

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

**MAYSA GUETNER MÔRO**

**ANÁLISE DE GERENCIAMENTO DE ESTOQUES DE PRODUTOS  
ACABADOS UTILIZANDO MÉTODOS DE PREVISÃO DE DEMANDA:  
ESTUDO DE CASO EM UMA MULTINACIONAL**

Joinville

2019

**MAYSA GUETNER MÔRO**

**ANÁLISE DE GERENCIAMENTO DE ESTOQUES DE PRODUTOS  
ACABADOS UTILIZANDO MÉTODOS DE PREVISÃO DE  
DEMANDA: ESTUDO DE CASO EM UMA MULTINACIONAL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Transportes e Logística, no curso de Engenharia de Transportes e Logística da Universidade Federal de Santa Catarina.

Orientador: Profa. Dr.<sup>a</sup> Francielly Hedler Staudt

Joinville

2019

## **AGRADECIMENTOS**

Esta é uma fase muito especial da minha vida e não posso deixar de agradecer a Deus por toda força, ânimo e coragem que me ofereceu para ter alcançado minha meta. A vida é um eterno quebra-cabeça de oportunidades e sem dúvidas esta fase é uma peça fundamental para completar o meu.

Aos meus pais, por nunca desistirem de mim, respeitarem o meu tempo, me incentivarem e inspirarem através de gestos e palavras a superar todas as dificuldades e por comemorar cada pequena conquista comigo. Este trabalho também é por vocês e pra vocês, sempre.

Ao meu irmão Ricardo e à minha cunhada Rochele, por me escutarem em momentos de indecisão, se preocupar e vibrar energia positiva em todo este processo, muito obrigada.

À Universidade como um todo, quero deixar uma palavra de gratidão por ter me recebido de braços abertos e com todas as condições que me proporcionaram os anos mais intensos de aprendizados e desenvolvimento.

Aos professores do CTJ, reconheço um esforço gigante com muita paciência e sabedoria. Foram eles que me deram recursos e ferramentas para evoluir um pouco mais todos os dias. Em especial, agradeço à minha orientadora Francielly Hedler Staudt por me dar todo o suporte necessário e por acreditar em mim desde o princípio. Você foi extremamente importante na construção deste trabalho.

Às minhas amigas Thainara Falcão e Karine Trainotti por, mesmo não estando presentes fisicamente, sempre me lembrarem o quão capaz eu sou, me transmitirem muito amor e força e serem exemplos de dedicação e comprometimento na minha vida.

Ao meu grupo de amigos do AAL, por tornarem este período mais leve e compartilharem momentos ímpares comigo. Em especial Fabiano Ventura e Lucas Viana que foram extremamente importantes no meu desenvolvimento pessoal.

À minha equipe da empresa, por me darem a oportunidade de desenvolver este trabalho, enriquecendo com as informações e me proporcionando flexibilidade em todo o processo finalização do mesmo.

Agradeço, enfim, a todas as pessoas que de uma alguma forma me ajudaram a acreditar em mim e torcem pelas minhas realizações. Deixo aqui meu agradecimento eterno, porque sem elas não teria sido possível.

*“Se você quiser nadar entre os tubarões, não sangre!”*

Autor Desconhecido.

## RESUMO

O aumento da competitividade no mercado estimula as empresas a reduzirem seus custos e tomarem ações estratégicas para diferenciá-las dos concorrentes. A logística tem sido considerada importante para a tomada de decisões, e, dentre suas atividades principais, a gestão de estoques se destaca por contribuir para melhorias nos níveis de serviço e redução de custos. Um dos dilemas da gestão de estoques é manter um nível de estoque que atenda a demanda minimizando, ao mesmo tempo, os investimentos em estoque e seus custos associados. Muitos produtos, em função da necessidade de disponibilidade imediata, são produzidos sob previsões de demanda. Estas previsões auxiliam as empresas a estimarem de forma mais assertiva as suas vendas, porém este é um processo onde sempre vamos encontrar erros. Com isso, é comum definir a disponibilidade de produto, estabelecendo um nível de atendimento ao cliente em função da variabilidade da demanda, calculando um estoque de segurança que seja capaz de cobrir as variações existentes sem que afetem os custos de estoque já estabelecidos pela empresa. Dentro desse contexto, este trabalho tem o objetivo de estabelecer uma política de gestão de estoques a partir da definição de um método de previsão de demanda para produtos produzidos para o mercado de reposição de uma empresa multinacional do setor metal mecânico. Com a utilização da classificação ABC identificaram-se os quatorze principais itens vendidos neste segmento. Em seguida, definiu-se o método de previsão a ser escolhido para cada item através do menor erro absoluto percentual (MAPE). Utilizando o desvio padrão do erro médio (ME) de previsão, calculou-se o estoque de segurança e os parâmetros de estoques, que foram utilizados para testar as revisões de política de gestão permanente e periódica.

**Palavras-chave:** Previsões de demanda. Gestão de Estoques. Estoque de Segurança.

## ABSTRACT

Increasing competitiveness is not a business market that can reduce costs and strategic activities to differentiate them from customers. The logistics have been important to be taken of decision, and its its main enfants, the company of its users is leading to benefits in solutions and reduction of costs. One of the dilemmas of inventory management is the same as the level of inventory that may be needed to minimize risk while investing to reduce costs. Many products, depending on their immediate availability, are produced from a demand perspective. These statistics help companies become more assertive as their sales, however, is a process that can always find errors. With this, it is possible to define a product availability limit, establishing a level of customer service according to the variability of demand, calculating a security stock that can be a company. This study context, this work has the objective of political to the strategy of the inventory of the phase of the analysis of the analysis of the demand of the products to the market of replacement of the multinational company of sector metal mechanical. Using a classification, ABC was written for the items that represented the original items in this segment. Then, the efficiency of the predictive methods of the word item was defined by the percentage absolute error (MAPE). Using the standard deviation of the mean time (ME) calculation, we calculated the safety stock and stock parameters, which were used to test the management and periodic policy reviews.

**Keywords:** Demand forecast. Inventory Management. Safety stock.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Cadeia de suprimentos imediata de uma empresa. ....	17
Figura 2 - Classificação da demanda dos produtos. ....	21
Figura 3 - Curva de Custo Total. ....	33
Figura 4 - Representação gráfica da curva ABC. ....	36
Figura 5 - Características do sistema de controle de estoque permanente. ....	39
Figura 6 - Características do sistema de controle de estoque periódico. ....	41
Figura 7 - Fluxograma das etapas do método de pesquisa apresentado.....	47
Figura 8 – Hierarquia do produto base (PB).....	51
Figura 9 - Exemplo de produto base (PB). ....	51

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Resultado de pedidos perdidos em 2018. ....	50
Tabela 2 - Produtos base com demandas suaves correspondentes a 65% do turnover. ....	53
Tabela 3 - Demanda histórica 2016, 2017 e 2018 dos 14 PB. ....	54
Tabela 4 - Valores iniciais e convergência na média móvel ponderada para o PB1. ....	57
Tabela 5 - Valores iniciais e convergência da média móvel ponderada do PB6. ....	58
Tabela 6 - Valores iniciais e convergência suavização exponencial do PB1. ....	58
Tabela 7 - Valores iniciais e convergência método de Holt do PB1. ....	59
Tabela 8 - Valores iniciais e convergência método Holt-Winters do PB1. ....	59
Tabela 9 – Médias dos erros de previsão calculados do PB1. ....	60
Tabela 10 – Métodos de previsões ideais para os 14 PBs. ....	61
Tabela 11 - Dados de entrada para os 14 PBs. ....	63
Tabela 12 - Dados para Dimensionamento de Estoques. ....	65
Tabela 13 - Resultados finais para as Políticas de Revisão de Estoque. ....	65
Tabela 14 - Comparação % MAPE dos métodos quantitativos e qualitativos. ....	68
Tabela 15 - Análise comparativa de demanda prevista e real para 2019. ....	69
Tabela 16 - Demanda real de Janeiro a Abril de 2019 dos 14 itens. ....	70
Tabela 17 – Produtos A da curva ABC. ....	77
Tabela 18 – Resultado detalhado da aplicação dos métodos quantitativos de previsão para todos os 14 produtos base. ....	80

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Análise <i>outliers</i> do PB4.....	56
Gráfico 2 - Ajuste de <i>outliers</i> do PB4. ....	56
Gráfico 3 - Porcentagem de itens por método de previsão ideal.....	67

## SUMÁRIO

<b>1.</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>11</b>
1.1	JUSTIFICATIVA.....	13
1.2	OBJETIVO GERAL.....	14
1.3	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	14
1.4	ESTRUTURA DO TRABALHO.....	15
<b>2.</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</b>	<b>16</b>
2.1.	DA LOGÍSTICA AO SUPPLY CHAIN MANAGEMENT.....	16
2.2.	PREVISÕES DE DEMANDA.....	18
2.2.1.	Classificação de Demanda.....	19
2.2.2.	Técnicas de Previsão de Demanda.....	21
2.2.3.	Técnicas Qualitativas.....	22
2.2.4.	Técnicas Quantitativas.....	23
2.2.5.	Erros de Previsão.....	29
2.3.	GESTÃO DE ESTOQUES.....	31
2.4.	CUSTOS DE ESTOQUES.....	33
2.5.	CURVA ABC.....	35
2.6.	POLÍTICAS DE GESTÃO DE ESTOQUES.....	36
2.6.1.	Decisões sobre Estoques.....	36
2.6.2.	Determinação do Ponto de Ressuprimento - Quando Pedir.....	37
2.6.3.	Determinação do Lote Econômico de Compras - Quanto Pedir.....	38
2.6.4.	Controle de Revisão Permanente.....	39
2.6.5.	Controle de Revisão Periódica.....	40
2.7.	ESTOQUE DE SEGURANÇA.....	43
<b>3.</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>46</b>
<b>4.</b>	<b>ESTUDO DE CASO.....</b>	<b>49</b>
4.1.	A EMPRESA.....	49
4.2.	APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA.....	49
4.3.	TRATAMENTO DOS DADOS.....	55
4.3.1.	Aplicação dos Métodos de Previsão.....	57
4.3.2.	Avaliação dos Métodos Quantitativos.....	60
4.3.3.	Gestão de Estoques.....	61

5.	ANÁLISE DE RESULTADOS.....	67
6.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	72
	REFERÊNCIAS.....	74
	APÊNDICE A .....	77
	APÊNDICE B .....	80

## 1. INTRODUÇÃO

A competitividade entre as organizações é uma realidade em todos os segmentos. Segundo Pozo (2009), a busca pela vantagem competitiva é uma preocupação dos gerentes modernos e com visão para o mercado, uma vez que a vantagem competitiva é baseada na capacidade de a empresa ser diferente de seus concorrentes no olhar do cliente, e também de saber operar a baixo custo.

Do ponto de vista da logística, decisões que envolvem estoques são de alto risco e alto impacto, e o planejamento de estoque possui papel crítico para o processo produtivo. Bowersox e Closs (2011) afirmam que manter determinado nível de estoque em antecipação a vendas futuras impactam em várias atividades logísticas. Um estoque inadequado poderá acarretar em perda de vendas e declínio na satisfação de clientes.

Além de afetar o sistema produtivo, o estoque também afeta o relacionamento da empresa com os clientes. Manter sempre os produtos à disposição dos clientes diminui a possibilidade dos mesmos comprarem com o concorrente. E, para isso, o objetivo principal do gerenciamento dos estoques é assegurar que o produto esteja disponível no tempo e na quantidade desejada pelos consumidores, sem ocorrer ruptura (BALLOU, 2006).

É notório que, por uma necessidade mercadológica, se torna fundamental ter produto em estoque para atender rapidamente o cliente. Em casos em que a empresa não conhece a demanda de seus produtos com antecedência, é necessário produzir a partir de uma previsão. Existem vários métodos de previsão que podem ser utilizados nessa situação que, apesar de sempre apresentarem um erro associado, será sempre melhor existir uma previsão. Por meio dessa ferramenta é possível ser mais assertivo nos níveis de estoques que precisam ser mantidos na empresa (BARBOSA; CHAVES, 2012).

Segundo Veríssimo (2012),

[...] a pesquisa por métodos estatísticos de previsão adequados para o prognóstico quantitativo de uma variável, e como medir a qualidade dessa previsão tem sido um diferencial cada vez mais utilizado pelas empresas para antecipar cenários futuros. O objetivo central da utilização destes métodos é prever os acontecimentos futuros, tendo como propósito a redução do risco na tomada de decisão.

Em um cenário onde prever demanda é cada vez mais complexo, porém essencial, uma vez que interfere diretamente em produtos estocados e serve como base para as principais decisões estratégicas em diversos setores das organizações, ter um método assertivo para prever essa demanda é indispensável para competir em um mercado industrial cada vez mais competitivo (BALLOU, 2006).

Sabe-se que qualquer produto perde quase todo o seu valor quando não está ao alcance dos seus clientes, porém, em empresas onde cada cliente pode pedir modelos e quantidades diferentes de produtos, a gestão de estoques se torna um desafio (BALLOU, 2006). Mas como dimensionar e gerenciar os estoques de produtos de uma empresa com produção *Make to Order* (MTO)?

O estudo de caso apresentado neste trabalho foi realizado justamente em uma empresa do setor metal mecânico do norte de Santa Catarina com produção *make-to-order*. A empresa tem como um de seus segmentos de venda o mercado de reposição, que é constituído basicamente por pequenas revendas e distribuidores independentes que revendem produtos originais da marca. Atualmente estes clientes (revendas e distribuidores) estão sujeitos a perdas de vendas na ponta (consumidor final) por conta do *lead time* de entrega dos produtos serem grande, no mínimo 30 dias após o cliente realizar o pedido. Esta demora ocorre por diversas variáveis, mas principalmente pelo *lead time* produtivo visto que a empresa trabalha com a produção sob encomenda (MTO).

Diante deste cenário, a empresa foco deste trabalho quer manter um estoque somente para os produtos vendidos às revendas, garantindo assim que quando o cliente fizer o pedido, o produto já esteja estocado, passando somente por uma customização antes de ser encaminhado ao cliente, o que irá reduzir

significativamente o lead time de entrega. A produção MTO (*make-to-order*) passa a ser MTS (*make-to-stock*).

A partir desta análise e dos cálculos dos parâmetros de estoque com base na variabilidade da previsão de demanda, o estudo propõe níveis de estoques que melhor se adéquam ao cenário.

O objetivo é utilizar métodos estatísticos para calcular a previsão de demanda dos 14 produtos base principais que farão parte deste novo estoque, visto que atualmente esta previsão é feita de forma qualitativa por meio do julgamento de executivos, visão dos vendedores e ajustes necessários.

Considerou-se neste estudo a variabilidade de demanda apresentada pelo método de previsão com maior assertividade e reduziremos assim o custo mínimo de estoque para a empresa, satisfazendo as necessidades de todos os clientes e consequentemente aumentando as vendas atuais da empresa.

## 1.1 JUSTIFICATIVA

As organizações estão cada vez mais focadas na redução de custos, e em conseguir atender o cliente no momento que ele deseja, por este motivo se faz necessário o gerenciamento dos estoques. Conforme Pozo (2009), ter um alto nível de serviço na empresa pode trazer resultados significativos em relação à vantagem competitiva, permitindo que empresas novas se igualem ou se sobreponham a organizações já consolidadas no mercado.

Uma organização apenas sobrevive no ambiente de atuação se conseguir oferecer resultados compatíveis com as necessidades e expectativas dos clientes, seja através da agilidade, qualidade, preço ou prazo (CHING, 2009).

A concorrência existente hoje está fazendo com que as empresas busquem cada vez mais formas de atender seus clientes com agilidade, assim ganhando a venda e fidelização do cliente. Por este motivo ter uma boa previsão de demanda com os métodos mais assertivos e um adequado controle de estoques através das ferramentas apropriadas, fará com que a empresa se torne cada vez mais competitiva no ramo de atuação (BALLOU, 2006).

Quando se realiza a previsão de demanda em uma empresa, a informação gerada não interfere diretamente no gerenciamento dos estoques. Entretanto, ao

produzir sob previsão, os níveis de estoques reais são afetados por estes valores (BOWERSOX; CLOSS, 2011).

Os métodos tradicionais de gestão de estoques não consideram informação de previsão para o cálculo dos parâmetros. O trabalho se justifica por aplicar uma abordagem que define o nível de estoque de segurança a ser mantido incorporando o erro da previsão de demanda, ou seja, sua variabilidade.

Com base nisto, realizou-se um estudo em relação ao uso do estoque, com o objetivo de melhor atender os clientes do mercado de reposição de uma empresa de grande porte do setor metal mecânico, diminuindo o tempo de entrega de produtos sob previsão de demanda.

A empresa necessita de uma boa gestão de estoques para que ele não se torne o vilão dentro da companhia, gerando somente custos, quando na verdade o intuito é trazer benefícios e vantagens competitivas.

Busca-se então avaliar qual será o melhor método de previsão e a política de revisão de estoque que integrados tragam desempenho dos recursos para o mercado de reposição da empresa em questão.

## 1.2 OBJETIVO GERAL

Definir a melhor política de gerenciamento de estoques utilizando métodos de previsão de demanda e cálculo dos parâmetros dos estoques incorporando a variabilidade do erro de previsão.

## 1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Coletar, processar e definir as peças de reposição de maior valor agregado que serão produzidas segundo a sistemática *make-to-stock*;
- Aplicar métodos de previsão de demanda estatísticos para estes itens baseando-se no histórico de vendas da empresa;
- Definir os melhores métodos de previsão de demanda a serem utilizados a partir do menor erro encontrado;
- Estabelecer a melhor política de gerenciamento dos estoques dos itens estudados utilizando os erros de previsão para o cálculo dos estoques de segurança;

- Analisar a dinâmica de estoques atual baseada nos parâmetros de gestão de estoques calculados;
- Verificar o desempenho das previsões calculadas por meio dos métodos com a demanda real de 2019;
- Avaliar a dinâmica de estoques da política a ser utilizada com dados de demanda real de 2019.

#### 1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho foi distribuído em seis capítulos. Iniciou-se por este capítulo que apresentou uma introdução ao tema que foi discutido, possibilitando ao leitor o entendimento da problemática, apresentando uma justificativa para o desenvolvimento da pesquisa e norteando-o através dos objetivos.

O segundo capítulo trouxe à tona toda a fundamentação teórica dos assuntos pertinentes ao tema em questão. É discutido sobre logística e *Supply Chain Management*, previsão de demanda e gerenciamento de estoques.

A seguir, no terceiro capítulo, apresentou-se a metodologia de pesquisa que orientou o desenvolvimento deste trabalho. Aqui foi explicado como foram coletados os dados que posteriormente alimentaram os cálculos realizados ao longo do trabalho.

No capítulo quatro foi detalhado o cenário que foi estudado, listando as tarefas que são executadas nas etapas do processo de previsão de demanda e cálculo dos parâmetros de estoques. Também foi explicado como foi considerada válida a política de gestão de estoques apresentada e quais as decisões tomadas para montar a proposta de gerenciamento.

Findado o estágio de análise e tratamento dos dados, o quinto capítulo apresenta uma análise qualitativa dos resultados obtidos executando os métodos de previsões, os parâmetros dos estoques e o estoque de segurança. São apresentadas também, análises comparativas de cenários e propostas de melhorias para a empresa.

Finalmente, no último capítulo estão as considerações finais, onde se apresentou uma conclusão final do trabalho como um todo, respondendo os questionamentos iniciais do estudo e sugestões de pesquisas para trabalhos futuros.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O capítulo 2 contém conceitos de logística, métodos de previsão de demanda e gerenciamento de estoques, abordando tópicos relevantes e referências das áreas mencionadas, a fim de contextualizar o estudo de caso ao leitor e simplificar a correlação entre os temas abordados.

### 2.1. DA LOGÍSTICA AO SUPPLY CHAIN MANAGEMENT

Segundo Ballou (2006, p. 27),

“Logística é o processo de planejamento, implantação e controle do fluxo eficiente e eficaz de mercadorias, serviços e das informações relativas desde o ponto de origem até o ponto de consumo com o propósito de atender às exigências dos clientes”.

