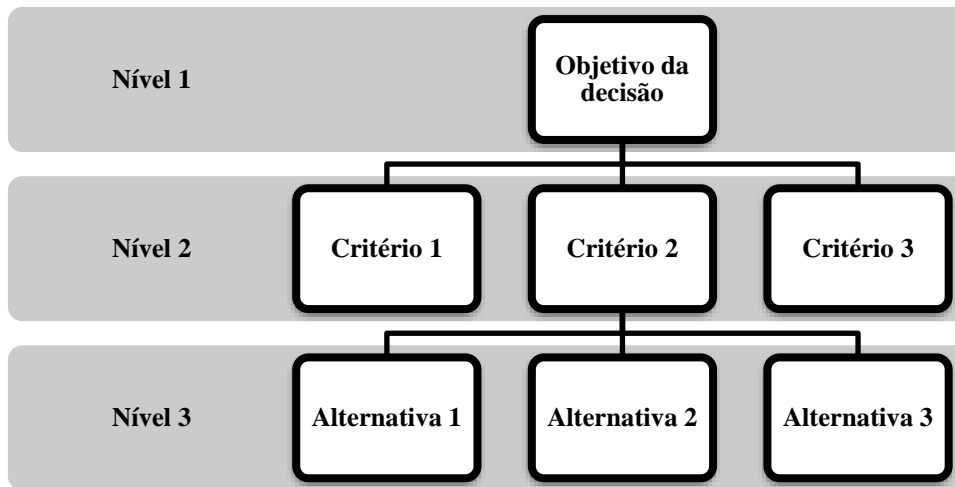
**Etapa 1 – Formulação do problema de decisão:** esta etapa é subdividida em dois passos: (1) Estruturação do problema e (2) Construção da hierarquia.

O primeiro passo “Estruturação do problema”, consiste em definir o objetivo global, os critérios, os subcritérios e as alternativas para a solução do problema de decisão. Saaty (1991) menciona que não há um procedimento padrão para o levantamento de critérios e de objetivos e, sugere a utilização de brainstorming com especialistas e/ou consultas bibliográficas para ajudar na elucidação dos critérios e dos objetivos.

O segundo passo “Construção da hierarquia”, consiste em estruturar o problema em uma hierarquia. Não há um procedimento padrão para criação de uma hierarquia, deve-se assumir a independência entre os elementos, seguir de modo descendente dos fatores mais gerais e menos controláveis para os concretos e controláveis até as alternativas e avaliar se os elementos de um nível inferior são comparáveis entre si com respeito aos elementos do nível acima.

Para a construção de uma hierarquia é importante considerar o ambiente em torno do problema, identificar os atributos que contribuem para a solução e quem são os participantes associados ao problema (SAATY; VARGAS, 2001). A figura 5 apresenta a estrutura básica de uma hierarquia.

Figura 5 – Estrutura básica de uma hierarquia.



Fonte: O próprio autor com base em Saaty e Vargas (2001) e Ishizaka e Nemery (2013).

**Etapa 2 – Julgamentos entre os elementos de um mesmo nível hierárquico à luz de cada elemento do nível superior:** esta etapa é subdividida em três passos: (1) Comparações par a par, (2) Construção das matrizes de decisão, e (3) Verificação da consistência.

O primeiro passo “Comparações par a par”, consiste em julgamentos por meio de comparações par a par. Segundo Costa e Belderrain (2009) a cada elemento é associado um valor de prioridade referente ao outro, à luz de um dado critério, tal valor é dado de acordo com a Escala Fundamental do AHP proposta por Thomas Saaty e apresentada no quadro 1.

Quadro 1 – Escala fundamental do AHP.

Grau de Importância	Definição	Breve Explicação
1	Igual importância	Os elementos contribuem igualmente para o objetivo, critério, e subcritério.
2	Importância fraca ou ligeiramente mais importante	
3	Importância moderada	Experiência e julgamento favorecem moderadamente um elemento em relação ao outro.
4	Importância entre moderada e forte	
5	Importância forte	Experiência e julgamento favorecem fortemente um elemento em relação ao outro.
6	Importância entre forte e muito forte	
7	Importância muito forte	Um elemento é muito fortemente favorecido em relação ao outro.
8	Importância muito, muito forte	

9	Importância extrema	A evidência favorecendo um elemento em relação ao outro é da ordem mais elevada possível de afirmação.
---	---------------------	--

Fonte: O próprio autor com base em Nascimento (2010).

O segundo passo “Construção das matrizes de decisão”, consiste na criação da matriz de decisão. Segundo Costa e Belderrain (2009) as preferências estipuladas pelo decisor são organizadas na forma de matrizes quadradas, chamadas de matrizes de decisão.

Assim, cada elemento  $a_{ij}$  do vetor linha da matriz de decisão representa a dominância da alternativa  $A_i$  sobre a alternativa  $A_j$ . Na diagonal principal, verifica-se o preenchimento com o valor 1, dado que qualquer critério comparado a ele próprio possui a mesma importância na Escala Fundamental.

O decisor deverá fazer um total de  $n(n-1)/2$  comparações, sendo  $n$  o número de elementos da matriz. A matriz de decisão é dada por  $a_{ij}$ , com  $i, j = 1, 2, \dots, n$  e tem a característica de ser recíproca positiva, ou seja, apresenta  $a_{ij} = 1/a_{ji}$  (COSTA e BELDERRAIN, 2009).

Abaixo a quadro 2 apresenta como exemplo o formato de uma matriz de decisão.

Quadro 2 – Exemplo de Matriz de decisão.

<b>1</b>	$a_{12}$	$a_{13}$	...	$a_{1n}$
$1/a_{12}$	<b>1</b>	$a_{23}$	...	$a_{2n}$
$1/a_{13}$	$1/a_{23}$	<b>1</b>	...	$a_{3n}$
.	.	.	...	.
.	.	.	...	.
.	.	.	...	.
$1/a_{1n}$	$1/a_{2n}$	$1/a_{3n}$	...	<b>1</b>

Fonte: O próprio autor com base em Costa e Belderrain, 2009.

O terceiro passo “Verificação da consistência”, consiste em analisar a consistência do julgamento dado pelo decisor em matrizes de ordem  $n \geq 3$ . As matrizes de decisão são consideradas de consistência aceitável se o RC (Razão de Consistência) for menor que 10% (ou 0,1). O Índice de Consistência (IC) da matriz de decisão é calculado com base na equação (13) abaixo.

$$IC = \frac{(\lambda_{max} - n)}{(n - 1)} \quad (13)$$



Onde:

$\lambda_{max} - n =$  indicador da consistência

Após o cálculo do IC, deve-se encontrar o Índice Aleatório (IR) já previamente calculado para matrizes quadradas de ordem  $n$ . Na tabela 1, apresenta-se os valores de IR.

Tabela 1 – Valores IR.

$n$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
IR	0,00	0,00	0,52	0,89	1,11	1,25	1,35	1,40	1,45	1,49

Fonte: O próprio autor com base em Saaty (2008).

E então encontra-se a Razão de Consistência (RC), pela equação (14) abaixo.

$$RC = \frac{IC}{IR} \quad (14)$$

**Etapa 3 – Desenvolvimento algébrico:** esta etapa é subdividida em três passos: (1) Obtenção do autovetores, (2) Agregação dos autovetores de prioridades, e (3) Resultado final.

O primeiro passo “ Obtenção dos autovetores”, consiste na obtenção do autovalor máximo e autovetor principal direito.

A matriz formada pela comparação par a par entre alternativas ou critérios relacionados a um critério de um nível hierárquico superior terá um vetor de pesos  $W = w_1, w_2, \dots, w_3$ , obtendo-se a seguinte equação de matrizes:  $AW = nW$ , ou seja, a multiplicação da matriz  $A$  pelo vetor de pesos  $W$  é igual ao produto  $nW$ . Onde  $n$  é o maior autovalor ( $\lambda_{max}$ ) de  $A$ , e  $W$  seu autovetor principal direito (que será o vetor de prioridades após normalização).

O segundo passo “ Agregação dos autovetores de prioridades”, consiste no cálculo das prioridades locais, globais e totais das alternativas.

As prioridades locais são oriundas das comparações par a par. Após a construção das matrizes de decisão, podem ser obtidas por meio dos Algoritmos Aproximados para casos em que os julgamentos são perfeitamente consistentes.

As prioridades globais derivam da multiplicação das prioridades locais dos critérios e subcritérios. Assim, as prioridades globais em um nível imediatamente inferior ao objetivo global são iguais às prioridades locais já que a prioridade global do objetivo é igual a 1. As prioridades globais do nível seguinte são obtidas multiplicando-se suas prioridades locais pelas prioridades globais do nível imediatamente superior.

Já as prioridades totais das alternativas são derivadas da soma de suas prioridades globais, ou seja, são encontradas multiplicando-se suas prioridades locais pelas prioridades

globais dos critérios ou subcritérios, procedendo à soma dos resultados para todas as alternativas. Forma-se, portanto, o resultado final com priorização das alternativas do problema de decisão.

O terceiro passo “ Resultado final”, consiste na obtenção do resultado final com o ranking de prioridades das alternativas.

De acordo com Ishizaka e Nemery (2013) a última etapa do processo de decisão é a análise de sensibilidade, em que os dados de entrada são levemente modificados para observar o impacto nos resultados.

### **3.2 AHP em grupo**

Uma decisão pode afetar várias pessoas, desta forma o AHP foi adaptado para aplicação em grupo, consultando vários especialistas, o viés geralmente presente no julgamento de um único especialista é eliminado (ISHIZAKA; NEMERY, 2013).

Para Ishizaka e Nemery (2013) as três maneiras mais utilizadas para combinar as preferências do grupo são: (1) por meio do consenso que é usado quando existe um grupo sinérgico e não um conjunto de indivíduos, o julgamento é acordado em conjunto, determinando um único valor para cada entrada na matriz de comparação, (2) por meio da média geométrica das avaliações individuais, que são usadas como um elemento nas matrizes pareadas e, em seguida, são calculadas as prioridades e (3), neste caso, as prioridades são calculadas e depois agregadas usando a média aritmética ponderada.

É válido ressaltar, que nesta pesquisa as preferências do grupo foram combinadas por meio da média geométrica das avaliações individuais, devido a influência que os especialistas de “alto poder de decisão” teriam sob os especialistas com “menor poder decisão”.

### **3.3 AHP em previsão de demanda**

Os quatorze artigos encontrados na revisão da literatura demonstram que o método AHP já foi aplicado em diversas áreas e situações relacionadas a previsão de demanda, contribuindo para melhorias do processo ou do cálculo de previsão, e todos reportaram um bom resultado, apesar de serem utilizados em situações problemáticas e com objetivos distintos.

Considerando que de 1984 até 2020 foi encontrado em média um artigo por ano relacionado a previsão com o AHP, pode-se observar que ainda existe uma lacuna para explorar o método AHP como ferramenta para previsão e que há muitas áreas que não foram estudadas como, por exemplo, a indústria têxtil, foco desta pesquisa.

Apresentam-se os artigos encontrados no Quadro 3, em ordem cronológica de publicação, e com as seguintes informações: autores, ano da publicação, título do artigo, e breve contextualização da pesquisa.

Quadro 3 – Apresentação dos artigos.

Referência	Título	Contextualização
<b>Banai-Kashani (1984)</b>	Travel demand (modal split) estimation by hierarchical measurement	Desenvolveu um procedimento para prever a demanda de viagens e utilizou o AHP neste processo.
<b>Lee, Lee e Yun (1996)</b>	A model for estimating the potential demand of high touch product	Realizaram um estudo sobre previsão de demanda de um produto novo, e utilizaram o AHP para a avaliação do processo de identificação do poder de compra do produto existente e do produto recentemente desenvolvido em relação a cada grupo de cliente.
<b>Korpela e Tuominen (1996)</b>	Inventory forecasting with a multiple criteria decision tool	Desenvolveram uma hierarquia para previsão de demanda por meio de uma abordagem multicritério.
<b>Yuksel (2007)</b>	An integrated forecasting approach to hotel demand	Desenvolveu um estudo para previsão de demanda do setor hoteleiro, e utilizou o AHP para ajustar a previsão.
<b>Wang et al. (2009)</b>	An eco-environmental water demand based model for optimising water resources using hybrid genetic simulated annealing algorithms. Part II. Model application and results	Realizaram um estudo sobre previsão de demanda de água e utilizaram o AHP para calcular os valores da ordem de prioridade dos usuários, do uso da água e o fator de peso das sub-bacias.
<b>Panagopoulos et al. (2012)</b>	Mapping Urban Water Demands Using Multi-Criteria Analysis and GIS	Realizaram um estudo sobre previsão de demanda de água e utilizaram o método AHP para avaliar o fator ponderador para o mapeamento do crescimento urbano.
<b>Ramanathan (2013)</b>	Aligning supply chain collaboration using Analytic Hierarchy Process	Desenvolveu uma pesquisa sobre a colaboração da cadeia de suprimentos para a previsão de demanda, e utilizou o AHP para priorizar as informações da cadeia de suprimentos para fins de previsão e colaboração.
<b>Rodriguez et al. (2015)</b>	Demand Forecasting Process of Innovation Using the Method Analytic Hierarchy Process	Desenvolveram um estudo de previsão de demanda de energia elétrica, e utilizaram o AHP para ajustar a previsão de demanda.
<b>Fradinata et al. (2017)</b>	Comparison of hybrid ANN models: A case study of instant noodle industry in Indonesia	Desenvolveram novos métodos de previsão integrando redes neurais artificiais com método o AHP, e com método de simulação Monte Carlo (MC) que é um processo de produção de probabilidade aleatória independente.
<b>Prasad e Raturi (2017)</b>	Grid electricity for Fiji islands: Future supply options and assessment of demand trends	Realizaram um estudo sobre previsão de energia elétrica, e utilizaram o AHP para decidir o melhor modelo de previsão de demanda.

