

INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA

Lucas Menegotto Tomicki

COMPARAÇÃO DE MÉTODOS QUANTITATIVOS PARA PREVISÃO DE DEMANDA
EM UMA LOJA DE AUTOPEÇAS

Caçador – Santa Catarina

2021

LUCAS MENEGOTTO TOMICKI

COMPARAÇÃO DE MÉTODOS QUANTITATIVOS PARA PREVISÃO DE DEMANDA
EM UMA LOJA DE AUTOPEÇAS

Monografia apresentada ao
Curso de Engenharia de
Produção do Campus
Caçador do Instituto
Federal de Santa Catarina
para a obtenção do diploma
de Engenheiro de Produção

Orientador: Eric Costa
Carvalho

Caçador – Santa Catarina

2021

Tomicki, Lucas Menegotto
T657c Comparação de métodos quantitativos para previsão de demanda em
uma loja de autopeças. / Lucas Menegotto Tomicki ; orientador : Eric
Costa Carvalho. -- Caçador, SC, 2021.
55 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação)-Instituto Federal
de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina, Curso de
Engenharia de Produção.

Inclui bibliografias

1. Engenharia de produção. 2. Estoque. 3. Previsão de demanda. 4.
Cadeia de suprimentos. I. Carvalho, Eric Costa. II. Instituto Federal de
Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina. Curso de Engenharia
de Produção. III. Título.

CDD 658.5

Ficha catalográfica elaborada pela Bibliotecária
Karla Viviane Garcia Moraes – CRB-14/1002

LUCAS MENEGOTTO TOMICKI

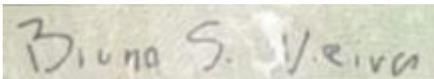
COMPARAÇÃO DE MÉTODOS QUANTITATIVOS PARA PREVISÃO DE DEMANDA
EM UMA LOJA DE AUTOPEÇAS

Este trabalho foi julgado adequado para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção, pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina, e aprovado na sua forma final pela comissão avaliadora abaixo indicada.

Caçador, 17 de novembro de 2021.

Documento assinado digitalmente
 Eric Costa Carvalho
Data: 22/02/2022 15:49:48-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Prof. Eric Costa Carvalho, Dr.
Orientador
IFSC



Prof. Bruno Santos Vieira, Me.
IFSC

Documento assinado digitalmente
 STEFFAN MACALI WERNER
Data: 22/02/2022 16:21:30-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Prof. Steffan Macali Werner, Dr.
IFSC

RESUMO

Toda organização que possui estoques deve controlá-lo para que seu nível se mantenha adequado às necessidades de atendimento ao cliente, sem que se exceda ao ponto de constituir um valor financeiro elevado à empresa. Deste modo, o trabalho tem por objetivo determinar qual o método quantitativo de previsão de demanda é mais adequado a uma empresa que atua no ramo de varejo de autopeças. Atualmente as compras são realizadas apenas com base em métodos qualitativos e os resultados obtidos nem sempre são adequados, ocorrendo em estoques excessivos ou insuficientes para atender a demanda, diminuindo o poder de competitividade da empresa. Para atingir o objetivo proposto, inicialmente buscou-se na literatura os conceitos teóricos a respeito do processo de gestão de estoques e de métodos de previsão de demanda. Por meio do *software* da empresa, os dados foram coletados e selecionados utilizando os padrões da Curva ABC e por fim tabelados em uma planilha, visando atender aos objetivos e testar os diferentes modelos de previsão quantitativos em mais de uma linha de produtos, dentro de um período de 38 meses. A comparação entre métodos se deu por meio dos erros de previsão obtidos, sendo utilizados para análise o Desvio Médio Absoluto (DMA) e Erro de Viés. Os resultados obtidos, seguindo a metodologia proposta, apontam que os modelos utilizados para experimentação não são adequados para a empresa em questão, pois não geram previsões próximas às demandas reais.

Palavras-Chave: Estoque; Previsão de demanda; Curva ABC; Cadeia de suprimentos.

ABSTRACT

Every organization that has inventories must control it so that its level remains adequate to the needs of customer service, without exceeding it to the point of constituting a high financial value to the company. In this way, the objective of this work is to determine which quantitative demand forecasting method is most suitable for a company that operates in the auto parts retail sector. Currently, purchases are made only based on qualitative methods and the results obtained are not always adequate, occurring in excessive or insufficient stocks to meet demand, reducing the company's competitive power. In order to achieve the proposed objective, theoretical concepts regarding the inventory management process and demand forecasting methods were initially sought in the literature. Through the company's software, the data were collected and selected using the ABC Curve standards and finally tabulated in a spreadsheet, aiming to meet the objectives and test the different quantitative forecast models in more than one product line, within a period of 38 months. The comparison between methods was based on the forecast errors obtained, using the Mean Absolute Deviation (DMA) and Bias Error for analysis. The results obtained, following the proposed methodology, indicate that the models used for experimentation are not suitable for the company in question, as they do not generate forecasts close to the real demands.

Keywords: Stock; Demand forecast; ABC Curve; Supply Chain.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Posição da empresa dentro da cadeia de suprimentos	12
Figura 2 - Fatores que influenciam as séries temporais com (a) tendência, (b) sazonalidade e (c) variação aleatória.....	14
Figura 3 – Etapas de um modelo de previsão de demanda	15
Figura 4 - Exemplo da representação da reta calculada em função das demandas ocorridas em cada período.....	25
Figura 5 – Curva ABC típica	29
Figura 6 – Fluxograma da metodologia adotada no trabalho	30
Figura 7 - Curva ABC gerada pelo <i>software</i>	34
Figura 8 - Produtos analisados.....	36
Figura 9 - Gráfico comparativo da demanda real e a demanda prevista para o item A1 por meio da regressão linear.....	38
Figura 10 - Gráfico comparativo da demanda real e a demanda prevista para o item A2 por meio da média móvel com seis períodos.....	39
Figura 11 - Gráfico comparativo da demanda real e a demanda prevista para o item A3 por meio da regressão linear.....	41
Figura 12 - Gráfico comparativo da demanda real e a demanda prevista para o item A4 por meio da regressão linear.....	42
Figura 13 - Gráfico comparativo da demanda real e a demanda prevista para o item A5 por meio da regressão linear.....	43
Figura 14 - Gráfico comparativo da demanda real e a demanda prevista para o item A6 por meio da regressão linear.....	45
Figura 15 - Gráfico comparativo da demanda real e a demanda prevista para o item A7 por meio da regressão linear.....	46
Figura 16 - Gráfico comparativo da demanda real e a demanda prevista para o item A8 por meio da regressão linear.....	47
Figura 17 - Gráfico comparativo da demanda real e a demanda prevista para o item A9 por meio da regressão linear.....	49
Figura 18 - Gráfico comparativo da demanda real e a demanda prevista para o item A10 por meio da média móvel ponderada.....	50

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Itens a serem estudados após seleção.	35
Tabela 2 - Erros de previsão encontrados para o item A1.....	38
Tabela 3 - Erros de previsão encontrados para o item A2.....	39
Tabela 4 - Erros de previsão encontrados para o item A3.....	40
Tabela 5 - Erros de previsão encontrados para o item A4.....	42
Tabela 6 - Erros de previsão encontrados para o item A5.....	43
Tabela 7 - Erros de previsão encontrados para o item A6.....	44
Tabela 8 - Erros de previsão encontrados para o item A7.....	46
Tabela 9 - Erros de previsão encontrados para o item A8.....	47
Tabela 10 - Erros de previsão encontrados para o item A9.....	48
Tabela 11 - Erros de previsão encontrados para o item A10.....	50

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
1.1 Objetivos	11
1.1.1 Objetivo geral	11
1.1.2 Objetivos específicos	11
2 REVISÃO DE LITERATURA	12
2.1 O setor varejista de autopeças no Brasil	12
2.2 Previsão de demanda	13
2.3 Métodos de Previsão Qualitativos	16
2.3.1 Consenso de Executivos	17
2.3.2 Método Delphi	18
2.3.3 Opinião das Forças de Vendas	18
2.3.4 Pesquisa das Intenções dos Compradores	19
2.4 Métodos de Previsão Quantitativos	19
2.4.1 Séries Temporais	20
2.4.1 Médias Móveis	20
2.4.1.1 Média Móvel Simples (MMS)	21
2.4.1.2 Média Móvel Ponderada (MMP)	22
2.4.2 Suavização Exponencial Simples	22
2.5 Previsões Baseadas em Métodos Causais	23
2.5.1 Regressão Linear Simples	23
2.6 Erros de Previsão	25
2.6.1 Erro de previsão simples	26
2.6.2 Erro de previsão absoluto	26
2.6.3 Desvio médio absoluto (DMA)	26
2.6.4 Erro de viés	27
2.7 Estoques e seu gerenciamento	27

2.8 Curva ABC	28
3 METODOLOGIA.....	30
3.1 Classificação da pesquisa	30
3.2 Coleta de dados.....	31
3.3 Procedimentos metodológicos.....	31
3.3.1 Cálculo da média móvel simples.....	32
3.3.2 Cálculo da média móvel ponderada.....	32
3.3.3 Cálculo da média móvel com suavização exponencial simples	32
3.3.4 Cálculo da regressão linear simples.....	33
3.4 Seleção do melhor método de previsão.....	33
3.5 Extensão Universitária.....	33
4 RESULTADOS e discussões.....	34
4.1 Análise da curva ABC	34
4.2 Análise dos resultados individuais	37
4.2.1 Item A1	38
4.2.2 Item A2	39
4.2.3 Item A3	40
4.2.4 Item A4	41
4.2.5 Item A5	42
4.2.6 Item A6	44
4.2.7 Item A7	45
4.2.8 Item A8	47
4.2.9 Item A9	48
4.2.10 Item A10	49
4.2.11 Resumo dos itens.....	51
5 CONCLUSÃO.....	52
REFERÊNCIAS.....	54

1 INTRODUÇÃO

Nos dias atuais a competitividade empresarial tem aumentado significativamente, exigindo para isso inovações no processo de gestão da organização, independente do seu porte ou mercado de atuação. Desta forma, faz-se necessário buscar estratégias e ferramentas adequadas ao negócio para auxiliar os processos de decisão do gestor (DE CASTRO MARINO, 2006).

Um dos grandes desafios no setor varejista é o controle de estoque. Se por um lado eles são custosos, ocupam espaço e representam certo risco devido à sua obsolescência, de outro garantem a entrega imediata dos itens aos clientes, pelo simples fato de que não existe harmonia entre o suprimento e a demanda (SLACK, 2018).

Para Fabris (2000, *apud* LOPES, 2002) um fator importante a ser considerado são as interferências econômicas, podendo essas serem causadas por intervenções em nível de macroeconomia, tal como as diretrizes adotadas pelo governo a respeito da tributação em diferentes estados, e microeconomia, como a entrada de um novo concorrente no mercado. Elas geram situações problemáticas no processo de decisão, pois interferem diretamente na demanda, gerando oscilações entre a previsão e as vendas.

Desta forma, torna-se necessário a utilização de ferramentas capazes de prever a demanda, auxiliando o processo de decisão. As técnicas de previsão podem ser subdivididas em: qualitativas, onde são utilizados dados subjetivos oriundos da opinião de especialistas do setor; e quantitativas, onde os dados históricos são utilizados com a empregabilidade de modelos matemáticos a fim de tornar a decisão mais assertiva (TUBINO, 2007).

Ainda de acordo com Tubino (2007), as técnicas quantitativas podem ser subdivididas em dois grupos: técnicas baseadas em séries temporais, onde a modelagem procura relacionar os dados históricos do item em relação ao tempo para prever a demanda futura; e técnicas baseadas em correlações, onde são associados os dados históricos com uma ou mais variáveis que possuam relação com a demanda do item.

1.1 Objetivos

Nesta seção são descritos os objetivos propostos ao trabalho, separando-os em objetivo geral e objetivos específicos, de forma a delimitar o tema de estudo.

1.1.1 Objetivo geral

Este trabalho busca definir o método de previsão de demanda quantitativo mais adequado para aplicação em um comércio varejista de autopeças situado em Caçador, Santa Catarina, por meio de comparações dos resultados obtidos a partir dos modelos matemáticos e a demanda real num mesmo período de tempo. Atualmente a empresa em questão não faz uso de nenhum método de previsão quantitativo para realização do gerenciamento de estoques, sendo este feito de forma qualitativa baseado na experiência da pessoa responsável pelas compras. Com o aumento do tamanho da empresa e a busca pela eficiência, a adoção de um sistema de previsão de demanda quantitativo traria maior assertividade no volume de itens a mantido em estoque.

1.1.2 Objetivos específicos

- Realizar um levantamento dos dados a serem analisados;
- Definir os principais produtos a serem estudados;
- Aplicar os métodos quantitativos previamente selecionados em uma amostra do estoque de modo a definir o desvio médio absoluto (DMA);
- Definir qual o método mais se aproxima da demanda real e propor uma previsão de demanda ajustada e com menor erro.

2 REVISÃO DE LITERATURA

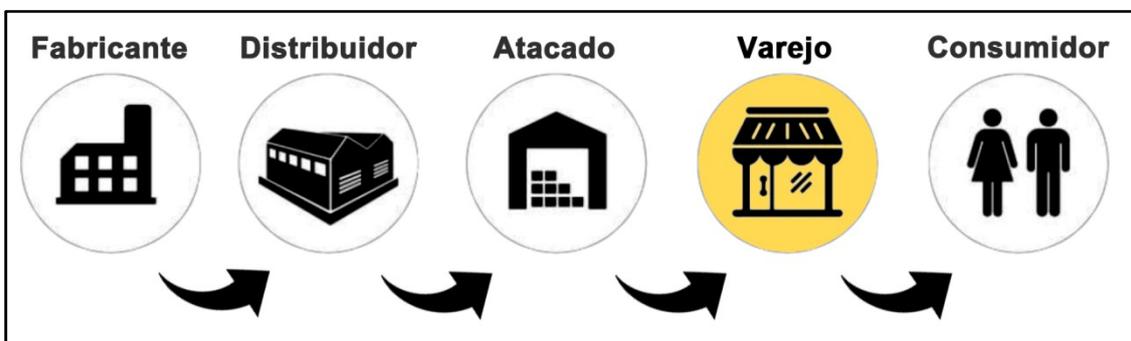
Apresenta-se nesta seção a revisão de literatura utilizada para embasamento na elaboração do trabalho. Este tópico tem por objetivo facilitar a compreensão em relação ao assunto proposto.