De uma forma mais simplificada, a logística é singular: nunca para! Está ocorrendo em todo o mundo, 24 horas por dia, sete dias por semana, durante 52 semanas por ano. Poucas áreas de operações envolvem a complexidade ou abrangem o escopo geográfico característicos da logística. “O objetivo da logística é tornar disponíveis produtos e serviços no local onde são necessários, no momento em que são desejados” (BOWERSOX; CLOSS, 2011, p. 19).

Essa definição sugere igualmente ser a logística um processo, o que significa que inclui todas as atividades importantes para a disponibilização de bens e serviços aos consumidores quando e onde estes quiserem adquiri-los. Contudo, a definição implica que a logística é parte do processo da cadeia de suprimentos, e não o processo inteiro (BALLOU, 2006).

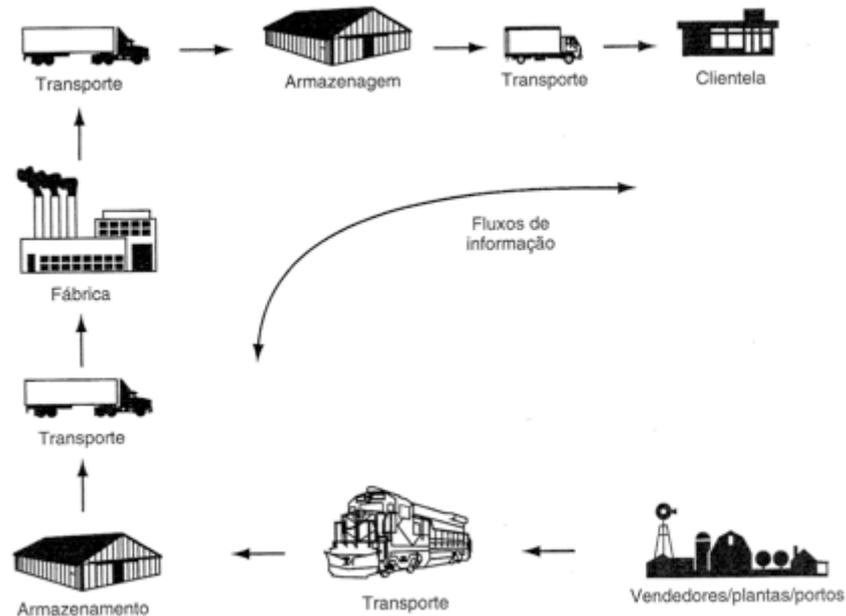
Durante a década de 80 e no início dos anos 90 a logística passou por uma fase de renascimento, que teve como principais mecanismos de mudanças: alterações nas regulamentações; comercialização do computador; revolução da informação; adoção, em grande escala, dos movimentos da qualidade; e o desenvolvimento de parcerias e alianças (BOWERSOX; CLOSS, 2011). Na trilha desse turbilhão de mudanças surgiram os conceitos de logística integrada e Supply Chain Management (SCM) (FLEURY, 2000).

O moderno conceito de logística integrada baseia-se no entendimento de que a logística deve ser vista como um instrumento de marketing, uma ferramenta gerencial, capaz de agregar valor por meio dos serviços prestados (FLEURY, 2000).

Define-se que SCM engloba o planejamento e gestão de todas as atividades envolvidas no processo logístico de determinado produto ou serviço, desde a sua matéria-prima (fabricação) até a sua entrega ao consumidor final. É importante também incluir a coordenação e colaboração com parceiros da cadeia, que podem ser fornecedores, intermediários, terceiros prestadores de serviços e clientes. Em essência, gestão da cadeia de suprimentos integra a gestão da oferta e da demanda dentro e entre as empresas (CSCMP, 2009).

Na Figura 1 temos um exemplo de configuração da cadeia de suprimentos, onde conseguimos visualizar as atividades logísticas realizadas pelos diversos elos.

Figura 1 – Cadeia de suprimentos imediata de uma empresa.



Fonte: Ballou (2006).

Para Attaran e Attaran (2007), as empresas não param de lançar iniciativas para alcançar melhorias na cadeia de suprimento devido ao crescente reconhecimento de que o excelente desempenho nesta área tem valor estratégico e poderá conduzir a (ATTARAN; ATTARAN, 2007):

- Rápido retorno financeiro, muitas vezes dentro de meses;
- Melhorias na produtividade e no lucro;
- Melhorias no posicionamento em relação ao cliente e a qualidade do produto;
- Melhorias no relacionamento de longo prazo com os fornecedores.

A logística é importante também para a estratégia da empresa. De acordo com Ballou (2006) as empresas gastam muito tempo buscando formas de diferenciar suas ofertas dos seus concorrentes. Mas quando a administração reconhece que a logística afeta nos custos de produção e que decisões relacionadas à cadeia de suprimentos podem melhorar os níveis de serviços aos clientes, ela pode aumentar significativamente os lucros e atingir novos patamares de mercados. Dessa forma, a gestão da cadeia de suprimentos não somente reduz custos como também pode aumentar o número de vendas.

Na próxima seção entenderemos um pouco mais sobre a previsão de produção dos produtos da cadeia de suprimentos.

## 2.2. PREVISÕES DE DEMANDA

As previsões de demanda orientam o planejamento e a coordenação de sistemas de informação logística. Segundo Bowersox e Closs (2011), previsões são projeções de valores ou quantidades que provavelmente serão produzidas, vendidas e expedidas.

Tubino (2009) enfatiza que as empresas direcionam suas atividades para o rumo em que acreditam que seu negócio andar. O rumo normalmente é traçado com base em previsões, sendo a previsão da demanda a principal delas. A previsão da demanda é a base para o planejamento estratégico da produção, vendas e finanças de qualquer empresa.

Dessa forma, segundo Martins e Laugeni (2006) um modelo de previsão deve seguir algumas etapas para que seu resultado seja o mais satisfatório possível, dentre elas:

- a) Identificação do objetivo do modelo que será aplicado;
- b) Coleta e análise dos dados;
- c) Seleção da técnica de previsão;

- d) Obtenção das previsões;
- e) Monitoramento do modelo.

Diversas técnicas são utilizadas por diferentes empresas, dependendo do segmento, do acesso aos dados e das características específicas de cada negócio. As empresas utilizam-se, comumente, de softwares para gerar as previsões (SLACK, 2009), auxiliando na precisão dos dados e possibilitando simular diferentes cenários, contribuindo para o aperfeiçoamento do planejamento da empresa. Apesar dos softwares possuírem diversas técnicas de previsão implementadas, conhecer o comportamento da demanda pode auxiliar na seleção de um conjunto de técnicas que tendem a oferecer melhores resultados.

A classificação da demanda, apresentada na próxima seção, serve de indicativo para a definição das técnicas de previsão que poderão ser empregadas.

### 2.2.1. Classificação de Demanda

A previsão de demanda de produtos e gestão dos estoques envolve diversas variáveis complexas de serem estimadas: em especial, as peças de reposição, por terem custo elevado, muitos intervalos sem demanda e consumidores querendo que as peças sejam entregues rapidamente (BOTTER; FORTUIN, 2000).

A maioria das peças de reposição em uma empresa apresenta demanda esporádica, ou seja, ocorrem em determinados momentos, seguidos por intervalos longos de ausência de demanda. Demandas esporádicas são particularmente difíceis de prever e as faltas podem ter custos extremamente elevados (HUA, 2007).

Desta forma, Boylan et al. (2008) relatam a importância de classificação dos itens de estoque, tanto para a previsão de demanda quanto para o controle de estoques.

Syntetos, Boylan e Croston (2005) classificaram os itens em quatro quadrantes, levando em consideração dois eixos: intervalo médio entre demandas (Average Demand Interval - ADI) e o quadrado do coeficiente de variação da demanda ( $C(V)^2$ ). O Intervalo Médio de Demanda (Average Demand Interval - ADI) mede a regularidade de uma demanda no tempo, calculado a partir da Equação (1) (SYNTETOS et al., 2005).

$$ADI = \frac{\sum_{i=1}^N t_i}{N} \quad (1)$$

Em que:

$t_i$  = Intervalo entre duas demandas consecutivas;

$N$  = Número de períodos com demanda diferente de zero.

Já o Coeficiente de Variação ( $C(V)^2$ ), mede a variação nas quantidades demandadas (SYNTETOS et al., 2005). Este coeficiente é definido como o quadrado do CV (coeficiente de variação) pela Equação (2):

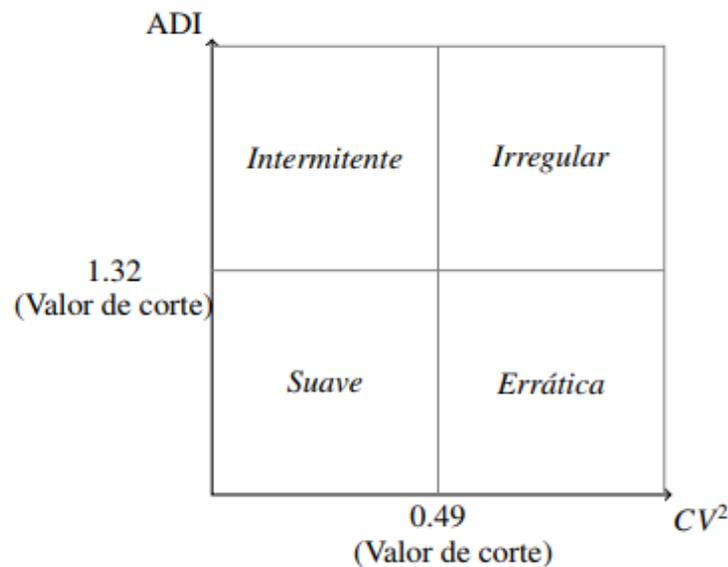
$$C(V)^2 = \left( \frac{\text{Desvio padrão de uma população}}{\text{Valor médio de uma população}} \right)^2 \quad (2)$$

Com base nessas duas dimensões, classificam-se os perfis de demanda em quatro categorias diferentes, segundo Syntetos et al. (2005):

- Demanda suave (Smooth demand) ( $ADI < 1,32$  e  $C(V)^2 < 0,49$ ): a demanda é muito regular no tempo e na quantidade. Portanto, é fácil prever e um erro de previsão baixo pode ser alcançado.
- Demanda intermitente (Intermittent demand) ( $ADI > 1,32$  e  $C(V)^2 < 0,49$ ): um item de demanda intermitente é um item com ocorrências de demanda pouco frequentes.
- Demanda errática (Erratic demand) ( $ADI < 1,32$  e  $C(V)^2 > 0,49$ ): um item de demanda errático é um item cujo tamanho de demanda é altamente variável.
- Demanda irregular (Lumpy demand) ( $ADI > 1,32$  e  $C(V)^2 > 0,49$ ): A demanda é caracterizada por uma grande variação na quantidade de demanda e no intervalo entre duas demandas. Isso é uma demanda utópica para uma previsão confiável.

Ghobbar e Friend (2003) também sugerem valores de corte fixos que permitam uma caracterização mais detalhada do padrão de demanda de peças de reposição. A Figura 2 apresenta as quatro categorias possíveis da demanda segundo a classificação de Syntetos et al. (2005):

Figura 2 - Classificação da demanda dos produtos.



;

Fonte: Syntetos et al. (2005).

Segundo Pham (2006), o desempenho de um método de previsão é altamente dependente do nível e tipo de irregularidade da demanda. Uma vez que o tipo de demanda é identificado e classificado, pode-se utilizar um método para prever a demanda durante um período de tempo e determinar o nível ideal de estoque (BOYLAN, 2008).

Na próxima seção serão apresentados os métodos de previsões de demanda utilizados neste trabalho.

### 2.2.2. Técnicas de Previsão de Demanda

Independentemente do modelo ou técnica adotada pela empresa, torna-se necessário o gerenciamento e acompanhamento sistemático das ferramentas utilizadas para a atividade de previsão (KUYVEN, 2004), visando aumentar a

acuracidade das informações geradas, contribuindo para a aprendizagem e o aperfeiçoamento do planejamento da empresa.

Para Corrêa (2009), existem três abordagens complementares: as abordagens quantitativas (baseadas em séries históricas projetadas para o futuro), as abordagens qualitativas (baseadas em fatores subjetivos ou de julgamento) e as causais como a regressão linear simples, por exemplo, definidas como uma abordagem que descreve e avalia as relações de causa e efeito entre a variável dependente e as variáveis independentes (SLACK, 2009).

### 2.2.3. Técnicas Qualitativas

As técnicas qualitativas são aquelas que recorrem a julgamento, intuição, pesquisas ou técnicas comparativas a fim de produzir estimativas quantitativas sobre o futuro (BALLOU, 2006). Baseiam-se fortemente na experiência e no conhecimento especializado, e são bastante dispendiosas em termos de custo e de tempo (BOWERSOX; CLOSS, 2011).

Corrêa (2009) afirma que os métodos qualitativos são úteis quando se espera que esses fatores subjetivos possam ter a capacidade de explicar o futuro, ou quando a obtenção de dados quantitativos completos possui alto custo ou uma grande dificuldade na obtenção dos mesmos.

As técnicas qualitativas são empregadas quando não se dispõe de tempo para coletar e analisar os dados da demanda passada, ou na introdução de um produto novo, ou ainda quando não existem dados passados em que se possa apoiar (TUBINO, 2009).

Moreira (2008) sugere que os métodos de julgamento podem ser divididos em:

- Método Delphi: consiste na reunião de um grupo de pessoas que deve opinar sobre a sua percepção de demanda, seguindo regras impostas pela metodologia. O processo Delphi tem por virtude ser interativo e permite que especialistas incorporem um consenso de suas opiniões subjetivas ao processo de previsão (CORRÊA, 2009);
- Força de vendas: A força de vendas consiste em uma construção de previsões por meio de opinião da equipe de vendas. O método é construído pela ideia de que as pessoas convivem no dia a

dia da operação possam transmitir a real necessidade da demanda futura (BALLOU, 2006);

- Pesquisa de mercado: Solicitação direta aos possíveis clientes ou consumidores da sua intenção de compra futura. É preciso ter atenção que as intenções de compra, não necessariamente irão se concretizar em vendas, são apenas intenções (CORRÊA, 2009).

Em relação à abordagem quantitativa, existem diversos métodos de previsão. Neste trabalho foram abordados de forma mais detalhada somente os métodos que foram aplicados no estudo de caso posteriormente, sendo eles: Método de previsão ingênua, média simples, média móvel três e seis meses, média móvel ponderada três meses, suavização exponencial simples, método de Holt e o método de Holt-Winters.

A seção 2.2.4 traz detalhes o embasamento teórico destas técnicas de previsão.

#### **2.2.4. Técnicas Quantitativas**

Segundo Ballou (2006, p.245), “quando se dispõe de um número razoável de dados históricos e a tendência e variações sazonais nas séries de tempo estão estáveis e bem definidas, a projeção desses dados no futuro pode representar uma maneira eficiente de previsão de curto prazo”.

Tubino (2000) afirma que os métodos quantitativos baseados em séries temporais partem do princípio de que a demanda futura será uma projeção de seus valores passados, não sofrendo influência de outras variáveis, mas seguindo padrões.

São usadas para identificar os padrões, segundo Bowersox e Closs (2011):

1. Variações sistemáticas resultantes de fatores sazonais;
2. Padrões cíclicos;
3. Tendências;
4. Taxa de variação das tendências.

Pesquisas mostram que existem mais de 60 técnicas quantitativas de previsão de demanda baseadas em séries temporais. Entretanto, estudos já

revelaram que técnicas mais sofisticadas, além de requererem grande quantidade de dados, na maior parte das vezes não garantem resultados melhores que os obtidos com métodos mais simples (WANKE, 2011).

O métodos quantitativos revisados neste trabalho foram:

- Método da previsão ingênua;
- Método da média móvel simples;
- Método da média móvel com 3 meses;
- Método da média móvel com 6 meses;
- Método da média móvel ponderada com 3 meses;
- Método da suavização exponencial simples;
- Método de Holt ou suavização exponencial dupla;
- Método de Holt-Winter aditivo ou suavização exponencial tripla.

As descrições de cada método são apresentadas nas próximas seções.

#### 2.2.3.1. Método da Previsão Ingênua

Método quantitativo simples em que para prever as demandas do período seguinte, a gestão se baseia no mesmo período do ano anterior. Este se caracteriza pela utilização simples de dados históricos como o acontecido no período anterior ou simplesmente um fator de correção para o período posterior. (BARBIERI E MACHILINE, 2009).

#### 2.2.3.2. Método da Média Móvel Simples

Neste método a previsão para o próximo período se dá através da média dos valores obtidos nos períodos anteriores (DIAS, 2000). O período  $n$  é arbitrário, porém, quanto maior for o seu valor, mais lenta será a reação da previsão.

Tubino (2009) destaca que a média móvel usa dados de um número predeterminado de períodos, normalmente os mais recentes, para gerar sua previsão. A cada novo período de análise se substitui o dado mais antigo pelo mais recente.

Para Moreira (2008), o método em questão possui algumas particularidades, são estas:

- A previsão é sempre obtida por meio da média que leva em conta os valores anteriores da demanda;
- É possível prever apenas um período à frente, embora existam adaptações para obter um maior número de previsões futuras;
- As médias são móveis, ou seja, a cada nova previsão são abandonados os valores mais antigos da demanda e incorporados os mais novos.

A média móvel pode ser calculada conforme Equação (3) (TUBINO, 2009):

$$P_{t+1} = \frac{\text{soma das últimas } n \text{ demandas}}{n} \quad (3)$$

Em que:

$n$  = Número total de períodos na média;

$P_{t+1}$  = Previsão para o período  $t + 1$  (unidades).

Lustosa, Mesquita e Oliveira (2008) afirmam que a média móvel não apresenta bons resultados quando a série histórica apresenta tendência ou sazonalidade, já que a toda nova previsão envolve a adição de novos dados e desconsidera dados anteriores.

### 2.2.3.3. Método da Média Móvel Ponderada

Segundo Dias (2000), este método é uma variação do modelo anterior em que os valores dos períodos mais próximos recebem peso maior que os valores correspondentes aos períodos mais distantes

O valor  $O_i$  é o valor da demanda observada do mês atual e  $P_{i+1}$  é a previsão do período posterior ao mês atual. O cálculo é dado pela Equação (4) (STAUDT, 2011):

$$P_{i+1} = \frac{O_t w_t + O_{t-1} w_{t-1} + \dots + O_{t-m} w_{t-m}}{m} \quad (4)$$

Em que:

$m$  = número de períodos  $t$  utilizados (dias, meses, anos);

$w_i$  = peso designado ao dado observado no período  $t$  (adimensional).

Os pesos  $w_i$  são decrescentes dos valores mais recentes para os mais distantes. A determinação destes pesos, ou fatores de importância, deve ser de tal ordem que a soma seja 100% (DIAS, 2000).

Usualmente, os valores de ' $m$ ' variam de quatro a sete períodos. Se houver tendência nos dados – seja de elevação ou diminuição – quanto mais longos for o período considerado, mais a media móvel apresentará a característica desfavorável de defasar a tendência (STAUDT, 2011).

#### 2.2.3.4. Método da Suavização exponencial Simples

A suavização exponencial simples, de acordo com Ritzman e Krajewski (2005), é um método simples que calcula a média de uma série temporal atribuindo às demandas recentes maior peso que as demandas iniciais. A Equação (5) apresenta como é dada a previsão através desta técnica.

$$P_{t+1} = P_t + \alpha(O_t - P_t) \quad (5)$$

Em que:

$t$  = Período de tempo atual (meses);

$\alpha$  = Constante ponderada (adimensional);

$O_t$  = Demanda observada no período  $t$  (unidades);

$P_t$  = Previsão de demanda para o período  $t$  (unidades);

$P_{t+1}$  = Previsão para o período seguinte  $t$ , ou o próximo período (unidades).

O fator de ponderação alfa ( $\alpha$ ) é fixado dentro de uma faixa que varia de 0 a 1. Quanto maior seu valor, mais rápido o modelo de previsão reagirá a uma variação real da demanda. Se o valor determinado for muito pequeno, as previsões poderão ficar defasadas da demanda real. Porém, se o valor for muito alto, as previsões

ficarão muito sujeitas às variações aleatórias da demanda. Normalmente utiliza-se valores que variam de 0,05 a 0,5 (TUBINO, 2009).