<b>Wu et al. (2018)</b>	Research on Quantitative Demand of Underground Space Development for Urban Rail Transit Station Areas: A Case Study of Metro Line 1 in Xuzhou, China	Desenvolveram uma pesquisa sobre previsão e planejamento do desenvolvimento do espaço subterrâneo nas estações de transporte ferroviário, e utilizaram o AHP como uma balança de indicador de peso.
<b>Xu et al. (2019)</b>	Research on dynamic prediction method for traffic demand based on trip generation analysis	Estudaram sobre a previsão dinâmica para demanda de tráfego com base na análise de geração de viagens, e utilizaram o AHP para avaliar a influência dos fatores.
<b>Zhou et al. (2020)</b>	An assessment model of fire resources demand for storage of hazardous chemicals	Desenvolveram um modelo para prever a demanda de recursos necessários em incêndios acidentais em armazéns de produtos químicos perigosos, utilizando a Análise Fuzzy e o método AHP.
<b>Alalawin et al. (2020)</b>	Forecasting vehicle's spare parts price and demand	Desenvolveram um modelo para prever a demanda e o preço de peças de reposição, utilizando Regressão Linear e o AHP.

Fonte: O próprio autor.

Analisando os artigos foi possível concluir que:

- ✓ 71,43% dos estudos de previsão, aplicaram o AHP em uma etapa do estudo proposto, como apoio para a tomada de decisão e os principais objetivos e aplicações apresentam-se na figura 5. Pode-se destacar que o AHP foi utilizado para: identificação, ponderação e priorização de informações, classificação de produtos e para a seleção do melhor modelo de previsão. Desta forma, pode-se concluir que o AHP contribuiu em estudos de previsão de: viagens, água, energia elétrica, tráfego, desenvolvimento de espaço subterrâneo, recursos necessários para incêndios de produtos químicos, e peças de reposição.

Figura 6 – Aplicações e objetivos dos estudos de previsão com AHP.

<b>PRINCIPAIS OBJETIVOS:</b>	<b>APLICAÇÕES:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>•IDENTIFICAÇÃO;</li> <li>•PONDERAÇÃO; E</li> <li>•PRIORIZAÇÃO DE INFORMAÇÕES.</li> <li>•CLASSIFICAÇÃO DE PRODUTOS.</li> <li>•SELEÇÃO DO MELHOR MODELO DE PREVISÃO.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•VIAGENS;</li> <li>•ÁGUA;</li> <li>•ENERGIA ELÉTRICA;</li> <li>•TRÁFEGO;</li> <li>•DESENVOLVIMENTO ESPAÇO SUBTERRÂNEO;</li> <li>•PEÇAS DE REPOSIÇÃO;</li> <li>• RECURSOS NECESSÁRIOS PARA INCÊNCIOS DE PRODUTOS QUÍMICOS;</li> </ul>

Fonte: O próprio autor.

- ✓ Já 28,57% dos estudos utilizaram o AHP efetivamente para calcular/ajustar a previsão de demanda, no qual destaca-se a aplicação em hotel e energia elétrica. Com isso, nota-se que poucas pesquisas de previsão de demanda foram desenvolvidas utilizando o método AHP (Analytic Hierarchy Process) para ajustar/calcular a previsão de demanda, foco do presente trabalho. Abaixo são apresentados esses artigos que foram a base para esta pesquisa.

Korpela e Tuominen (1996) apresentaram um processo de três etapas para prever a demanda usando o AHP: Etapa 1: Identificar os fatores que afetam a demanda e estruturar a hierarquia AHP: os fatores foram definidos por especialistas e uma hierarquia de cinco níveis foi construída, contendo: objetivo, critérios e subcritérios, cenários, e alternativas; Etapa 2: Atribuir prioridades aos elementos da hierarquia: foi realizada por meio do consenso em extensos debates e discussões com especialistas da área; e Etapa 3: Sintetizar as prioridades para obter as prioridades gerais dos elementos para calcular a previsão de demanda, e examinar o resultado da previsão pela análise de sensibilidade: multiplicaram os valores das probabilidades gerais com o intervalo médio da taxa de crescimento, e a soma desses valores determinou o crescimento da demanda. Com isso, concluíram que o sistema de suporte à decisão para previsão de demanda baseado no AHP, possui uma estrutura flexível e sistemática, levando em consideração variáveis quantitativas e qualitativas, e permite que os tomadores de decisão evitem alguns problemas inerentes aos métodos clássicos de previsão, como por exemplo, não levar em consideração o desenvolvimento de novas relações entre variáveis e possíveis mudanças nas tendências.

Lee, Lee e Yun (1996) utilizaram o AHP para estimar a demanda por um novo produto eletrônico (de alto valor agregado) a partir da segmentação de mercado. Comparações par a par foram conduzidas para se determinar o poder relativo de compra entre grupos de compradores (múltiplos critérios relacionados a idade e gênero) para um dado produto já existente e para o novo produto. Uma projeção do potencial de compras pelo novo produto foi estimada a partir de um coeficiente de variação entre os dois modelos. Os autores afirmaram que os resultados da utilização do AHP como método de previsão para o produto existente se mostraram bem próximos à demanda estimada e real. Desta forma, concluíram que o AHP pode ser de grande valia quando não se tem dados suficientes para a utilização dos métodos quantitativos tradicionais.

Yuksel (2007) propôs a integração do método AHP com séries temporais para ajustar, corrigir distorções da previsão de demanda por um hotel 5 estrelas da Turquia. O autor selecionou o modelo de séries temporais com menor erro para 148 dados mensais de previsão sobre a demanda do hotel. Com o AHP, construiu uma hierarquia contendo 7 critérios que afetam a demanda (coletados a partir da opinião de especialistas), 3 possíveis cenários para a demanda da hotelaria e níveis (em percentual) para a correção demanda associados aos cenários, a partir da opinião de especialistas. O resultado apontou para uma mais provável correção entre -10% e 10% a partir dos resultados obtidos no modelo de séries temporais, o que, segundo o autor, trouxe uma melhor acuracidade com a real demanda.

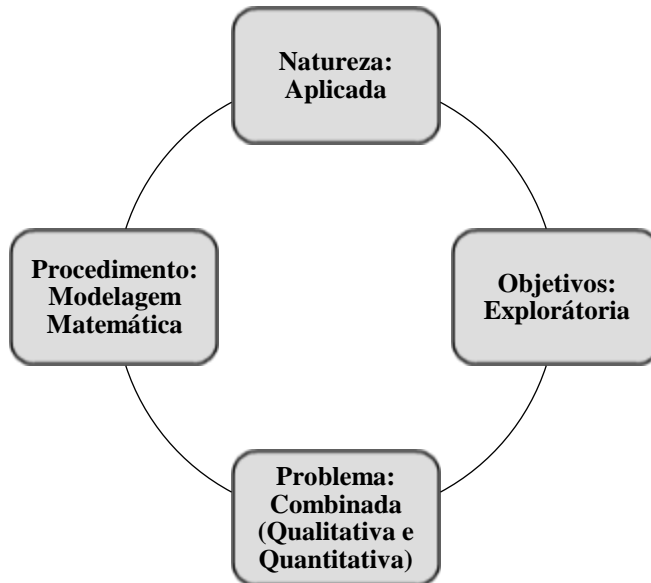
Rodriguez et al. (2015) apresentaram um modelo para ajustar a previsão de demanda por energia elétrica, a partir de séries temporais e por meio do método AHP. Para isso, o algoritmo de priorização do AHP foi aplicado obtendo-se os pesos de fatores e subfatores, e com base no peso final dos subfatores e na variação arbitrada dada pelos analistas para cada fator foram calculados os índices de ajuste. Com isso, concluíram que o ajuste de previsão baseado no AHP é flexível e é capaz de lidar com fatores tangíveis e intangíveis, e um tratamento cuidadoso e eficiente dos fatores qualitativos, podem contribuir na obtenção de resultados satisfatórios e que permitam diminuir as incertezas na previsão e, desta forma, desenhar cenários futuros com mais probabilidades de ocorrência.

## 4 METODOLOGIA

### 4.1 Classificação metodológica da pesquisa

A figura 7 apresenta o enquadramento metodológico do presente estudo, que foi realizado a partir de Turrioni e Mello (2012) e Cauchick Miguel (2012).

Figura 7 – Classificação metodológica.



Fonte: O próprio autor.

Em relação à natureza da pesquisa, trata-se de uma pesquisa aplicada, pois a pesquisa será realizada com dados reais de uma indústria têxtil. Para Turrioni e Mello (2012) pesquisa aplicada é caracterizada por seu interesse prático, e tem como objetivo solucionar problemas.

Quanto aos objetivos, esta pesquisa é considerada como exploratória. De acordo com Turrioni e Mello (2012) a pesquisa exploratória visa proporcionar maior familiaridade com o problema. Para Cauchick Miguel (2012) a pesquisa exploratória é um estudo de duas fases, inicia-se a aplicação com a abordagem qualitativa, com intuito de explorar o tema da pesquisa de forma a prover subsídios para a fase quantitativa.

A abordagem do problema, é combinada, pois considera dois enfoques (qualitativo e quantitativo). Segundo Turrioni e Mello (2012) a pesquisa combinada considera que o pesquisador pode combinar aspectos das pesquisas qualitativas e quantitativas em todas ou em algumas das etapas.

De acordo com Cauchick Miguel (2012) a abordagem quantitativa tem por finalidade estabelecer variáveis, mensurá-las e analisar os dados, e a abordagem qualitativa procura obter

informações sobre a perspectiva do indivíduo, dessa forma a abordagem combinada permite que a vantagem de uma amenize a desvantagem da outra, como por exemplo, a abordagem quantitativa é fraca em entender o contexto do fenômeno, enquanto a qualitativa não é, e a abordagem quantitativa é menos suscetível a vieses na coleta de dados do que a qualitativa.

Por fim, os procedimentos utilizados nesta pesquisa foram revisão bibliográfica e modelagem matemática. Turrioni e Mello (2012) considera que a modelagem é empregada quando se deseja experimentar, por meio de um modelo, um sistema real, determinando-se como este sistema responderá a modificações que lhe são propostas. Cauchick Miguel (2012) considera que a modelagem utiliza técnicas matemáticas para descrever o funcionamento de um sistema ou de parte de um sistema produtivo.

A busca bibliográfica foi realizada em dezembro de 2019 e abril de 2021, nas bases da *Web of Science* e *Scopus*, com as seguintes palavras chaves: “*demand forecasting*” e “*Analytic Hierarchy Process*”, e foram encontrados trinta e quatro artigos sem limitar o período, mas vinte artigos foram desconsiderados, quatro artigos por estarem indisponíveis para leitura, e dezesseis artigos por não se enquadrarem ao tema da pesquisa, tendo em vista que o foco da pesquisa não era previsão de demanda, e é válido ressaltar que um artigo foi eliminado por utilizar o método ANP ao invés do AHP, foco desta pesquisa.

#### **4.2 Procedimento operacionais da pesquisa**

A etapa 1 consiste em definir o objeto de estudo, e para isso foi necessário consultar os departamentos envolvidos no processo de previsão, e analisar o histórico de vendas dos últimos cinco anos, para identificar o produto com maior variação de demanda e de maior interesse da empresa para aplicação do método proposto.