2.1 O setor varejista de autopeças no Brasil

Os fabricantes de produtos precisam realizar a distribuição de seus itens para que este chegue ao consumidor final, e por sua vez, o consumidor precisa de um local para efetuar a compra do produto desejado. Esse caminho percorrido pelo item passa por algumas etapas dentro da sua distribuição, conhecido como canal de distribuição.

Canal de distribuição pode ser definido como uma rede organizada de empresas e instituições que, quando combinados, desempenham as funções necessárias para ligar os fabricantes de produtos aos consumidores finais. Dentro desse canal existem empresas intermediárias e independentes, especializadas em ligar os produtores e consumidores finais, operando basicamente em dois níveis: atacado e varejo (HSIEN *et al.*, 2011). A empresa em estudo é do setor varejista, a qual se enquadra na posição entre o setor atacadista e o consumidor, conforme pode ser visto na Figura 1:

Figura 1 - Posição da empresa dentro da cadeia de suprimentos



Fonte - Elaborado pelo autor (2021).

De acordo com o IPEA (2010), a última década tem demonstrado o

crescimento do mercado de automóveis no Brasil, principalmente devido à estabilização da economia, aumento do emprego, crescimento real na renda do brasileiro e acesso facilitado ao crédito. Desta forma, faz-se necessário que haja uma estrutura adequada para a comercialização de peças de reposição para a manutenção de veículos, que ao longo de sua vida útil necessitarão de reparos preventivos e corretivos.

Para Cerqueira *et al.* (2017) o varejo de autopeças pode ser dividido entre as concessionárias autorizadas pelas montadoras de automóveis e as chamadas lojas independentes. As primeiras comercializam as peças conhecidas como originais e compram diretamente das montadoras, atendendo principalmente veículos seminovos dentro do prazo da garantia do fabricante. Já as lojas independentes atendem a praticamente todos os públicos, tal como as concessionárias autorizadas, oficinas independentes, mercado de reparação e principalmente o cliente final.

2.2 Previsão de demanda

Para Tubino (2007, p.25), “a previsão de demanda é a base para o planejamento estratégico da produção, vendas e finanças de qualquer empresa”. Desta forma, as previsões têm função muito importante nos processos de planejamento dentro da organização, sendo fundamentais para que os administradores tomem ações adequadas em relação ao futuro.

Neste sentido, Slack (2018, p.185) salienta que a previsão de demanda é difícil de ser aplicada em um ambiente de negócios, devido a incerteza da demanda para o próximo período, seja ela dia, mês ou ano.

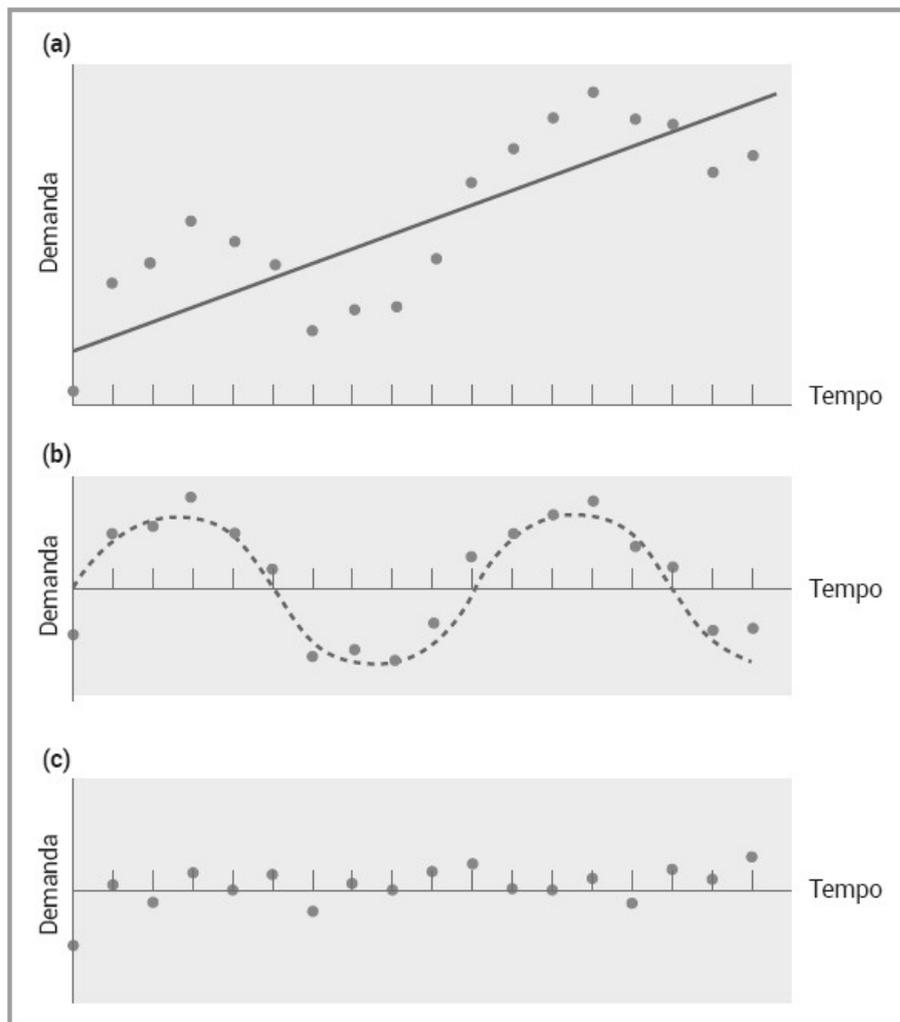
Já Corrêa e Corrêa (2007) destacam a ideia de que toda previsão está errada, pois a projeção futura está sendo baseada em dados históricos ou opinião de especialistas, o que por si só não garante que o resultado encontrado seja o ideal, e que o mais importante é avaliar o nível de erro obtido e o que pode ser feito para reduzi-lo.

Para Lustosa *et al.* (2008, *apud* MARUJO, 2017) demanda é “[...] a disposição dos clientes ao consumo de bens e serviços ofertados por uma organização”, de modo que esse consumo pode ser afetado devido a fatores econômicos, preço do produto e sua disponibilidade. Ainda de acordo com o autor supracitado, a demanda pode ser dividida em pontual e repetitiva. A primeira caracteriza-se por um pico

concentrado e após curto período de tempo decresce, indicando assim um período sazonal. Já a demanda repetitiva pode ser classificada como dependente, onde há correlação com a demanda de outro produto; ou independente, que é quando esta associada ao ciclo de vida de um produto.

Dentro das séries temporais podem ser destacadas algumas características das possíveis situações da demanda, como tendência, sazonalidade e variação aleatória, demonstradas na Figura 2:

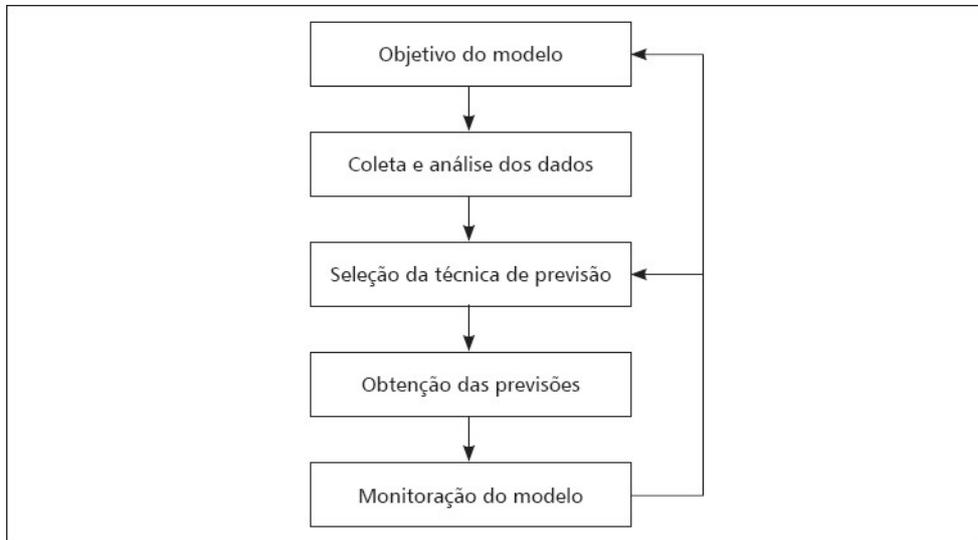
Figura 2 - Fatores que influenciam as séries temporais com (a) tendência, (b) sazonalidade e (c) variação aleatória.



Fonte: SLACK, N. *et al.* (2018).

Segundo Tubino (2007), um modelo de previsão de demanda pode ser dividido em cinco etapas, sendo essas apresentadas na Figura 3:

Figura 3 – Etapas de um modelo de previsão de demanda



Fonte: TUBINO (2007).

A primeira etapa consiste na definição da razão pela qual há necessidade de realizar previsões. Que produto ou família de produto será prevista, qual grau de acuracidade e detalhe será realizada a previsão. A seguir, ainda de acordo com Tubino (2007), é feita a coleta e análise dos dados históricos do item em questão, para que seja possível identificar a técnica de previsão que melhor se adaptará ao estudo em questão.

Tubino (2007) ainda destaca itens importantes a serem observados, sendo eles:

A) Quanto maiores os dados históricos, maior tendência à confiabilidade tem a previsão;

B) Dados devem ser selecionados de modo a caracterizar a demanda da empresa, que nem sempre é igual às vendas passadas, pois podem haver faltas de produtos, atrasando entregas ou deixando de atendê-las;

C) Variações extraordinárias da demanda, como por exemplo decorrentes de promoções, devem ser analisadas e substituídas por valores mais prováveis, compatíveis com o comportamento normal da demanda;

D) O tamanho do período de consolidação dos dados (semanal, mensal, anual, etc) tem influência direta na escolha do método de previsão adequado.

A terceira etapa compreende a decisão da técnica de previsão que seja mais adequada ao caso estudado. Essa técnica pode ser do tipo qualitativa ou quantitativa, cada uma delas tendo seu próprio campo de ação e aplicabilidade. Não existe uma técnica que seja adequada a todas as situações.

De acordo com Tubino (2007), a escolha passa por fatores como custo e acuracidade, visto que técnicas mais precisas normalmente são mais custosas em sua elaboração, seja pelo tempo que demandam ou pela ferramenta a ser empregada. Ainda são definidos outros fatores que devem ser observados na escolha da técnica de previsão:

- Disponibilidade de dados históricos;
- Experiência já obtida com aplicação de determinada técnica;
- Disponibilidade de tempo para a coleta, análise e preparação dos dados e previsão;
- Período de planejamento para qual se necessita da previsão.

A quarta etapa do processo tem como objetivo a obtenção das projeções futuras da demanda. A próxima e última etapa consiste na análise das previsões, verificando a extensão do erro entre a demanda real e a prevista, com o objetivo de verificar se a técnica empregada é válida. Caso negativo, pode ser necessária uma nova elaboração desde a primeira etapa, selecionando uma nova técnica de previsão.

2.3 Métodos de Previsão Qualitativos

Tubino (2007) define que os métodos de previsão qualitativos estão baseados na opinião e julgamento de especialistas nos produtos e nos mercados onde atuam esses produtos. São mais rápidos de se preparar do que os quantitativos, e por tanto são empregados quando o fator tempo é uma peça chave. O autor ainda destaca a importância deste método quando não há dados históricos, tal como a introdução de um novo produto ao mercado, ou então quando há instabilidade econômica/política tornando os dados passados obsoletos.

Deste modo, Moreira (2000, *apud* ROSSETO *et al.*, 2011) complementa que as técnicas qualitativas não se apóiam em nenhum modelo específico, embora possam ser conduzidas de maneira sistemática.

Rosseto *et al.* (2011) ressalta que o uso eficiente e eficaz de técnicas qualitativas supera as opiniões subjetivas aplicadas aos métodos quantitativos, e para tanto apresenta algumas das técnicas qualitativas, sendo elas:

- Consenso de Executivos;
- Técnica Delphi;
- Opinião da força de vendas;
- Pesquisas de mercado;
- Analogia histórica;
- Análise de cenários.

Ainda de acordo com os autores supracitados, a utilização de uma única técnica de previsão de demanda pode não ser suficiente para incorporar todo o conhecimento necessário, sendo o ideal realizar uma combinação de previsões, onde se utiliza mais de uma técnica ao mesmo tempo.

2.3.1 Consenso de Executivos

Como já sugerido pelo próprio nome, esta técnica realiza as previsões com base na opinião dos executivos da empresa, relacionado ao fato de que devido às suas ocupações, eles devem conhecer bem as atividades desenvolvidas em seus setores e portanto a troca de opiniões entre eles permite a visão sistêmica de todo o processo (ROSSETO *et al.*, 2011).

Para Lopes (2002), a vantagem desse método consiste no fato de que os executivos detêm elevado nível de conhecimento do contexto empresarial, além de possuírem visão crítica em relação ao cenário no qual a organização está inserida. As desvantagens, apontadas pelo autor, estão no fato de que este método está fundamentado em critérios pessoais não padronizados, bem como podem ser gerados graves problemas quanto vários executivos envolvidos não compartilham opiniões semelhantes.

Peinado e Graeml (2007) apontam que a opinião dos executivos muitas vezes é confundida com uma análise informal da média móvel das vendas e ajustada pela opinião dos envolvidos, sendo esta a metodologia mais adotada pelas pequenas e médias organizações brasileiras.