#### 2.2.3.5. Método de Holt – Suavização Exponencial Dupla

A suavização exponencial de Holt também conhecida como suavização dupla, é utilizada para séries que apresentam tendência, ou seja, um aumento ou diminuição sistemático na média da série ao longo do tempo (RITZMAN; KRAJEWSKI, 2005).

A Equação (6), Equação (7) e Equação (8) representam os cálculos deste método de previsão.

$$L_t = \alpha C_t + (1 - \alpha)(A_{t-1} + T_{t-1}) \quad (6)$$

$$T_t = \beta (L_t + L_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1} \quad (7)$$

$$P_{t+p} = L_t + pT_t \quad (8)$$

Em que:

$L_t$  = Estimativa de demanda com o coeficiente de nível (unidades);

$\alpha$  = Coeficiente de suavização de nível ( $0 \leq \alpha \leq 1$ )(adimensional);

$\beta$  = Coeficiente de suavização de tendência ( $0 \leq \beta \leq 1$ )(adimensional);

$C_t$  = Demanda histórica do período (unidades);

$T_t$  = Estimativa de demanda com o coeficiente de tendência (unidades);

$p$  = Períodos futuros a serem previstos (meses);

$P_{t+p}$  = Previsão de demanda para pperíodos futuros(unidades);

As constantes  $\alpha$  e  $\beta$  possuem valores arbitrários de 0 a 1 e podem ser determinadas com base na abordagem da tentativa e erro, utilizando erro médio absoluto como medida de comparação, por exemplo.

### 2.2.3.6. Método de Holt-Winters – Suavização Exponencial Tripla

No caso da demanda apresentar sazonalidade com tendência, há necessidade de incorporar essas duas características no modelo de previsão (TUBINO, 2009). Desta necessidade, surgiu o modelo Holt-Winters ou suavização exponencial tripla.

O modelo pode ser dividido em multiplicativo e aditivo. O multiplicativo é utilizado quando a amplitude da variação sazonal aumenta com o tempo, ou seja, a diferença entre o maior e o menor ponto de demanda nos ciclos cresce com o passar do tempo. Já o método aditivo, deve ser utilizado quando a amplitude da variação sazonal mantém-se constante, ou seja, a diferença entre o maior e o menor ponto da demanda nos ciclos permanece constante com o passar do tempo (MORETTIN; TOLOI, 2006).

Neste trabalho utilizou-se o método aditivo que é representado pela estimativa da demanda com fator nível ( $L_t$ ) na Equação 9, pela estimativa da demanda com fator de tendência ( $T_t$ ) na Equação 10 e pela estimativa de demanda com fator de sazonalidade ( $S_t$ ) na Equação 11. A previsão de demanda para  $k$  períodos a frente do período  $t$  ( $P_{t+k}$ ) é dada pela Equação 12.

$$L_t = \alpha(O_t - S_{t-s}) + (1 - \alpha)(L_{t-1} + T_{t-1}) \quad (9)$$

$$T_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)(T_{t-1}) \quad (10)$$

$$S_t = \gamma(O_t - L_t) + (1 - \gamma)(S_{t-s}) \quad (11)$$

$$P_{t+k} = (L_t + kT_{t-k})(S_{t-s+k}) \quad (12)$$

Em que:

$L_t$  = Estimativa de demanda para o nível da série (unidades);

$S_t$  = Estimativa de demanda para a sazonalidade da série (unidades);

$T_t$  = Estimativa de demanda para a tendência da série (unidades);

$\alpha$  = Constante de suavização de nível ( $0 \leq \alpha \leq 1$ ) (adimensional);

$\beta$  = Constante de suavização de tendência ( $0 \leq \beta \leq 1$ ) (adimensional);

$\gamma$  = Constante de suavização de sazonalidade ( $0 \leq \gamma \leq 1$ ) (adimensional);

$O_t$  = Valor observado de demanda para o período de tempo  $t$  (unidades);

$k$  = Número de períodos futuros a serem previstos;

$P_{t+k}$

= *Previsão de demanda para k períodos a frente do período t (unidades);*

$s$  = *Estação completa de sazonalidade (adimensional).*

### 2.2.5. Erros de Previsão

Alguns fatores interferem na seleção de um método de previsão de demanda. O desempenho da previsão pode ser determinado analisando os erros de previsão, que é um dos fatores de interferência (RITZMAN; KRAJEWSKI, 2005).

Segundo Staudt (2011),

“Para o gestor de uma empresa conhecer o quão eficaz é sua previsão de demanda, existe a necessidade de indicadores que mensurem o seu desempenho”.

A acuracidade da previsão é obtida através dos erros de previsão. A seguir veremos os principais métodos de mensuração dos erros.

#### 2.2.4.1. Erro médio (Mean Error – ME)

Uma medida de acurácia que pode ser calculada é o erro médio de previsão, na qual se adicionam os valores dos erros para os n períodos de tempo e calcula-se a média segundo a Equação (17) (STAUDT, 2011):

$$ME = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (Pt - Ot) \quad (17)$$

Em que:

$n$  = *Número de períodos;*

$O_t$  = *Valor observado ou demanda histórica (unidades);*

$P_t$  = *Valor previsto de demanda (unidades).*

Segundo Devore (2006) a média indica qual o centro de uma amostra, mas o ponto negativo que é que ela pode ser influenciada por outliers (observações incomuns; muito grandes ou pequenas).

#### 2.2.4.2. Erro Absoluto Médio (Mean Absolut Deviation – MAD)

O Erro Médio Absoluto (MAD) mede a dispersão dos valores observados em torno dos valores esperados. Ele é o erro médio nas previsões em termos de valores absolutos (CHASE; JACOBS; AQUILIANO, 2006).

A Equação (18) apresenta o cálculo para encontrar este erro, onde as componentes da equação têm significados já apresentados na Equação (17)

$$MAD = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n |Pt - Ot| \quad (18)$$

Esta medida geralmente é melhor do que o erro médio, visto que trata o erro como uma diferença entre o previsto e o observado (STAUDT, 2011).

#### 2.2.4.3. Erro Médio Quadrático (Mean Squared Error – MSE)

O Erro Médio Quadrático (MSE) tem sido historicamente a principal medida usada para comparar o desempenho dos métodos de previsão. É a média dos erros de previsão ao quadrado, conforme a Equação (19). Quanto menor for o seu valor, mais precisa é a previsão (LAWRENCE, 2009).

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (Pt - Ot)^2 \quad (19)$$

As componentes da equação têm significados já apresentados na Equação (17).

#### 2.2.4.4. Erro Percentual Médio Absoluto (Mean Absolute Percent Error – MAPE)

O Erro Percentual Médio Absoluto (MAPE) é a média dos erros percentuais absolutos das previsões, onde quanto menor for o seu valor, melhor é a previsão (SWAMIDASS, 2000). Conforme Ritzman e Krajewski (2005), o MAPE faz uma

relação do erro de previsão no nível de demanda, como apresentado na Equação (20). As componentes da equação têm significados já apresentados na Equação (17).

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{P_t - O_t}{O_t} \quad (20)$$

Quando o histórico de demanda contém valores iguais a zero e provoca o crescimento do erro ao infinito, esta medida acaba sendo desvantajosa. Portanto, nos casos de demanda intermitente outras medidas de acuracidade devem ser utilizadas (STAUDT, 2011).

### 2.3. GESTÃO DE ESTOQUES

A importância da gestão de estoques para a logística e para o gerenciamento da cadeia de suprimentos tem se tornado cada vez mais evidente nos meios acadêmico e empresarial. A gestão de estoques em ambientes complexos, como as cadeias de suprimentos compostas por diversos estágios, não é um processo trivial, podendo acarretar impactos significativos nos níveis de serviço ao cliente e nos custos totais (WANKE, 2011).

Slack et al.(2009) afirmam que os estoques podem ser considerados como garantias contra eventos inesperados, pois permitem a conciliação entre demanda e oferta que, essencialmente, não relacionam-se harmonicamente. Ainda para o autor, “se o fornecimento de qualquer item ocorresse exatamente quando fosse demandado, o item nunca necessitaria ser estocado.” (SLACK, 2009).

Os estoques proporcionam um nível de disponibilidade de produtos ou serviços que, quando perto dos clientes, acabam satisfazendo as altas expectativas destes em matéria de disponibilidade. E essa disponibilidade muitas vezes acaba resultando não apenas a manutenção como também o aumento do nível das vendas (BALLOU, 2006).

Segundo Ballou (2006), existem cinco categorias distintas nas quais situar os estoques:

- Estoque de canal: são estoques em trânsito entre elos do canal de suprimentos (BALLOU, 2006). Bowersox e Closs (2011) chamam esta

categoria de Estoque em Trânsito e simplifica enfatizando que o estoque em trânsito representa o estoque que se encontra em viagem ou aguardando transporte já sobre veículos. Estoque em trânsito é condição necessária no processo de ressuprimento de estoque (BOWERSOX; CLOSS, 2011, p.229).

- Estoque de especulação: são estoques que são mantidos para fins de especulação, mas continuam fazendo parte da base de estoque a ser administrada (BALLOU, 2006, p.272). De forma resumida, é o estoque que se forma com antecipação às vendas sazonais ou devido a compras antecipadas (BALLOU, 2006, p.272).
- Estoque regular ou cíclico: estoques necessários para suprir a demanda média durante o tempo transcorrido entre sucessivos abastecimentos (BALLOU, 2006, p.272). Bowersox e Closs (2011) chamam esta categoria de estoque básico e complementa que no início de um ciclo de atividades, este estoque está em seu nível máximo e, antes mesmo de chegar a zero, é emitido um pedido de ressuprimento, de forma que as mercadorias cheguem antes de ocorrer a exaustão.
- Estoque de segurança: Ballou (2006) diz que o estoque de segurança é o pulmão contra a variabilidade na demanda e nos prazos de reposição (BALLOU, 2006, p.272). Para Bowersox e Closs (2011), o estoque de segurança é destinado a armazenar o impacto de incertezas. Este tipo de estoque é usado somente no fim dos ciclos de ressuprimento, quando há demanda mais alta do que a esperada ou períodos de ressuprimento mais longos(BOWERSOX; CLOSS,, 2011, p.229).
- Estoque obsoleto: este estoque está relacionado a mercadorias que se deterioram, ficam ultrapassadas ou acabam sendo perdidas/roubadas (BALLOU, 2006, p.272).

Para Bowersox e Closs (2011) existe uma categoria que engloba o estoque básico ou regular, estoque de segurança e o estoque de trânsito ou canal, que seria o estoque médio. Este compreende a quantidade de materiais, componentes, estoque em processo e produtos acabados normalmente mantidos em estoque.

Todo estoque implica em custos que devem sempre ser considerados na hora em que são feitas estimativas de estoque máximo e mínimo. Neste trabalho são apresentados os custos de manutenção, pedido e de falta de estoques.

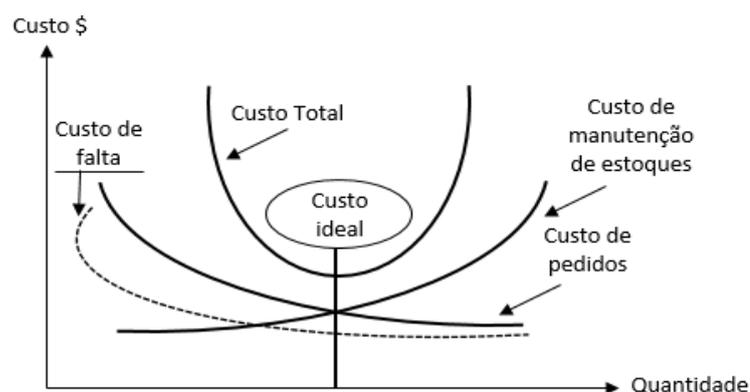
## 2.4. CUSTOS DE ESTOQUES

Todo armazenamento de material gera custos. A organização precisa buscar o balanceamento entre os custos de armazenagem, de pedidos e de falta de estoques para melhor atender à demanda. De acordo com Ching (2009), o grande dilema de manter estoques é que por um lado proporcionam segurança em um ambiente complexo e inseguro e agilizam o atendimento aos clientes, mas, por outro lado, são custosos, apresentam riscos (de deterioração e obsolescência) e ocupam espaços consideráveis.

De acordo com Pozo (2009, p.44) “é perfeitamente compreensível que esses custos são conflitantes, pois quanto maior a quantidade estocada maior será o seu custo de manutenção”. Maior estoque requer menor quantidade de pedidos, com lotes de compras maiores, o que implica menor custo de aquisição e menores problemas de atraso, e conseqüentemente, menores custos também. Somando-se os três tipos de custos que incorrem no planejamento de estoque, é possível obter uma curva de custos conforme a Figura 3.

O objetivo é minimizar o custo total, que é a somatória dos três custos que incidem sobre a manutenção do estoque.

Figura 3 - Curva de Custo Total.



Fonte: Pozo (2009).

De acordo com Ballou (2006) os custos de manutenção de estoques são os custos relacionados ao armazenamento ou propriedade de produtos durante um período determinado.

O custo de manutenção de estoques normalmente é calculado conforme definido na Equação (21) (TUBINO, 2009):

$$C_i = E_m \cdot C_{un} \cdot i \quad (21)$$

Em que:

$C_i$  = Custo de manutenção (moeda);

$E_m$  = Estoque médio (unidades);

$C_{un}$  = Custo unitário do produto (moeda);

$i$  = Taxa de encargos financeiros sobre os estoques (percentual).

Já o custo de pedido, sobre o ponto de vista de Ballou (2006), são todos os custos relacionados com a aquisição de mercadorias para a reparação dos estoques. Segundo Dias (2000) esse tipo de custo é composto pelo custo da mão de obra (para emissão e processamento), custo de material utilizado para a emissão do pedido (papel, lápis, entre outros), e custos indiretos (telefone, luz, entre outros). O custo de pedido pode ser definido pela Equação (22):

$$\text{Custo unitário do pedido} = \frac{\text{custo anual total dos pedidos}}{\text{número anual de pedidos}} \quad (22)$$

Segundo Ballou (2006) os custos de falta de estoques são aqueles ocasionados quando um pedido não pode ser atendido, sendo de dois tipos principais: vendas perdidas e pedidos atrasados. A Equação (23) representa este cálculo:

$$C_f = (1 - NS) \cdot L \cdot D \cdot DA \quad (23)$$

Em que:

$C_f$  = Custo da falta de estoque (moeda);

$NS$  = Nível de serviço esperado (adimensional);

$L$  = Lucro por produto vendido (moeda);

$D =$  Demanda por dia (unidades);

$DA =$  dias do ano em que se tem produção (dias).

Assim o custo total de estoque pode ser obtido por meio da soma do custo da falta de estoque ao custo de manutenção do estoque.

O custo de vendas perdidas ocorre quando o cliente cancela o pedido por não ter estoque. Dessa forma, o custo passa a ser o lucro que deixa de ser concretizado pela perda da venda. Já o custo de pedidos atrasados ocorre quando o cliente se dispõe a esperar o atendimento do pedido e a venda é adiada (BALLOU, 2006)

## 2.5. CURVA ABC

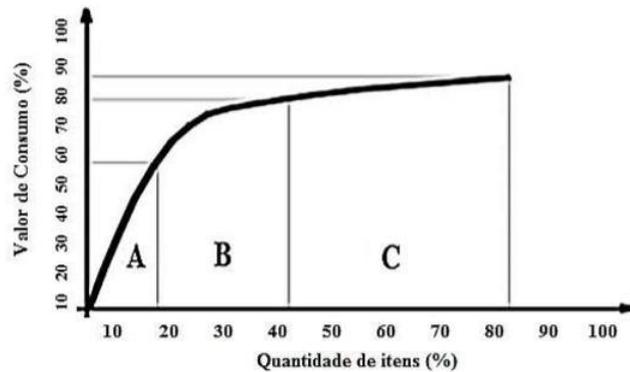
Martins e Laugeni (2006) afirma que a análise ABC é um método para classificar itens, eventos ou atividades de acordo com a sua importância relativa. Serve para selecionar, filtrar, focar a nossa atenção e controle num número reduzido de fatores, causas ou itens. As áreas que são aplicadas esta análise são na Gestão de Estoque, Gestão da Manutenção, Gestão da Qualidade e Gestão do Tempo.

O principal benefício desta análise é proporcionar ao trabalho de controle de estoque do analista o conhecimento sobre os produtos de maior valor e por consequência a otimização da aplicação dos recursos financeiros e materiais, evitando desperdícios ou aquisições indevidas e favorecendo o aumento da lucratividade (BRITO 2010).

Os produtos são agrupados na classificação ABC, segundo Ballou (2006), da seguinte maneira: “Os 20% mais bem classificados podem ser chamados de itens A, os 30% seguintes, de itens B, e os restantes, de itens C”.

Slack (2009) afirma que os itens classificados no grupo A representam em média 20% do volume do estoque e 80% do *turnover* da empresa, ou seja, 80% do investimento da mesma. Os itens do grupo B representam 30% do volume do estoque e 10% do *turnover*, enquanto os itens do grupo C representam 50% do volume do estoque e 10% do *turnover*, como mostra a Figura 4.

Figura 4 - Representação gráfica da curva ABC.



Fonte: Slack, Chambers e Johnston (2009).

## 2.6. POLÍTICAS DE GESTÃO DE ESTOQUES

Os diferentes formatos em que o estoque aparece na cadeia de suprimentos – matérias-primas, produtos semiacabados e produtos acabados – estão associados a diferentes tipos de operação ao longo do tempo (WANKE, 2011).

Os modelos de gestão de estoque são caracterizados pela maneira com que as variáveis analisadas representam a realidade. Modelos mais estruturados consideram taxas de recebimentos de materiais ou sua produção, variações de preço, custos agregados, incertezas, entre outros (CORRÊA, 2009).

Segundo Bowersox e Closs (2011), para programar as políticas desejadas de gerenciamento de estoques, torna-se necessário desenvolver procedimentos de controle para compreender quando e quanto pedir para o ressuprimento.

Nas próximas seções são apresentados detalhadamente os dois procedimentos de controle de estoque: revisão permanente e revisão periódica e seus respectivos parâmetros para tornar a gestão mais eficiente.

### 2.6.1. Decisões sobre Estoques

No dia a dia de um estoque pedidos de clientes externos e internos são recebidos, os itens são expedidos e aos poucos são consumidos devido à demanda.

Pedidos de ressuprimento são colocados e assim que a mercadoria chega deve ser armazenada.

Estas tarefas exigem dos gerentes três tipos de decisões, a primeira sobre o quanto pedir, ou seja, qual será o tamanho do lote de ressuprimento, a segunda decisão trata de quando pedir, que significa saber em qual momento a reposição deve ser acionada e a terceira decisão abrange como controlar, que constitui em estabelecer qual a melhor política de apoio às decisões anteriores (SLACK, 2009).

### 2.6.2. Determinação do Ponto de Ressuprimento - Quando Pedir

O ponto de pedido ou ponto de ressuprimento, nada mais é do que a quantidade de estoque e pedidos versus o controle da empresa que é todo monitorado. Quando a quantidade de estoque diminui chegando ao limite ou abaixo dele, adota-se a ação para reabastecimento de estoque. O ponto de pedido é calculado com uma previsão durante o início e o fim de uma atividade, conhecido tecnicamente como lead time (SLACK, 2009).

Segundo Pozo (2009) para calcular o ponto de pedido deve ser definido, primeiramente, o tempo de reposição, que é o tempo desde a solicitação de um pedido até o recebimento do lote na fábrica. Este tempo pode ser diferente dependendo da política de gestão de estoque que é usada pela empresa.

Para calcular o ponto de ressuprimento utilizando um controle de revisão permanente, segundo Bowersox e Closs (2011), utiliza-se a Equação (24):

$$PR = (D \times T) \quad (24)$$

Em que:

*PR* = Ponto de ressuprimento (unidades);

*D* = Demanda média no período (unidades);

*TR* = Tempo de ressuprimento (semanal, mensal anual).