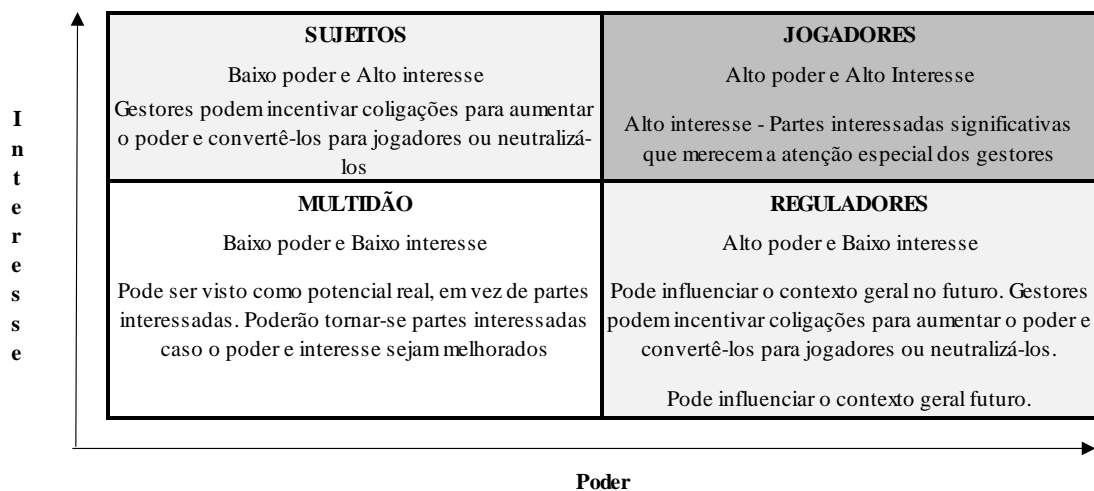
A etapa 2 consiste na escolha dos especialistas, profissionais com experiência na área, e que são essenciais para realização da pesquisa. Os especialistas foram definidos com base nos “quatro quadrantes” proposto por Ackermann e Eden (2011) para identificação e classificação dos stakeholders, apresentado na figura 8.

Segundo Ackermann e Eden (2011) os quatro quadrantes são classificados por quatro categorias referente as partes interessadas. As duas categorias “superiores” representam as partes com maior participação, mais interesse na organização, e com graus variados de poder, sendo que do lado direito estão os com maior poder e influência para afetar as estratégias da empresa, mas podem ou não estar realmente preocupados com suas atividades. Dessa forma, os “Jogadores” são as partes interessadas que possui um alto grau de poder para apoiar ou não as estratégias da empresa, enquanto os “Sujeitos”, tem menos influência.



As duas categorias de “baixo” referem-se à partes interessadas com potencial, mas que ainda não demonstraram muito interesse na organização. Os “Reguladores” podem ter um alto grau de poder sobre o futuro da organização. E o último quadrante “Multidão” refere-se as partes interessadas, que não demonstram interesse ou poder para influenciar nos resultados da estratégia (ACKERMANN e EDEN, 2011).

Figura 8 – Quatro Quadrantes – Identificação e Classificação dos Stakeholders



Fonte: Adaptado de Ackermann e Eden, 2011.

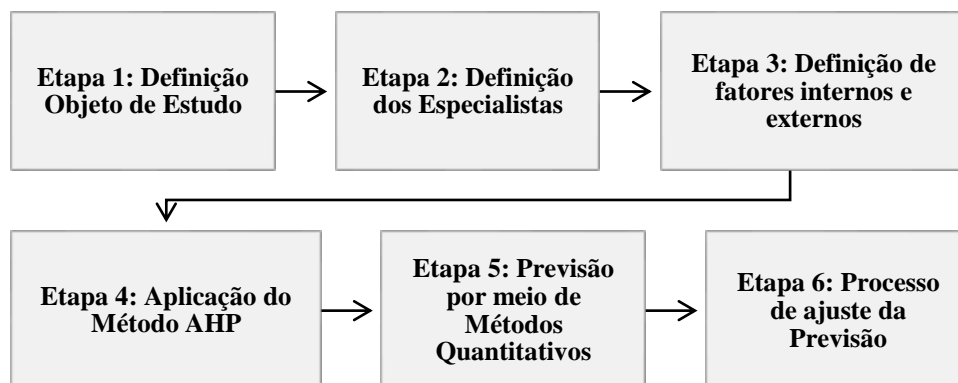
A etapa 3 consiste na realização de um brainstorming semi-estruturado com os especialistas, para a identificação dos fatores internos e externos que incidem sob a previsão de demanda.

A etapa 4 consiste na aplicação do método AHP, que foi realizada em três etapas, conforme proposto por Nascimento (2010): Etapa 1: Formulação do problema de decisão: com base nos fatores internos e externos que incidem sob a previsão de demanda, o problema foi estruturado e a hierarquia do AHP foi construída; Etapa 2: Julgamentos: foram realizadas entrevistas individuais e estruturada com os especialistas visando a atribuição de pesos aos fatores; e Etapa 3: Desenvolvimento algébrico: processo realizado pelo *software* “*Super Decisions*”.

A etapa 5 consiste na apresentação da previsão obtida por meio de métodos quantitativos, no qual a empresa estudada já faz uso, e é calculada pelo PCP que utiliza todos os modelos de séries temporais e determina a previsão analisando os resultados pelo MAD (desvio absoluto médio) e com base na menor margem de erro determina a previsão.

E por fim, a última etapa que consiste no processo de ajuste da previsão que é composto por três passos: 1) calcular a variação arbitrada para determinar as taxas de crescimento da demanda: avaliar as margens de erro da previsão para determinar a “variação arbitrada” por meio da média percentual dos 3 meses com maiores erros para menos, e a média percentual dos 3 meses com menores erros para menos, e desta forma, classificar as taxas de crescimento da demanda em possíveis cenários (alto e baixo crescimento e declínio alto e baixo); 2) classificar os fatores de acordo com as taxas de crescimento da demanda: os especialistas classificam os fatores de acordo com os possíveis cenários; e 3) calcular o percentual de ajuste da previsão: é determinado multiplicando o percentual de prioridade de cada fator pela variação arbitrada (VA) e o resultado final é obtido pela soma desses valores. A figura 9, apresenta as etapas de aplicação desta pesquisa.

Figura 9 – Etapas de aplicação da pesquisa.



Fonte: O próprio autor.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 5.1 Definição objeto de estudo

A fabricação de produtos têxteis é composta por quatro etapas de produção: 1) fiação, 2) tecelagem, 3) acabamento e 4) confecção (RANGEL; SILVA; COSTA, 2010). Ou seja, a indústria têxtil tem como objetivo, a transformação de fibras em fios, de fios em tecidos e de tecidos em peças de vestuário.

Abaixo são apresentados dados gerais da indústria têxtil e de confecção no Brasil, disponibilizados pela ABIT - Associação Brasileira da Indústria Têxtil, referente ao ano de 2018:

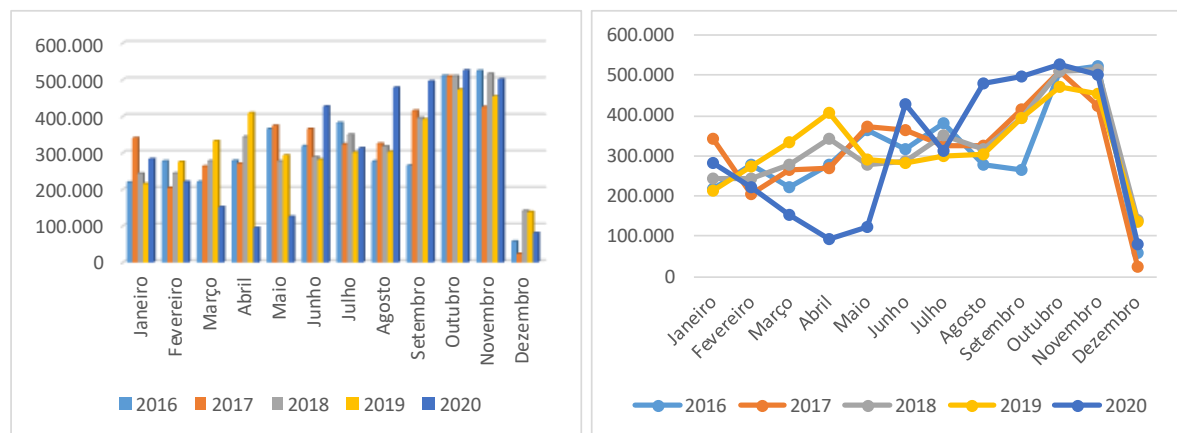
- ✓ Faturamento de: US\$ 48,3 bilhões;
- ✓ Produção média de confecção de: 8,9 bilhões de peças;
- ✓ Produção média têxtil: 1,2 milhão de toneladas;
- ✓ Trabalhadores: 1,5 milhão de empregados diretos;
- ✓ Segundo maior empregador da indústria de transformação, perdendo apenas para alimentos e bebidas;
- ✓ Número de empresas: 25,2 mil em todo o País;
- ✓ Quarto maior produtor de malhas do mundo;
- ✓ Representa 16,7% dos empregos e 5,7% do faturamento da Indústria de Transformação;
- ✓ É a maior “Cadeia Têxtil completa” do Ocidente, que possui desde a produção das fibras, como plantação de algodão, até os desfiles de moda, passando por fiações, tecelagens, beneficiadoras, confecções e forte varejo;
- ✓ Indústria que tem quase 200 anos no país

Com isso é possível verificar a amplitude e importância do segmento têxtil no mercado. Por isso, o método proposto será aplicado na indústria têxtil, e por questões éticas, não será divulgado o nome da empresa, que neste estudo chamaremos de empresa “Z”.

A empresa Z atua no mercado há 100 anos, possui um portfólio médio de 812 modelos por coleção, ocupa uma área de 90 mil metros quadrados, tem 5 mil funcionários, fornece produtos para mais de 30 mil pontos de vendas no território nacional, e exporta para alguns países.

Como a empresa Z possui um amplo portfólio de produtos foi definido um produto para aplicação do método proposto, que neste estudo será chamado de “B”, este produto foi definido por meio de conversas iniciais com a área comercial, PCP e com os diretores da empresa, com intuito de identificar o produto de maior interesse para aplicação do método e também foi analisado o histórico de vendas dos últimos cinco anos, visando identificar o produto com maior variação de demanda. A figura 10, apresenta o histórico de vendas dos últimos 5 anos do produto B.

Figura 10 – Produto B – histórico de vendas (em unidades)

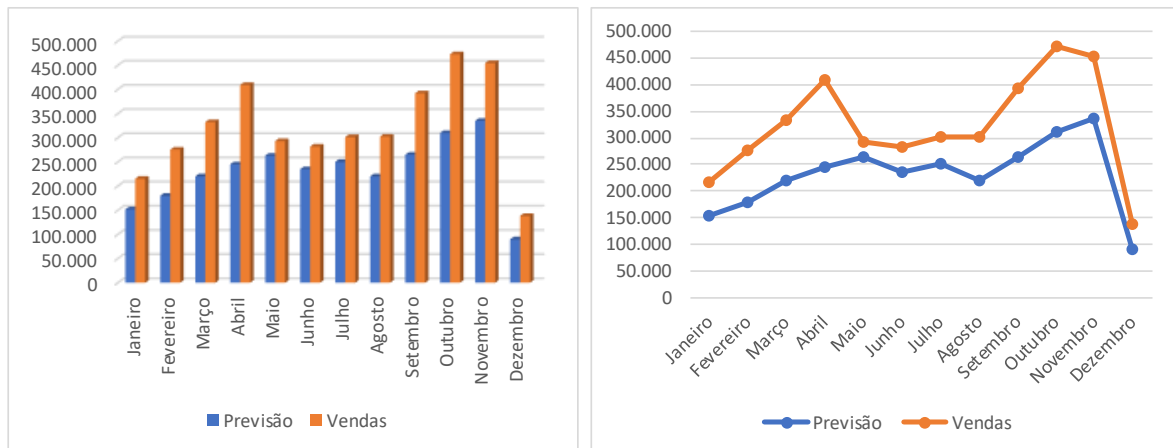


Fonte: O próprio autor.

O produto B, teve um crescimento de 4% em 2017 e de 2% em 2018, já em 2019 e 2020 houve uma queda de -1% e -4% respectivamente. Também é válido destacar, as variações ocorridas no mês de dezembro, que em 2017 teve uma queda -59%, e em 2018 surpreendentemente ocorreu um crescimento elevado de 495%, e novamente em 2019 e 2020 houve um queda de -2% e -42% respectivamente. A alta gerência da empresa acredita que as oscilações deste produto são influenciadas por ações da concorrência e pelas ações promocionais realizadas para alavancar as vendas em alguns períodos, considerando que qualidade e preço são fatores que impactam diretamente na venda deste produto.