2.3.2 Método Delphi

A essência do método Delphi está pautada na expressão de opinião de um grupo de especialistas, mas diferentemente do método de consenso de executivos, a pesquisa é realizada em sigilo. Questionários são elaborados e então repassados a estes especialistas, os quais respondem e retornam esse documento para análise estatística das respostas. Os resultados obtidos são novamente distribuídos ao grupo e as rodadas se repetem até que se obtenha o grau de convergência desejado (PEINADO, GRAELM, 2007).

As vantagens destacada por Rosseto *et al.* (2011) está no fato de obter dados sem que haja interferências por conta de hierarquia das pessoas dentro da organização.

De acordo com Fernandes *et al.* (2011), algumas das desvantagens e restrições consistem na possibilidade de se forçar o consenso indevidamente, a dificuldade de criar um questionário sem ambigüidades, o tempo despendido e os custos de elaboração.

2.3.3 Opinião das Forças de Vendas

A experiência é um fator chave no processo de previsão, e portanto destaca-se neste método a opinião justamente de quem está diretamente ligado às vendas da empresa.

A previsão é obtida com auxílio de toda a equipe de vendas (Gerentes e supervisores de venda, representantes comerciais, vendedores, etc), os quais realizam estimativas de vendas de forma individual e posteriormente a combinação dessas opiniões forma uma única previsão (ROSSETO *et al.* 2011).

Para Mentzer e Bienstock (1998, *apud* LOPES, 2002), uma vantagem deste método é a possibilidade de utilizar um indivíduo que tem conhecimento em relação aos clientes, produtos, concorrentes e maior discernimento no que se refere a tendências de vendas.

As desvantagens desse método podem ser: a subestimação da previsão como forma de se proteger de metas de venda decorrentes das previsões otimistas; a superestimação da previsão, mais recorrente no caso dos representantes comerciais, como forma de garantir que não haja falta de mercadoria (PEINADO,

GRAELM, 2007).

2.3.4 Pesquisa das Intenções dos Compradores

Um dos métodos qualitativos de previsão de vendas é a realização de uma pesquisa diretamente com o público alvo, a fim de estimar a quantidade da demanda e também quanto esses consumidores estariam dispostos a pagar por determinado produto. Para Peinado e Graelm (2007) esse estudo sistemático deve seguir determinadas regras estatísticas e possui certas limitações, haja visto que essas pesquisas referem-se a intenções de compra, o que nem sempre se concretiza no futuro.

Rosseto *et al.* (2011) complementa, destacando que esse método é excelente para o curto prazo, boa para o médio e apenas razoável para o longo prazo. Também salienta que o método pode apresentar restrições nos resultados e idéias imitativas em vez de inovadoras, pois o ponto de referência do cliente muitas vezes é limitado.

2.4 Métodos de Previsão Quantitativos

Métodos de previsão quantitativos são aqueles onde são utilizados dados históricos para construção de modelos matemáticos capazes de prever a demanda de determinado período. Tubino (2007) afirma que essa técnica pode ser subdividida em dois grandes grupos: as técnicas baseadas em séries temporais e as técnicas baseadas em correlações.

Para as técnicas baseadas em séries temporais, a modelagem leva em consideração os dados históricos do próprio produto e sua relação com o tempo. Já as técnicas baseadas em correlações, visam associar os dados históricos do produto com uma ou mais variáveis que tenham relação com o produto (TUBINO, 2007).

Para Davis *et al.* (2001, *apud* LOPES, 2002), de modo geral as análises das séries temporais devem ser utilizadas para o curto prazo. Já as previsões baseadas em correlações, devem ser utilizadas para o longo prazo.

2.4.1 Séries Temporais

Os modelos de séries temporais, tal como sugerido pelo nome, são válidos somente para produtos já existentes e que possuam dados históricos suficientes e sólidos para elaboração do modelo matemático. Em outras palavras, a técnica é mais bem sucedida quando aplicada a produtos que já chegaram a sua maturidade no ciclo de vida e que possuam padrão de consumo sem grandes variações.

Para Peinado e Graelm (2007) as séries temporais podem apresentar quatro características. São elas:

- Nível: O nível da demanda refere-se a um patamar do volume de vendas das demandas passadas, desconsiderando variações de sazonalidade e variações aleatórias;

- Tendência: Os dados históricos podem apresentar uma tendência crescente, estabilizada ou decrescente, podendo ainda ser classificada como linear ou não linear. Esses dados são oriundos do longo prazo;

- Sazonalidade: Situação onde a demanda apresenta um padrão de variação ao longo do tempo, podendo este ser interpretado e previsto, por seguirem um padrão repetitivo. Pode estar ligado a influência de alterações climáticas ou férias escolares, por exemplo.

- Aleatoriedade: variações de demanda que ocorrem devido a fatores excepcionais, tais como catástrofes ou greves, e que portanto não podem ser previstos.

Ainda de acordo com Peinado e Graelm (2007) métodos que utilizam apenas dados de desempenho passado devem ser combinados com outros métodos de previsão, pois o futuro é incerto e mutável.

2.4.1 Médias Móveis

Nesta seção são apresentados os métodos relativos às médias móveis, apresentando suas características, vantagens, desvantagens e as equações necessárias para a obtenção da previsão de demanda para cada tipo de média móvel.

2.4.1.1 Média Móvel Simples (MMS)

A média móvel simples é o método mais elementar dentre os métodos quantitativos e deve ser aplicado apenas para previsões de curto prazo e sem sazonalidade (FERNANDES *et al.*, 2011). Para tal cálculo são usados dados de um determinado número de períodos, preferencialmente os mais recentes, para então gerar sua previsão. A cada novo período de previsão calculado se substitui o dado mais antigo pelo mais recente, e assim sucessivamente (TUBINO, 2007). A média móvel é determinada a partir da Equação 1.

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

Onde:

Mm_n = média móvel de n períodos

D_i = demanda ocorrida no período i

n = número de períodos

i = índice do período ($i = 1, 2, 3, \dots$)

Peinado e Graelm (2007) ressaltam a importância de observar que, quanto maior o valor de n , maior será a influência das demandas mais antigas sobre a previsão. Desta forma, torna-se comum a aplicação do cálculo da média móvel simples usando apenas os últimos três períodos.

A vantagem do uso do método da média móvel está em sua simplicidade operacional e facilidade de entendimento, mas tem sua limitação na necessidade de armazenar um grande volume de dados. Outro fator a ser considerado é que ela fornece apenas a previsão para o período imediatamente posterior, sendo que para os períodos futuros não é possível ter uma estimativa (TUBINO, 2007).

Chase (2013) complementa, salientando que em casos onde a variação da demanda for repentina, a média móvel simples é incapaz de alcançar o nível de mudança ideal dentro de um período de tempo razoável.

2.4.1.2 Média Móvel Ponderada (MMP)

Para Davis *et al.* (1999, *apud* LOPES, 2002), a média móvel ponderada é uma variante da média móvel simples, pois baseia-se em um número de n valores reais que são retirados dos dados históricos da demanda, tendo sua diferenciação em consequência dos pesos que os valores recebem. Neste sentido, Peinado e Graelm (2007) destacam que na média móvel ponderada, os últimos valores da demanda recebem um peso maior, o penúltimo um peso menor e assim sucessivamente até o último período da amostra utilizado. Ainda de acordo com os autores, o cálculo utilizado na MMP é obtido por meio da Equação 2:

$$P_j = (D_1PE_1) + (D_2PE_2) + (D_3PE_3) + \dots + (D_nPE_n) \quad (2)$$

Onde:

P_j = previsão para o período j

PE_i = peso atribuído ao período i

D_i = demanda do período i

n = número de períodos

i = índice do período ($i = 1, 2, 3, \dots$)

Peinado e Graelm (2007) ainda sugerem a utilização dos pesos de forma que sua soma seja igual a um, para que não seja necessária uma etapa extra ao final, que é a divisão do resultado pelos pesos adotados.

De acordo com Moreira (2011, *apud* MARUJO, 2017) a vantagem obtida na utilização do método de média móvel ponderada é a possível observação de certa tendência referente aos dados da demanda. Já sua desvantagem é que se utilizado um grande número de períodos, a previsão responderá mais lentamente às possíveis variações que a demanda possa sofrer.

2.4.2 Suavização Exponencial Simples

O método de suavização exponencial simples é uma variação da média móvel ponderada e é considerado o método mais adequado para a realização de previsões

de estoque de acordo com Pellegrini e Pogliatto (2001, *apud* URIO, 2013). O motivo pelo qual se faz essa consideração é devido a dois princípios básicos: baixo custo operacional e resultados de previsões de demanda confiáveis (LEWIS, 1997 *apud* LEMOS, 2002).

Para tal, o método usa de cálculos onde o peso de ponderação é elevado exponencialmente à medida que o período se torna mais recente. A Equação 3 representa a expressão definida por Peinado e Graelm (2007):

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

Onde:

P_j = previsão para o período j

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

α = constante de suavização ($0 \leq \alpha \leq 1$)

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

Ainda de acordo com Peinado e Graelm (2007) o valor da constante de suavização (α) deve variar entre zero e um. Se o valor de α se aproximar de um, menor será a influência da demanda real do último período na previsão de demanda. A parte da equação representada por $(1 - \alpha)$ refere-se à taxa exponencial com que vai cair a influência dos dados históricos de demanda.

2.5 Previsões Baseadas em Métodos Causais

Os modelos de métodos causais utilizam técnicas com o objetivo de relacionar fatores entre um conjunto de variáveis e o impacto que uma variável exerce sobre a outra. Os modelos de regressão simples são utilizados para alcançar o melhor ajuste entre duas variáveis (SLACK *et al.*, 2018).

2.5.1 Regressão Linear Simples

O modelo de previsão de demanda por regressão linear simples, também conhecido como método dos mínimos quadrados, pode ser aplicado a séries temporais de demanda que apresentem tendência, mas não apresentem

sazonalidade. Como exemplo, essas demandas podem ser representadas por produtos que no seu ciclo de vida encontrem-se na fase de crescimento (tendência crescente) ou em fase de declínio (tendência decrescente) (PEINADO, GRAELM, 2007).

De acordo com Medeiros *et al.* (2009) o método tem por objetivo determinar a equação da reta que mais se aproxima dos valores da demanda passada, e o faz minimizando os desvios quadrados dos dados reais. Com a equação da reta formulada, a projeção é extrapolada e assim projetadas as demandas futuras.

Segundo Peinado e Graelm (2007) a equação da demanda pelo método da regressão linear simples é obtida por meio da Equação 4:

$$D_i = a + b * P_i \quad (4)$$

onde:

D_i = demanda no período i

a = coeficiente de nível da demanda

b = coeficiente de tendência da demanda

P_i = período i

Os autores ainda descrevem que os coeficientes a e b da equação da demanda são calculados por meio das Equações 5 e 6 respectivamente:

$$a = \bar{D} - b * \bar{P} \quad (5)$$

$$b = \frac{(\sum_{i=1}^n D_i * P_i) - n * \bar{D} * \bar{P}}{(\sum_{i=1}^n P_i^2) - n * (\bar{P})^2} \quad (6)$$

Onde:

a = coeficiente de nível da demanda

D = demanda média dos n períodos

b = coeficiente da tendência da demanda

D_i = demanda no período i

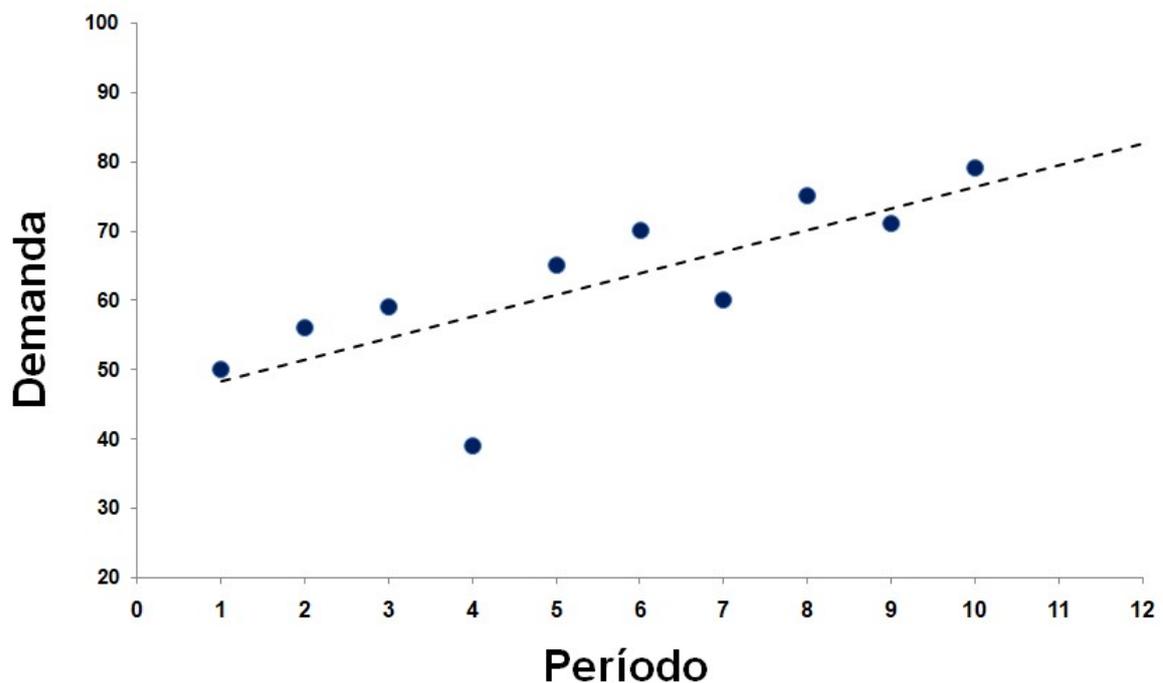
P_i = período i

n = número de períodos considerados

P = média dos períodos considerados

Numa representação gráfica torna-se mais clara a reta obtida após a utilização da equação dos mínimos quadrados, como pode ser visualizado na Figura 4.