Quando existem incertezas sobre a chegada do material, Bowersox e Closs (2011) acrescentam o estoque de segurança, resultando na Equação (25):

$$PR = (D \times T) + ES \quad (25)$$

Em que:

$PR$  = Ponto de ressuprimento (unidades);

$D$  = Demanda média no período (unidades);

$TR$  = Tempo de ressuprimento (semanal, mensal anual);

$ES$  = Estoque de Segurança (unidades).

### 2.6.3. Determinação do Lote Econômico de Compras - Quanto Pedir

Martins e Laugeni (2006) dispõem que o LEC (Lote Econômico de Compras) é uma ferramenta na gestão de estoque que tem por função identificar a quantidade de materiais necessários quando se faz um pedido de reabastecimento, equilibrando assim o custo de armazenagem, com os custos de aquisição deste mesmo pedido.

Segundo Pozo (2009), o lote de compra pode ser definido pela Equação (26):

$$LEC = \sqrt{\frac{2Cp \cdot D}{Cu \cdot i}} \quad (26)$$

Em que:

$LEC$  = Lote econômico de compras (unidades);

$D$  = Demanda média (unidades);

$Cp$  = Custo de emitir e colocar um pedido (moeda);

$Cu$  = Custo unitário do produto (moeda);

$i$  = Taxa de retorno de investimento (percentual).

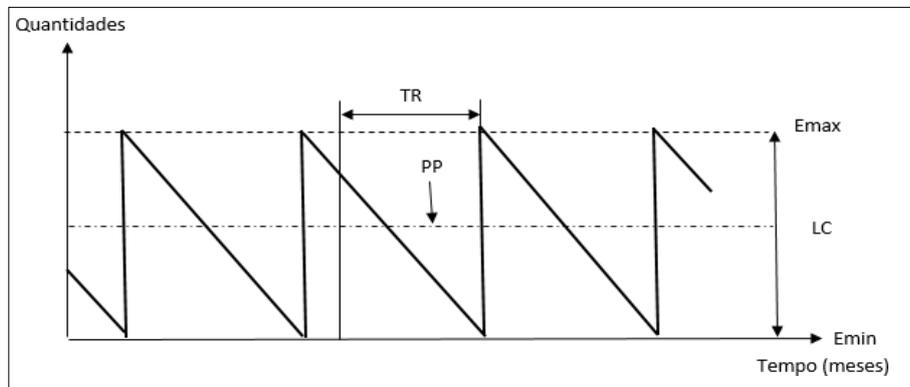
Para Slack (2009) a fórmula de LEC tenta determinar custos e então otimizar decisões a partir destes, sendo um modelo de abordagem reativa, enquanto o mais correto seria primeiramente tentar mudar a operação de modo a reduzir os níveis de estoque capazes de atendê-la.

A partir dos parâmetros ponto de ressuprimento e LEC utiliza-se normalmente o controle de revisão permanente para realizar a gestão dos estoques. Os detalhes desta forma de gerenciamento é apresentada na próxima seção.

#### 2.6.4. Controle de Revisão Permanente

O controle é executado diariamente, a fim de verificar a necessidade de ressurgimento. Procedimentos permanentes exigem a definição de pontos de pedido e quantidades a serem pedidas (BOWERSOX; CLOSS, 2011). Este sistema opera como ilustrado na Figura 5, onde  $E_{max}$  significa o estoque máximo,  $E_{min}$  o estoque mínimo,  $PP$  é o ponto de pedido e  $TR$  o tempo de ressurgimento.

Figura 5 - Características do sistema de controle de estoque permanente.



Fonte: Adaptado Pozo (2009).

A quantidade  $Q$  pode ser definida, conforme Buffa (1968), através de algum critério de importância baseado em experiências práticas, porém torna-se claramente conveniente a reposição de estoques em quantidades econômicas.

Segundo Bowersox e Closs (2011) este tipo de controle compara a soma do estoque em pedido ( $Q_p$ ) e estoque existente ( $E$ ) com a quantidade do ponto de ressurgimento ( $PR$ ).  $Q_p$  é a quantidade que consta nos pedidos que já foram realizados ao fornecedor, mas ainda não foram entregues,  $E$  é a quantidade total existente no estoque físico da empresa. Caso a soma destes seja menor que  $PR$  então o controle de estoques dá início a um novo pedido conforme apresentado abaixo:

$$\text{se } E + Q_p < PR, \quad \text{então pedir } Q \quad (27)$$

Em que:

$E = \text{Estoque disponível (unidades)};$

$Q_p =$  Quantidade pendente (unidades);

$PR =$  Ponto de ressuprimento (unidades);

$Q =$  Quantidade do novo pedido (unidades).

O cálculo do estoque médio e máximo para o controle de revisão permanente é realizado respectivamente por meio da Equação (28) e Equação (29) (BOWERSOX; CLOSS, 2011):

$$E_{m\u00e9dio} = \frac{Q}{2} + ES \quad (28)$$

$$E_{m\u00e1x} = Q + ES \quad (29)$$

Em que:

$E_{m\u00e9dio} =$  Estoque m\u00e9dio (unidades);

$Q =$  Quantidade do pedido (unidades);

$ES =$  Estoque de seguran\u00e7a (unidades);

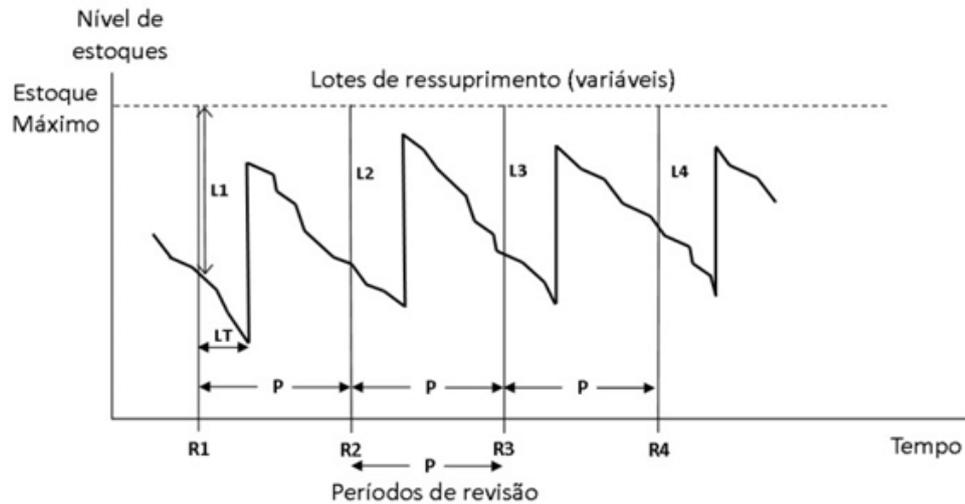
#### 2.6.5. Controle de Revis\u00e3o Peri\u00f3dica

Neste modelo \u00e9 realizado o pedido em intervalos de tempo determinados para cada item, periodicamente, em ciclos de tempo iguais, a fim de minimizar o custo de estocagem. Este sistema evita o consumo acima do normal ou poss\u00edvel atraso na entrega (CHIAVENATO, 2005).

O controle de revis\u00e3o peri\u00f3dica opera como ilustrado Figura 6, ou seja, o n\u00edvel de estoque de um item \u00e9 auditado a intervalos de ressuprimento (TR). A quantidade a ser colocada em um pedido \u00e9 a diferen\u00e7a entre uma quantidade m\u00e1xima (n\u00edvel de suprimento - NR) e o total dispon\u00edvel no momento da revis\u00e3o. Assim, o estoque \u00e9 controlado mediante o estabelecimento de TR e o NR (PEINADO, 2007).

De acordo com Lustosa (2008), a periodicidade do pedido \u00e9 determinada individualmente para cada produto, baseado no tempo de espera para reposi\u00e7\u00e3o, demanda, custos de estocagem entre outros.

Figura 6 - Características do sistema de controle de estoque periódico.



Fonte: Peinado e Graeml (2007).

O intervalo entre colocações de pedidos (IP) é calculado conforme a Equação (30):

$$IP = \frac{Q \times DA}{D} \quad (30)$$

Em que:

*IP* = Intervalo entre pedidos (dias, semanas, meses);

*Q* = Quantidade do pedido (unidades);

*DA* = dias do ano em que se tem produção (dias);

*D* = Demanda média diária (unidades).

Segundo Bowersox e Closs (2011) a existência de um intervalo entre duas contagens consecutivas faz com que o estoque médio para o modelo de controle periódico seja maior que para o modelo de controle permanente conforme apresentado na Equação (31).

$$E_{médio} = \frac{Q}{2} + \frac{IP \times D}{2} + ES \quad (31)$$

Em que:

$D =$  Demanda média no período (unidades);

$Emédio =$  Estoque médio (unidades);

$Q =$  Quantidade do pedido (unidades);

$ES =$  Estoque de segurança (unidades);

$IP =$  Intervalo entre pedidos (dias, semanas, meses);

Buffa (1968) define o nível alvo máximo de estoque para o modelo de revisão periódica pela Equação (32):

$$NR = D \cdot (IP + T) + ES \quad (32)$$

Em que:

$NR =$  Estoque máximo (unidades);

$D =$  Demanda média no período (unidades);

$ES =$  Estoque de segurança (unidades);

$IP =$  Intervalo entre pedidos (dias, semanas, meses);

$T =$  Tempo médio de ressuprimento (dias, semanas, meses);

No controle de revisão periódica, a quantidade  $Q_n$  que deve ser pedida para que o estoque alcance o estoque máximo, considerando o que temos em estoque  $Q_f$ , pode ser calculada de acordo com a Equação (33) (TUBINO, 2000):

$$Q_n = NR - Q_f \quad (33)$$

Em que:

$Q_n =$  Quantidade a ser pedida (unidades);

$Q_f =$  Quantidade existente em estoque (unidades);

$NR =$  Estoque máximo (unidades);

Em casos onde  $IP < T$ , existirão quantidades solicitadas em pendência, chamadas de  $Q_p$  e devem ser consideradas, além das quantidades reprimidas de demanda  $Q_r$  que devem ser atendidas e sendo assim o cálculo de  $Q_n$  é realizado por meio da Equação (34) (SCHMOELLER, 2016):

$$Q_n = NR - Q_f - Q_p + Q_r = Dx(IP + T) - Q_f - Q_p + Q_r + ES \quad (34)$$

Em que:

$Q_n$  = Quantidade a ser pedida (unidades);

$Q_f$  = Quantidade existente em estoque (unidades);

$Q_p$  = Quantidades pendentes (unidades);

$Q_r$  = Quantidades reprimidas (unidades);

$NR$  = Estoque máximo (unidades);

$D$  = Demanda média no período (unidades);

$T$  = Tempo médio de ressuprimento (semanal, mensal, anual);

$IP$  = Intervalo entre pedidos (dias, semanas, anos);

$ES$  = Estoque de Segurança (unidades).

Segundo Bowersox e Closs (2011) as empresas devem se basear em considerações de natureza estratégica para estabelecer e programar políticas de estoques, o que exige o desenvolvimento de um extenso processo gerencial. Sendo assim, após calcular todos os parâmetros de estoque e analisarmos os níveis de estoque máximo e ponto de pedido, conseguimos definir qual dos métodos de revisão de estoques vistos na seção anterior é o mais adequado para determinado cenário.

É necessário também compararmos os níveis de estoques com o estoque de segurança, que nada mais é do que manter níveis de estoque suficientes para evitar faltas de estoque. Na próxima seção será abordado o conceito aprofundado de estoque de segurança assim como seus métodos de cálculo.

## 2.7. ESTOQUE DE SEGURANÇA

O estoque de segurança, segundo Slack (2009), é chamado de estoque isolador. Seu propósito é compensar as incertezas inerentes a fornecimento e demanda. Por exemplo, uma operação de varejo nem sempre conseguirá prever perfeitamente a demanda. Ela vai encomendar bens de seus fornecedores de modo que sempre haja pelo menos certa quantidade da maioria dos itens em estoque.

Conforme afirmam Garcia, Lacerda e Arozo (2001) algumas causas que podem ocasionar falta de estoque:

- Oscilações no consumo;
- Atraso no tempo de reposição;
- Variação na quantidade, quando o controle de qualidade rejeita um lote, por exemplo;
- Diferenças de inventário.

Segundo Staudt (2010) o estoque de segurança pode ser obtido através de dois métodos: sistema de demanda (Demand System – DS) e sistema de previsão (Forecast System – FS).

O DS (Demand System) calcula o estoque de segurança baseado na variabilidade de demanda e do tempo de ressurgimento (STAUDT, 2010). A Equação (35) e Equação (36) representam os cálculos deste sistema (WANKE, 2011):

$$ES = Z_{\alpha} \sqrt{T \cdot \sigma_D^2 + D^2 \cdot \sigma_T^2} \quad (35)$$

$$ES = Z_{\alpha} \sqrt{(T \cdot \sigma_D)^2 + (D \cdot \sigma_T)^2 + \sigma_D^2 \cdot \sigma_T^2} \quad (36)$$

Em que:

$T$  = Tempo médio de ressurgimento (semanal, mensal, anual);

$ES$  = Estoque de Segurança (unidades);

$Z_{\alpha}$  = Nível de serviço (adimensional);

$D$  = Demanda média no período (unidades);

$\sigma_D$  = Desvio padrão da demanda (unidades);

$\sigma_T$  = Desvio padrão do tempo de ressurgimento (dias, semanas, meses).

Segundo Love (1979), previsões de demanda são pré-requisitos absolutos para o planejamento dos níveis de estoque. Ainda que as previsões estejam sujeitas a erros, o conhecimento destes erros permite a definição dos estoques de segurança necessários. Estes estoques são definidos pelo método FS (Forecast System), um método ativo que calcula o estoque de segurança através da variabilidade dos erros de previsão de demanda.

Para sua implantação, necessita-se de um histórico da demanda do produto que pode variar de acordo com o método de previsão a ser aplicado (STAUDT, 2010). Após aplicação dos métodos de previsão de demanda e avaliação de cada um pela mensuração dos respectivos erros, podemos calcular o estoque de segurança para revisão permanente pela Equação (37) ou para revisão periódica pela Equação (38) (WANKE, 2011).

$$ES = Z_{\alpha} \cdot \sigma_D \cdot \sqrt{TR} \quad (37)$$

$$ES = Z_{\alpha} \cdot \sigma_D \cdot \sqrt{IR + TR} \quad (38)$$

Em que:

*IR = Intervalo entre revisões (dias, semanas, meses);*

*TR = Tempo de ressuprimento (dias, semanas, meses);*

*$\sigma$  = Desvio padrão da previsão de demanda (unidades);*

*$Z_{\alpha}$  = Nível de serviço (adimensional).*

O nível de serviço  $Z_{\alpha}$  é o fator que corresponde a  $f(Z_{\alpha})$ , que é a função distribuição normal acumulada, a qual define a probabilidade do estoque de segurança atender a demanda projetada, ou seja, definido o percentual de nível de serviço que deve ser atendido faz-se a relação com a Tabela de distribuição normal padronizada para obter-se  $Z_{\alpha}$  (BRITO, 2010).

### 3. METODOLOGIA

Neste capítulo será apresentado o método de pesquisa utilizado, bem como os procedimentos metodológicos desenvolvidos no decorrer deste trabalho.

A pesquisa realizada é caracterizada como de finalidade aplicada. A pesquisa aplicada é voltada à obtenção de conhecimentos visando aplicação em uma determinada situação (GIL, 2010).

Pode-se classificar este trabalho, segundo Gil (2010), como de natureza aplicada visto que a pesquisa tem o propósito elaborar um política de gerenciamento de estoques da empresa em estudo; com objetivo exploratório pois adentra o problema a ser solucionado, criando alto conhecimento sobre o mesmo e assumindo assim a forma de estudo de caso e abordagem quantitativa uma vez que suas conclusões são diretamente tiradas através de resultados numéricos, ou seja, através do cálculo dos parâmetros de estoques.

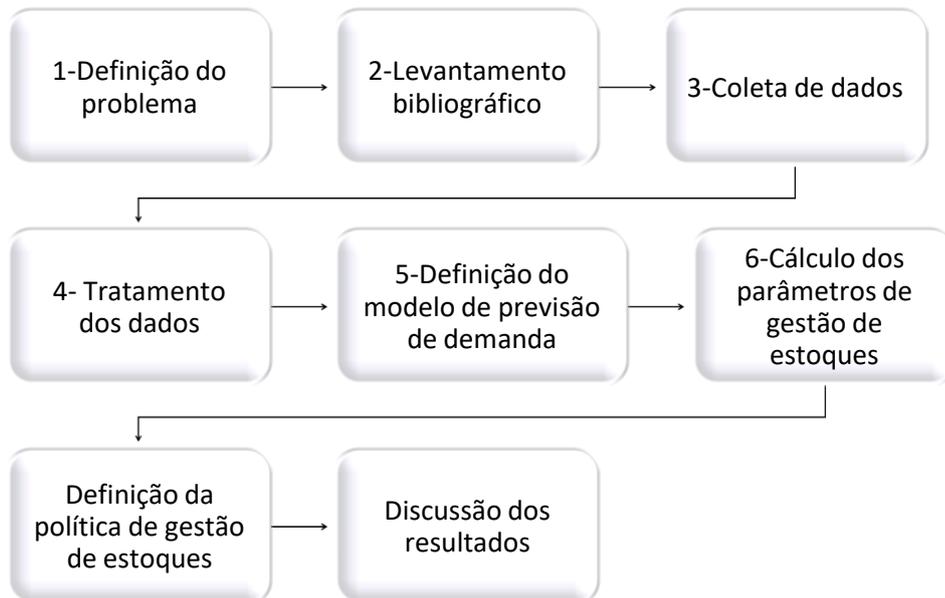
Com relação aos procedimentos, foram adotados durante este trabalho o estudo de caso e a pesquisa bibliográfica. A pesquisa bibliográfica tem como intenção estabelecer o contato direto entre o pesquisador e tudo o que foi escrito, dito ou filmado sobre um assunto, propiciando o exame de um tema sob novo enfoque ou abordagem (MARCONI; LAKATOS, 2010).

A natureza da pesquisa realizada foi quantitativa, uma vez que traduz em números das informações obtidas para sua classificação e análise (ANDRADE, 2001).

Quanto ao local de realização da pesquisa, esta pode ser classificada como pesquisa de campo, pois se realizou estudos no departamento de vendas e logística de uma empresa do setor metal mecânico (BARROS; LEHFELD, 2000).

O fluxograma da Figura 7 representa de forma processual o passo a passo detalhado da pesquisa.

Figura 7 - Fluxograma das etapas do método de pesquisa apresentado



Fonte: Autor (2019).

- 1) Definição do problema: problema encontrado no mercado de reposição de uma multinacional, onde os produtos que atualmente são produzidos MTO (*make-to-order*) serão produzidos de forma MTS (*make-to-stock*). Há uma necessidade de compreender qual a melhor política de gerenciamento deste estoque e como correlacionar com a variabilidade da demanda.
- 2) Levantamento bibliográfico: Nesta etapa foi feito um levantamento sobre o assunto de interesse da pesquisa. Realizou-se a fundamentação teórica dos seguintes temas: logística, métodos de previsões e gestão de estoques. Estes temas serviram de base para todo o estudo proposto.
- 3) Coleta de dados: Foi feita a coleta de dados referentes à demanda histórica de vendas de produtos dos anos 2016, 2017 e 2018. O estudo foi delimitado aos produtos base que geram maior *turnover* para a empresa, onde a escolha dos itens foi feita através da classificação ABC. Foi considerado os materiais que equivalem a 35% do investimento da empresa na área de vendas.

- 4) Análise de dados: Foi feita a compilação e análise dos dados coletados na etapa anterior com o objetivo de identificar a presença de *outliers* (dados espúrios) na série histórica.
- 5) Definição de modelo de previsão de demanda: Após a coleta e análise de dados, desenvolveu-se e aplicaram-se os métodos de previsão de demanda, definindo qual o melhor para cada item estudado.
- 6) Cálculo dos parâmetros de gestão de estoques: Após definido o modelo de previsão de demanda, utilizou-se o desvio padrão do erro médio de previsão para os cálculos de estoque de segurança e os outros parâmetros das políticas de revisão permanente e periódica.
- 7) Definição da política de gestão de estoques: Foi determinada a política ideal a ser utilizada para cada um dos itens estudados.
- 8) Discussão dos resultados: análise qualitativa dos resultados e sugestões de melhorias e continuação de pesquisas.