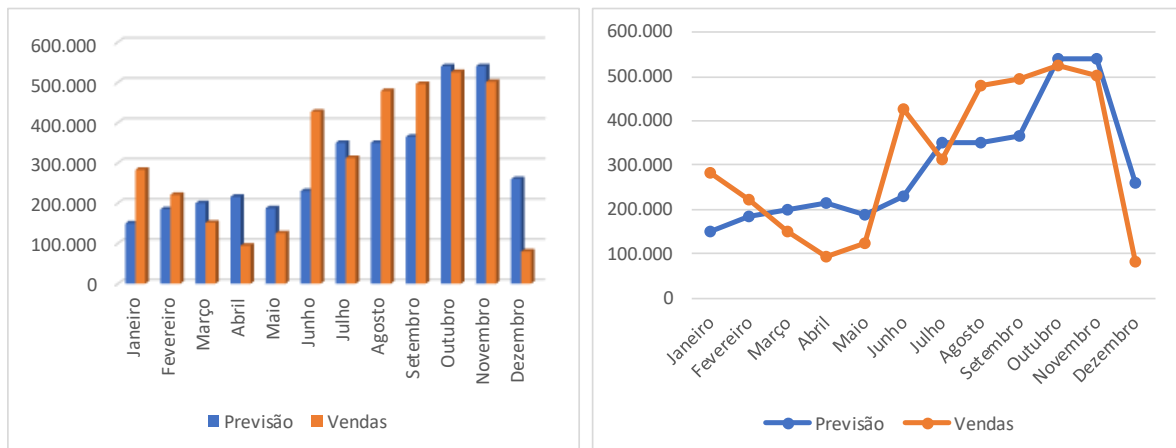
Atualmente a empresa Z utiliza técnicas de previsão de demanda quantitativas (média móvel simples, média móvel ponderada, suavização exponencial simples, suavização exponencial dupla e suavização exponencial tripla), e é possível notar excesso ou falta de estoque de produto acabado e matéria prima, demonstrados nas figuras 11 e 12, que apresentam os erros de previsão do produto B em 2019 e 2020, exemplificando o problema da empresa Z.

Figura 11 – Produto B – previsão x venda em 2019 (em unidades)



Fonte: O próprio autor.

Figura 12 – Produto B – previsão x venda em 2020 (em unidades)



Fonte: O próprio autor.

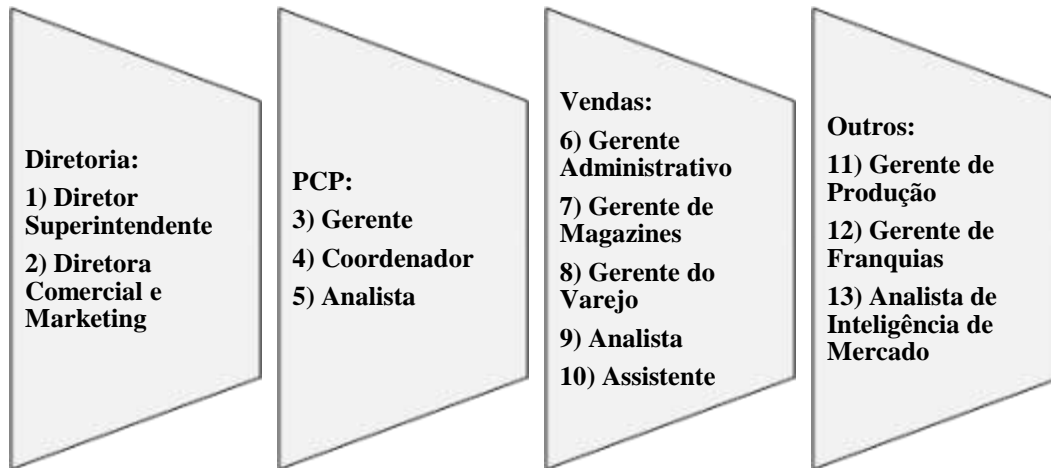
Pode-se notar que em 2019 a previsão do produto B foi extremamente inferior à venda. Já em 2020 houve oscilações, onde a previsão do produto B foi inferior e superior à venda. Se o planejamento da empresa é pautado nas previsões, uma previsão inferior à venda tem como consequência a falta de estoque de produto acabado ou matéria prima, e uma previsão superior à venda excesso de produto acabado ou matéria prima.

## 5.2 Definição dos especialistas

De acordo com o diagrama de Ackermann e Eden (2011) os “jogadores”, “sujeitos”, “reguladores” e “multidão” são todos os stakeholders envolvidos, com alto grau de interesse e poder, alto grau de interesse e baixo poder, alto grau de poder e baixo interesse e baixo grau de interesse e poder, respectivamente.

Desta forma, tendo em vista os departamentos que possuem um alto grau de interesse, conhecimento e poder de decisão no processo de previsão de demanda, foram definidos treze especialistas, apresentados na figura 13.

Figura 13 – Apresentação dos Especialistas



Fonte: O próprio autor.

Os especialistas 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 11 e 12 (diretor superintendente, diretora comercial e marketing, gerente e coordenador do PCP, gerente de vendas administrativo, magazines e varejo, gerente de produção, e gerente de franquias) representam os “jogadores”, possuem alto interesse e alto poder de decisão. Os especialistas 5, 9, 10 e 13 (analista do PCP, assistente e analista de vendas, e analista de inteligência de mercado) representam os “sujeitos”, possuem alto interesse e baixo poder de decisão. Dessa forma, os treze especialistas são capazes de auxiliar e apoiar a construção do método proposto.

### 5.3 Definição dos fatores internos e externos

O brainstorming é uma técnica utilizada para criar alternativas para decisões complexas. Keeney (2012) propôs um brainstorming com foco no valor, composto por quatro etapas: 1) Apresentar o problema a ser resolvido: a declaração do problema a ser resolvido define o propósito do brainstorming; 2) Identificar os objetivos para solucionar o problema: o conjunto de objetivos de uma sessão de brainstorming podem ser fornecidos pelo indivíduo ou organização que enfrenta o problema; 3) Gerar soluções alternativas individualmente: identificar o conjunto de objetivos separadamente com cada participante; e 4) Gerar coletivamente soluções alternativas: todos os objetivos são combinados e organizados, e o grupo pode adicionar objetivos ausentes.

Dessa forma, foi realizado brainstorming com os 13 especialistas individualmente, que teve duração média de dez minutos. O problema foi apresentado por meio desta questão: “Quais fatores internos e externos afetam a previsão de demanda?”.

Com isso, foram identificados 16 fatores internos e 22 fatores externos, apresentados no quadro 4 e 5.

Quadro 4 – Lista Inicial de Fatores Internos mencionados pelos especialistas

<b>Fatores Internos</b>	<b>Quantidade de Vezes Mencionados</b>	<b>%</b>
<b>Ações Promocionais</b>	7	16%
<b>Ações de Marketing</b>	6	14%
<b>Pontualidade na entrega</b>	6	14%
<b>Preço de Venda</b>	5	11%
<b>Qualidade do produto</b>	4	9%
<b>Capacidade Produtiva</b>	3	7%
<b>Tecnologia dos produtos</b>	3	7%
<b>Motivação Equipe de vendas</b>	2	5%
<b>Disponibilidade de Equipamentos</b>	1	2%
<b>Limitação de recursos industriais</b>	1	2%
<b>Mão-de-obra</b>	1	2%
<b>Parceria comercial</b>	1	2%
<b>Entrega Imediata</b>	1	2%
<b>Ações internas de reestruturação</b>	1	2%
<b>Relacionamento com o cliente</b>	1	2%
<b>Fortalecimento dos Clientes</b>	1	2%

Fonte: O próprio autor.

Quadro 5 – Lista Inicial de Fatores Externos mencionados pelos especialistas

<b>Fatores Externos</b>	<b>Quantidade de Vezes Mencionados</b>	<b>%</b>
<b>Tendência de Moda</b>	7	12%
<b>Economia</b>	6	11%
<b>Datas Comemorativas</b>	5	9%
<b>Concorrência</b>	5	9%
<b>Eventos inesperados</b>	5	9%
<b>Comportamento do consumidor</b>	4	7%
<b>Estações do ano / Clima</b>	4	7%
<b>Variação Cambial</b>	3	5%
<b>Nível de desemprego</b>	3	5%
<b>Novos Mercados</b>	2	4%
<b>Política</b>	2	4%
<b>Disponibilidade de matéria-prima</b>	1	2%
<b>Preço da matéria-prima</b>	1	2%
<b>Sazonalidade</b>	1	2%
<b>Falta de matéria-prima</b>	1	2%

<b>Mudanças no comportamento da compra</b>	1	2%
<b>Novos Clientes</b>	1	2%
<b>Logística</b>	1	2%
<b>Inflação</b>	1	2%
<b>Importação</b>	1	2%
<b>Perda e ganhos de clientes</b>	1	2%
<b>Reformas / Inauguração Franquias</b>	1	2%

Fonte: O próprio autor.

Todos os fatores foram analisados, combinados e organizados, gerando uma lista final com 10 fatores internos e 12 fatores externos, apresentados no quadro 6.

Da lista inicial de fatores internos, os fatores disponibilidade de equipamentos, limitação de recursos industriais, capacidade produtiva, mão de obra, e ações internas de reestruturação foram excluídos por serem fatores relacionados ao atendimento da demanda, que não impacta na previsão de demanda, ou seja, que não influencia na redução ou aumento de demanda. Também foi excluído o fator parceria comercial, por estar relacionado com os fatores ações promocionais e relacionamento com o cliente, desta forma foi eliminado para não ter duplicidade de informação.

Quadro 6 – Lista Final de Fatores Externos e Internos.

<b>Fatores Internos</b>	<b>Fatores Externos</b>
<b>Tecnologia dos produtos</b>	Sazonalidade
<b>Ações Promocionais</b>	Datas Comemorativas
<b>Ações de Marketing</b>	Variação Cambial
<b>Qualidade do produto</b>	Tendência de Moda
<b>Preço de Venda</b>	Economia
<b>Pontualidade na entrega</b>	Concorrência
<b>Motivação Equipe de vendas</b>	Eventos inesperados
<b>Entrega Imediata</b>	Nível de desemprego
<b>Relacionamento com o cliente</b>	Inflação
<b>Fortalecimento dos Clientes</b>	Estações do ano / Clima
	Perda e ganhos de clientes
	Reformas / Inauguração Franquias

Fonte: O próprio autor.

Da lista inicial de fatores externos, os fatores disponibilidade de matéria prima, preço da matéria prima e falta de matéria prima, foram excluídos por serem fatores relacionados ao atendimento da demanda, que não impacta na previsão de demanda, ou seja, que não influencia na redução ou aumento de demanda.

Os fatores mudanças no comportamento da compra e comportamento do consumidor, foram excluídos por estarem relacionados ao fator tendência de moda, desta forma foram



excluídos para não ter duplicidade de informação. Assim como os fatores novos clientes e novos mercados, também foram excluídos para evitar duplicidade, pois tem o mesmo significado que perda e ganho de clientes.

Da mesma forma os fatores política e importação também foram excluídos por estarem relacionados com os fatores economia e variação cambial. E por fim, o último fator excluído foi o fator logística, que influência na entrega do produto ao cliente, não impacta na previsão de demanda, ou seja, não influencia na redução ou aumento de demanda.

A lista final de fatores internos e externos foi apresentada aos especialistas para avaliação, e todos concordaram com a exclusões, ou seja não houve objeção, correção ou inclusão neste processo.

#### **5.4 Aplicação do método AHP**

Seguindo as etapas de execução proposta por Nascimento (2010) o AHP foi aplicado: Etapa 1: Formulação do problema de decisão (estruturação do problema e construção da hierarquia); Etapa 2: Julgamentos (comparações par a par, construção das matrizes de decisão, e verificação da consistência); e Etapa 3: Desenvolvimento algébrico (obtenção dos autovalores, agregação dos autovetores de prioridades, e resultado final).

##### **5.4.1 Etapa 1 - Formulação do problema de decisão**

Para formular um problema de decisão, primeiro é necessário definir o objetivo, os critérios e subcritérios, e as alternativas para a solução do problema. Para depois representar o problema em uma hierarquia.

Desta forma, o objetivo é “ajustar a previsão de demanda”, os critérios e subcritérios foram definidos por meio de brainstorming com especialistas, que foram apresentados na subseção 5.3 e as alternativas são os possíveis cenários e taxas de crescimento relacionadas à demanda, que neste caso, não irá compor a hierarquia do problema.