Figura 4 - Exemplo da representação da reta calculada em função das demandas ocorridas em cada período



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

2.6 Erros de Previsão

Assim como o futuro não é exatamente um espelho do que ocorreu no passado, a previsão de demanda futura tem tendência a apresentar algum nível de erro. Porém, é possível comparar o erro existente no modelo de previsão e a demanda passada realmente ocorrida. De acordo com Peinado e Graelm (2007), com a avaliação deste erro é estatisticamente possível prever o erro esperado do modelo em questão. Quando encontrado um bom método de previsão, este irá

apresentar um erro estatístico de acordo com a aleatoriedade da demanda, permitindo noção da dimensão desta variabilidade.

Ballou (2018, p.252) complementa, afirmando que o erro de previsão “trata-se daquilo que é corretamente manifestado em estatística como um desvio padrão, uma variância ou um desvio médio absoluto (DMA)”.

2.6.1 Erro de previsão simples

O erro de previsão simples é a diferença entre a demanda real e a demanda prevista. De acordo com Ballou (2018) é calculado conforme a Equação 7:

$$\text{Erro simples} = \text{Demanda real} - \text{Demanda prevista} \quad (7)$$

2.6.2 Erro de previsão absoluto

De acordo com Peinado e Graelm (2017), o erro de previsão absoluto é dado pelo módulo do erro simples, conforme expresso na Equação 8:

$$\text{Erro absoluto} = | \text{Erro simples} | \quad (8)$$

2.6.3 Desvio médio absoluto (DMA)

Chase *et al.* (2009) definem o desvio médio absoluto como sendo o erro médio das previsões, usando valores absolutos para a sua determinação. Os autores destacam que sua aplicação se dá principalmente pela sua simplicidade de cálculo, e que assim como o desvio padrão, o DMA mede a dispersão de um valor observado em relação a um valor esperado.

Peinado e Graelm (2017) determinam que o cálculo do DMA é obtido por meio da Equação 9:

$$DMA_n = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n EA_i \quad (9)$$

Onde:

DMA_n = desvio médio absoluto do período n

EA_i = erro absoluto cometido no período i

2.6.4 Erro de viés

O erro de viés (TS), também descrito na língua inglesa como *tracking signal*, ocorre quando as variações da demanda são comparadas com as previsões e apresentam comportamento estatisticamente não aleatório, ou seja, as diferenças aparecem tendenciosamente para cima ou para baixo, indicando que a previsão pode estar otimista ou pessimista demais (CORRÊA, CORRÊA, 2007).

Peinado e Graelm (2007) descrevem que o erro de viés é calculado conforme Equação 10:

$$TS_n = \frac{\sum_{i=1}^n E_i}{DMA_n} \quad (10)$$

Onde:

TS_n = tendência de viés do período n

DMA_n = desvio médio absoluto do período n

E_i = erro simples de previsão do período i

De acordo com Corrêa e Corrêa (2007) os valores de TS encontrados devem estar entre -4 e +4, caso contrário há indicativo de que existe erro de viés e que, portanto, o modelo de previsão deve estar gerando distorções nos valores previstos. Valores positivos indicam que a demanda é maior que a previsão e valores negativos expressam o sentido inverso, onde a demanda é menor que a prevista. Complementam Peinado e Graelm (2007) que uma melhor visualização destes erros pode ser obtida a partir da elaboração de um gráfico.

2.7 Estoques e seu gerenciamento

Estoque, de acordo com Slack *et al.* (2018), é o termo utilizado para descrever o acúmulo de materiais, recursos, informações e clientes. A maneira de

gerenciar esse acúmulo é denominada “gestão de estoque” e tem importância crucial para a organização, pois a sua redução pode permitir uma folga maior no capital de giro da empresa, mas por outro lado, a redução extrema pode acarretar falhas no atendimento dos pedidos de clientes.

Segundo Vago *et al.* (2013), as etapas básicas para controle de estoque são:

- Estabelecer o que se deve ter em estoque;
- Determinar quando e o quanto comprar;
- Informar ao setor de compras a intenção da aquisição;
- Receber, armazenar e controlar os materiais em estoque;
- Identificar itens obsoletos ou danificados e remove-los do estoque.

Um dos principais fatores a ser considerado dentro da concepção do gerenciamento é a determinação de um estoque mínimo, também conhecido como estoque de segurança. Sua aplicação consiste em definir uma quantidade mínima necessária de estoque para que se consiga proporcionar o nível de atendimento exigido, ou seja, o estoque adicional visa absorver flutuações de demanda e variações no sistema de reposição sem comprometer o atendimento ao consumidor (FACCHINI *et al.* 2019).

2.8 Curva ABC

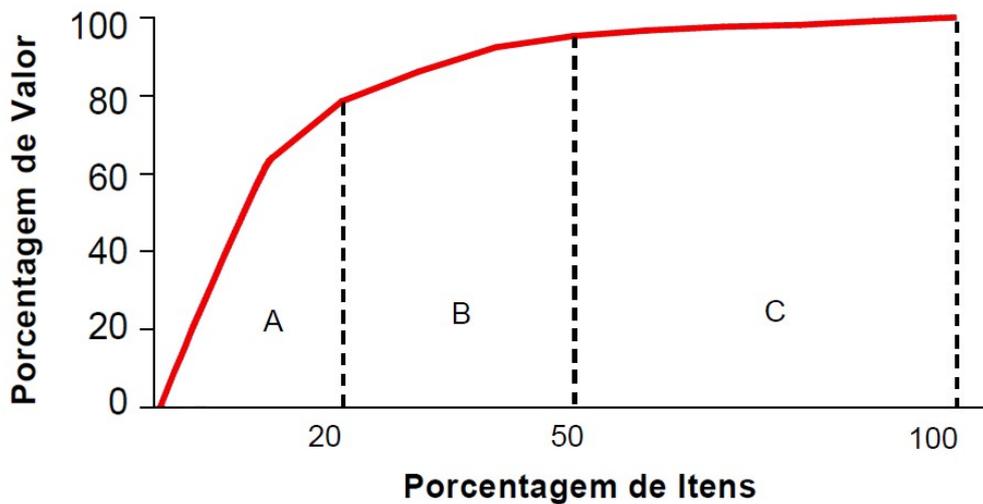
É comum que em locais onde existam diversos itens em estoque alguns deles possuam maior taxa de movimentação devido à maior procura e, portanto, a falta deles pode ocasionar uma redução nas vendas, com conseqüências em lucratividade para a empresa e desapontamento dos consumidores. Levando este fato em consideração, pode-se adotar uma estratégia de gerenciamento dos itens em estoque com base na classificação ABC, também conhecida como curva ABC (SLACK *et al.*, 2018).

Essa classificação consiste em atribuir uma importância relativa a um item em estoque, sendo mais comumente utilizada ao relacionar o valor financeiro que determinado item representa em relação ao custo do capital do estoque, e as disposições desses itens é feita por meio de diferentes categorias (PEINADO, GRAELM, 2007). Os autores ainda ressaltam que o número de categorias não é fixo e pode variar a depender da organização em que forem aplicadas, sendo normalmente utilizadas três categorias.

De acordo com Vago *et al.* (2013), a definição do percentual de cada categoria não tem uma razão exata, mas de maneira geral pode ser definida como: (a) Classe A – Itens de maior importância, representando 20% do total dos itens; (b) Classe B – Itens de importância moderada, compreendendo 30% dos itens; (c) Classe C – Itens de menor importância, composta pelos 50% restantes.

Uma representação da curva ABC pode ser visualizada na Figura 5:

Figura 5 – Curva ABC típica



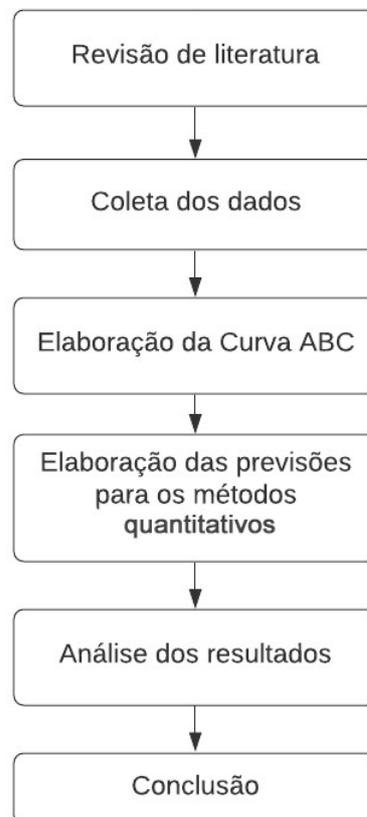
Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Desta forma, os gestores podem avaliar o tratamento que cada item deve receber, seja em relação a sua quantidade ou a sua representatividade financeira, de forma a otimizar a classificação dos itens que compõe o estoque da organização. Para tal, é necessário que haja investimento em sistemas de informação e processamento de dados para auxiliar as tomadas de decisão a partir da curva ABC (VAGO *et al.*, 2013).

3 METODOLOGIA

Nesta seção são explicados os detalhes referentes ao método adotado na elaboração do presente trabalho. A Figura 6 demonstra com auxílio de um fluxograma as principais etapas realizadas, desde o início até a conclusão obtida.

Figura 6 – Fluxograma da metodologia adotada no trabalho



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

3.1 Classificação da pesquisa

Seguindo os conceitos relativos à metodologia científica definidos por Marconi e Lakatos (2012), o trabalho em questão, do ponto de vista de sua natureza, é uma pesquisa aplicada, pois tem finalidade de promover conhecimento sobre o assunto e sua posterior aplicação prática na empresa determinada. Tem objetivo exploratório, de forma a definir o melhor método de previsão de demanda a uma loja de

autopeças, com abordagem quantitativa e método dedutivo. Possui delineamento de um estudo de caso sobre a empresa em questão, sendo que os procedimentos técnicos utilizados foram a pesquisa bibliográfica e pesquisa documental.

3.2 Coleta de dados

A coleta dos dados necessários para a realização do trabalho foi obtida por meio do *software* de gerenciamento de estoque da empresa. O período dos dados coletados foi de 01/01/2017 até 30/12/2020.

Porém, para a realização das previsões de demanda optou-se por desconsiderar os dados após Março de 2020 devido à pandemia do Covid-19, que resultou no fechamento total do comércio por vários dias e também afetou a forma de consumo da população. Por se tratar de uma anormalidade, os dados após essa data, se inseridos nos cálculos, gerariam um resultado disforme do padrão encontrado em períodos pré-pandemia.

A empresa conta atualmente com 20420 itens cadastrados em seu sistema de gerenciamento. O método de seleção dos produtos para estudo se deu por meio da Curva ABC, a qual foi gerada a partir do próprio *software* de gestão, selecionando itens que pertencem à classe A, representando 80% do valor total do estoque.

Devido à diversidade de produtos comercializados, entre os produtos listados na classe A, foram selecionados dez itens de diferentes linhas, para que os resultados fossem homogêneos e alinhados com a realidade encontrada no dia-a-dia da empresa.

3.3 Procedimentos metodológicos

Inicialmente os dados históricos coletados foram inseridos em um *software* de planilhas, criando uma pasta de trabalho para cada item. Dentro de cada pasta foram criadas abas para os cálculos de cada método de previsão de demanda de forma individual.

Todas as tabelas criadas contêm colunas referentes aos dados da demanda real, previsão, erro simples, erro absoluto, desvio médio absoluto (DMA), erro de viés (TS). A utilização do *software* ainda permite a elaboração de gráficos comparativos entre a demanda ocorrida e a demanda futura projetada, facilitando a

visualização do resultado obtido.

3.3.1 Cálculo da média móvel simples

Os cálculos da previsão de demanda por meio da média móvel simples foram realizados com dois números de períodos distintos, sendo eles de três e seis meses. A utilização de diferentes períodos permite que seja feita a previsão baseando-se no curto e no médio prazo, respectivamente, para posterior avaliação de qual período apresenta a melhor previsão para o caso em questão.

3.3.2 Cálculo da média móvel ponderada

O cálculo das previsões por meio da média móvel ponderada se deu por meio de pesos adotados para os últimos três períodos, assim sendo, a primeira previsão ocorre somente a partir do quarto período.

Os fatores de ponderação foram calculados com auxílio da ferramenta *Solver*, disponível no próprio *software*. A restrição utilizada foi de que os períodos mais recentes tivessem maior influência sobre a previsão futura, ou seja, o peso do último período possui maior valor do que o do segundo período, e este por sua vez maior do que o terceiro período. Os fatores foram otimizados de forma a minimizar o valor do desvio médio absoluto, ou seja, tornando o modelo mais próximo possível do ideal para cada item estudado.

3.3.3 Cálculo da média móvel com suavização exponencial simples

No cálculo das previsões utilizando o método da média móvel com suavização exponencial simples, da mesma forma como os anteriores, foram levados em consideração os últimos três períodos para o cálculo da previsão.

O fator de ponderação Alfa foi calculado com auxílio da ferramenta *Solver*, disponível no próprio *software*. Desta forma a utilização desta ferramenta visa estabelecer o melhor valor de Alfa, com o propósito de obter o menor valor de desvio médio absoluto possível e tornar o modelo mais próximo do ideal.

3.3.4 Cálculo da regressão linear simples

O cálculo das previsões por meio da regressão linear simples foi realizado com base nos coeficientes A e B, onde o primeiro representa o nível e o segundo a tendência. Os coeficientes foram determinados por meio da ferramenta de Análise de Dados e Regressão, disponível no próprio *software*. Os valores dos coeficientes obtidos foram então agregados aos cálculos das previsões propriamente ditas.

3.4 Seleção do melhor método de previsão

A determinação do melhor método quantitativo é feita com a análise de dados retirados das tabelas acima mencionadas, comparando os seguintes dados de cada item: Desvio Médio Absoluto (DMA) e Erro de Viés. O método de previsão ideal será aquele que apresentar o menor DMA e Erro de Viés com valores entre -4 e +4.