No próximo capítulo apresentou-se cada etapa de forma detalhada do estudo de caso deste trabalho. Serão abordados os seguintes tópicos: contextualização sobre a empresa, definição do escopo do trabalho e análise e tratamento dos dados.

## **4. ESTUDO DE CASO**

São quatro os principais tópicos abordados neste capítulo: apresentação da empresa e cenário atual onde o estudo foi realizado, tratamento dos dados com os cálculos dos métodos de previsão de demanda e por fim o cálculo dos parâmetros de gestão de estoques para as políticas de revisão permanente e periódica.

### **4.1. A EMPRESA**

A empresa onde foi realizada a pesquisa é especializada em soluções para refrigeração doméstica e comercial, sendo esta líder no mercado onde atua contando com mais de 11.000 colaboradores divididos em quatro matrizes produtivas, no Brasil, China, Eslováquia e México, e mais dois escritórios e centros de pesquisa nos Estados Unidos e Rússia.

Suas unidades somam uma capacidade produtiva de aproximadamente 37 milhões de produtos por ano e oferece tecnologias para os segmentos residencial, comercial - como varejo, restaurantes e aplicações médicas de distribuição e revenda (mercado de reposição) e, ainda, oferece serviços digitais por meio de parcerias.

O trabalho em questão está focado apenas no estudo da previsão de demanda e gestão de estoques dos produtos pertencentes à região de vendas da América Latina, especificamente no segmento de peças de reposição. Esta fração da empresa representa aproximadamente 2,3% da venda global no ano, porém corresponde a uma considerável margem de contribuição, visto que este segmento apresenta agradáveis preços de venda.

### **4.2. APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA**

O mercado de distribuição e revenda da América Latina da empresa possui aproximadamente 76 clientes divididos entre Brasil, Chile, Argentina, Paraguai, Bolívia, Colômbia, Peru, Equador, Panamá, Uruguai, El Salvador, Honduras, Costa Rica, Guatemala, Nicarágua, República Dominicana e Suriname.

A produção de produtos da linha doméstica que são adquiridos por estes clientes é realizada no Brasil e utiliza a política de MTO (*make-to-order*), ou seja, inicia a produção mediante ordem de pedido.

Neste cenário, o *lead time* de entrega, desde o encaminhamento do pedido pelo cliente (revenda) até o recebimento dos produtos, é de no máximo 45 dias e médio de 30 dias. Em relação aos competidores, este tempo é muito grande, visto que muitos deles conseguem realizar a entrega em no máximo 10 dias. Além disso, esta demora na entrega causa falta de estoque nas vendas.

Outro tópico importante, é que os produtos do mercado de reposição competem por espaço na linha de produção com pedidos de outros segmentos. A Tabela 1 nos mostra que no ano de 2018, tivemos um total de 118 mil produtos não entregues por falta de capacidade produtiva, gerando também perdas de vendas na ponta da cadeia (consumidor final).

Tabela 1 – Resultado de pedidos perdidos em 2018.

Resultado 2018	
<b>Total Pedidos</b>	692.564
<b>Realizado</b>	573.585
<b>Pedidos perdidos</b>	-118.979

Fonte: Autor (2019).

A partir destas informações e com base em um histórico de vendas, a solução encontrada para reverter esse cenário foi implantar um inventário para o mercado de reposição, com o objetivo de diminuir o *lead time* e evitar que os clientes percam vendas na ponta, transformando a produção MTO (*make-to-order*) em MTS (*make-to-stock*) dos principais produtos deste segmento.

De forma resumida, 84 dos 340 modelos de produtos da empresa passarão a ser produzidos a fim de estocá-los. Cada modelo possui inúmeros SKUs, que são códigos identificadores de produtos usados no controle de estoque. Para os produtos vendidos às vendas e distribuidores, estes SKUs possuem treze dígitos e os últimos quatro correspondem a uma customização do produto referente a componentes e embalagem que podem sofrer alterações conforme pedido do cliente.

Os estoques dos 84 modelos mencionados anteriormente serão planejados com base no histórico de vendas dos códigos de nove dígitos, produto sem customização, que chamaremos de produto base (PB). Para os 84 modelos existem 184 produtos base e em torno de 400 SKUs (produtos customizados).

Na Figura 8 e

Figura 9 podemos visualizar a hierarquia do produto customizado e uma exemplificação do código do produto base, respectivamente.

Figura 8 – Hierarquia do produto base (PB).



Fonte: Autor (2019).

Figura 9 - Exemplo de produto base (PB).



Fonte: Autor (2019).

Atualmente a companhia executa a previsão de demanda por meio de métodos qualitativos, ou seja, métodos que recorrem a julgamento, intuição, pesquisas ou técnicas comparativas a fim de produzir estimativas quantitativas sobre o futuro (BALLOU, 2006) com alguns ajustes semanais junto ao time de planejamento de demanda e vendas. Desse modo, têm-se erros muito grandes na previsão que interferem diretamente no planejamento da produção para estocagem.

Com o intuito de trazer maior assertividade e embasamento nas decisões, o presente estudo tem como objetivo calcular as previsões de demanda dos principais produtos base vendidos pelo mercado de reposição, baseando-se em um histórico de vendas de 2016 a 2018 e utilizando métodos de previsões de demanda

quantitativos. Posteriormente serão calculados os parâmetros de estoques para cada item.

Visto que o número de produtos base a serem produzidos sob a sistemática MTS é 184, inicialmente realizou-se uma avaliação dos itens que geram maior valor utilizando a classificação ABC. Dessa forma, foi levantado o histórico de vendas efetuadas no ano de 2018, relacionando a quantidade com o preço de venda dos produtos.

Levando em consideração a importância da classificação do tipo de demanda para a definição dos melhores métodos de previsão de demanda a serem aplicados, classificou-se o histórico de demanda de 2016, 2017 e 2018 de todos dos PB de acordo com a metodologia de Boylan (2008).

Para cada produto base, calculamos o intervalo médio entre demandas (Average Demand Interval - ADI) e o quadrado do coeficiente de variação das quantidades demandadas ( $CV^2$ ).

A classificação de demanda foi dada com base no resultado do ADI e  $CV^2$  de cada PB, respeitando as seguintes categorias definidas por Syntetos, Boylan e Croston (2005):

- $ADI < 1,32$  e  $C(V)^2 < 0,49$  – Demanda suave (smooth demand);
- $ADI > = 1,32$  e  $C(V)^2 < 0,49$  – Demanda intermitente (intermittent demand);
- $ADI < 1,32$  e  $C(V)^2 > = 0,49$  – Demanda Errática (erratic demand);
- $ADI > = 1,32$  e  $C(V)^2 > = 0,49$  – Demanda Irregular (irregular demand).

Dos 184 produtos iniciais, 21,73% apresentaram demanda errática, 46,76% demanda intermitente, 16,84% produtos base com demanda irregular e, por fim, 14,67% apresentaram demanda *smooth* (demanda suave).

Como resultado final desta análise, os itens A da curva de classificação ABC (que representam 65% do *turnover* do total de 184 produtos base) e suas devidas classificações de demanda podem ser visualizadas no Apêndice A.

A partir destes dados escolheu-se, para fins do escopo deste trabalho, elaborar uma previsão de demanda com posterior gerenciamento dos estoques somente para os itens A com classificação da demanda *smooth* (demanda suave), ou seja, uma demanda periódica. De acordo com Syntetos, Boylan e Croston (2005), os produtos com demanda *smooth* possuem maior chance de assertividade das

previsões utilizando métodos tradicionais de previsão de demanda (por exemplo, métodos de suavização exponencial).

Assim, os itens A com demanda *smooth* correspondem a 14 produtos base e seus códigos e respectiva porcentagem na curva ABC podem ser vistos na Tabela 2.

Tabela 2 - Produtos base com demandas suaves correspondentes a 65% do turnover.

Produto Base	Código	Volume	Classificação de Demanda
<b>PB1</b>	<b>513701193</b>	16%	Smooth Demand
<b>PB2</b>	<b>513701313</b>	9%	Smooth Demand
<b>PB3</b>	<b>513200349</b>	6%	Smooth Demand
<b>PB4</b>	<b>513305029</b>	5%	Smooth Demand
<b>PB5</b>	<b>513307390</b>	5%	Smooth Demand
<b>PB6</b>	<b>513200003</b>	4%	Smooth Demand
<b>PB7</b>	<b>513701297</b>	4%	Smooth Demand
<b>PB8</b>	<b>513307373</b>	3%	Smooth Demand
<b>PB9</b>	<b>513701300</b>	3%	Smooth Demand
<b>PB10</b>	<b>513701281</b>	3%	Smooth Demand
<b>PB11</b>	<b>513701174</b>	3%	Smooth Demand
<b>PB12</b>	<b>513307067</b>	1%	Smooth Demand
<b>PB13</b>	<b>513307068</b>	1%	Smooth Demand
<b>PB14</b>	<b>513701271</b>	0,5%	Smooth Demand

Fonte: Autor (2019).

Os dados coletados de histórico de demanda suave dos anos 2016, 2017 e 2018 de vendas dos produtos base selecionados estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 - Demanda histórica 2016, 2017 e 2018 dos 14 PB.

Ano	Produto Base	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2016	513701193	1.254	4.984	5.985	4.163	3.956	5.420	5.964	5.782	7.379	8.065	14.653	4.849
	513701313	7.011	6.256	2.794	1.411	3.618	2.939	3.172	3.457	5.839	8.194	7.580	11.021
	513200349	2.308	4.292	5.964	1.541	2.131	2.001	4.540	2.592	2.481	3.541	4.856	3.555
	513701297	3.174	2.412	1.989	1.556	2.887	3.082	2.157	2.446	3.157	2.759	1.120	4.304
	513701300	2.032	3.868	2.455	1.272	2.459	1.705	1.564	4.651	1.022	3.396	3.261	2.320
	513305029	1.037	2.062	2.680	1.732	3.516	1.139	3.425	1.195	1.635	2.888	3.900	2.739
	513200003	1.414	1.662	1.865	1.854	1.693	1.848	2.644	2.834	2.098	1.913	3.504	3.721
	513307390	541	1.062	2.796	2.220	2.458	1.723	2.091	2.572	2.325	2.062	1.966	3.272
	513701174	596	1.568	2.577	735	1.418	1.190	1.117	807	1.207	3.122	2.868	3.637
	513307373	1.064	1.504	2.229	690	1.894	2.435	1.436	1.140	668	2.265	3.056	1.988
	513701281	848	1.368	1.936	847	1.273	1.398	1.559	477	884	2.381	3.533	2.540
	513307067	472	770	1.162	486	484	583	687	645	678	877	915	1.499
	513307068	107	228	618	869	278	411	482	152	199	1.110	948	271
	513701271	464	47	93	140	380	385	79	69	239	431	455	22
2017	513701193	6.436	8.749	8.789	6.136	5.912	6.625	6.104	5.337	8.427	10.556	16.520	7.660
	513701313	4.345	4.377	4.028	3.407	3.399	4.409	2.664	8.548	4.666	8.604	13.519	7.151
	513200349	6.598	2.987	2.965	7.254	6.635	1.801	836	3.821	3.603	3.662	4.534	6.763
	513701297	2.594	5.006	4.428	4.255	3.528	689	1.944	2.629	1.694	1.742	2.582	1.043
	<b>Produto Base</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>
	513701300	3.810	3.941	4.894	4.121	382	2.905	696	1.696	1.416	4.014	2.096	1.983
	513307390	1.610	1.864	2.702	1.726	2.981	1.591	1.723	2.715	4.068	2.164	2.817	2.830
	513200003	1.364	2.487	1.934	2.207	5.132	2.268	1.051	1.342	1.982	2.172	3.203	3.423
	513305029	1.205	1.500	891	2.781	2.827	2.157	961	2.735	1.049	2.943	2.805	3.008
	513307373	1.069	2.204	1.158	2.967	2.499	160	905	3.188	2.000	2.511	2.141	2.563
	513701174	1.790	1.667	1.694	1.127	771	719	320	2.283	2.306	2.056	2.538	2.929
	513701281	543	941	822	600	479	1.701	756	723	1.675	1.735	2.710	2.413
	513307067	396	677	202	703	517	63	519	913	1.437	458	614	1.120
	513307068	1.045	596	401	1.221	208	571	46	519	332	581	550	522
513701271	133	132	72	20	86	11	18	329	329	190	189	90	
2018	513701193	11.130	13.819	11.630	6.173	5.748	1.295	4.222	8.502	3.750	10.894	8.354	11.518
	513701313	6.041	11.912	5.655	4.793	2.088	3.281	50	2.288	1.110	5.976	8.360	5.519
	513200349	4.027	986	4.496	2.388	2.593	2.114	1.884	3.783	4.630	3.326	1.944	2.538
	513305029	2.945	3.762	1.240	3.386	1.135	267	3.380	2.245	2.556	1.673	2.967	5.995
	513307390	3.086	1.861	1.835	3.140	168	1.731	1.573	3.604	3.784	2.583	2.206	4.322
	513200003	2.282	1.523	2.599	1.673	1.157	812	2.512	2.675	3.530	900	1.346	5.007
	513701297	1.430	4.184	2.400	1.049	121	1.110	1.480	3.996	2.220	962	1.324	1.616
	513307373	1.748	4.249	1.118	1.095	650	978	718	1.975	1.745	555	2.045	3.337
	513701300	1.590	1.935	2.262	1.730	286	1.312	1.248	1.578	2.945	632	1.610	2.591
	513701281	985	1.814	1.057	2.098	612	699	1.403	2.702	1.828	2.446	813	3.056
	513701174	2.628	2.239	761	1.200	1.236	365	1.226	966	2.103	999	1.735	2.948
	513307067	391	807	483	636	121	571	1.059	641	441	599	409	722
	513307068	616	370	984	923	332	114	99	318	190	463	479	780
	513701271	363	20	359	154	172	102	131	479	387	368	104	326

Fonte: Autor (2019).

A partir da definição do escopo do trabalho para 14 PB com demanda *smooth* e do mercado de reposição, na Seção 4.4 trazem-se os resultados obtidos mediante aplicação dos métodos de previsão de demanda e cálculo de parâmetros de estoque e a Seção 5 trata das análises destes resultados, comparando cenários.

### 4.3. TRATAMENTO DOS DADOS

A aplicação de um método de previsão quantitativo exige dados históricos da variável com um espaço de tempo no mínimo igual ao período da previsão (STAUDT, 2011).

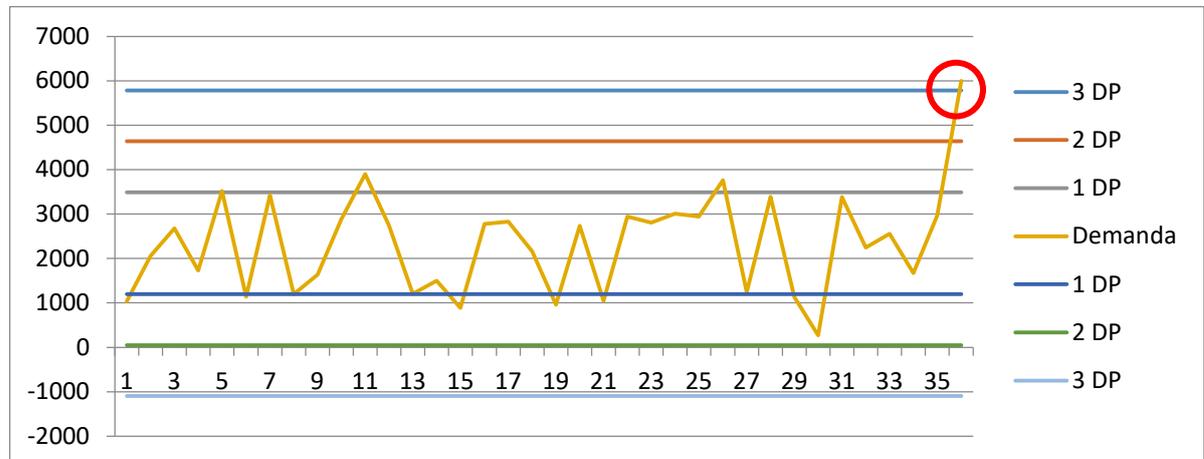
Visto que o objetivo é realizar a previsão de demanda para os seis primeiros meses de 2019, o histórico obtido demonstra-se suficiente. Após a aquisição da série histórica é necessário avaliar a presença de *outliers* antes da aplicação dos métodos de previsão.

Dessa forma, para os 14 produtos base avaliou-se a presença de *outliers* na série histórica, a fim de verificar pontos muito discrepantes (volumes muito altos ou muito baixos) no intervalo. Os *outliers* podem ser denominados como dados espúrios, ruídos ou exceções (ALLEMÃO, 2004).

Uma forma de identificar possíveis *outliers* é examinar se existem dados além de um determinado limite de desvios padrões fora da média. Os dados que excederem esse limite e forem identificados como valores que sofreram influência de promoção ou até alguma crise podem ser descartados ou adequados por fugir da realidade (STAUDT, 2011).

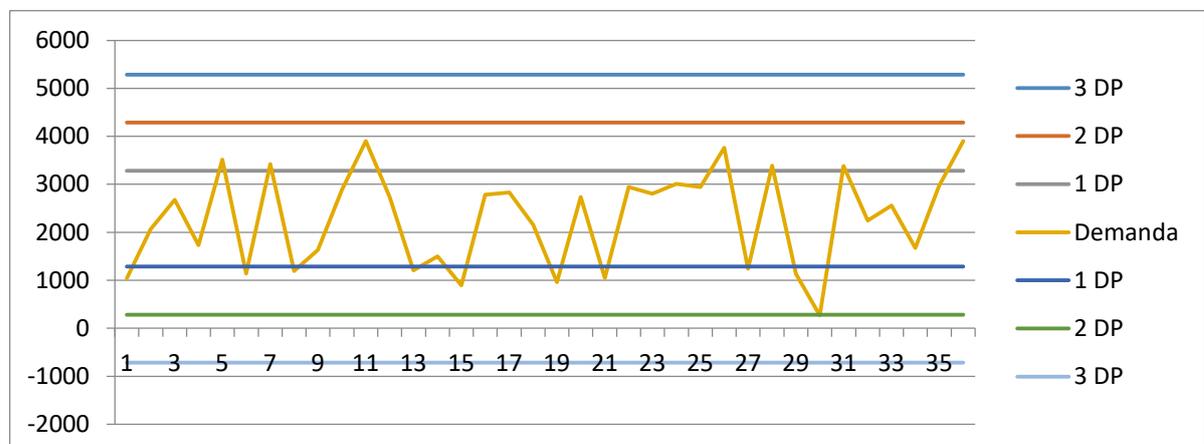
Neste caso, para determinar o limite máximo e mínimo para a série de dados, foi utilizada a adequação do percentual de valores históricos em relação ao número de desvios padrões da curva normal, considerando até 3 desvios padrões. Os dados fora do limite de 3 desvios padrões foram considerados *outliers*.

Verificou-se um *outlier* somente na série histórica do produto base 4 de código 513305029, no período 36, conforme vista ampliada do Gráfico 1.

Gráfico 1 - Análise *outliers* do PB4.

Fonte: Autor (2019).

De acordo com Pellegrini (2000) os *outliers* podem surgir de “erros de digitação, falta de produtos, promoções esporádicas e variações no mercado financeiro, entre outras causas”. Notou-se que, para este caso, alguma destas hipóteses pode ter ocorrido e ajustamos o volume de venda do período 36 pela abordagem de Allemao (2004), substituindo o valor pelo teto (máximo ou mínimo) estabelecido, neste estudo de caso, dois desvios padrões para as três madeiras estudadas. O ajuste pode ser visualizado no Gráfico 2.

Gráfico 2 - Ajuste de *outliers* do PB4.

Fonte: Autor (2019).