O quadro 7 apresenta a classificação e divisão dos fatores internos e externos em critérios e subcritérios.

Quadro 7 – Lista de Critérios e Subcritérios.

<b>Critérios Internos</b>	<b>Subcritérios</b>	<b>Critérios Externos</b>	<b>Subcritérios</b>
---------------------------	---------------------	---------------------------	---------------------

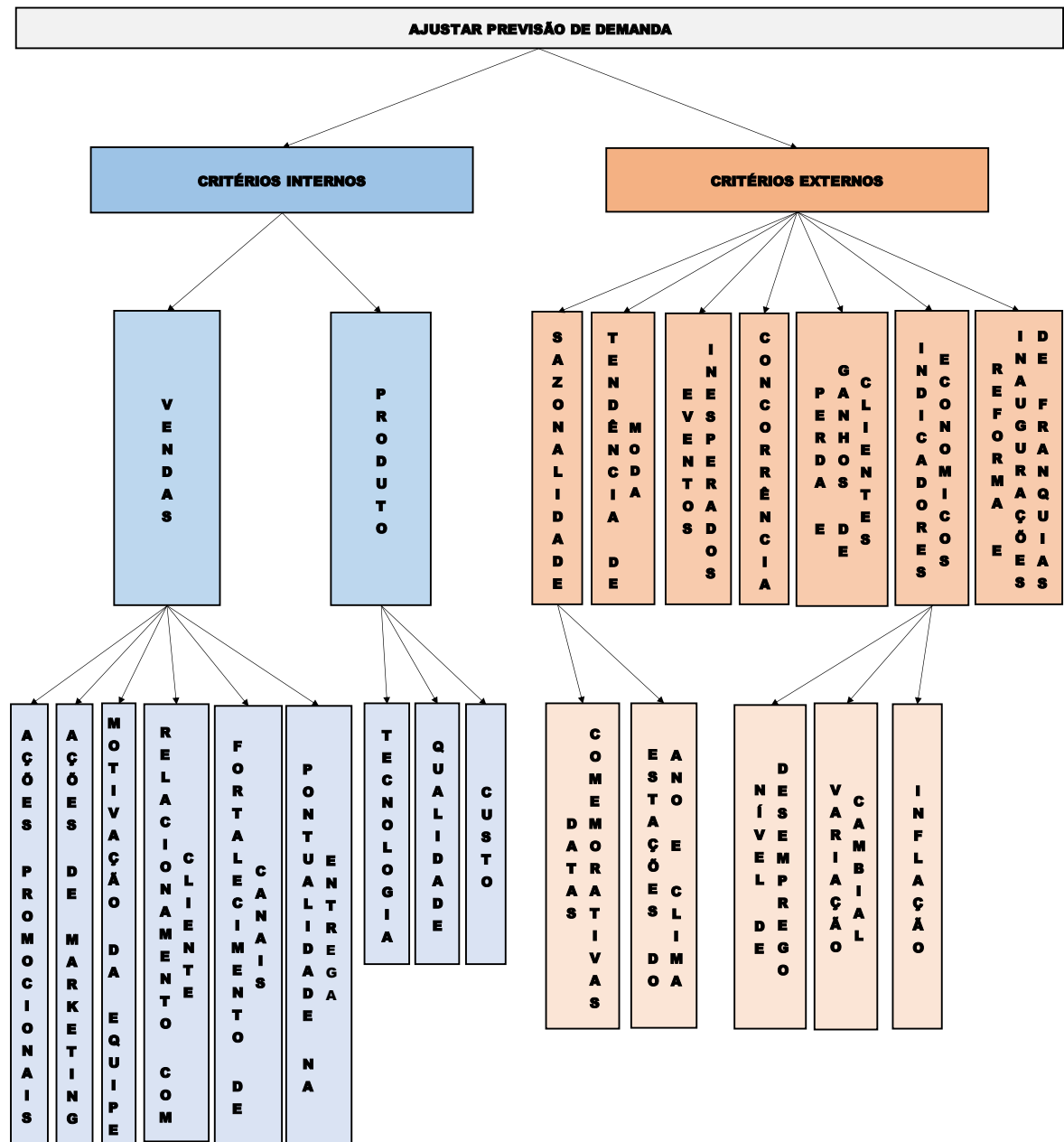
<b>Vendas</b>	Ações Promocionais; Ações de Marketing; Motivação da Equipe de vendas, Relacionamento com o cliente; Fortalecimento de clientes; Pontualidade na entrega; e Entrega Imediata.	<b>Sazonalidade</b>	Datas Comemorativas e Estações do Ano e Clima.
<b>Produto</b>	Tecnologia dos produtos; Qualidade do produto; Preço de venda.	<b>Indicadores Econômicos</b>	Variação Cambial; Nível de desemprego; e Inflação.
		<b>Eventos inesperados</b>	
		<b>Concorrência</b>	
		<b>Perda e ganhos de clientes</b>	
		<b>Tendência de Moda</b>	
		<b>Reformas / Inauguração Franquias</b>	

Fonte: O próprio autor.

A figura 14 apresenta a hierarquia do problema, que é composta por quatro níveis:

- ✓ Nível 0 – é o objetivo do problema: ajustar a previsão de demanda;
- ✓ Nível 1 – é a subdivisão dos critérios (internos e externos);
- ✓ Nível 2 – são os critérios internos (vendas e produto) e externos (sazonalidade, tendência de moda, eventos inesperados, concorrência, perda e ganho de clientes, indicadores econômicos, reforma e inauguração de franquias);
- ✓ Nível 3 - são os subcritérios relacionados ao nível 2, somente os critérios vendas (ações promocionais, ações de marketing, motivação da equipe, relacionamento com o cliente, fortalecimento de clientes, e pontualidade na entrega), produto (tecnologia, qualidade e custo), sazonalidade (datas comemorativas e estações do ano e clima); e economia (nível de desemprego, variação cambial e inflação) possuem subcritérios;

Figura 14 – Hierarquia do Problema



Fonte: O próprio autor.

#### 5.4.2 Etapa 2 - Julgamentos

Após a estruturação e hierarquização do problema de decisão procedem-se os julgamentos dos decisores por meio de comparações par a par, onde cada elemento é associado a um valor de prioridade referente ao outro, à luz de um dado critério, e tal valor é dado de acordo com a Escala Fundamental do AHP proposta por Thomas Saaty.

Dos treze especialistas apresentados na figura 13, definiu-se cinco especialistas (E1 - analista de vendas, E2 - coordenador do PCP, E3 - gerente comercial geral, E4 - gerente de

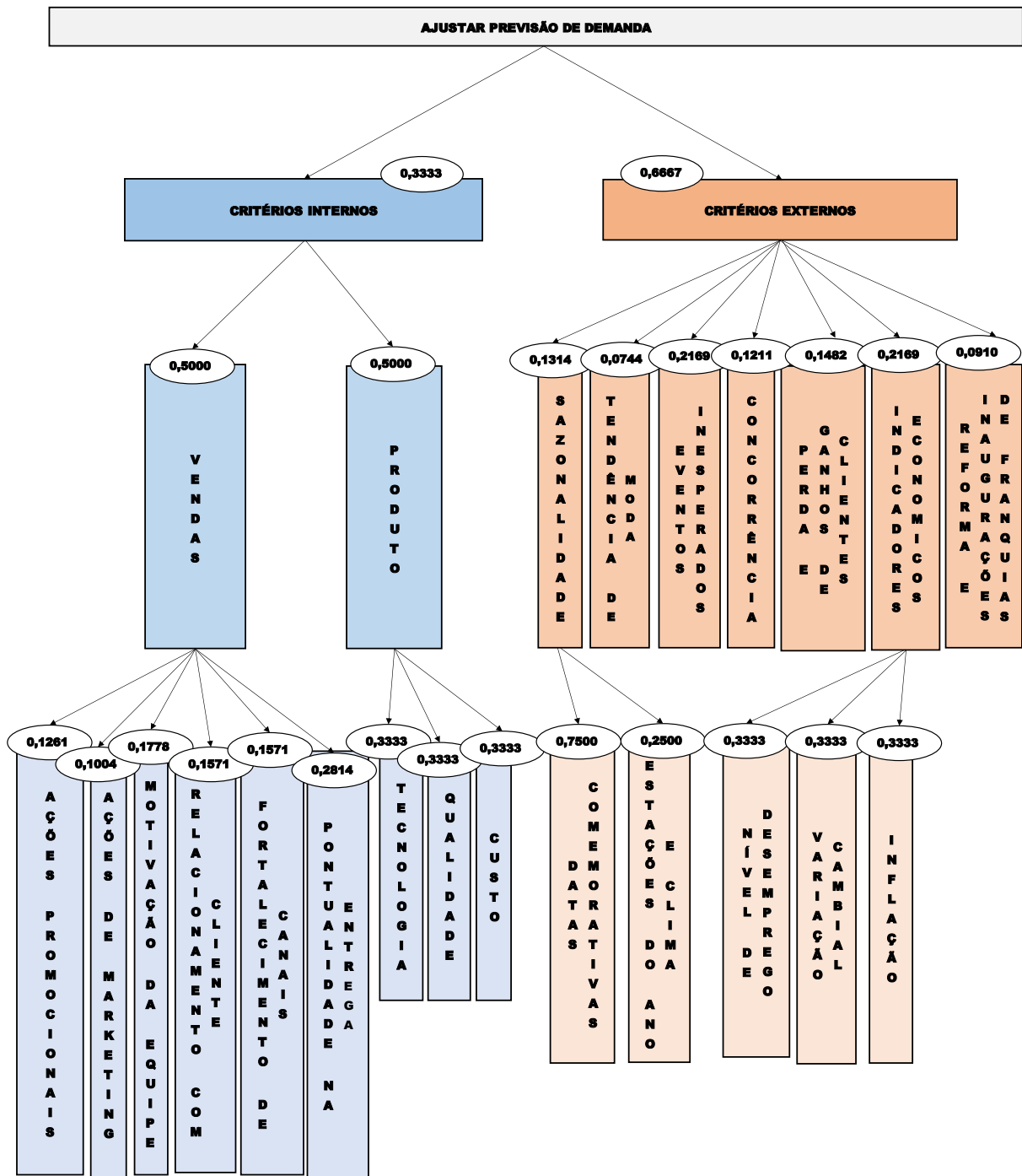
vendas do varejo, e E5 - diretor superintendente) para realizar as “comparações par a par” no *software* “*Super Decisions®*”, para isto, foi realizada uma entrevista estruturada individualmente com cada especialista, que teve duração em média de vinte minutos.

#### **5.4.3 Etapa 3 – Desenvolvimento algébrico**

Esta etapa consiste em todo processo algébrico do método AHP (apresentado na subseção 3.1), que resulta em um ranking de prioridades. Este processo foi realizado no *software* “*Super Decisions®*”.

A figura 15 apresenta como exemplo os pesos dos critérios e subcritérios dado pelo especialista E1, e a tabela 2 apresenta o *ranking* de prioridades de cada especialista, obtido no *software* “*Super Decisions®*” e o índice de consistência (IC) de cada especialista.

Figura 15 – Exemplo Atribuição de Pesos – E1



Fonte: O próprio autor.

Tabela 2 – Ranking de Prioridade dos Especialistas

Nome	E1	E2	E3	E4	E5
<b>Vendas</b>					
<b>Ações de Marketing</b>	1,67%	5,11%	1,70%	2,41%	3,03%
<b>Ações Promocionais</b>	2,10%	2,84%	2,35%	2,12%	1,51%
<b>Fortalecimento de Canais</b>	2,62%	4,87%	2,63%	1,72%	3,03%
<b>Motivação da Equipe</b>	2,96%	6,04%	2,63%	2,28%	3,03%
<b>Pontualidade na Entrega</b>	4,69%	7,24%	4,71%	5,58%	3,03%

<b>Relacionamento com Cliente</b>	2,62%	7,24%	2,63%	2,56%	3,03%
<b>IC</b>	<b>1,72%</b>	<b>5,96%</b>	<b>1,30%</b>	<b>1,48%</b>	<b>0,00%</b>
<b>Sazonalidade</b>					
<b>Datas Comemorativas</b>	6,57%	3,58%	6,91%	3,78%	3,66%
<b>Estações do Ano</b>	2,19%	1,79%	2,30%	3,78%	1,83%
<b>IC</b>	<b>0,00%</b>	<b>0,00%</b>	<b>0,00%</b>	<b>0,00%</b>	<b>0,00%</b>
<b>Produtos</b>					
<b>Custo</b>	5,56%	8,66%	5,56%	5,56%	3,33%
<b>Qualidade</b>	5,56%	10,92%	5,56%	5,56%	6,67%
<b>Tecnologia</b>	5,56%	13,75%	5,56%	5,56%	6,67%
<b>IC</b>	<b>0,00%</b>	<b>5,16%</b>	<b>0,00%</b>	<b>0,00%</b>	<b>0,00%</b>
<b>Indicadores Econômicos</b>					
<b>Inflação</b>	4,82%	0,58%	4,07%	3,99%	4,01%
<b>Nível de Desemprego</b>	4,82%	1,46%	4,07%	3,99%	4,01%
<b>Variação Cambial</b>	4,82%	0,92%	4,07%	3,99%	4,01%
<b>IC</b>	<b>0,00%</b>	<b>5,16%</b>	<b>0,00%</b>	<b>0,00%</b>	<b>0,00%</b>
<b>Concorrência</b>	8,08%	2,43%	10,92%	11,98%	12,03%
<b>Eventos Inesperados</b>	14,46%	7,98%	12,21%	11,98%	12,03%
<b>Inaugurações e Reformas</b>	6,07%	6,55%	6,17%	5,03%	7,57%
<b>Franquias</b>					
<b>Perda e Ganho de Clientes</b>	9,88%	3,62%	10,92%	11,98%	12,03%
<b>Tendência Moda</b>	4,96%	4,41%	5,03%	6,16%	5,48%
<b>IC</b>	<b>2,71%</b>	<b>4,35%</b>	<b>1,60%</b>	<b>1,61%</b>	<b>0,99%</b>

Fonte: O próprio autor.