3.5 Extensão Universitária

A Extensão Universitária pode ser entendida como uma possibilidade de aproximação entre a Instituição de Ensino e a sociedade, de forma que os conhecimentos produzidos na dentro da sala de aula possam chegar até a comunidade local, colaborando para a transformação social.

Para tal, o IFSC ao ofertar cursos de graduação tecnológica possui potencial para realizar atividades de extensão junto à comunidade externa, e promover a socialização dos conhecimentos produzidos.

Sendo assim, este estudo se trata de um trabalho com características de extensão universitária, por ter o protagonismo discente e a interação do meio acadêmico com a sociedade.

Desta forma, constitui-se a importância da extensão para com este presente trabalho, onde o conhecimento adquirido a cerca das definições de estoque e as características inerentes à previsão de demanda durante o curso de Engenharia de Produção vem de encontro às necessidades da empresa a qual está sendo feita a realização do trabalho.

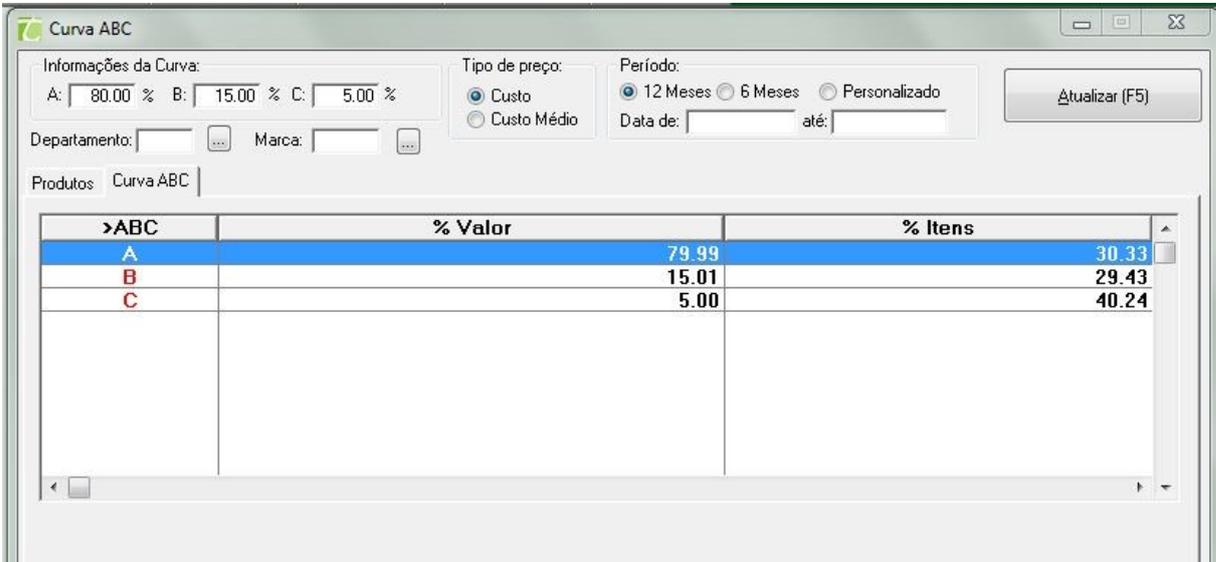
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesta seção foram feitas as análises referentes à curva ABC realizada, aos métodos de previsão escolhidos e a comparação dos erros de previsão obtidos, conforme a metodologia definida na seção anterior.

4.1 Análise da curva ABC

A determinação da amostra para posterior estudo dos métodos de previsão foi obtida por meio da elaboração da curva ABC, sendo esta gerada com auxílio do *software* de gestão da empresa, seguindo os seguintes parâmetros: Classe A – 80%, Classe B – 15%, Classe C – 5%, sendo a porcentagem correspondente ao valor total do estoque. A distribuição obtida para os itens que compõem o estoque foi de 30,33% para a Classe A, 29,43% para a Classe B e os 40,24% restantes para a Classe C, conforme pode ser visualizado na Figura 7:

Figura 7 - Curva ABC gerada pelo *software*



>ABC	% Valor	% Itens
A	79.99	30.33
B	15.01	29.43
C	5.00	40.24

Fonte - Extraído do *software* gerencial e compilado pelo autor (2021).

Dentre as entidades pertencentes a Classe A, foram extraídos dez itens que representam diferentes linhas de produtos, sendo estes descritos na Tabela 1:

Tabela 1 - Itens a serem estudados após seleção.

Item	Linha de Produto	Código
A1	Lâmpadas	901
A2	Ferragens	4322
A3	Palhetas	5631
A4	Parafusos	6150
A5	Ferramentas	6313
A6	Acessórios	8368
A7	Calotas	9747
A8	Equipamentos de Segurança	11991
A9	Borrachas	14328
A10	Tintas	18217

Fonte - Elaborado pelo autor, 2021.

De acordo com Facchini *et al.* (2019) a classificação ABC permite selecionar os itens mais importantes para a empresa, ou seja, os que trazem maior retorno financeiro e que portanto, devem receber maior atenção para manter o estoque em um nível adequado para que se possa atender a demanda exigida pelos clientes. Como a oferta de itens em uma loja de autopeças possui grande diversidade em termos de linha de produtos, optou-se por escolher o item mais representativo de cada linha dentro da Classe A.

A Figura 8 apresenta os itens selecionados, sendo eles: a) Lâmpada H4; b) Maçaneta de porta; c) Palheta 18 polegadas; d) Porca de roda; e) Macaco sanfona; f) Capa automotiva; g) Calota aro 13; h) Faixa refletiva; i) Galão acabamento; j) Tinta spray preta.

Figura 8 - Produtos analisados.



Fonte - Elaborado pelo autor (2021).

4.2 Análise dos resultados individuais

Nesta seção foram analisados os métodos quantitativos de previsão de demanda previamente selecionados e que foram aplicados nos dez itens extraídos por meio da curva ABC.

O período de análise compreende dados das vendas da data de 01/01/2017 até 29/02/2020, com intervalo mensal. As observações foram feitas item a item, destacando o desvio médio absoluto e o erro de viés encontrado, bem como realizada a análise gráfica entre a demanda real e a demanda prevista pelo método com menor valor DMA.

A representação dos métodos se dá nesta seção por meio das seguintes denominações:

- MMS (3): Média móvel simples com três períodos;
- MMS (6): Média móvel simples com seis períodos;
- MMP: Média móvel ponderada;
- ExpS: Suavização exponencial simples;
- RegL: Regressão linear.

A utilização do método da média móvel simples com dois períodos distintos tem por objetivo testar qual está mais ajustado à demanda do item. De acordo com Chase (2013), períodos menores proporcionam melhor resposta a oscilações de demanda, enquanto que períodos maiores tendem a suavizar as previsões. O autor ainda complementa, afirmando que a escolha correta de períodos é um fator chave no sucesso da aplicação da média móvel simples, e que deve ser analisada caso a caso. Baseado no fato de que a demanda real dos itens analisados apresentaram flutuações, foram utilizados períodos considerados pequenos (3 e 6 meses, respectivamente) neste estudo.

O erro de viés considerado ideal é o definido na literatura por Corrêa e Corrêa (2007), sendo que o resultado encontrado deve estar dentro da faixa de -4 até +4. Valores diferentes destes indicam que o método empregado não está gerando resultados confiáveis, e que, portanto deve ser revisto.

Os gráficos elaborados para cada item são referentes ao método que apresentou o menor valor DMA, mesmo que este não tenha obtido valores ideais de erro de viés anteriormente estabelecidos.

4.2.1 Item A1

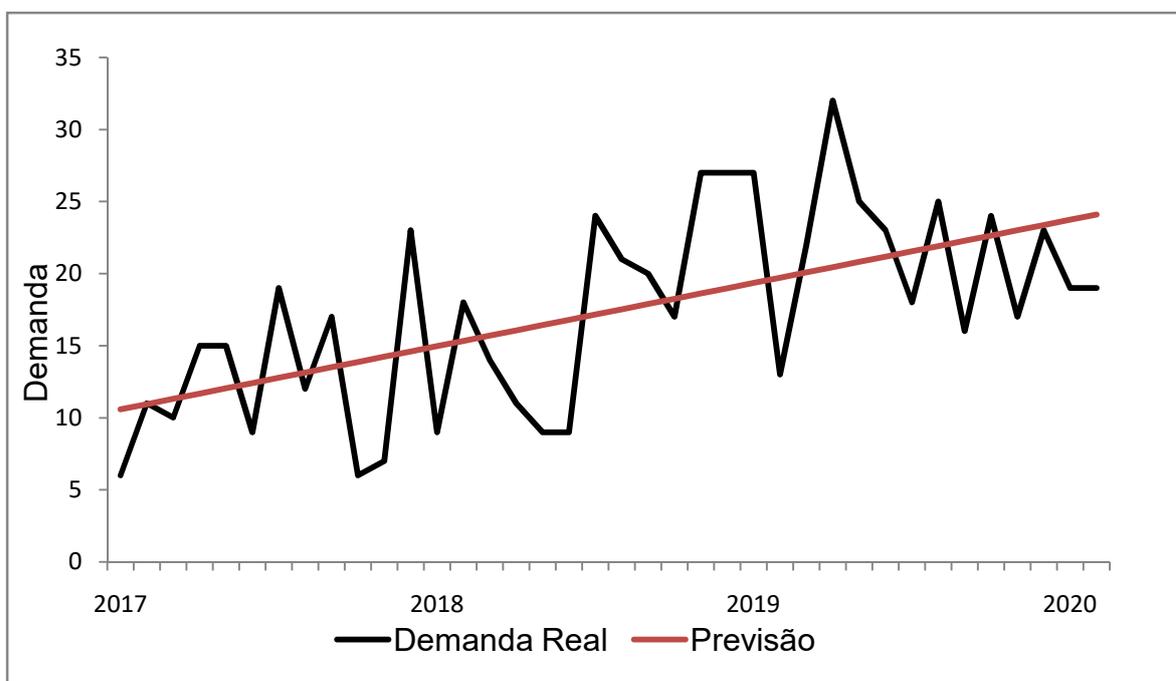
Para o item A1, pertencente à linha de produtos “Lâmpadas”, os resultados dos desvios médios absolutos e os erros de viés obtidos podem ser visualizados na Tabela 2. O menor desvio médio absoluto obtido para este item foi por meio do método da regressão linear, atingindo o valor de DMA = 4,610. Os valores de erro de viés encontrados estão dentro da faixa de valores considerada ideal pela literatura, que é de -4 até +4. Está representada na Figura 9 a demanda real ocorrida no período e a melhor previsão obtida para este produto.

Tabela 2 - Erros de previsão encontrados para o item A1.

	MMS (3)	MMS (6)	MMP	ExpS	RegL
DMA	5,260	4,970	5,130	5,250	4,610
Erro de viés	Máximo	2,596	2,644	2,586	2,335
	Mínimo	-2,427	-1,702	-2,487	-2,291

Fonte - Elaborado pelo autor (2021).

Figura 9 - Gráfico comparativo da demanda real e a demanda prevista para o item A1 por meio da regressão linear.



Fonte – Elaborado pelo autor (2021).

A demanda prevista assume a mesma tendência de crescimento da demanda real, porém devido às características presentes no método, a previsão de forma linear não tem a capacidade de acompanhar as oscilações de vendas.

4.2.2 Item A2

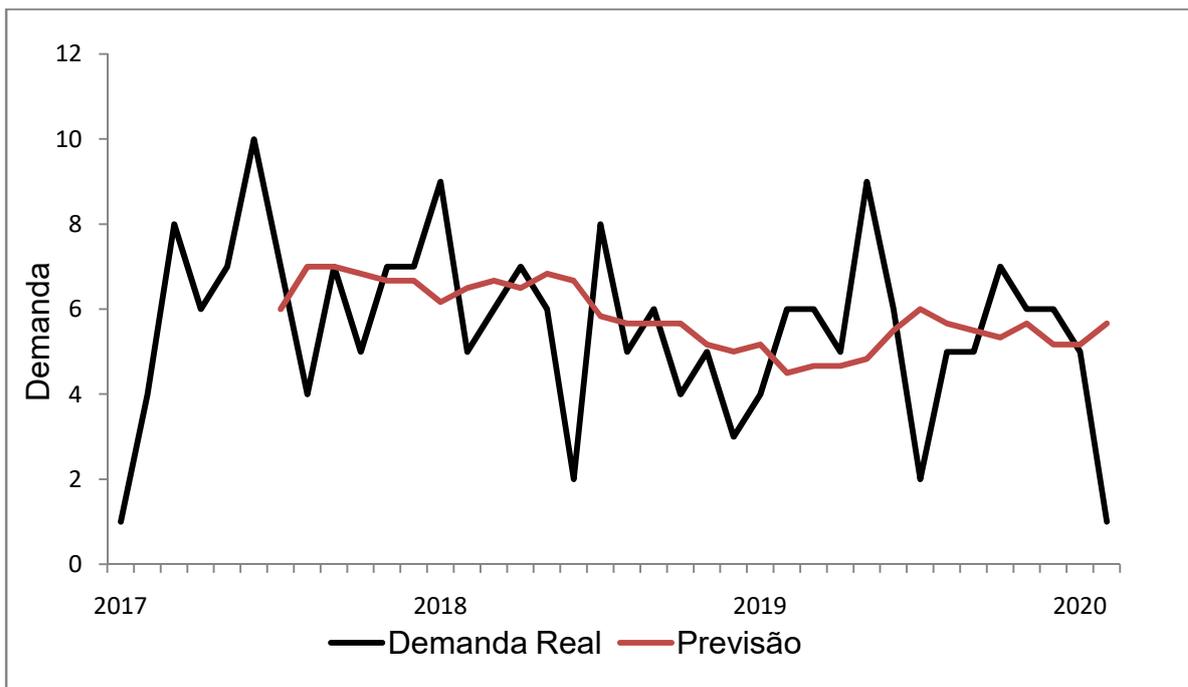
Estão representados na Tabela 3 os desvios médios absolutos e erros de viés obtidos para o item A2, pertencente à linha de produtos “Ferragens”. Para este item, o menor desvio ocorreu no método da média móvel simples com seis períodos, com o valor de DMA = 1,450. Os valores de erro de viés permaneceram dentro do ideal de acordo com a literatura, que é da faixa de -4 até +4. Apresenta-se na Figura 10 o gráfico comparativo entre demanda real e a melhor demanda prevista.