#### 4.3.1. Aplicação dos Métodos de Previsão

Para cada produto base, foi gerada uma planilha Excel® com a aplicação de diversos métodos quantitativos de previsão, tais como: previsão ingênua, média simples, média móvel 3 meses, média móvel 6 meses, média móvel 12 meses, média móvel ponderada 3 meses, suavização exponencial simples, método de Holt e método de Holt-Winters. A planilha eletrônica foi utilizada para a elaboração das previsões por ser uma ferramenta existente na empresa.

Todos estes métodos implantados nas planilhas foram apresentados no capítulo 2. As previsões de demanda foram realizadas mensalmente de janeiro de 2016 a dezembro de 2018, sendo julgadas pelas seguintes medidas de erro: erro médio (ME), erro médio absoluto (MAD), erro quadrado médio (MSE), erro percentual absoluto médio (MAPE). As medidas de erros foram mensuradas através da média dos doze últimos meses.

Os métodos média móvel ponderada, suavização exponencial, método de Holt e método de Holt-Winters possuem índices de suavização e, para encontrar o menor erro percentual absoluto médio (MAPE), utilizou-se a ferramenta Solver do Excel® para os valores dos índices que o minimizam.

Os coeficientes de amortização foram limitados ao intervalo  $0,01 \leq a \leq 0,99$ , conforme Staudt (2011) (menos para média móvel ponderada, que pode ter coeficiente igual a zero e um).

Utilizando como exemplo o PB1, para o método da média móvel ponderada, testamos os valores iniciais da Tabela 4 com objetivo de aumentar a chance de encontrar o mínimo global da função objetivo que era minimizar a equação do MAPE (Equação 20).

Tabela 4 - Valores iniciais e convergência na média móvel ponderada para o PB1.

Valores iniciais				Convergência			
P1	P2	P3	Erro MAPE(%)	P1	P2	P3	Erro MAPE (%)
<b>0,1</b>	0,1	0,8	98,7%	<b>0,27</b>	<b>0,4</b>	<b>0,0</b>	<b>52%</b>
<b>0,1</b>	0,8	0,1	75,6%	<b>0,27</b>	<b>0,4</b>	<b>0,0</b>	<b>52%</b>
<b>0,8</b>	0,1	0,1	72,3%	<b>0,27</b>	<b>0,4</b>	<b>0,0</b>	<b>52%</b>
<b>0,5</b>	0,2	0,3	72,9%	<b>0,27</b>	<b>0,4</b>	<b>0,0</b>	<b>52%</b>
<b>0,3</b>	0,5	0,2	72,1%	<b>0,27</b>	<b>0,4</b>	<b>0,0</b>	<b>52%</b>

Fonte: Autor (2019).

Os valores em negrito correspondem ao menor erro percentual encontrado para média móvel ponderada três meses. Neste exemplo, utilizamos P1 igual a 0,27, P2 igual a 0,4 e P3 igual a 0, já que todos os valores iniciais convergiram para os mesmos como pode-se ver na Tabela 4.

Nos casos em que parâmetros diferentes resultam na mesma porcentagem, optou-se pelo valor que convergiu mais vezes. No caso do PB6, utilizamos P1 igual a 0,60, P2 igual a 0,04 e P3 igual a 0,02, minimizando o erro para 43%. É possível ver o resultado na Tabela 5.

Tabela 5 - Valores iniciais e convergência da média móvel ponderada do PB6.

Valores iniciais				Convergência			
P1	P2	P3	Erro%	P1	P2	P3	Erro%
<b>0,1</b>	0,1	0,8	71%	<b>0,59</b>	<b>0,05</b>	<b>0,02</b>	<b>43%</b>
<b>0,1</b>	0,8	0,1	76%	<b>0,60</b>	<b>0,04</b>	<b>0,02</b>	<b>43%</b>
<b>0,8</b>	0,1	0,1	59%	<b>0,60</b>	<b>0,04</b>	<b>0,02</b>	<b>43%</b>
<b>0,5</b>	0,2	0,3	64%	<b>0,57</b>	<b>0,07</b>	<b>0,01</b>	<b>43%</b>
<b>0,3</b>	0,5	0,2	70%	<b>0,19</b>	<b>0,30</b>	<b>0,04</b>	<b>43%</b>
<b>0,2</b>	0,3	0,5	69%	<b>0,43</b>	<b>0,19</b>	<b>0,00</b>	<b>43%</b>
<b>0,5</b>	0,3	0,2	65%	<b>0,45</b>	<b>0,16</b>	<b>0,01</b>	<b>43%</b>
<b>0,3</b>	0,2	0,5	66%	0,29	0,10	0,27	44%
<b>0,2</b>	0,5	0,3	71%	<b>0,59</b>	<b>0,06</b>	<b>0,02</b>	<b>43%</b>
<b>1</b>	0	0,0	61%	<b>0,60</b>	<b>0,06</b>	<b>0,01</b>	<b>43%</b>
<b>0</b>	1	0,0	81%	0,01	0,38	0,06	46%
<b>0</b>	0	1,0	73%	<b>0,60</b>	<b>0,04</b>	<b>0,02</b>	<b>43%</b>

Fonte: Autor (2019).

No método de suavização exponencial, dois dos testes convergiram pra um valor mais alto do MAPE, então optou-se pelo valor de  $\alpha$  igual a 0,01, resultando em 62,1% de erro como visto na Tabela 6.

Tabela 6 - Valores iniciais e convergência suavização exponencial do PB1.

Valores iniciais		Convergência	
Alfa	Erro%	Alfa	Erro %
<b>0,1</b>	85%	<b>0,01</b>	<b>62,1%</b>
<b>0,5</b>	72%	0,694	70,0%
<b>0,9</b>	72%	0,694	70,0%

Fonte: Autor (2019).

Para os métodos de Holt e Holt-Winters, mais valores foram testados para garantir o menor erro percentual. Na Tabela 7 e Tabela 8 pode-se ver o resultado.

Tabela 7 - Valores iniciais e convergência método de Holt do PB1.

Valores iniciais			Convergência		
Alfa	Beta	Erro %	Alfa	Beta	Erro %
<b>0,1</b>	0,1	136,0%	0,040	0,100	94,9%
<b>0,1</b>	0,5	102,5%	0,040	0,100	94,9%
<b>0,1</b>	0,9	129,2%	0,040	0,100	94,9%
<b>0,5</b>	0,1	75,3%	<b>0,040</b>	<b>0,100</b>	<b>56,2%</b>
<b>0,5</b>	0,5	63,8%	<b>0,040</b>	<b>0,100</b>	<b>56,2%</b>
<b>0,5</b>	0,9	57,0%	<b>0,040</b>	<b>0,100</b>	<b>56,2%</b>
<b>0,9</b>	0,1	72,4%	<b>0,040</b>	<b>0,100</b>	<b>56,2%</b>
<b>0,9</b>	0,5	67,2%	<b>0,040</b>	<b>0,100</b>	<b>56,2%</b>
<b>0,9</b>	0,9	89,2%	<b>0,040</b>	<b>0,100</b>	<b>56,2%</b>

Fonte: Autor (2019).

Tabela 8 - Valores iniciais e convergência método Holt-Winters do PB1.

Valores iniciais				Convergência			
Alfa	Beta	Gama	Erro%	Alfa	Beta	Gama	Erro %
<b>0,1</b>	0,1	0,5	119,2%	<b>0,05</b>	<b>0,990</b>	<b>0,01</b>	<b>55,9%</b>
<b>0,1</b>	0,5	0,1	106,1%	<b>0,05</b>	<b>0,990</b>	<b>0,01</b>	<b>55,9%</b>
<b>0,5</b>	0,1	0,1	103,6%	0,49	0,99	0,01	84,0%
<b>0,1</b>	0,1	0,9	102,5%	<b>0,05</b>	<b>0,990</b>	<b>0,01</b>	<b>55,9%</b>
<b>0,9</b>	0,1	0,1	99,7%	0,49	0,99	0,01	84,0%
<b>0,1</b>	0,9	0,1	118,4%	<b>0,05</b>	<b>0,990</b>	<b>0,01</b>	<b>55,9%</b>
<b>0,1</b>	0,5	0,9	70,9%	<b>0,05</b>	<b>0,990</b>	<b>0,01</b>	<b>55,9%</b>

Fonte: Autor (2019).

Não foram realizados mais testes para obter um ajuste mais preciso do valor de alfa, beta e gama para não tornar o processo bastante trabalhoso e com poucas melhorias de precisão.

O resultado dos testes realizados mostra qual coeficiente resulta no menor erro percentual de previsão (MAPE). O método que possui o menor percentual do erro é o melhor método a ser utilizado na previsão como foi apresentado na próxima seção.

#### 4.3.2. Avaliação dos Métodos Quantitativos

Para obter-se a previsão final, de acordo com Martins e Lugeni (2006), uma das etapas de avaliação do modelo de previsão corresponde ao estudo dos erros, sendo aquele com menor valor o mais adequado.

Neste trabalho, o erro empregado como critério de seleção do modelo foi o MAPE (erro absoluto percentual) médio do ano de 2018, visto que este é o mais utilizado na literatura. Na

Tabela 9 podem-se visualizar os resultados das médias dos erros dos últimos 12 meses de previsão para cada método aplicado ao produto PB1.

Tabela 9 – Médias dos erros de previsão calculados do PB1.

Métodos/Erros	Erro ME	Erro MAD	Erro MSE	Erro % MAPE
Média Móvel Ponderada 3 meses	3040,33	3742,08	20675899,371	52,0%
Média Móvel 6 meses	-1696,11	3482,97	25450378,181	52,7%
Método de Holt Winters	644,89	2900,21	12834416,614	55,9%
Método de Holt	299,21	3296,24	17073651,988	56,2%
Média Móvel 12 meses	-871,33	3009,76	13039357,925	57,8%
Suavização Exponencial Simples	2976,17	4000,60	22761316,626	62,1%
Previsão Ingênua Vários passos	-18,00	3351,83	16780202,000	71,6%
Previsão Ingênua	321,50	3624,17	15901540,833	73,2%
Média Móvel 3 meses	-122,78	3031,06	14584534,481	74,0%
Média Simples	721,60	3322,98	13825812,337	74,3%

Fonte: Autor (2019).

No Apêndice B podemos verificar todos os valores dos erros encontrados para cada método de previsão para todos os itens estudados.

Para cada produto base encontrou-se métodos de previsões diferentes. Na Tabela 10 observou-se, de forma geral, qual o melhor método a ser utilizado em cada produto base e suas respectivas porcentagens do MAPE (erro absoluto percentual). O método MMP 3 meses significa Média Móvel Ponderada considerando 3 meses.

Tabela 10 – Métodos de previsões ideais para os 14 PBs.

Produto Base	ME	MAD	MSE	% MAPE	Método Previsão
<b>PB1</b>	-12,50	2.074,94	6.056.565,98	52,00%	MMP 3 meses
<b>PB2</b>	1.709,00	2.029,15	10.832.507,35	36,45%	MMP 3 meses
<b>PB3</b>	736,62	1.037,97	1.895.580,70	34,27%	Método Holt
<b>PB4</b>	1.660,58	1.679,36	4.197.664,50	57,73%	MMP 3 meses
<b>PB5</b>	922,95	1.084,49	2.212.199,03	41,20%	MMP 3 meses
<b>PB6</b>	471,84	829,88	1.312.536,44	34,83%	Holt-Winters
<b>PB7</b>	840,42	952,90	2.199.692,73	38,20%	Método Holt
<b>PB8</b>	1.019,49	1.040,60	2.245.154,47	47,91%	MMP 3 meses
<b>PB9</b>	1.025,65	1.043,70	1.616.818,59	57,95%	Método Holt
<b>PB10</b>	873,15	908,36	1.491.994,65	43,07%	MMP 3 meses
<b>PB11</b>	-21,25	423,86	297.284,55	41,41%	MMP 3 meses
<b>PB12</b>	-11,90	184,95	53.762,44	43,35%	MMP 3 meses
<b>PB13</b>	166,70	228,09	94.665,83	47,49%	MMP 3 meses
<b>PB14</b>	94,36	134,14	30.481,21	58,95%	Holt-Winters

Fonte: Autor (2019).

Para os cálculos dos parâmetros de estoques e estoques de segurança considerando a variabilidade da demanda e do erro de previsão, utilizou-se os resultados referentes ao melhor método de previsão de cada item. O desenvolvimento destes cálculos é apresentado na seção seguinte.

#### 4.3.3. Gestão de Estoques

Conforme comentado no início da seção 4.3, esta seção contém o desenvolvimento dos cálculos dos parâmetros de estoque para os 14 produtos base da classe A para as políticas de revisão permanente e periódica de gestão de estoques.

##### 4.3.3.1. Dados de Entrada

Para os cálculos dos parâmetros de estoque são necessárias diversas informações da empresa estudada, como: taxa mínima de atratividade (TMA), custo

de emissão de pedido, custo de produção dos produtos base, lead time produtivo, desvio padrão do lead time e nível de serviço.

A taxa TMA utilizada é de 13% ao ano e é definida como a taxa que representa o mínimo que um investimento deve remunerar para que seja considerado viável economicamente. A mesma foi obtida por meio de entrevista com funcionários do time de finanças da empresa.

Para custo de emissão de pedido, apuraram-se todas as despesas relativas ao departamento de logística e este custo foi dividido por todos os pedidos emitidos pelos funcionários do setor. Desta forma o custo do pedido médio mensal a ser utilizado para emissão será de R\$18,00. Já para o custo de produção de cada produto base, foi utilizado o dado mensal disponibilizado pelo setor de finanças da empresa e estão detalhados na Tabela 11.

O lead time padrão da empresa para entrega dos produtos é de no mínimo 30 dias e máximo de 45 dias (desde a colocação do pedido até o item final produzido). Neste estudo, utilizamos o valor mínimo de 30 dias que equivale a 1,0 mês e o desvio padrão de 15 dias que equivale a 0,5 mês.

Por fim, o nível de serviço é um parâmetro utilizado no cálculo do estoque de segurança na Equação (35) onde precisa ser convertido para o número  $Z$  da distribuição normal. A empresa estabelece que estes produtos devem oferecer um nível de serviço de 95%, ou seja, segundo a tabela de distribuição normal,  $Z_{\alpha}$  assume os valores 1,64 e 1,65. Por se encontrar igualmente distante destes dois pontos na tabela de distribuição normal, será considerada a média de 1,645 (SCHMOELLER, 2016).

Podemos verificar na Tabela 11 os dados de entrada para os cálculos de parâmetros de estoque de todos os 14 produtos base.

Tabela 11 - Dados de entrada para os 14 PBs.

Produto Base	TMA (13% ano)	Lead time (mês)	DesvPad Lead time (mês)	Z <sub>α</sub> (NS 95%)	(R\$) Produto	(R\$) Pedido
<b>PB1</b>	0,13	1,00	0,5	1,645	R\$ 70,43	R\$ 18,00
<b>PB 2</b>	0,13	1,00	0,5	1,645	R\$ 74,17	R\$ 18,00
<b>PB 3</b>	0,13	1,00	0,5	1,645	R\$ 81,35	R\$ 18,00
<b>PB 4</b>	0,13	1,00	0,5	1,645	R\$ 59,59	R\$ 18,00
<b>PB 5</b>	0,13	1,00	0,5	1,645	R\$ 58,69	R\$ 18,00
<b>PB 6</b>	0,13	1,00	0,5	1,645	R\$ 89,89	R\$ 18,00
<b>PB 7</b>	0,13	1,00	0,5	1,645	R\$ 64,35	R\$ 18,00
<b>PB 8</b>	0,13	1,00	0,5	1,645	R\$ 63,00	R\$ 18,00
<b>PB 9</b>	0,13	1,00	0,5	1,645	R\$ 65,28	R\$ 18,00
<b>PB 10</b>	0,13	1,00	0,5	1,645	R\$ 76,71	R\$ 18,00
<b>PB 11</b>	0,13	1,00	0,5	1,645	R\$ 77,00	R\$ 18,00
<b>PB 12</b>	0,13	1,00	0,5	1,645	R\$ 58,53	R\$ 18,00
<b>PB 13</b>	0,13	1,00	0,5	1,645	R\$ 59,16	R\$ 18,00
<b>PB 14</b>	0,13	1,00	0,5	1,645	R\$ 71,60	R\$ 18,00

Fonte: Autor (2019).

Estes dados de entrada são fixos e utilizados no dimensionamento dos estoques máximo, mínimo e de segurança detalhados na seção 4.3.2.2.

#### 4.3.3.2. Dimensionamento do Estoque

A determinação do estoque de segurança (ES) mais adequado para a empresa foi feita com base no método ativo que calcula o estoque de segurança baseado na variabilidade de demanda e do tempo de ressuprimento definido pela Equação (35).

$$ES = Z_{\alpha} \sqrt{T \cdot \sigma_D^2 + D^2 \cdot \sigma_T^2} \quad (35)$$

Em que:

*T* = Tempo médio de ressuprimento (semanal, mensal, anual);

*ES* = Estoque de Segurança (unidades);

*Z<sub>α</sub>* = Nível de serviço (adimensional);

*D* = Demanda média no período (unidades);

$\sigma_D =$  Desvio padrão da demanda (unidades);

$\sigma_T =$  Desvio padrão do tempo de ressuprimento (dias, semanas, meses).

Para sua implantação, necessita-se de um histórico da demanda do produto que nesse caso varia de acordo com cada produto base (PB).

A fim de inserir a variabilidade do erro de previsão de demanda na Equação (34) do estoque de segurança (ES), calculou-se e utilizou-se o desvio padrão do erro médio (ME) do método de previsão ideal de cada item ao invés do desvio padrão da demanda histórica.

Para calcular níveis de estoque máximo (Emáx) e médio (Eméd) e o ponto de ressuprimento (PR) para cada tipo de política de revisão de estoque, é necessário calcularmos o lote econômico de compra (LEC) e o intervalo de entre colocações de pedidos (IP). O ponto de ressuprimento é calculado pela multiplicação entre a demanda média mensal e o lead time mensal de entrega, somado ao estoque de segurança já definido.

Para o cálculo do Lote Econômico de Compra por meio da Equação (26), precisa-se da demanda média, a taxa de atratividade, o custo do produto e custo de emissão de pedido. Neste caso, como utilizamos 13% ano de TMA (taxa mínima de atratividade), será utilizado a demanda média anual.

Para cada produto base é possível termos um valor de intervalo entre colocações de pedidos (IP) diferentes. Porém, no caso da empresa do estudo de caso em questão, só é possível realizar pedido 1 vez por mês. Dessa forma, consideramos 1,0 o valor padrão de IP para todos os produtos analisados.

Na Tabela 12 podemos analisar a demanda média anual, demanda média e o desvio padrão do erro médio do método de previsão ideal dos últimos doze meses da série histórica, lote econômico de compra e o intervalo entre colocações de pedidos para todos os 14 produtos base.

Tabela 12 - Dados para Dimensionamento de Estoques.

Produto Base	Demanda Méd. Anual (unidades)	Demanda Méd. Mensal (unidades)	DesvPad Erro médio (unidades)	IP (mês)	LEC
<b>PB1</b>	88.913	8.086	2.570	1,00	591
<b>PB 2</b>	63.514	4.844	2.938	1,00	487
<b>PB 3</b>	41.990	2.892	1.215	1,00	378
<b>PB 4</b>	27.422	2.455	1.253	1,00	357
<b>PB 5</b>	28.048	2.522	1.218	1,00	364
<b>PB 6</b>	27.210	2.168	1.090	1,00	335
<b>PB 7</b>	28.546	1.872	1.276	1,00	350
<b>PB 8</b>	21.316	1.684	1.147	1,00	306
<b>PB 9</b>	26.241	1.643	785	1,00	334
<b>PB 10</b>	17.885	1.626	892	1,00	254
<b>PB 11</b>	19.816	1.534	802	1,00	267
<b>PB 12</b>	7.919	573	291	1,00	194
<b>PB 13</b>	5.978	472	275	1,00	167
<b>PB 14</b>	2.458	247	153	1,00	98

Fonte: Autor (2019).