## 5.5 Previsão de demanda por meio de métodos quantitativos

A empresa Z calcula a previsão de demanda sob o histórico de faturamento, utiliza todos os modelos de séries temporais (média móvel simples, média móvel ponderada, suavização exponencial simples, suavização exponencial dupla e suavização exponencial tripla), analisa os resultados pelo MAD (desvio absoluto médio), e a previsão é determinada pelo modelo que apresentar a menor margem de erro.

Desta forma, o PCP calculou a previsão de demanda do produto B para janeiro e fevereiro de 2021 apresentada na tabela 3, utilizou o histórico de faturamento dos últimos cinco anos e o modelo que apresentou a menor margem de erro foi “suavização exponencial tripla”.

Tabela 3 – Previsão de Demanda - Métodos Quantitativos

<b>MÊS</b>	<b>PREVISÃO</b>
<b>Janeiro</b>	286.003
<b>Fevereiro</b>	397.900

Fonte: O próprio autor.

## 5.6 Processo de ajuste da previsão de demanda

O processo de ajuste da previsão é composto por três passos: 1) calcular a variação arbitrada para determinar as taxas de crescimento da demanda, 2) classificar os fatores de

acordo com as taxas de crescimento da demanda, e 3) calcular o percentual de ajuste da previsão.

O primeiro passo é avaliar as margens de erro da previsão de demanda para determinar a “variação arbitrada”. A tabela 4 apresenta a margem de erro referente as previsões de 2020 do produto B e a tabela 5 apresenta as variações arbitrada.

Tabela 4 – Margem de Erro – Produto B

<b>Mês</b>	<b>Previsão</b>	<b>Vendas</b>	<b>Margem de Erro (%)</b>
<b>Janeiro</b>	149.998	283.038	89%
<b>Fevereiro</b>	185.002	220.621	19%
<b>Março</b>	200.002	151.354	-24%
<b>Abril</b>	216.000	94.522	-56%
<b>Mai</b>	187.335	125.277	-33%
<b>Junho</b>	229.997	427.038	86%
<b>Julho</b>	350.001	312.452	-11%
<b>Agosto</b>	349.998	478.990	37%
<b>Setembro</b>	365.001	496.099	36%
<b>Outubro</b>	540.000	525.550	-3%
<b>Novembro</b>	540.000	501.404	-7%
<b>Dezembro</b>	260.002	80.302	-69%
<b>Total</b>	<b>3.573.336</b>	<b>3.696.647</b>	<b>3%</b>

Fonte: O próprio autor.

Para calcular a variação arbitrada é necessário calcular a média percentual dos 3 meses com maiores erros para menos, e a média percentual dos 3 meses com menores erros para menos. As variações arbitrada (VA) são as taxas de crescimento da demanda, que podemos classifica-las em possíveis cenários: alto crescimento (70%), baixo crescimento (17%), declínio alto (-53%) e declínio baixo (-14%).

Tabela 5 – Variações Arbitrada do Produto B

<b>Margem de erro 2020</b>	<b>Variação Arbitrada</b>	<b>Cenários</b>
<b>-69%</b>	<b>-53%</b>	<b>Declínio Alto</b>
<b>-56%</b>		
<b>-33%</b>		
<b>-24%</b>	<b>-14%</b>	<b>Declínio Baixo</b>
<b>-11%</b>		
<b>-7%</b>		
<b>-3%</b>	<b>17%</b>	<b>Baixo Crescimento</b>
<b>19%</b>		
<b>36%</b>		
<b>37%</b>	<b>70%</b>	<b>Alto Crescimento</b>

<b>86%</b>		
<b>89%</b>		

Fonte: O próprio autor.

Em seguida foi feito uma consulta aos especialistas para classificar os fatores de acordo com as possíveis taxas de crescimento da demanda (alto crescimento (70%), baixo crescimento (17%), declínio alto (-53%) e declínio baixo (-14%)), ou seja pela variação arbitrada (VA). Este processo deve ser realizado mensalmente, e o ranking de prioridades obtido pelo método AHP permanece o mesmo, modificando apenas o cenário de demanda de um mês para o outro. As tabelas 6 e 7 apresentam as variações de demanda dada por cada especialista para janeiro e fevereiro.

Tabela 6 – Classificação Variação Arbitrada – Janeiro

Nome	E1	VA	E2	VA	E3	VA	E4	VA	E5	VA
<b>Vendas</b>										
<b>Ações de Marketing</b>	1,67%	17%	5,11%	-14%	1,70%	70%	2,41%	17%	3,03%	17%
<b>Ações Promocionais</b>	2,10%	17%	2,84%	-14%	2,35%	17%	2,12%	17%	1,51%	17%
<b>Fortalecimento de Canais</b>	2,62%	17%	4,87%	70%	2,63%	70%	1,72%	17%	3,03%	17%
<b>Motivação da Equipe</b>	2,96%	17%	6,04%	70%	2,63%	17%	2,28%	70%	3,03%	70%
<b>Pontualidade na Entrega</b>	4,69%	-14%	7,24%	-14%	4,71%	-14%	5,58%	-14%	3,03%	-14%
<b>Relacionamento com Cliente</b>	2,62%	17%	7,24%	70%	2,63%	70%	2,56%	70%	3,03%	70%
<b>Sazonalidade</b>										
<b>Datas Comemorativas</b>	6,57%	17%	3,58%	17%	6,91%	17%	3,78%	17%	3,66%	17%
<b>Estações do Ano</b>	2,19%	17%	1,79%	17%	2,30%	17%	3,78%	17%	1,83%	17%
<b>Produtos</b>										
<b>Custo</b>	5,56%	-14%	8,66%	-14%	5,56%	-14%	5,56%	-14%	3,33%	-14%
<b>Qualidade</b>	5,56%	70%	10,92%	17%	5,56%	70%	5,56%	70%	6,67%	70%
<b>Tecnologia</b>	5,56%	17%	13,75%	17%	5,56%	70%	5,56%	17%	6,67%	17%
<b>Indicadores Econômicos</b>										
<b>Inflação</b>	4,82%	-14%	0,58%	17%	4,07%	-14%	3,99%	-14%	4,01%	-14%
<b>Nível de Desemprego</b>	4,82%	-14%	1,46%	-14%	4,07%	-14%	3,99%	-14%	4,01%	-14%
<b>Variação Cambial</b>	4,82%	-14%	0,92%	17%	4,07%	-14%	3,99%	-14%	4,01%	-14%
<b>Concorrência</b>	8,08%	17%	2,43%	-14%	10,92%	17%	11,98%	70%	12,03%	17%
<b>Eventos Inesperados</b>	14,46%	70%	7,98%	-53%	12,21%	17%	11,98%	17%	12,03%	70%



<b>Inaugurações e Reformas Franquias</b>	6,07%	17%	6,55%	17%	6,17%	17%	5,03%	-14%	7,57%	-14%
<b>Perda e Ganho de Clientes</b>	9,88%	17%	3,62%	17%	10,92%	17%	11,98%	17%	12,03%	17%
<b>Tendência Moda</b>	4,96%	17%	4,41%	17%	5,03%	17%	6,16%	17%	5,48%	17%

Fonte: O próprio autor.

Tabela 7 – Classificação Variação Arbitrada – Fevereiro

Nome	E1	VA	E2	VA	E3	VA	E4	VA	E5	VA
<b>Vendas</b>										
<b>Ações de Marketing</b>	1,67%	17%	5,11%	-14%	1,70%	70%	2,41%	17%	3,03%	-53%
<b>Ações Promocionais</b>	2,10%	17%	2,84%	17%	2,35%	17%	2,12%	17%	1,51%	17%
<b>Fortalecimento de Canais</b>	2,62%	17%	4,87%	70%	2,63%	70%	1,72%	17%	3,03%	17%
<b>Motivação da Equipe</b>	2,96%	17%	6,04%	70%	2,63%	17%	2,28%	70%	3,03%	70%
<b>Pontualidade na Entrega</b>	4,69%	-53%	7,24%	-14%	4,71%	-53%	5,58%	-53%	3,03%	-53%
<b>Relacionamento com Cliente</b>	2,62%	17%	7,24%	70%	2,63%	70%	2,56%	70%	3,03%	70%
<b>Sazonalidade</b>										
<b>Datas Comemorativas</b>	6,57%	-53%	3,58%	-53%	6,91%	-53%	3,78%	-14%	3,66%	-53%
<b>Estações do Ano</b>	2,19%	17%	1,79%	17%	2,30%	17%	3,78%	17%	1,83%	17%
<b>Produtos</b>										
<b>Custo</b>	5,56%	-14%	8,66%	-14%	5,56%	-14%	5,56%	-14%	3,33%	-14%
<b>Qualidade</b>	5,56%	70%	10,92%	17%	5,56%	70%	5,56%	70%	6,67%	70%
<b>Tecnologia</b>	5,56%	17%	13,75%	17%	5,56%	70%	5,56%	17%	6,67%	17%
<b>Indicadores Econômicos</b>										
<b>Inflação</b>	4,82%	-14%	0,58%	17%	4,07%	-14%	3,99%	-14%	4,01%	-53%
<b>Nível de Desemprego</b>	4,82%	-53%	1,46%	-53%	4,07%	-53%	3,99%	-53%	4,01%	-53%
<b>Variação Cambial</b>	4,82%	-14%	0,92%	17%	4,07%	-14%	3,99%	-14%	4,01%	-14%
<b>Concorrência</b>	8,08%	17%	2,43%	-14%	10,92%	17%	11,98%	17%	12,03%	-53%
<b>Eventos Inesperados</b>	14,46%	-53%	7,98%	-53%	12,21%	-53%	11,98%	-14%	12,03%	-53%
<b>Inaugurações e Reformas Franquias</b>	6,07%	17%	6,55%	17%	6,17%	17%	5,03%	-53%	7,57%	-53%
<b>Perda e Ganho de Clientes</b>	9,88%	17%	3,62%	17%	10,92%	17%	11,98%	-14%	12,03%	-53%
<b>Tendência Moda</b>	4,96%	17%	4,41%	17%	5,03%	17%	6,16%	17%	5,48%	17%

Fonte: O próprio autor.

Por fim, o percentual de ajuste da previsão foi determinado multiplicando o percentual de prioridade de cada fator pela variação arbitrada (VA) e o resultado final é obtido pela soma desses valores.

O percentual de ajuste da previsão pode ser obtido de duas maneiras: por meio das preferências individuais dos especialistas, ou pelas preferências do grupo.

As tabelas 8 e 9 apresentam os percentuais de ajuste por meio das preferências individuais dos especialistas.