Tabela 3 - Erros de previsão encontrados para o item A2.

	MMS (3)	MMS (6)	MMP	ExpS	RegL	
DMA	1,620	1,450	1,629	1,630	1,510	
Erro de viés	Máximo	2,131	2,904	2,130	2,130	2,414
	Mínimo	-2,882	-3,223	-2,807	-2,807	-2,557

Fonte - Elaborado pelo autor (2021).

Figura 10 - Gráfico comparativo da demanda real e a demanda prevista para o item A2 por meio da média móvel com seis períodos.



Fonte - Elaborado pelo autor (2021).

A demanda prevista inicia-se após o sexto período devido à característica do método e acompanha as oscilações de forma apenas satisfatória, não conseguindo acompanhar rapidamente as mudanças nos períodos onde há queda ou crescimento abrupto de vendas.

4.2.3 Item A3

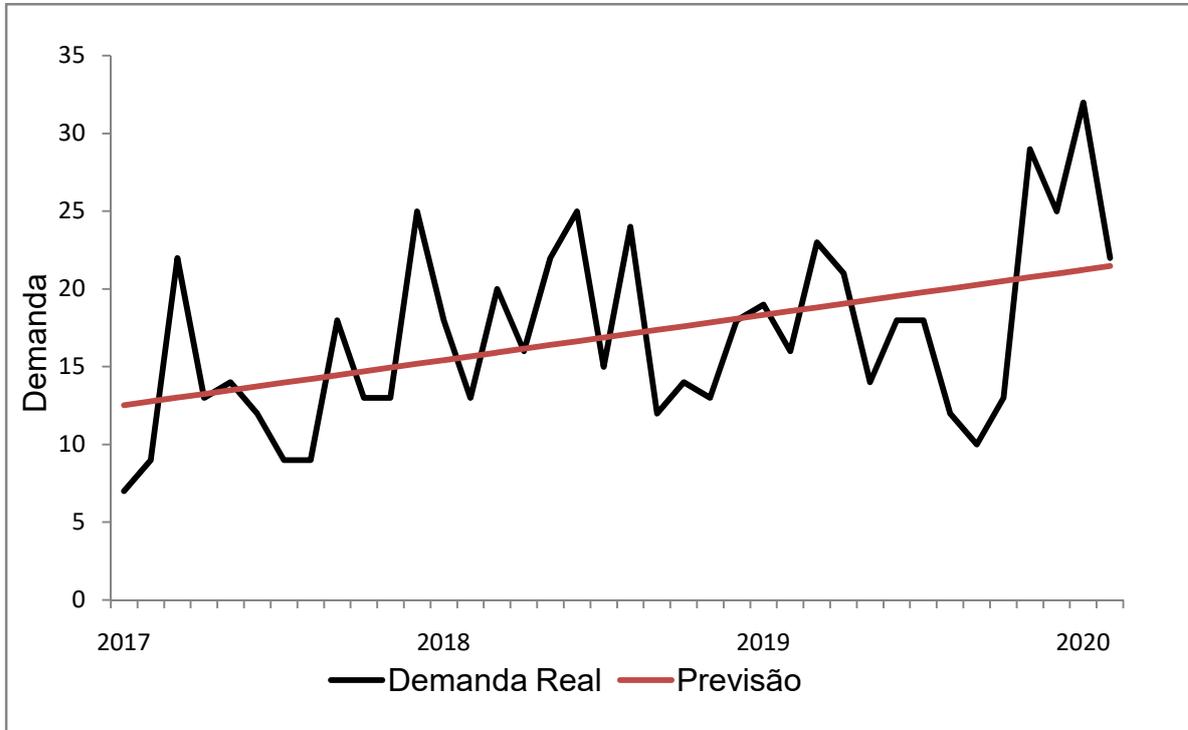
São representados na Tabela 4 desvios médios absolutos e erros de viés obtidos para o item A3, pertencente à linha de produtos “Palhetas”. Neste caso, o menor desvio encontrado foi por meio do método da regressão linear, atingindo o valor de DMA = 4,250. De acordo com a literatura os valores de erros de viés devem se situar entre -4 e +4, o que ocorreu em somente dois dos cinco métodos analisados. A Figura 11, por sua vez, contém o gráfico comparativo entre demanda real e a melhor demanda prevista.

Tabela 4 - Erros de previsão encontrados para o item A3.

	MMS (3)	MMS (6)	MMP	ExpS	RegL
DMA	4,400	4,790	4,340	4,300	4,250
Erro de viés – Máximo	4,267	3,335	4,203	4,254	2,476
Mínimo	-2,438	-1,904	-2,282	-2,432	-2,598

Fonte - Elaborado pelo autor (2021).

Figura 11 - Gráfico comparativo da demanda real e a demanda prevista para o item A3 por meio da regressão linear.



Fonte - Elaborado pelo autor (2021).

A previsão observada na Figura 11, embora acompanhe a tendência de crescimento das vendas do produto, não consegue atender satisfatoriamente as oscilações da demanda real devido sua característica linear. O erro de viés para este método é aceitável e demonstra que há um equilíbrio entre previsões superestimadas e subestimadas.

4.2.4 Item A4

Estão apresentados na Tabela 5 os resultados obtidos após a aplicação dos diferentes métodos de previsão de demanda para o item A4, pertencente à linha de produtos “Parafusos”, onde o menor desvio médio absoluto encontrado teve o valor de DMA = 13,260 e ocorreu no método da regressão linear. Segundo a literatura, valores aceitáveis de erros de viés estão entre -4 e +4, porém para todos os métodos os valores máximos ultrapassaram o valor de referência, o que indica que nenhum dos modelos apresentou comportamento ideal. Na Figura 12 esta

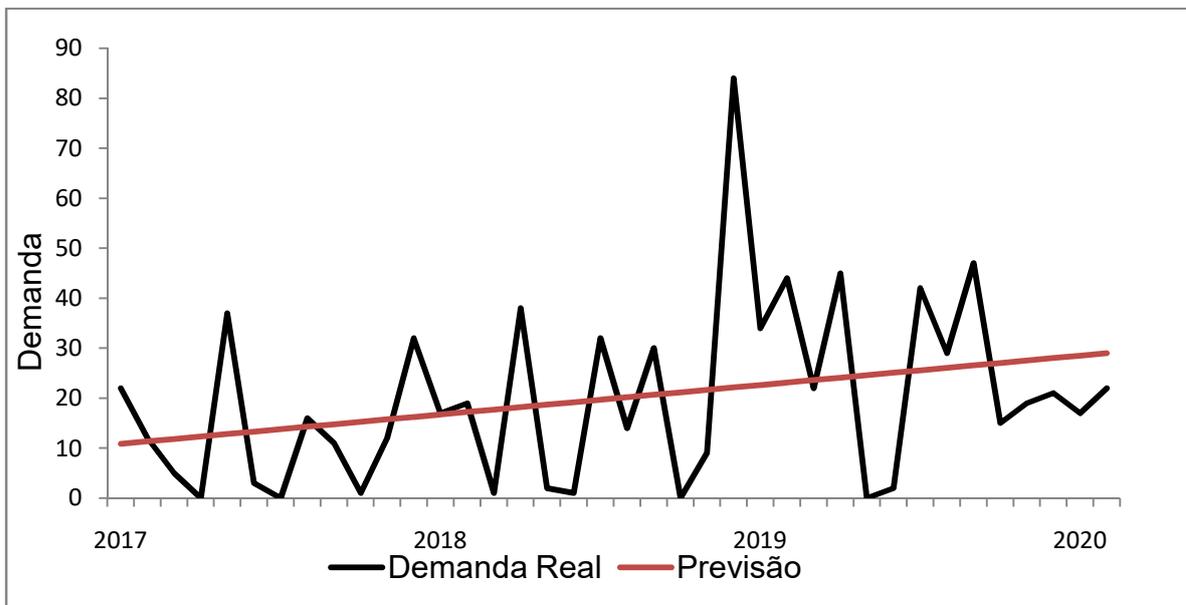
demonstrado o gráfico comparativo entre demanda real e a melhor demanda prevista.

Tabela 5 - Erros de previsão encontrados para o item A4.

		MMS (3)	MMS (6)	MMP	ExpS	RegL
	DMA	15,520	14,660	15,460	15,520	13,260
Erro de viés	Máximo	4,541	4,676	4,546	4,541	4,708
	Mínimo	-2,326	-2,581	-2,336	-2,326	-1,931

Fonte - Elaborado pelo autor (2021).

Figura 12 - Gráfico comparativo da demanda real e a demanda prevista para o item A4 por meio da regressão linear.



Fonte - Elaborado pelo autor (2021).

Em análise da Figura 12, é possível observar sensível tendência de aumento na demanda prevista ao longo do tempo, mas o método com projeção linear se mostrou ineficiente para este item já que houve várias oscilações dentro do período avaliado. Caso fosse aplicado na prática, seriam necessários ajustes por métodos qualitativos e/ou adoção de um estoque de segurança.

4.2.5 Item A5

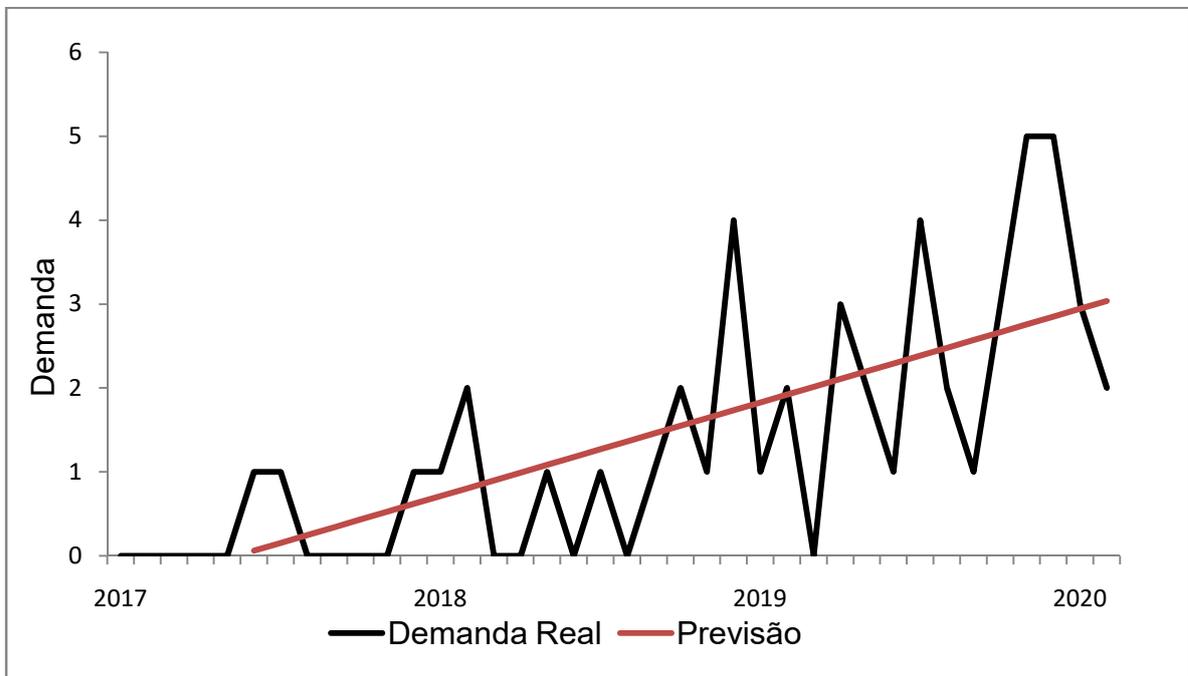
A Tabela 6 apresenta os valores dos desvios médios absolutos e erros de viés obtidos para o item A5, pertencente à linha de produtos “Ferramentas”, sendo que o menor desvio ocorreu no método da regressão linear, atingindo um valor de DMA = 0,780. Dentre os erros de viés obtidos, apenas o método da regressão linear ficou além dos valores considerados ideais pela literatura, apresentando um valor máximo de TS = 6,000, o que leva a previsões subestimadas. Na Figura 13 encontra-se o gráfico comparativo entre demanda real e a melhor demanda prevista.

Tabela 6 - Erros de previsão encontrados para o item A5.

	MMS (3)	MMS (6)	MMP	ExpS	RegL
DMA	1,000	0,950	1,010	1,010	0,780
Erro de viés					
Máximo	3,652	4,024	3,665	3,684	6,000
Mínimo	-2,947	-2,265	-2,818	-2,855	-3,253

Fonte - Elaborado pelo autor (2021).

Figura 13 - Gráfico comparativo da demanda real e a demanda prevista para o item A5 por meio da regressão linear.



Fonte - Elaborado pelo autor (2021).

A demanda prevista, representada na Figura 13, acompanha a tendência de crescimento nas vendas do item A5, porém por se tratar de uma previsão linear, não

atende satisfatoriamente elevações e decréscimos da demanda real.