A partir dos dados de entrada e do dimensionamento dos parâmetros principais de estoque de cada política, passamos para a fase final de análise dos cálculos de estoque de segurança (ES), estoque médio (Eméd) e máximo (Emáx) e do ponto de ressuprimento (PR). Podem-se verificar os resultados finais na Tabela 13.

Tabela 13 - Resultados finais para as Políticas de Revisão de Estoque.

Produto Base	Estoque de Segurança ES (un)	REVISÃO PERMANENTE			REVISÃO PERIÓDICA		
		PR (un)	Eméd	Emáx	IP real	Eméd	Emáx
<b>PB1</b>	7.881	15.967	8.176	8.472	1,0	12.219	24.053
<b>PB 2</b>	6.263	11.107	6.507	6.750	1,0	8.929	15.952
<b>PB 3</b>	3.107	5.999	3.296	3.485	1,0	4.742	8.892
<b>PB 4</b>	2.885	5.340	3.064	3.242	1,0	4.291	7.795
<b>PB 5</b>	2.884	5.406	3.066	3.248	1,0	4.327	7.928
<b>PB 6</b>	2.529	4.697	2.790	3.050	1,0	3.874	6.865
<b>PB 7</b>	2.603	4.475	2.779	2.954	1,0	3.714	6.347
<b>PB 8</b>	2.341	4.025	2.494	2.647	1,0	3.336	5.709

<b>PB 9</b>	1.869	3.512	2.036	2.203	1,0	2.858	5.156
<b>PB 10</b>	1.985	3.612	2.112	2.240	1,0	2.926	5.238
<b>PB 11</b>	1.826	3.359	1.959	2.092	1,0	2.726	4.893
<b>PB 12</b>	672	1.245	768	865	1,0	1.055	1.818
<b>PB 13</b>	597	1.069	680	764	1,0	917	1.541
<b>PB 14</b>	324	571	373	422	1,0	496	818

Fonte: Autor, 2019.

Podemos perceber que o ponto de ressuprimento (PR) da revisão permanente é maior que o estoque máximo para todos os produtos base. Sabendo que o ponto de ressuprimento (PR) é o nível de estoque que, ao ser atingido, determina imediata emissão de um pedido visando repor o estoque máximo, podemos concluir que sem a alteração de algum parâmetro do processo (por exemplo, redução do lead time) esta política de revisão não consegue ser utilizada. Este valor discrepante do ponto de pedido é ocasionado por conta do *lead time* produtivo da empresa ser muito alto.

Para o estoque dos principais produtos do segmento estudado, a proposta é que a empresa adote, portanto, um sistema de revisão periódica, monitorando regularmente os parâmetros estipulados. Ou seja, os parâmetros devem ser recalculados periodicamente para contemplar as alterações nos padrões de demanda ou quando a empresa, por alguma decisão mercadológica, realizou alterações que afetam o *lead time* ou nível de demanda.

## 5. ANÁLISE DE RESULTADOS

A partir dos resultados encontrados no estudo dos métodos de previsão, propõe-se que a empresa faça o uso do método média móvel ponderada 3 meses em 64% , o método de Holt em 22% e o método de Holt-Winters em 14% dos itens estudados, como pode ser visto no Gráfico 3.

Gráfico 3 - Porcentagem de itens por método de previsão ideal.



Fonte: Autor, 2019.

A empresa havia realizado um estudo anteriormente para analisar o dimensionamento dos estoques do mercado de distribuição utilizando um histórico de demanda de 2016. Dessa forma, é possível relacionar o MAPE deste primeiro estudo onde foi utilizado métodos qualitativos de previsão com o MAPE calculado neste trabalho por meio de métodos quantitativos.

Na Tabela 14 pode-se observar estes valores.

Tabela 14 - Comparação % MAPE dos métodos quantitativos e qualitativos.

<b>Produto Base</b>	<b>% MAPE Métodos qualitativos 2016</b>	<b>% MAPE Métodos quantitativos 2019</b>	<b>Diferença MAPE Qualitativo – MAPE Quantitativo</b>
<b>PB1</b>	38,72%	44,20%	-5,48%
<b>PB2</b>	40,60%	36,45%	4,15%
<b>PB3</b>	45,88%	34,27%	11,61%
<b>PB4</b>	39,02%	57,73%	-18,71%
<b>PB5</b>	34,88%	41,20%	-6,32%
<b>PB6</b>	36,90%	34,83%	2,07%
<b>PB7</b>	82,49%	38,20%	44,29%
<b>PB8</b>	30,26%	47,91%	-17,65%
<b>PB9</b>	50,35%	57,95%	-7,60%
<b>PB10</b>	26,16%	43,07%	-16,91%
<b>PB11</b>	27,44%	41,41%	-13,97%
<b>PB12</b>	58,51%	43,35%	15,16%
<b>PB13</b>	47,26%	47,49%	-0,23%
<b>PB14</b>	44,38%	58,95%	-14,57%

Fonte: Autor, 2019.

Para cinco dos produtos base o MAPE diminuiu com a utilização de métodos de previsão quantitativos, o que nos mostra que se a empresa utilizar os métodos ideais encontrados neste estudo, a acuracidade nas previsões será melhor e evitará inúmeras reuniões de ajustes de previsão durante o mês entre os setores de logística e vendas. Os itens que apresentaram melhor MAPE com métodos qualitativos, por serem fundamentados na opinião de vendedores e especialistas com preferências distintas, são vulneráveis a tendências que podem comprometer a previsão.

Uma sugestão para esta situação seria a utilização dos melhores métodos quantitativos para cada item e, após ter o resultado da previsão, realizar um ajuste com os especialistas. Dessa forma, seria possível aumentar a precisão do resultado considerando qualquer alteração feita no banco de dados histórico ou no cenário

econômico do mercado de refrigeração dos métodos quantitativos e excluindo a vulnerabilidade a tendências dos métodos qualitativos.

Além disso, comparou-se a previsão de demanda para os primeiros 4 meses de 2019 calculadas pelos métodos propostos com os dados de demanda real apresentados na Tabela 16.

Os resultados estão apresentados na tabela Tabela 15, onde DP significa demanda prevista, DR demanda real, MAD é o erro médio absoluto e MAPE o erro percentual absoluto das previsões.

Tabela 15 - Análise comparativa de demanda prevista e real para 2019

Produto Base		JANEIRO 2019				FEVEREIRO 2019				MARÇO 2019				ABRIL 2019			
		DP	DR	MAD	MAPE	DP	DR	MAD	MAPE	DP	DR	MAD	MAPE	DP	DR	MAD	MAPE
1	513701193	6.011	8.712	2.701	31,0%	5.665	10.241	4.576	44,7%	3.628	13.259	9.631	72,6%	2.965	8.757	5.792	66,1%
2	513701313	4.107	7.179	3.072	42,8%	2.869	7.104	4.235	59,6%	2.071	6.652	4.581	68,9%	1.469	1.413	56	4,0%
3	513200349	2.595	6.732	4.137	61,5%	2.640	4.480	1.840	41,1%	2.684	6.745	4.061	60,2%	2.729	5.834	3.105	53,2%
4	513305029	1.261	2.592	1.331	51,4%	360	3.779	3.419	90,5%	464	4.506	4.042	89,7%	130	3.020	2.890	95,7%
5	513307390	1.631	2.881	1.250	43,4%	1.861	2.273	412	18,1%	2.335	3.551	1.216	34,2%	1.120	3.583	2.463	68,7%
6	513200003	473	2.642	2.169	82,1%	757	2.263	1.506	66,5%	999	3.424	2.425	70,8%	1.019	2.624	1.605	61,2%
7	513701297	1.976	1.395	581	41,6%	2.193	2.267	74	3,3%	2.410	3.119	709	22,7%	2.627	1.011	1.616	61,5%
8	513307373	913	2.754	1.841	66,8%	909	2.074	1.165	56,2%	525	2.823	2.298	81,4%	311	1.157	846	73,1%
9	513701300	1.957	2.452	495	20,2%	2.311	2.441	130	5,3%	2.666	2.437	229	9,4%	3.020	1.928	1.092	56,6%
10	513701281	719	907	188	20,7%	859	2.065	1.206	58,4%	895	1.819	924	50,8%	305	1.977	1.672	84,6%
11	513701174	1.243	1.660	417	25,1%	1.124	1.995	871	43,7%	978	1.991	1.013	50,9%	1.132	1.292	160	12,4%
12	513307067	244	836	592	70,8%	423	566	143	25,3%	361	818	457	55,9%	277	1.014	737	72,7%
13	513307068	469	974	505	51,8%	289	620	331	53,4%	196	213	17	8,0%	130	547	417	76,2%
14	513701271	425	402	23	5,7%	162	463	301	65,0%	413	64	349	84,5%	280	941	661	70,2%

Fonte: Autor, 2019.

Percebeu-se que para a maioria dos PBs, os erros quando foram comparados a demanda real e a demanda prevista, são bem menores do que os erros encontrados pelos métodos de previsão de demanda qualitativos. Isso nos faz concluir que os métodos aplicados são eficientes para prever as demandas *smooth* estudadas nesse trabalho.

Já nas análises das políticas de revisão de estoques, o sistema de revisão permanente apresentou, por meio dos cálculos dos parâmetros e dos estoques de segurança com base na variabilidade da demanda e do erro de previsão, pontos de pedidos superiores aos estoques máximos para todos os produtos base estudados e volume de estoque de segurança muito próximo do volume de estoque máximo.

A adoção do sistema de revisão permanente acarretaria um desequilíbrio entre estoque e demanda na empresa.

Com base na demanda real dos primeiros 4 meses de 2019 apresentados na Tabela 16, realizou-se uma projeção da dinâmica dos níveis de estoques aplicando os parâmetros da política de revisão periódica calculados na seção seguinte. Os resultados para cada PB são apresentados nos gráficos da Figura 11.

Tabela 16 - Demanda real de Janeiro a Abril de 2019 dos 14 itens.

<b>Produto Base</b>	<b>JAN.2019</b>	<b>FEV.2019</b>	<b>MAR.2019</b>	<b>ABR.2019</b>
<b>PB 1</b>	8.712	10.241	13.259	8.757
<b>PB 2</b>	7.179	7.104	6.652	1.413
<b>PB 3</b>	6.732	4.480	6.745	5.834
<b>PB 4</b>	2.592	3.779	4.506	3.020
<b>PB 5</b>	2.881	2.273	3.551	3.583
<b>PB 6</b>	2.642	2.263	3.424	2.624
<b>PB 7</b>	1.395	2.267	3.119	1.011
<b>PB 8</b>	2.754	2.074	2.823	1.157
<b>PB 9</b>	2.452	2.441	2.437	1.928
<b>PB 10</b>	907	2.065	1.819	1.977
<b>PB 11</b>	1.660	1.995	1.991	1.292
<b>PB 12</b>	836	566	818	1.014
<b>PB 13</b>	974	620	213	547
<b>PB 14</b>	402	463	64	941

Fonte: Autor, 2019.

Mesmo com um valor de MAPE alto, os parâmetros de estoques parecem estar bem adequados a maioria dos itens. Adotando o sistema de revisão periódica, todo mês, em uma determinada data, a empresa irá verificar o estoque de produtos base para analisar o quanto precisará produzir para o próximo período utilizando a Equação (33).

Atualmente a empresa não possui uma pessoa exclusiva para monitorar o estoque dos produtos base do mercado de reposição. Portanto, será necessário nomear algum responsável pela revisão periódica dos estoques destes produtos.

Por fim, o excesso de estoques deve ser bem controlado, pois, apesar de seu baixo valor de estocagem quando comparado com o valor do custo de venda perdida, as empresas que vivem em um mercado cada vez mais competitivo, devem reduzir todas as parcelas de custo, até mesmo aquelas que pareçam insignificantes.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O mercado exige hoje produções cada vez mais rápidas, de modo que as indústrias necessitam se adequar a esta realidade para se tornarem competitivas. A existência de um estoque de produtos é um dos passos para acelerar este processo, principalmente em um mercado de reposição. Contudo, é de suma importância que haja controle dos níveis de estoque para que a empresa não desperdice capital com estoques superdimensionados ou não perca vendas com a falta destes. Parte deste controle está diretamente ligado a previsões de demanda mais assertivas quando a produção é realizada MTS.

A empresa analisada neste trabalho não pratica nenhum tipo de método de previsão estatístico e o gerenciamento de estoque para o mercado de reposição ainda está sendo estruturado, o que acaba gerando dois problemas principais: (i) o aumento do índice de atraso de entrega de produtos aos clientes, uma vez que a empresa acaba produzindo somente após o fechamento de algum pedido, e (ii) o aumento do custo da produção, uma vez que a empresa não produz em lotes e, por consequência disso, o valor unitário do produto acaba sendo mais alto.

Quanto ao objetivo geral da pesquisa, e os objetivos específicos, estes foram alcançados. Conseguiu-se selecionar os produtos que geram maior valor para a empresa, para os quais foi possível analisar os dados históricos e definir um modelo de previsão mais adequado, onde para alguns produtos o MAPE (erro médio percentual) foi relativamente bom, ou seja, apresentou uma porcentagem baixa, mas para outros nem tanto assim. Os métodos quantitativos que possuem os menores MAPEs dos itens estudados foram o método da média móvel ponderada, o método de Holt e o método de Holt-Winters. Todos estes consideram fatores de suavização de demanda em seus cálculos.

Fez-se, após isso, o dimensionamento de estoque de segurança fundamentado na variabilidade do erro de previsão de cada método para cada item e calcularam-se os parâmetros tanto para revisão permanente quanto para revisão periódica. No entanto, no caso da revisão permanente, o ponto de ressuprimento apresentou valores maiores que os volumes de estoque máximo para todos os itens, o que representa uma disfunção não adequada para a demanda.

Já no modelo de revisão periódica, os parâmetros apresentaram resultados coerentes que puderam ser validados por meio de uma simulação com valores de demandas atuais de 2019. Ou seja, a política de revisão periódica é a ideal para o gerenciamento de estoque de 14 produtos base do mercado de reposição da empresa. Com isso, o objetivo geral foi alcançado, pois foi feita a proposta de um modelo de gerenciamento de estoque embasado na variabilidade da previsão de demanda.

A partir dos objetivos alcançados, pode-se responder ao questionamento inicial da pesquisa “Como dimensionar e gerenciar os estoques de produtos de uma empresa com produção *Make to Order* (MTO)?”. A solução é através da inserção da variabilidade de demanda por meio do desvio padrão do erro médio de previsão nos cálculos de dimensionamento dos estoques.

Como estudos futuros sugerem-se:

- Aplicação de outros métodos de previsão quantitativos na série histórica apresentada;
- Avaliação de outros critérios para seleção do melhor método de previsão para cada item, por exemplo o MSE (erro quadrático médio);
- Avaliação dos níveis de estoque propostos com a estrutura física da empresa para armazenagem;

## REFERÊNCIAS

- ALLEMAO, M. A. F. **Redes neurais aplicadas à previsão de demanda de numerário em agências bancárias**. 2004. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação)., Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2004.
- ANDRADE, M. M. **Introdução à metodologia do trabalho científico: elaboração de trabalhos na graduação**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2001.
- ATTARAN, M.; ATTARAN, S. Collaborative supply chain management: the most promising practice for building efficient and sustainable supply chains. **Business Process Management Journal**, v. 13, n. 3, p. 390-404, 2007.
- BALLOU, Ronald H. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos: logística empresarial**. Bookman Editora, 2006.
- BARBIERI, José Carlos; MACHLINE, Claude. **Logística hospitalar: teoria e prática**. 2006.
- BARBOSA, Cesar Mangabeira; CHAVES, Carlos Alberto. Um estudo sobre o gerenciamento da demanda nos sistemas de planejamento e controle da Engenharia de Produção. In: CONGRESSO NACIONAL DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO, 8, Rio de Janeiro. **Anais [...]**p. 1-21, 2012.
- BARROS, A. J. da S.; LEHFELD, N. A. de S. **Fundamentos de metodologia científica: um guia para a iniciação científica**. 2. ed. São Paulo: Makron Books, 2000.
- BOTTER, René; FORTUIN, Leonard. Stocking strategy for service parts—a case study. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 20, n. 6, p. 656-674, 2000.
- BOWERSOX; CLOSS,, Donald J.; CLOSS, David J. **Logística empresarial: o processo de integração da cadeia de suprimento. o processo de integração da cadeia de suprimento**. 2011.
- BOYLAN, John E.; SYNTETOS, Aris A.; KARAKOSTAS, G. C. Classification for forecasting and stock control: a case study. **Journal of the operational research society**, v. 59, n. 4, p. 473-481, 2008.
- BRITO, T. L. **Aplicação de modelos de gestão de estoque para controle de ressuprimento e uma pequena empresa industrial: um estudo de caso**. 2010. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2010.
- BUFFA, E. S. **Production inventory systems: planning and control**. Illinois: Richard D. Irwin, 1968.
- CHASE, Richard B.; AQUILANO, Nicholas J.; JACOBS, F. Robert. **Administracao Da Producao Para a Vantagem Competit**. Bookman, 2006.

- CHIAVENATO, Idalberto. **Administração de materiais: uma abordagem introdutória**. Elsevier, 2005.
- CHING, H. Y. **Gestão de estoques na cadeia de Logística Integrada**. 5 ed. São Paulo: Atlas, 2009.
- CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. **Administração da produção e de operações: manufatura e serviços: uma abordagem estratégica**. São Paulo: Atlas. 2009.
- CSCMP. **Council of Supply Chain Management Professionals**. Disponível em: <http://www.cscmp.org/Website/AboutCSCMP/Definitions/Definitions.asp>. Acesso em: 17 fev. 2019.
- DIAS, Marco Aurélio P. **Administração de materiais: uma abordagem logística**. Editora Atlas, 2000.
- FLEURY, Paulo Fernando; WANKE, Peter; FIGUEIREDO, Kleber Fossati. **Logística empresarial: a perspectiva brasileira**. Editora Atlas SA, 2000.
- GARCIA, Eduardo Saggiore; LACERDA, Leonardo Salgado; AROZO, Rodrigo. **Gerenciando incertezas no planejamento logístico: o papel do estoque de segurança**. *Revista Tecnológica*, v. 63, p. 36-42, 2001.
- GHOBBAR, Adel A.; FRIEND, Chris H. Evaluation of forecasting methods for intermittent parts demand in the field of aviation: a predictive model. *Computers & Operations Research*, v. 30, n. 14, p. 2097-2114, 2003.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.
- HUA, Z. S. et al. A new approach of forecasting intermittent demand for spare parts inventories in the process industries. *Journal of the Operational Research Society*, v. 58, n. 1, p. 52-61, 2007.
- KUYVEN, Patrícia Sorgatto. Proposta de um método para a análise de demanda: aplicação numa indústria de brinquedos. 2004.
- LAWRENCE, K. D.; KLIMBERG, R. K.; LAWRENCE, S. M. **Fundamentals of Forecasting Using Excel**. New York: Industrial Press Inc., 2009.
- LOVE, Stephen F. **Inventory control**. McGraw-Hill Companies, 1979.
- LUSTOSA, Leonardo Junqueira; DE MESQUITA, Marco Aurélio; OLIVEIRA, RODRIGO J. **Planejamento e controle da produção**. Elsevier Brasil, 2008.
- MARCONI, M. de A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2010.
- MARTINS, G.; LAUGENI, F. P. **Administração da Produção**. 2. ed. rev. aum. E atual. São Paulo: Saraiva, 2006.
- MOREIRA, D. A. **Administração da produção e operações**. 2. ed. rev. e ampl. São Paulo: Cengage Learning, 2008. 624 p.