Tabela 8 – Percentuais de Ajuste da Previsão Janeiro – Modelo I

Nome	E1	E2	E3	E4	E5
<b>Vendas</b>					
Ações de Marketing	0,28%	-0,71%	1,19%	0,41%	0,52%
Ações Promocionais	0,36%	-0,40%	0,40%	0,36%	0,26%
Fortalecimento de Canais	0,45%	3,41%	1,84%	0,29%	0,52%
Motivação da Equipe	0,50%	4,23%	0,45%	1,59%	2,12%
Pontualidade na Entrega	-0,66%	-1,01%	-0,66%	-0,78%	-0,42%
Relacionamento com Cliente	0,45%	5,07%	1,84%	1,79%	2,12%
<b>Sazonalidade</b>					
Datas Comemorativas	1,12%	0,61%	1,17%	0,64%	0,62%
Estações do Ano	0,37%	0,30%	0,39%	0,64%	0,31%
<b>Produtos</b>					
Custo	-0,78%	-1,21%	-0,78%	-0,78%	-0,47%
Qualidade	3,89%	1,86%	3,89%	3,89%	4,67%
Tecnologia	0,94%	2,34%	3,89%	0,94%	1,13%
<b>Indicadores Econômicos</b>					
Inflação	-0,67%	0,10%	-0,57%	-0,56%	-0,56%
Nível de Desemprego	-0,67%	-0,20%	-0,57%	-0,56%	-0,56%
Variação Cambial	-0,67%	0,16%	-0,57%	-0,56%	-0,56%
Concorrência	1,37%	-0,34%	1,86%	8,39%	2,05%
Eventos Inesperados	10,12%	-4,23%	2,08%	2,04%	8,42%
Inaugurações e Reformas	1,03%	1,11%	1,05%	-0,70%	-1,06%
<b>Franquias</b>					
Perda e Ganho de Clientes	1,68%	0,61%	1,86%	2,04%	2,05%
Tendência Moda	0,84%	0,75%	0,85%	1,05%	0,93%
<b>Percentual de Ajuste</b>	<b>19,95%</b>	<b>12,43%</b>	<b>19,62%</b>	<b>20,13%</b>	<b>22,07%</b>

Fonte: O próprio autor.

Tabela 9 – Percentuais de Ajuste da Previsão Fevereiro - Modelo I

Nome	E1	E2	E3	E4	E5
<b>Vendas</b>					
Ações de Marketing	0,28%	-0,71%	1,19%	0,41%	-1,61%
Ações Promocionais	0,36%	0,48%	0,40%	0,36%	0,26%
Fortalecimento de Canais	0,45%	3,41%	1,84%	0,29%	0,52%
Motivação da Equipe	0,50%	4,23%	0,45%	1,59%	2,12%
Pontualidade na Entrega	-2,49%	-1,01%	-2,49%	-2,96%	-1,61%

<b>Relacionamento com Cliente</b>	0,45%	5,07%	1,84%	1,79%	2,12%
<b>Sazonalidade</b>					
<b>Datas Comemorativas</b>	-3,48%	-1,90%	-3,66%	-0,53%	-1,94%
<b>Estações do Ano</b>	0,37%	0,30%	0,39%	0,64%	0,31%
<b>Produtos</b>					
<b>Custo</b>	-0,78%	-1,21%	-0,78%	-0,78%	-0,47%
<b>Qualidade</b>	3,89%	1,86%	3,89%	3,89%	4,67%
<b>Tecnologia</b>	0,94%	2,34%	3,89%	0,94%	1,13%
<b>Indicadores Econômicos</b>					
<b>Inflação</b>	-0,67%	0,10%	-0,57%	-0,56%	-2,13%
<b>Nível de Desemprego</b>	-2,56%	-0,78%	-2,16%	-2,12%	-2,13%
<b>Variação Cambial</b>	-0,67%	0,16%	-0,57%	-0,56%	-0,56%
<b>Concorrência</b>	1,37%	-0,34%	1,86%	2,04%	-6,38%
<b>Eventos Inesperados</b>	-7,67%	-4,23%	-6,47%	-1,68%	-6,38%
<b>Inaugurações e Reformas</b>	1,03%	1,11%	1,05%	-2,66%	-4,01%
<b>Franquias</b>					
<b>Perda e Ganho de Clientes</b>	1,68%	0,61%	1,86%	-1,68%	-6,38%
<b>Tendência Moda</b>	0,84%	0,75%	0,85%	1,05%	0,93%
<b>Percentual de Ajuste</b>	<b>-6,15%</b>	<b>10,23%</b>	<b>2,81%</b>	<b>-0,51%</b>	<b>-21,52%</b>

Fonte: O próprio autor.

Os percentuais de ajuste foram inseridos na previsão inicial apresentada na subseção 5.5 e as tabelas 10 e 11 respectivamente apresentam as previsões ajustadas para janeiro e fevereiro.

Tabela 10 – Previsão Ajustada de Janeiro - Modelo I

<b>Especialista</b>	<b>Previsão Inicial (PI)</b>	<b>Percentual de ajuste</b>	<b>Previsão Ajustada (PA)</b>	<b>Vendas Ocorrida no Período (VOP)</b>	<b>Margem de Erro (PI / VOP)</b>	<b>Margem de Erro (PA / VOP)</b>
<b>E1</b>	286.003	<b>20%</b>	343.204	392.486	-27%	-12,56%
<b>E2</b>	286.003	<b>12%</b>	320.323	392.486	-27%	-18,39%
<b>E3</b>	286.003	<b>20%</b>	343.204	392.486	-27%	-12,56%
<b>E4</b>	286.003	<b>20%</b>	343.204	392.486	-27%	-12,56%
<b>E5</b>	286.003	<b>22%</b>	348.924	392.486	-27%	-11,10%

Fonte: O próprio autor.

Em janeiro a previsão inicial teve uma margem de erro de -27% em relação a venda ocorrida no período, com o ajuste proporcionado pelo método proposto, foi possível reduzir o erro da previsão dada por métodos quantitativos em 16%, considerando a menor margem de erro obtida com o especialista “E5”.

Tabela 11 – Previsão Ajustada de Fevereiro - Modelo I

<b>Especialista</b>	<b>Previsão Inicial (PI)</b>	<b>Percentual de ajuste</b>	<b>Previsão Ajustada (PA)</b>	<b>Vendas Ocorrida no Período (VOP)</b>	<b>Margem de Erro (PI / VOP)</b>	<b>Margem de Erro (PA / VOP)</b>
---------------------	------------------------------	-----------------------------	-------------------------------	---	----------------------------------	----------------------------------

<b>E1</b>	397.900	<b>-6%</b>	374.026	343.810	16%	8,79%
<b>E2</b>	397.900	<b>10%</b>	437.690	343.810	16%	27,31%
<b>E3</b>	397.900	<b>3%</b>	409.837	343.810	16%	19,20%
<b>E4</b>	397.900	<b>-1%</b>	393.921	343.810	16%	14,58%
<b>E5</b>	397.900	<b>-22%</b>	310.362	343.810	16%	-9,73%

Fonte: O próprio autor.

Em fevereiro a previsão inicial foi 16% maior que a venda ocorrida no período, com o ajuste proporcionado pelo método proposto, foi possível reduzir o erro da previsão dada por métodos quantitativos em 25%, considerando a menor margem de erro obtida com o especialista “E5”. É válido destacar que os especialistas “E2” e “E3” obteve uma margem de erro maior que a previsão inicial.

É possível combinar as preferências do grupo de especialistas, por meio da média geométrica das avaliações individuais, conforme apresentado na tabela 12. Após calcular a média geométrica é necessário normalizar os valores, ou seja, dividir o percentual de prioridade de cada fator pelo percentual total.

Tabela 12 – Ranking de Prioridades do Grupo

Nome	E1	E2	E3	E4	E5	Média Geométrica	Resultado Normalizado
<b>Vendas</b>							
<b>Ações de Marketing</b>	1,67%	5,11%	1,70%	2,41%	3,03%	2,54%	2,71%
<b>Ações Promocionais</b>	2,10%	2,84%	2,35%	2,12%	1,51%	2,14%	2,28%
<b>Fortalecimento de Canais</b>	2,62%	4,87%	2,63%	1,72%	3,03%	2,81%	2,99%
<b>Motivação da Equipe</b>	2,96%	6,04%	2,63%	2,28%	3,03%	3,18%	3,39%
<b>Pontualidade na Entrega</b>	4,69%	7,24%	4,71%	5,58%	3,03%	4,86%	5,17%
<b>Relacionamento com Cliente</b>	2,62%	7,24%	2,63%	2,56%	3,03%	3,29%	3,51%
<b>Sazonalidade</b>							
<b>Datas Comemorativas</b>	6,57%	3,58%	6,91%	3,78%	3,66%	4,68%	4,99%
<b>Estações do Ano</b>	2,19%	1,79%	2,30%	3,78%	1,83%	2,29%	2,43%
<b>Produtos</b>							
<b>Custo</b>	5,56%	8,66%	5,56%	5,56%	3,33%	5,48%	5,84%
<b>Qualidade</b>	5,56%	10,92%	5,56%	5,56%	6,67%	6,59%	7,03%
<b>Tecnologia</b>	5,56%	13,75%	5,56%	5,56%	6,67%	6,91%	7,36%
<b>Indicadores Econômicos</b>							
<b>Inflação</b>	4,82%	0,58%	4,07%	3,99%	4,01%	2,83%	3,02%
<b>Nível de Desemprego</b>	4,82%	1,46%	4,07%	3,99%	4,01%	3,41%	3,63%

<b>Variação Cambial</b>	4,82%	0,92%	4,07%	3,99%	4,01%	3,11%	3,31%
<b>Concorrência</b>	8,08%	2,43%	10,92%	11,98%	12,03%	7,91%	8,43%
<b>Eventos Inesperados</b>	14,46%	7,98%	12,21%	11,98%	12,03%	11,52%	12,28%
<b>Inaugurações e Reformas Franquias</b>	6,07%	6,55%	6,17%	5,03%	7,57%	6,22%	6,63%
<b>Perda e Ganho de Clientes</b>	9,88%	3,62%	10,92%	11,98%	12,03%	8,91%	9,50%
<b>Tendência Moda</b>	4,96%	4,41%	5,03%	6,16%	5,48%	5,18%	5,51%
	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>93,87%</b>	<b>100,00%</b>

Fonte: O próprio autor.

Então as classificações dos cenários de demanda (VA) dada por cada especialista foi multiplicada pelo ranking de prioridades do grupo. E a tabela 13 apresenta os percentuais de ajuste da previsão para janeiro e fevereiro considerando as preferências do grupo.

Tabela 13 – Percentual de Ajuste - Modelo II

Mês	E1	E2	E3	E4	E5
<b>Janeiro</b>	<b>20,73%</b>	<b>4,95%</b>	<b>23,00%</b>	<b>20,29%</b>	<b>22,33%</b>
<b>Fevereiro</b>	<b>-1,30%</b>	<b>0,75%</b>	<b>7,48%</b>	<b>1,51%</b>	<b>-17,90%</b>

Fonte: O próprio autor.

As tabelas 14 e 15 respectivamente apresentam as previsões ajustadas de janeiro e fevereiro do segundo modelo, que considera o ranking de prioridades do grupo.

Tabela 14 – Previsão Ajustada de Janeiro - Modelo II

Especialista	Previsão Inicial (PI)	Percentual de ajuste	Previsão Ajustada (PA)	Vendas Ocorrida no Período (VOP)	Margem de Erro (PI / VOP)	Margem de Erro (PA / VOP)
<b>E1</b>	286.003	<b>21%</b>	346.064	392.486	-27%	-11,83%
<b>E2</b>	286.003	<b>5%</b>	300.303	392.486	-27%	-23,49%
<b>E3</b>	286.003	<b>23%</b>	351.784	392.486	-27%	-10,37%
<b>E4</b>	286.003	<b>20%</b>	343.204	392.486	-27%	-12,56%
<b>E5</b>	286.003	<b>22%</b>	348.924	392.486	-27%	-11,10%

Fonte: O próprio autor.

Com o segundo modelo foi possível observar que em janeiro o ajuste proporcionado pelo método proposto, reduziu o erro da previsão em 17%, considerando a menor margem de erro obtida com o especialista “E3”.

Tabela 15 – Previsão Ajustada de Fevereiro - Modelo II

<b>Especialista</b>	<b>Previsão Inicial (PI)</b>	<b>Percentual de ajuste</b>	<b>Previsão Ajustada (PA)</b>	<b>Vendas Ocorrida no Período (VOP)</b>	<b>Margem de Erro (PI / VOP)</b>	<b>Margem de Erro (PA / VOP)</b>
<b>E1</b>	397.900	<b>-1%</b>	393.921	343.810	16%	14,58%
<b>E2</b>	397.900	<b>1%</b>	401.879	343.810	16%	16,89%
<b>E3</b>	397.900	<b>7%</b>	425.753	343.810	16%	23,83%
<b>E4</b>	397.900	<b>2%</b>	405.858	343.810	16%	18,05%
<b>E5</b>	397.900	<b>-18%</b>	326.278	343.810	16%	-5,10%

Fonte: O próprio autor.