4.2.6 Item A6

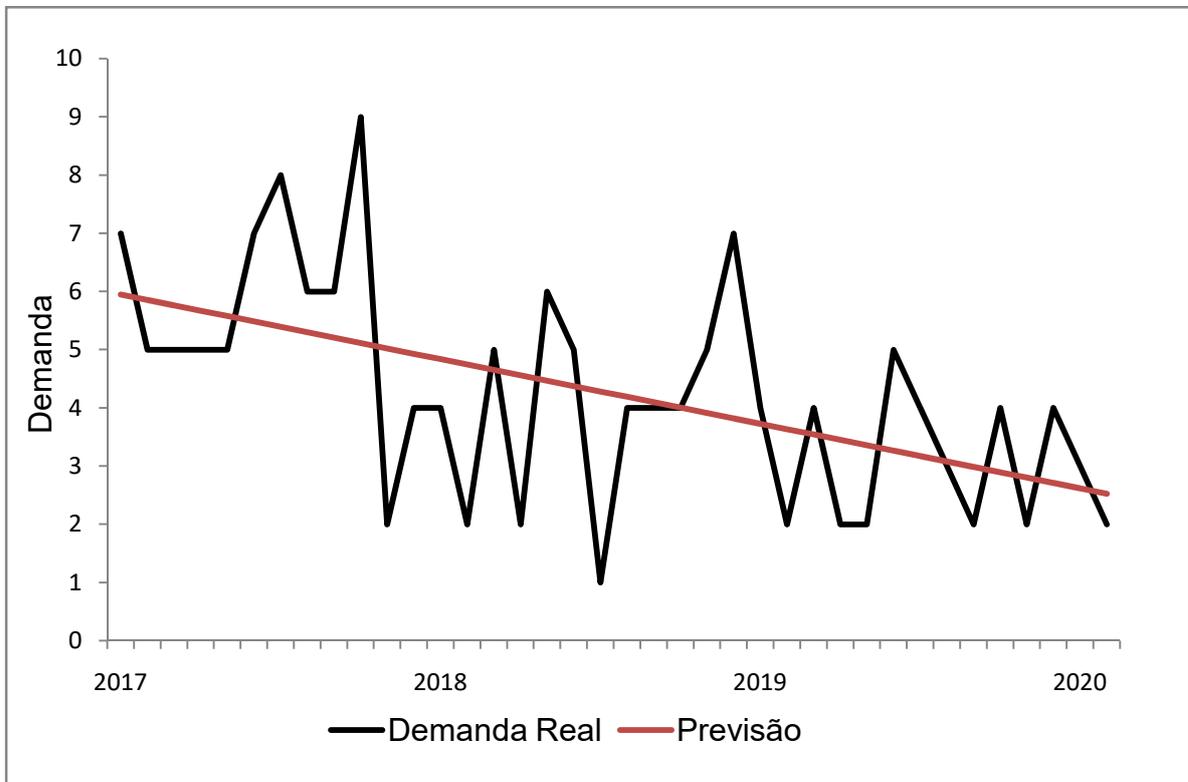
Os valores dos desvios médios absolutos e erros de viés encontrados para o item A6, que pertence à linha de produtos “Acessórios”, são exibidos na Tabela 7. O menor desvio ocorreu no método da regressão linear e tem valor DMA = 1,230. Os valores de erros de viés permaneceram dentro da faixa desejável pela literatura. O comparativo entre demanda real e a melhor demanda prevista é apresentado na Figura 14.

Tabela 7 - Erros de previsão encontrados para o item A6.

	MMS (3)	MMS (6)	MMP	ExpS	RegL	
DMA	1,470	1,500	1,470	1,470	1,230	
Erro de viés	Máximo	2,250	2,125	2,273	2,250	2,895
	Mínimo	-2,857	-2,377	-2,877	-2,857	-2,129

Fonte - Elaborado pelo autor (2021).

Figura 14 - Gráfico comparativo da demanda real e a demanda prevista para o item A6 por meio da regressão linear.



Fonte - Elaborado pelo autor (2021).

A análise da Figura 14 permite identificar que a demanda prevista tem tendência a decréscimo ao longo do tempo, mas a previsão linear se demonstra inadequada para o item A6 devido a suas grandes variações de demanda.

4.2.7 Item A7

Os valores de desvio médio absoluto e erros de viés encontrados para o item A7, o qual faz parte da linha de produtos “Calotas”, estão expostos na Tabela 8. Neste caso, o método da regressão linear apresentou o menor valor dentre todos, sendo este de DMA = 9,340. Os valores de erro de viés encontrados estão dentro da faixa recomendada pela literatura, embora seja importante destacar que todos apresentaram o valor máximo exatamente dentro do limite. As demandas reais e as demandas previstas dentro da linha de tempo estão demonstradas em termos

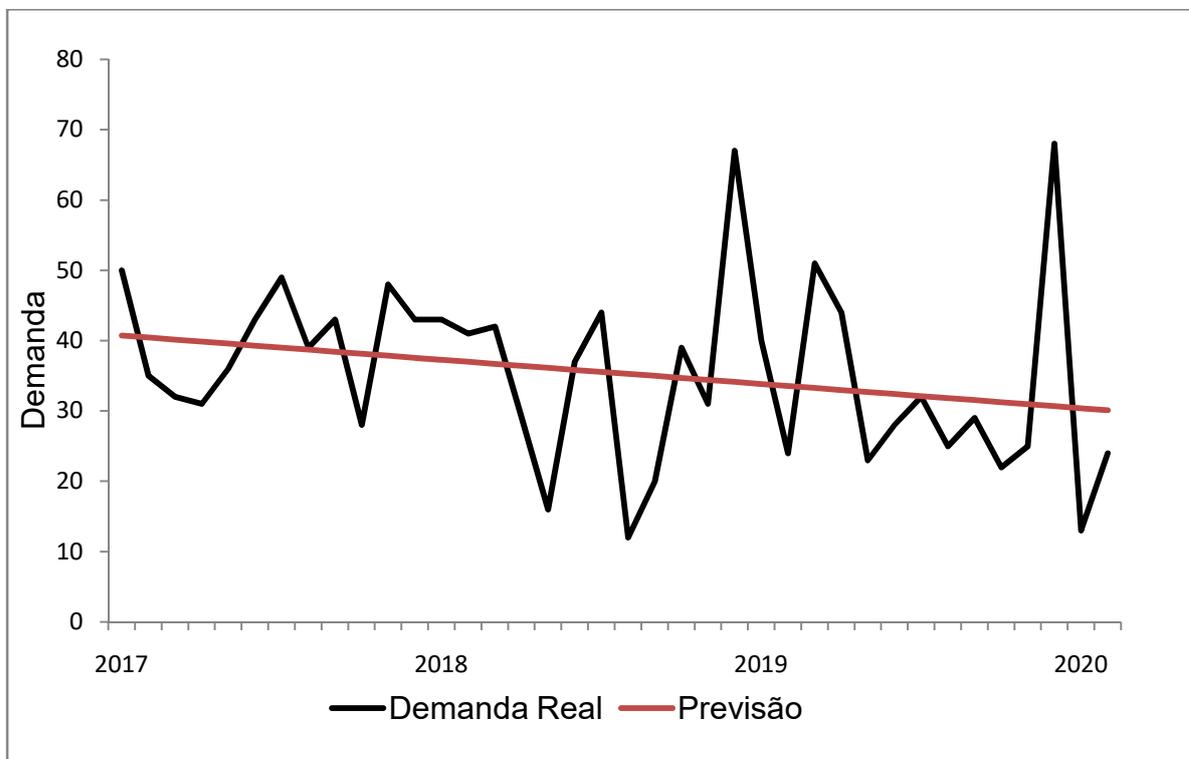
gráficos na Figura 15.

Tabela 8 - Erros de previsão encontrados para o item A7.

	MMS (3)	MMS (6)	MMP	ExpS	RegL	
DMA	10,930	10,410	10,949	10,930	9,340	
Erro de viés	Máximo	4,069	4,032	4,072	4,069	4,055
	Mínimo	-2,715	-3,503	-2,710	-2,715	-3,003

Fonte - Elaborado pelo autor (2021).

Figura 15 - Gráfico comparativo da demanda real e a demanda prevista para o item A7 por meio da regressão linear.



Fonte - Elaborado pelo autor (2021).

Por meio da análise da Figura 15, é possível visualizar que o método da regressão linear, embora tenha apresentado o menor valor DMA dentre todos os modelos, não consegue atender satisfatoriamente a demanda real devido a sua característica linear, representando somente a tendência decrescente de demanda, mas não as oscilações.

4.2.8 Item A8

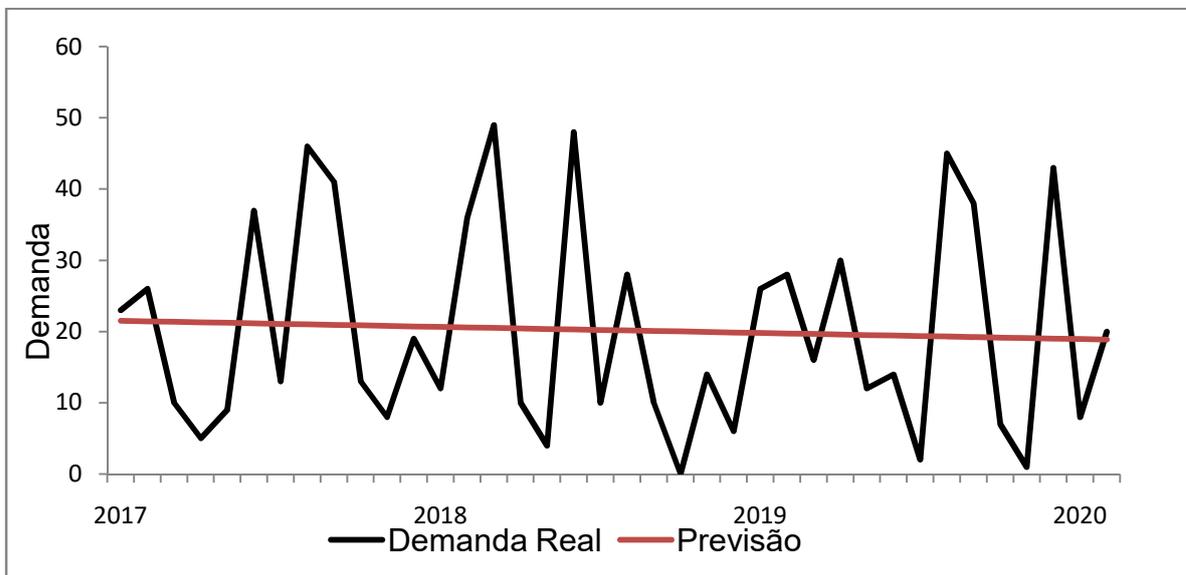
Para a linha de produtos “Equipamentos de segurança”, o item A8 obteve o melhor método de previsão de demanda por meio da regressão linear, atingindo um valor de DMA = 12,680. Constatou-se que todos os métodos testados ficaram dentro dos valores de erros de viés considerados ideais pela literatura, ou seja, entre os valores de -4 até +4. Ambos os erros de previsão estão descritos na Tabela 9. O gráfico comparativo entre a demanda real e a melhor demanda prevista pode ser visualizado na Figura 16.

Tabela 9 - Erros de previsão encontrados para o item A8.

	MMS (3)	MMS (6)	MMP	ExpS	RegL	
DMA	15,410	14,770	15,462	15,470	12,680	
Erro de viés	Máximo	2,394	1,938	2,407	2,412	2,251
	Mínimo	-1,856	-1,366	-1,793	-1,778	-1,957

Fonte - Elaborado pelo autor (2021).

Figura 16 - Gráfico comparativo da demanda real e a demanda prevista para o item A8 por meio da regressão linear.



Fonte - Elaborado pelo autor (2021).

A análise da Figura 16 demonstra que houve vários momentos em que a demanda real esteve muito distante da demanda prevista, tanto acima quanto abaixo, tornando o método utilizado não adequado para previsão de demanda

futura. Neste caso a previsão linear torna-se generalista e necessita de uma correção manual caso seja colocada em prática.

4.2.9 Item A9

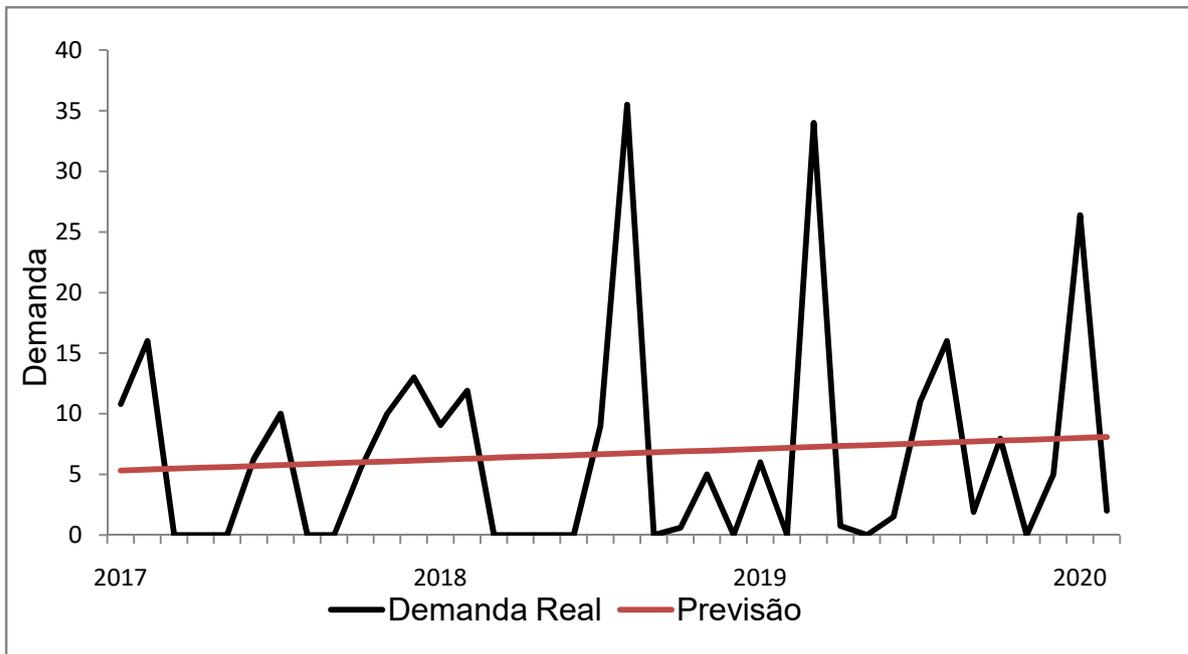
São fornecidos na Tabela 10 os desvios médios absolutos obtidos para o item A9, pertencente à linha de produtos “Borrachas”, onde o menor desvio ocorreu com o uso do método da regressão linear, sendo este valor de DMA = 6,750. Os valores de erro de viés encontrados estão apresentados na tabela supracitada, sendo que todos os métodos analisados extrapolaram os limites considerados ideais pela literatura. O comparativo gráfico entre demanda real e a melhor demanda prevista está apresentada na Figura 17.