- MORETTIN, P. A.; TOLOI, C. M. C. **Análise de Séries Temporais**. 2. ed. São Paulo, São Paulo, Brasil: ABE- Projeto Fisher e Edgard Blucher, 2006.
- PEINADO, J.; GRAEML, A. R. **Administração da produção**: operações industriais e de serviços. Curitiba: UnicenP, 2007.
- PELLEGRINI, F. R. **Metodologia para implementação de sistemas de previsão de demanda**. 2000. 127f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, Porto Alegre.
- PHAM, Duc Truong et al. The bees algorithm—a novel tool for complex optimisation problems. In: **Intelligent Production Machines and Systems**. Elsevier Science Ltd, 2006. p. 454-459.
- POZO, Hamilton. **Administração de recursos materiais e patrimoniais: uma abordagem logística**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2009.
- RITZMAN, L. P.; KRAJEWSKI, L. J. **Administração da produção e operações**. São Paulo: Prentice Hall, 2005.
- SLACK, N., CHAMBERS, S., JOHNSTON, R. **Administração da produção**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2009.
- STAUDT, F. H. **Estudo de métodos de previsão de demanda com incorporação de julgamentos**. 2011. 169p. 2011. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- STAUDT, Francielly Hedler. Cálculo do estoque de segurança: as suas diferentes abordagens. **Revista mundo logística**. Curitiba, nº 18, ano 3, 2010.
- SWAMIDASS, P. M. (Ed.). **Encyclopedia of Production and Manufacturing Management**. Massachusetts: Kluwer Academic Publishers, 2000.
- SYNTETOS, Aris A.; BOYLAN, John E. The accuracy of intermittent demand estimates. **International Journal of forecasting**, v. 21, n. 2, p. 303-314, 2005.
- TUBINO, D. F. **Planejamento e controle da produção: teoria e prática**. 2 ed. São Paulo: Atlas, 2009.
- VERÍSSIMO, A. J. et al. Métodos estatísticos de Suavização Exponencial Holt - Winters para previsão de demanda de uma empresa do setor metal mecânico. **Revista de Gestão Industrial**, v. 8, n. 4, p. 154-171, 2012.
- WANKE, P. **Gestão de estoques na cadeia de suprimentos: decisões e modelos quantitativos**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2011.

## APÊNDICE A

Tabela 17 – Produtos A da curva ABC.

Produto	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	% VOLU ME	PREÇO	% PREÇO	CLASSIFICAÇÃO DEMANDA
5137011 93	11.13 0	13.81 9	11.630	6.173	5.748	1.295	4.222	8.502	3.750	10.894	8.354	11.518	16,0%	R\$ 192,44	15%	Smooth Demand
5137013 13	6.041	11.91 2	5.655	4.793	2.088	3.281	50	2.288	1.110	5.976	8.360	5.519	9,4%	R\$ 192,44	9%	Smooth Demand
5132003 49	4.027	986	4.496	2.388	2.593	2.114	1.884	3.783	4.630	3.326	1.944	2.538	5,7%	R\$ 256,92	7%	Smooth Demand
5133065 83	3.456	4.932	Zero	3.672	5.616	144	1.728	1.944	2.628	8.640	36	36	5,4%	R\$ 168,80	4%	Erratic Demand
5133050 29	2.945	3.762	1.240	3.386	1.135	267	3.380	2.245	2.556	1.673	2.967	5.995	5,2%	R\$ 208,74	5%	Smooth Demand
5133073 90	3.086	1.861	1.835	3.140	168	1.731	1.573	3.604	3.784	2.583	2.206	4.322	4,9%	R\$ 183,28	4%	Smooth Demand
5132000 03	2.282	1.523	2.599	1.673	1.157	812	2.512	2.675	3.530	900	1.346	5.007	4,3%	R\$ 256,92	5%	Smooth Demand
5137012 97	1.430	4.184	2.400	1.049	121	1.110	1.480	3.996	2.220	962	1.324	1.616	3,6%	R\$ 217,90	4%	Smooth Demand
5133073 73	1.748	4.249	1.118	1.095	650	978	718	1.975	1.745	555	2.045	3.337	3,3%	R\$ 183,28	3%	Smooth Demand
5137013 00	1.590	1.935	2.262	1.730	286	1.312	1.248	1.578	2.945	632	1.610	2.591	3,3%	R\$ 217,90	3%	Smooth Demand
5137012 81	985	1.814	1.057	2.098	612	699	1.403	2.702	1.828	2.446	813	3.056	3,2%	R\$ 241,15	4%	Smooth Demand
5137011 74	2.628	2.239	761	1.200	1.236	365	1.226	966	2.103	999	1.735	2.948	3,0%	R\$ 241,15	4%	Smooth Demand

Continuação Tabela 17

Produto	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	% VOLUME	PREÇO	% PREÇO	CLASSIFICAÇÃO DEMANDA
<b>5133055 34</b>	zero	4.248	1.728	715	1.800	144	zero	2.592	2.556	zero	1.728	Zero	2,6%	R\$ 198,14	2%	<i>Smooth Demand</i>
<b>5133070 84</b>	1.694	510	603	2.095	5	367	992	206	1.103	688	478	1.779	1,7%	R\$ 208,74	2%	<i>Erratic Demand</i>
<b>5133055 74</b>	zero	zero	Zero	zero	zero	Zero	zero	zero	zero	1.728	3.456	4.005	1,5%	R\$ 198,14	1%	<i>Smooth Demand</i>
<b>5132003 47</b>	zero	1.728	500	8	1.728	Zero	zero	1.800	720	1.728	72	676	1,5%	R\$ 256,92	2%	<i>Erratic Demand</i>
<b>5133070 67</b>	391	807	483	636	121	571	1.059	641	441	599	409	722	1,1%	R\$ 181,69	1%	<i>Smooth Demand</i>
<b>5133050 40</b>	zero	400	Zero	2.600	zero	Zero	zero	100	700	zero	2.400	Zero	1,0%	R\$ 128,77	1%	<i>Lumpy Demand</i>
<b>5133065 88</b>	zero	zero	Zero	zero	zero	Zero	zero	zero	zero	864	1.728	3.168	1,0%	R\$ 168,80	1%	<i>Smooth Demand</i>
<b>5133070 68</b>	616	370	984	923	332	114	99	318	190	463	479	780	0,9%	R\$ 181,69	1%	<i>Smooth Demand</i>
<b>5137013 99</b>	zero	zero	72	108	193	92	112	1.340	586	2.006	956	143	0,9%	R\$ 192,44	1%	<i>Erratic Demand</i>
<b>5132007 64</b>	590	193	2.255	88	242	200	269	144	241	595	222	322	0,9%	R\$ 273,81	1%	<i>Erratic Demand</i>
<b>5133055 47</b>	zero	zero	Zero	zero	zero	Zero	zero	72	576	zero	1.152	3.540	0,9%	R\$ 198,14	1%	<i>Lumpy Demand</i>
<b>5132003 87</b>	72	144	384	zero	144	648	504	720	1.576	zero	720	246	0,9%	R\$ 256,92	1%	<i>Erratic Demand</i>
<b>5133065 65</b>	220	90	344	576	149	102	404	1.089	435	221	9	919	0,8%	R\$ 192,44	1%	<i>Erratic Demand</i>
<b>5132090 03</b>	233	290	23	660	102	88	788	29	504	217	306	1.245	0,7%	R\$ 273,81	1%	<i>Erratic Demand</i>
<b>5133050 75</b>	zero	zero	Zero	zero	zero	Zero	zero	zero	zero	1.200	Zero	3.000	0,7%	R\$ 128,77	0%	<i>Intermittent Demand</i>
<b>5133065 76</b>	zero	89	809	6	372	2	611	1.430	95	274	47	53	0,6%	R\$ 221,23	1%	<i>Erratic Demand</i>

Continuação Tabela 17

Produto	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	% VOLU ME	PREÇO	% PREÇO	CLASSIFICAÇÃO DEMANDA
<b>5137012 31</b>	432	216	288	216	zero	606	576	zero	540	zero	900	zero	0,6%	R\$ 192,44	1%	<i>Intermittent Demand</i>
<b>5132005 92</b>	1.008	zero	848	144	zero	678	648	144	216	zero	36	36	0,6%	R\$ 230,66	1%	<i>Lumpy Demand</i>
<b>5133045 52</b>	zero	zero	100	72	zero	Zero	216	144	1.152	zero	787	1.152	0,6%	R\$ 230,66	1%	<i>Lumpy Demand</i>
<b>5133055 46</b>	zero	zero	Zero	zero	zero	Zero	zero	72	504	432	480	2.116	0,6%	R\$ 230,66	1%	<i>Erratic Demand</i>
<b>5137010 41</b>	840	77	295	183	77	325	267	119	285	144	618	286	0,6%	R\$ 236,29	1%	<i>Erratic Demand</i>
<b>5137012 71</b>	363	20	359	154	172	102	131	479	387	368	104	326	0,5%	R\$ 195,16	0%	<i>Smooth Demand</i>
<b>5133065 64</b>	74	144	128	70	144	216	296	916	5	458	12	407	0,5%	R\$ 192,44	0%	<i>Erratic Demand</i>

## APÊNDICE B

Tabela 18 – Resultado detalhado da aplicação dos métodos quantitativos de previsão para todos os 14 produtos base.

Index	Método Previsão/Erros	Erro ME	Erro MAD	Erro MSE	Erro % MAPE
PB 1 - 513701193	Média Móvel 12 meses	-871,33	3009,76	13039357,92	57,8%
	Média Móvel 3 meses	-122,78	3031,06	14584534,48	74,0%
	Média Móvel 6 meses	-1696,11	3482,97	25450378,18	52,7%
	Média Móvel Ponderada 3 meses	3040,33	3742,08	20675899,37	52,0%
	Média Simples	721,60	3322,98	13825812,34	74,3%
	Método de Holt	299,21	3296,24	17073651,99	56,2%
	Método de Holt Winters	644,89	2900,21	12834416,61	55,9%
	Previsão Ingênua	321,50	3624,17	15901540,83	73,2%
	Previsão Ingênua Vários passos	-18,00	3351,83	16780202,00	71,6%
	Suavização Exponencial Simples	2976,17	4000,60	22761316,63	62,1%
PB 2 - 513701313	Média Móvel 12 meses	-1185,58	2876,03	11680803,98	128,0%
	Média Móvel 3 meses	-495,61	2698,22	10274037,59	78,2%
	Média Móvel 6 meses	-695,17	2816,50	9221791,08	90,9%
	Média Móvel Ponderada 3 meses	1709,00	2029,15	10832507,35	36,4%
	Média Simples	-625,79	2411,07	9194952,10	104,8%
	Método de Holt	1784,09	2441,74	13031582,14	49,7%
	Método de Holt Winters	138,42	1739,17	6135656,77	46,0%
	Previsão Ingênua	-136,00	2718,00	10771284,17	73,1%
	Previsão Ingênua Vários passos	-915,33	2956,00	13137051,00	93,0%
	Suavização Exponencial Simples	-302,20	2653,64	9580936,91	70,1%
PB 3 - 513200349	Média Móvel 12 meses	-620,15	950,66	1485749,58	53,7%
	Média Móvel 3 meses	-306,67	925,56	1428376,28	46,8%
	Média Móvel 6 meses	-423,29	977,79	1491169,72	51,2%
	Média Móvel Ponderada 3 meses	641,32	1113,02	2116509,67	43,7%
	Média Simples	-727,64	1104,93	1698785,95	58,9%
	Método de Holt	736,62	1037,97	1895580,70	34,3%
	Método de Holt Winters	-255,35	1317,28	3011866,28	66,1%
	Previsão Ingênua	-352,08	1527,92	3509024,42	65,6%
	Previsão Ingênua Vários passos	-1395,83	2049,00	6658149,17	88,7%
	Suavização Exponencial Simples	-457,53	1275,84	2443699,46	63,9%

Continuação Tabela 18

Index	Método Previsão/Erros	Erro ME	Erro MAD	Erro MSE	Erro % MAPE
PB 4 - 513305029	Média Móvel 12 meses	6,91	898,92	1069692,65	69,7%
	Média Móvel 3 meses	54,06	750,61	829749,41	71,7%
	Média Móvel 6 meses	63,70	1073,03	1547212,59	113,3%
	Média Móvel Ponderada 3 meses	1660,58	1679,36	4197664,50	57,7%
	Média Simples	211,37	976,15	1224988,91	95,0%
	Método de Holt	462,32	1074,41	1411267,90	93,8%
	Método de Holt Winters	57,02	1316,34	2719943,70	72,9%
	Previsão Ingênua	74,33	1361,33	2654834,33	90,8%
	Previsão Ingênua Vários passos	382,83	1273,17	2155379,33	106,6%
	Suavização Exponencial Simples	74,46	1354,27	2626427,80	91,0%
PB 5 - 513307390	Média Móvel 12 meses	73,40	861,09	1029794,34	54,5%
	Média Móvel 3 meses	65,92	719,25	684655,21	41,9%
	Média Móvel 6 meses	91,58	774,53	892875,60	48,5%
	Média Móvel Ponderada 3 meses	922,95	1084,49	2212199,03	41,2%
	Média Simples	266,26	873,95	1112097,95	51,1%
	Método de Holt	580,85	927,73	1404587,83	48,1%
	Método de Holt Winters	125,64	844,29	1163190,15	59,0%
	Previsão Ingênua	124,33	1055,33	1807089,50	70,8%
	Previsão Ingênua Vários passos	122,92	848,75	1214274,42	60,0%
	Suavização Exponencial Simples	629,52	939,88	1411593,95	46,6%
PB 6 - 513200003	Média Móvel 12 meses	-45,34	912,31	1296232,09	54,4%
	Média Móvel 3 meses	36,42	858,86	1100604,38	47,4%
	Média Móvel 6 meses	15,35	893,07	1119604,32	51,0%
	Média Móvel Ponderada 3 meses	812,84	1050,09	2469910,80	43,1%
	Média Simples	-76,64	925,22	1331416,17	57,6%
	Método de Holt	548,03	988,86	1983698,63	42,7%
	Método de Holt Winters	471,84	829,88	1312536,44	34,8%
	Previsão Ingênua	132,00	1184,83	2370402,17	65,0%
	Previsão Ingênua Vários passos	-212,42	1463,92	2858597,08	95,6%
	Suavização Exponencial Simples	309,53	937,40	1459046,49	48,7%
PB 7 - 513701297	Média Móvel 12 meses	-180,91	847,69	1058333,01	58,0%
	Média Móvel 3 meses	-3,11	774,56	1035634,85	50,1%
	Média Móvel 6 meses	-29,50	900,86	1297965,54	59,2%
	Média Móvel Ponderada 3 meses	842,60	965,42	2093888,63	43,3%
	Média Simples	-631,58	1139,81	1536855,79	88,0%
	Método de Holt	840,42	952,90	2199692,73	38,2%
	Método de Holt Winters	29,40	828,04	1076501,73	56,1%
	Previsão Ingênua	47,75	1135,92	2039098,92	60,9%
	Previsão Ingênua Vários passos	-806,17	1287,33	2461576,33	103,5%
Suavização Exponencial Simples	46,70	1134,19	2033793,30	61,0%	

Continuação Tabela 18

Index	Método Previsão/Erros	Erro ME	Erro MAD	Erro MSE	Erro % MAPE
PB 8 - 513307373	Média Móvel 12 meses	-199,03	918,26	1184565,69	80,5%
	Média Móvel 3 meses	40,33	699,28	708083,69	50,6%
	Média Móvel 6 meses	-57,01	968,35	1090939,55	75,7%
	Média Móvel Ponderada 3 meses	1019,49	1040,60	2245154,47	47,9%
	Média Simples	-112,89	850,72	1137074,12	73,9%
	Método de Holt	80,81	1003,75	1426135,45	75,6%
	Método de Holt Winters	30,54	1039,29	1517902,21	84,6%
	Previsão Ingênua	64,50	1080,17	2002878,17	77,4%
	Previsão Ingênua Vários passos	-262,67	982,00	1520213,83	92,7%
	Suavização Exponencial Simples	-0,83	841,37	1176325,85	69,3%
PB 9 - 513701300	Média Móvel 12 meses	-254,75	615,74	586590,50	81,1%
	Média Móvel 3 meses	20,28	502,06	411532,31	62,9%
	Média Móvel 6 meses	-84,86	498,75	461429,42	64,1%
	Média Móvel Ponderada 3 meses	846,49	934,20	1294861,09	60,4%
	Média Simples	-642,25	827,28	928666,57	111,7%
	Método de Holt	1025,65	1043,70	1616818,59	58,0%
	Método de Holt Winters	843,37	845,80	1288429,61	48,3%
	Previsão Ingênua	50,67	841,67	1087644,83	100,7%
	Previsão Ingênua Vários passos	-	-	-	-
	Suavização Exponencial Simples	-66,74	622,75	739316,79	83,2%
PB 10 - 513701281	Média Móvel 12 meses	102,92	626,67	531787,76	49,4%
	Média Móvel 3 meses	-16,97	548,47	428626,40	45,9%
	Média Móvel 6 meses	0,62	626,79	524477,20	51,4%
	Média Móvel Ponderada 3 meses	873,15	908,36	1491994,65	43,1%
	Média Simples	202,14	681,48	633033,63	49,6%
	Método de Holt	259,45	696,24	649647,10	49,5%
	Método de Holt Winters	-166,22	964,54	1682940,65	86,5%
	Previsão Ingênua	53,58	1083,25	1468789,58	84,4%
	Previsão Ingênua Vários passos	367,92	851,08	1096204,42	63,6%
	Suavização Exponencial Simples	308,95	713,64	719821,49	48,3%
PB 11 - 513701174	Média Móvel 12 meses	-164,76	722,38	649726,07	75,5%
	Média Móvel 3 meses	-21,25	423,86	297284,55	41,4%
	Média Móvel 6 meses	-111,26	601,49	587964,80	62,0%
	Média Móvel Ponderada 3 meses	501,40	695,24	841331,98	45,0%
	Média Simples	-136,88	677,81	578071,91	70,7%
	Método de Holt	73,86	752,18	781722,66	58,5%
	Método de Holt Winters	120,95	612,75	528263,17	51,6%
	Previsão Ingênua	1,58	735,42	726052,92	70,5%
	Previsão Ingênua Vários passos	-149,50	628,33	550478,33	57,8%
	Suavização Exponencial Simples	103,43	650,37	593083,85	59,2%

Continuação Tabela 18

Index	Método Previsão/Erros	Erro ME	Erro MAD	Erro MSE	Erro % MAPE
PB 12 - 513307067	Média Móvel 12 meses	-30,67	193,09	59907,23	54,8%
	Média Móvel 3 meses	-11,90	184,95	53762,44	43,4%
	Média Móvel 6 meses	-39,43	175,76	56636,59	52,5%
	Média Móvel Ponderada 3 meses	134,38	240,09	105891,06	47,0%
	Média Simples	-61,65	200,80	64323,84	59,2%
	Método de Holt	151,01	207,89	74417,23	44,9%
	Método de Holt Winters	4,11	251,16	95270,55	49,9%
	Previsão Ingênua	18,86	358,29	156634,29	84,1%
	Previsão Ingênua Vários passos	-101,36	329,93	166243,36	73,8%
	Suavização Exponencial Simples	-89,43	190,46	59689,51	64,0%
PB 13 - 513307068	Média Móvel 12 meses	-61,52	231,62	80321,47	106,0%
	Média Móvel 3 meses	-5,24	173,73	45451,73	64,2%
	Média Móvel 6 meses	-33,09	242,27	71129,31	106,7%
	Média Móvel Ponderada 3 meses	166,70	228,09	94665,83	47,5%
	Média Simples	-67,15	237,91	80076,12	108,6%
	Método de Holt	175,70	255,90	115040,45	65,0%
	Método de Holt Winters	77,59	185,28	69327,27	47,7%
	Previsão Ingênua	-3,91	225,00	89657,18	66,7%
	Previsão Ingênua Vários passos	-107,45	245,64	88215,82	81,1%
	Suavização Exponencial Simples	21,44	231,18	89569,24	64,8%
PB 14 - 513701271	Média Móvel 12 meses	49,78	124,44	20605,05	97,9%
	Média Móvel 3 meses	10,75	92,08	13261,69	93,5%
	Média Móvel 6 meses	22,78	108,75	16514,56	115,4%
	Média Móvel Ponderada 3 meses	134,73	152,15	39282,86	61,3%
	Média Simples	53,92	129,15	22007,41	112,9%
	Método de Holt	104,04	140,79	34858,55	62,8%
	Método de Holt Winters	94,36	134,14	30481,21	58,9%
	Previsão Ingênua	19,67	185,17	50341,50	211,9%
	Previsão Ingênua Vários passos	113,25	146,08	26121,58	104,8%
	Suavização Exponencial Simples	50,13	133,73	23890,71	119,8%