Em fevereiro foi possível observar que o ajuste proporcionado pelo método proposto, reduziu o erro da previsão em 21%, considerando que especialista “E5” teve uma margem de erro de -5% em relação a venda ocorrida no período. É válido destacar que os especialistas “E2”, “E3” e “E4” tiveram uma margem de erro maior que a previsão inicial.

Ambos modelos resultam em uma previsão diferente para cada especialista, sendo necessário uma avaliação final do PCP e dos envolvidos no processo de previsão, para tomada de decisão.

É válido ressaltar, que é possível realizar o processo de aplicação do método AHP por meio do consenso que é usado quando existe um grupo sinérgico, onde o julgamento é acordado em conjunto, determinando um único valor para cada entrada na matriz de comparação, e neste formato o método proposto resultaria em uma previsão única.

Neste estudo, decidiu-se não realizar o processo de aplicação do método AHP por meio do consenso, devido a influência que os especialistas de “alto poder de decisão” poderiam causar nos especialistas com “menor poder decisão”, e isto, poderia distorcer os resultados.

O primeiro e segundo modelo tiveram resultados semelhantes, em janeiro a diferença na redução de erro entre os modelos foi de apenas 1%, e em fevereiro foi de 4%, e isto demonstra que ambos são eficazes. É válido ressaltar que em janeiro o modelo II foi mais assertivo, já em fevereiro o modelo I foi mais assertivo.

Foi possível observar que o especialista “E2” (coordenador do PCP) teve a menor precisão, e que os especialistas “E1” (analista de vendas) e “E5” (diretor superintendente) tiveram os resultados mais assertivos. É válido ressaltar que os especialistas “E3” (gerente comercial geral) e “E4” (gerente de vendas do varejo) também tiveram bons resultados, bem mais precisos do que o especialista “E2”. E isso demonstra que área comercial é a mais indicada para o

processo de ajuste da previsão por ter uma visão externa do mercado, diferente do PCP que possui apenas a visão interna da empresa.

Os resultados apresentados mostraram que a estratégia seguida nesse trabalho pode ser um bom caminho para se realizar uma previsão, considerando que o método de ajuste da previsão baseado no AHP possui uma estrutura flexível e sistemática, e contribui na obtenção de resultados satisfatórios e que permitam diminuir as incertezas na previsão.

## 6 CONCLUSÕES

Esta pesquisa teve como objetivo ajustar o método de previsão de demanda, a partir das séries históricas, por meio do método AHP. Para isso, foi realizada uma revisão bibliográfica, nas bases da *Web of Science* e *Scopus*, os resultados permitiram constatar que ainda existe uma lacuna para explorar o AHP como ferramenta para previsão, motivando a aplicação na indústria têxtil, que é fortemente influenciada por variações, devido a tendência de moda, ciclo de vida do produto, e ações de marketing e vendas.

Dessa forma, esta pesquisa propõe 6 etapas para ajustar a previsão de demanda por meio do método AHP: (1) definição do objeto de estudo, (2) definição dos especialistas, (3) definição dos fatores internos e externos que afetam a demanda, (4) aplicação do método AHP, (5) previsão por meio de métodos quantitativos, e (6) processo de ajuste da previsão.

Os resultados foram satisfatórios, considerando que o método proposto reduziu o erro da previsão dada por métodos quantitativos em 16% em janeiro e 25% em fevereiro pelo modelo I e 17% em janeiro e 21% em fevereiro pelo modelo II, com isso foi possível constatar que para maximizar a precisão da previsão de demanda é necessário integrar dados quantitativos e qualitativos, enriquecendo o processo incorporando informações de diversas fontes.

Considerando que previsão de demanda é a base para todas as decisões estratégicas e de planejamento de uma empresa, pode-se concluir que a acuracidade obtida pelo método de ajuste da previsão baseado no AHP contribui para um melhor atendimento dos clientes, para maiores lucros e menores perdas.

A limitação deste estudo foi que o tema apresentado ainda foi pouco explorado, considerando que poucas pesquisas foram realizadas.

Diante do cenário de incerteza inerente ao processo de previsão e da eficácia do método AHP com problemas complexos, sugere-se novas pesquisas com o objetivo de ratificar o método AHP como adequada ferramenta para o ajuste de previsão.

Como sugestão para trabalhos futuros, recomenda-se a aplicação do método proposto em outras áreas, com intuito de identificar/avaliar o prazo de validade do ranking de prioridades dado pelo método AHP, e sugere-se que a variação arbitrada seja determinada por especialistas da área comercial, com intuito de testar um novo modelo, considerando que neste estudo a variação arbitrada foi determinada com base no histórico de vendas e previsão.



## REFERÊNCIAS

- ABIT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA INDÚSTRIA TÊXTIL. **Perfil do Setor**. Disponível em: <https://www.abit.org.br/cont/perfil-do-setor>. Acesso em: 15 novembro. 2020.
- ABIT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA INDÚSTRIA TÊXTIL. **Cartilha Indústria Têxtil e de Confeção Brasileira – Cenários, desafios, perspectivas e demandas**. Disponível em <https://www.abit.org.br/cont/cartilha-industria-textil>. Acesso em: 15 novembro. 2020.
- ACKERMANN, F.; EDEN, C. Strategic Management of Stakeholders: Theory and Practice. **Long Range Planning**, London, v. 44, n. 3, p. 179–196, 2011.
- ALALAWIN, A.; ARABIYAT, L. M.; ALALAWEEEN, W.; QAMAR, A.; MUKATTASH, A. AForecasting vehicle's spare parts price and demand. **Journal of Quality in Maintenance Engineering**, p.1355-2511, 2020.
- BANAI-KASHANI A. Travel demand (modal split) estimation by hierarchical measurement. **Journal of Advanc.ed Transportation**, vol. 19, p. 37-54, 1984.
- CAUCHICK MIGUEL, P.A. **Metodologia de Pesquisa em Engenharia de Produção e Gestão de Operações**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012. 258 p.
- COSTA, T.C.; BELDERRAIN, M.C.N. Decisão em grupo em métodos multicritério à decisão. In: ENCITA – Encontro de iniciação científica e pós-graduação do ita, 15., 2009, São José dos Campos. **Anais...** São José dos Campos: ITA–Instituto Tecnológico de Aeronáutica, 2009. p. 1-12.
- DODGSON, J. S.; SPACKMAN, M.; PEARMAN, A.; PHILLIPS, L. **Multi-criteria analysis: a manual**. Department for Communities and Local Government: London. 2009.
- DOUMPOS, M.; GRIGOROUDIS, E. **Multicriteria Decision Aid and Artificial Intelligence**, John Wiley & Sons Ltd, Greece, 2013.
- DYER, R. F.; FORMAN, E.H. **An Analytic Approach Marketing Decisions**. Nova Jersey: Prentice Hall, 1991. 238 p.
- FRADINATA, E.; SUTHUMMANON, S.; SUNTHIAMORNTUT, W. Comparison of hybrid ANN models: A case study of instant noodle industry in Indonesia. **International Journal of Advanced and Applied Sciences**, vol. 4(8), p. 19-28, 2017.
- ISHIZAKA, A.; NEMERY, P. **Multi-criteria Decision Analysis: Methods and Software**, John Wiley & Sons Ltd, Chichester, 2013.
- KAHN, K.; An Exploratory Investigation of New Product Forecasting Pratices. **The Journal of Product Innovation Management**. V. 19, n. 2, p.604-617, 1979.
- KEENEY, R.L. Value-Focused Brainstorming. **Decision Analysis**, v. 9, n. 4, p. 303–313, 2012.

KORPELA, J.; TUOMINEN, M. Inventory forecasting with a multiple criteria decision tool. **International Journal of Production Economics**, Finland, n. 46, p. 159-168, 1996.

KOTLER, P.; **Marketing Management: Analysis, Planning, Implementation and Control**. New Jersey: Prentice-Hall, 1991.

LAGE JUNIOR, M. **Planejamento e Controle da Produção: teoria e pratica**. Rio de Janeiro: LTC, 2019.

LEE, M.W.; LEE, J.S.; YUN M.H. A Model for Estimating the Potential Demand of High Touch Product. **Computers and Industrial Engineering**, Vol.31, n.3/4, p. 653-656, 1996.

LIMA, V.; OLIVEIRA, P. **Previsão de demanda: o básico que você precisa saber**. São Paulo: Baraúna, 2016. 159 p.

NASCIMENTO, L.P.S. **Aplicação militar do método AHP com as abordagens Ratings e BOCR: O Projeto F-X2**. 2010. 150 folhas. Tese de mestrado, área de Produção – Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos.

NOVAES, A. G. **Logística e Gerenciamento da Cadeia de Distribuição: Estratégia, Operação e Avaliação – 4ª Reimpressão**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.

PANAGOPOULOS, G.P.; BATHRELLOS, G.D.; SKILODIMOU, H.D.; MARTSOUKA, F.A. Mapping Urban Water Demands Using Multi-Criteria Analysis and GIS. **Water Resource Manage**, vol.26, p.1347-1363, 2012.

PRASAD, R.D.; RATURI, A. Grid electricity for Fiji islands: Future supply options and assessment of demand trends. **Energy**, 2016.

RAMANATHAN, U. Aligning supply chain collaboration using Analytic Hierarchy Process. **Omega International Journal of Management Science**, Bedfordshire, n. 41, p. 431-440, 2012.

RANGEL, A. S.; SILVA, M. M.; COSTA, B. K. Competitividade da Indústria Têxtil Brasileira. **RAI – Revista de Administração e Inovação**, São Paulo, v 7, n 1. p. 151-174, 2010.

RODRIGUEZ, D. S. S.; COSTA, H. G.; REIS, A. C.; SEVERO, E.A.; GUIMARÃES, J.C.F. Inovação de processo da previsão de demanda com o uso do método analytic hierarchy process. **Revista Geintec**, São Cristovão, v 5, n 4. p. 2526-2539, 2015.

SAATY, R.W. The Analytic Hierarchy Process – What it is and how it is used. **Pergamon Journals Ltd** v. 9, n. 3-5, p. 161-176, 1987.

SAATY, T. L. **Método de Análise Hierárquica**. (Traduzido por Wainer da Silveira e Silva, da 1a. ed. em inglês - 1980). The Analytic Hierarquic Process. Pittsburg: RWS Publications. São Paulo: McGraw-Hill-Makron, 1991.

SAATY, T.L.; VARGAS, L.G. **Models, Methods, Concepts & Applications of the Analytic Hierarchy Process**. International Series in Operations research & Management Science, 2001.

SAATY, T.L. Decision Making with the Analytic Hierarchy Process. **International Journal of Services Sciences**, v.1, n.1, p. 83-98, 2008.

SILVA, B.W. **Gestão de estoques: planejamento, execução e controle** – 2.ed. João Monlevade: BWS Consultoria, 2019.

TUBINO, D.F. **Planejamento e Controle da Produção: teoria e prática** – 2.ed. São Paulo: Atlas, 2009.

TUBINO, D.F. **Planejamento e Controle da Produção: teoria e prática** – 3.ed. São Paulo: Atlas, 2017.

TURRIONI, J.B.; MELLO, C. H. P.; **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção: estratégias, métodos e técnicas para condução de pesquisas quantitativas e qualitativas**. 2012. Programa de Pós-graduação em engenharia de produção, Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2012.

WANG, X.; SUN, Y.; SONG, L.; MEI, C. An eco-environmental water demand based model for optimising water resources using hybrid genetic simulated annealing algorithms. Part II. Model application and results. **Journal of Environmental Management**, China, n. 90, p.2612–2619, 2009.

WERNER, L.; RIBEIRO, J. L. D. Modelo Composto para prever demanda através da integração de previsões. **Revista Produção**, n. 16, p. 493-509, 2006.

WOLFE, C. How to Adjust Forecast With the Analytic Hierarchy Process. **Journal of Business Forecasting Methods & Systems**, v.7, n.1, 1988.

WU, L.; XIA, H.; CAO, X.; ZHANG, C.; DAI, C. Research on Quantitative Demand of Underground Space Development for Urban Rail Transit Station Areas: A Case Study of Metro Line 1 in Xuzhou, China. **Urban Rail Transit**, p. 257–273, 2018.

XU, H.; LI, W.; WANG, T.; YANG, A. Research on dynamic prediction method for traffic demand based on trip generation analysis. **Advances in Mechanical Engineering**, vol. 11, p. 1-9, 2019.

YUKSEL, S. An integrated forecasting approach to hotel demand. **Mathematical and Computer Modelling**, v. 46, n. 7-8, p. 1063-1070. 2007.

ZHOU, N.; XU, B.; LI, X.; CUI, R.; LIU, X.; YUAN, X.; ZHAO, H. An assessment model of fire resources demand for storage of hazardous chemicals. **Process Safety Progress**, p.1-10, 2020.