Tabela 10 - Erros de previsão encontrados para o item A9.

	MMS (3)	MMS (6)	MMP	ExpS	RegL	
DMA	8,780	7,810	8,700	8,690	6,750	
Erro de viés	Máximo	4,494	4,281	4,546	4,554	4,561
	Mínimo	-1,938	-1,614	-2,244	-2,293	-1,269

Fonte - Elaborado pelo autor (2021).

Figura 17 - Gráfico comparativo da demanda real e a demanda prevista para o item A9 por meio da regressão linear.



Fonte - Elaborado pelo autor (2021).

Em análise da Figura 17, pode-se observar que o item A9 possui grande oscilação na demanda real, onde em alguns períodos a demanda é zero e em outros assume um valor elevado, e desta forma o método empregado não se mostra adequado para previsão da demanda futura.

4.2.10 Item A10

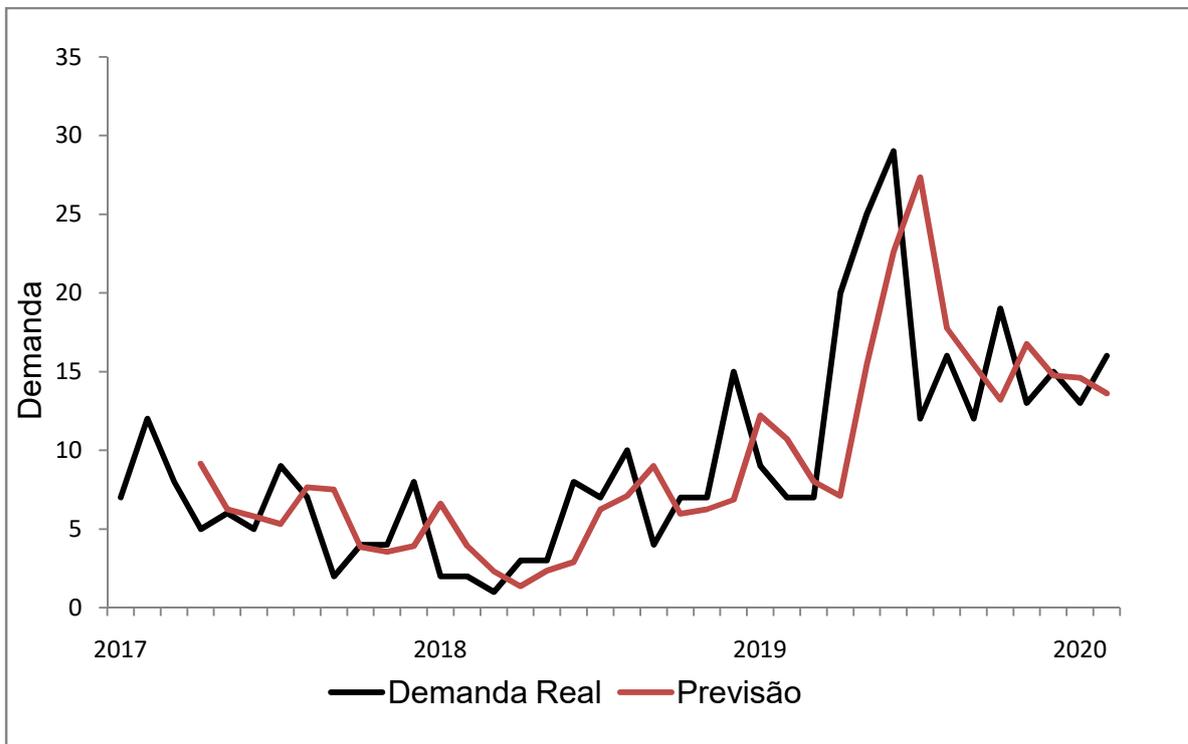
O item A10 representa a linha de produtos “Tintas”, sendo que os valores de desvios médios absolutos encontrados para os métodos de previsão testados são representados na Tabela 11. O menor desvio ocorreu na média móvel ponderada, tendo o valor DMA = 3,570. Ainda na Tabela 11 são demonstrados os resultados para os erros de viés de cada método analisado, sendo que os únicos a ficarem dentro do ideal considerado pela literatura foram os da média móvel simples com três períodos e o da regressão linear. Na Figura 18, por sua vez, é demonstrado de forma gráfica o comparativo entre demanda real e a melhor demanda prevista.

Tabela 11 - Erros de previsão encontrados para o item A10.

		MMS (3)	MMS (6)	MMP	ExpS	RegL
	DMA	4,130	3,570	3,561	3,660	3,870
Erro de viés	Máximo	3,854	4,222	4,338	4,290	3,601
	Mínimo	-3,006	-2,000	-4,068	-4,164	-1,946

Fonte - Elaborado pelo autor (2021).

Figura 18 - Gráfico comparativo da demanda real e a demanda prevista para o item A10 por meio da média móvel ponderada.



Fonte - Elaborado pelo autor (2021).

Conforme a visualização da Figura 18, a demanda prevista tem capacidade de acompanhar os padrões de crescimento e decréscimo da demanda real, porém isso ocorre de forma tardia. No período relativo ao mês de abril de 2019, por exemplo, a demanda real foi de 20 unidades enquanto a que a previsão resultou em 7 unidades. Três períodos adiante a demanda real foi de apenas 12 unidades, mas o previsto foi de 27 unidades. Na prática, isso incorreria em níveis de estoques inadequados, levando a faltas ou excesso de mercadorias estocadas.

4.2.11 Resumo dos itens

Dentre os dez itens estudados, seguindo a metodologia de escolha dos métodos mais adequados por meio do menor valor DMA, 80% deles apresentaram o melhor resultado com uso do método da regressão linear e os 20% restantes ficaram divididos entre o modelo de média móvel simples com três períodos e a suavização exponencial simples.

Já pela análise do erro de viés, 50% dos itens apresentaram valores dentro da faixa estipulada pela literatura em sua integralidade para todos os modelos testados, 30% atingiram valores ideais de forma parcial e os 20% restantes não conseguiram atingir valores ideais de erro de viés com nenhum dos modelos testados.

As previsões geradas por meio da regressão linear resultam em uma linha de tendência fundamentada nos dados históricos da série, e em casos de situações onde ocorrem oscilações de alta proporção e de forma recorrente na demanda real este método não atinge resultados ideais. Desta forma, ele apenas serve de base para a previsão final, a qual pode ser resultante da combinação do método quantitativo com algum modelo qualitativo a fim de obter maior acurácia.

Caso a empresa optasse por utilizar algum dos métodos quantitativos supracitados, seria estritamente necessária a combinação destes com métodos qualitativos, os quais permitiriam associar outras fontes de informações para gerar uma previsão futura mais próxima da demanda real, tal como proposto por Fernandes *et al.* (2011) onde a aplicação deste modelo conjugado em uma concessionária resultou em previsões semelhantes às demandas reais.

5 CONCLUSÃO

A previsão de demanda torna-se uma ferramenta útil e necessária para que se consiga manter níveis adequados de estoque e conseqüentemente propicia uma melhor gestão financeira da empresa, demandando um valor reduzido de recursos destinados a manutenção do estoque. Desta forma faz-se necessário a utilização de um ou mais métodos de previsão de demanda, podendo esses serem: qualitativos, quantitativos ou uma combinação de ambos. No caso dos quantitativos, o seu emprego requer análise do nível de acurácia, aplicação e monitoramento ao longo do tempo, verificando constantemente os níveis de erros encontrados.

Diante disso, esse estudo tem como principal intuito a determinação de um método de previsão de demanda quantitativo para aplicação em um comércio varejista de autopeças. A metodologia iniciou-se por meio da revisão de literatura, escolha de métodos de previsão de demanda, aplicação dos modelos matemáticos e sua posterior análise quanto ao nível de erro encontrado.

Por meio das análises dos resultados obtidos e considerando a metodologia proposta, considera-se que não foi possível atender o objetivo geral, já que as previsões obtidas não se mostraram adequadas para aplicação na empresa, apresentando grande divergência em relação à demanda real.

Dentre os métodos de previsão de demanda qualitativos testados e usando o desvio médio absoluto como estatística para determinar o modelo com melhor acurácia, o método da regressão linear obteve menor valor DMA para 80% dos itens, sendo que os 20% restantes ficaram divididos entre média móvel simples com seis períodos e média móvel ponderada.

A previsão futura gerada por meio da regressão linear, embora tenha se sobressaído sobre as demais, ainda fica muito distante da demanda real. A projeção gerada possui característica linear, inadequada para as propriedades apresentadas nos itens estudados, que sofrem oscilações decorrentes de ascensão ou decréscimo de demanda em curtos períodos de tempo.

As projeções geradas por meio das médias móveis, sejam elas simples ou ponderadas, acompanharam oscilações de demanda de forma tardia, atendendo apenas parcialmente o propósito inicial.

A empresa atualmente não utiliza nenhum método de previsão quantitativo para a manutenção dos itens em estoque, desta maneira a implantação do método

mais assertivo, após os testes realizados, deve ser discutida previamente com os responsáveis pela administração da organização, a fim de estabelecer as estratégias do uso e manutenção das ferramentas empregadas. Devido às características do ramo de negócio e a grande experiência adquirida ao longo dos anos, os métodos qualitativos aplicados de forma empírica até então devem ser conservados e aprimorados com a junção destes aos modelos qualitativos.

Deste modo, como sugestão para trabalhos futuros, recomenda-se que sejam considerados outros métodos de previsão quantitativos que possam vir a possuir maior acurácia nos resultados obtidos, tal como a Regressão Linear Múltipla ou métodos que consigam manipular a sazonalidade além da tendência, como o modelo de Holt-Winters. Além disso, pode-se considerar o estudo de nível de serviço para a empresa em questão, pois atualmente ela não possui controle sobre esses dados.

REFERÊNCIAS

- BALLOU, R. H. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos: Logística Empresarial**. Bookman Editora, 2009.
- CERQUEIRA, L. S.; DOS SANTOS, R. A.; DE OLIVEIRA MONTEIRO, A. Estratégia e competitividade no varejo de autopeças na cidade de Salvador. **Revista Formadores**, v. 10, n. 4, p. 26-26, 2017.
- CHASE, C. W. **Demand Driven Forecasting: A Structured Approach to Forecasting**. Wiley, 2013.
- CHASE, R. B., JACOBS, F. R., AQUILANO, N. J. **Administración de operaciones: Producción y cadena de suministros**. McGrawHill, 2009.
- CORRÊA, H.C.; CORRÊA, C.A. **Administração de produção e operações. Manufatura e serviços: Uma abordagem estratégica**. Editora Atlas, 2007.
- DE CASTRO MARINO, L. H. F. **Gestão da qualidade e gestão do conhecimento: fatores chave para produtividade e competitividade empresarial**. XIII SIMPEP, 2006.
- FACCHINI, E.; DA SILVA, J.R.; LEITE, V.M. Curva ABC e Estoque de Segurança. **South American Development Society Journal**, v. 5, n. 13, p. 73, 2019.
- FERNANDES, F.; ANZANELLO, M. J.; MIORANDO, R.F. **Integração de métodos quantitativos e qualitativos para previsão de demanda no setor de autopeças**. XXXI Encontro Nacional de Engenharia de Produção - ENEGEP, 2011.
- HSIEN, H. W.; CÔNSOLI, M. A.; GIULIANI, A. C. Aspectos sobre a decisão de canais no pequeno varejo: a escolha entre o atacado e o atacarejo. **Revista de Administração da Universidade Federal de Santa Maria**, v. 4, n. 1, p. 91-104, 2011.
- IPEA. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Radar Tecnologia, Produção e Comércio Exterior**. Disponível em: https://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/100428_radar07.pdf . Acesso em 02 de abril de 2021.
- LOPES, R. D. **Previsão de Autopeças: estudo de caso em uma concessionária de veículos**. 2002. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis.
- MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de Metodologia Científica**. Editora Atlas, 2012.

MARUJO, L. **Comparação de métodos estatísticos para previsão da demanda de café no Brasil**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

MEDEIROS, F. S. B.; BIANCHI, R. C. **A aplicação do método regressão linear simples na demanda de produtos sazonais: um estudo de caso**. *Disciplinarum Scientia Socialis Aplicadas*, v. 5, n. 1, p. 35-53, 2009.

PEINADO, J. GRAEML, A. R. **Administração da produção - Operações industriais e de serviços**. Unicenp, 2007.

ROSSETTO, M. *et al.* **Técnicas qualitativas de previsão de demanda: um estudo multicaseos com empresas do ramo de alimentos**. *Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia – SEGeT*, v. 8, 2011.

SLACK, N. *et al.* **Administração da Produção**. 8 ed. São Paulo: Atlas, 2018.

TUBINO, D. F. **Planejamento e Controle da Produção: teoria e prática**. São Paulo: Atlas, 2007.

URIO, L. C. S. *et al.* **Previsão de demanda no mercado de varejo: um estudo de caso em comércio de baterias automotivas**. 2013.

VAGO, F. R. M. *et al.* A importância do gerenciamento de estoque por meio da ferramenta curva ABC. **Revista Sociais e Humanas**, v. 26, n. 3, p. 638-655, 2013.