

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

ANA KAROLINA CASSIANO LEGAL

PROPOSTA DE UM MODELO DE GERENCIAMENTO DE ESTOQUES PARA UM  
COMÉRCIO ELETRÔNICO

Joinville

2019

ANA KAROLINA CASSIANO LEGAL

PROPOSTA DE UM MODELO DE GERENCIAMENTO DE ESTOQUES PARA UM  
COMÉRCIO ELETRÔNICO

Trabalho apresentado como requisito para obtenção do título de bacharel no Curso de Graduação em Engenharia de Transportes e Logística do Centro Tecnológico de Joinville da Universidade Federal de Santa Catarina.

Orientadora: Profa. Dra. Christiane Wenck Nogueira Fernandes.

Joinville

2019

ANA KAROLINA CASSIANO LEGAL

PROPOSTA DE UM MODELO DE GERENCIAMENTO DE ESTOQUES PARA UM  
COMÉRCIO ELETRÔNICO

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do título de bacharel em Engenharia de Transportes e Logística, na Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico de Joinville.

**Banca Examinadora:**

Orientadora: Profa. Dra. Christiane Wenck Nogueira Fernandes  
Presidente

Profa. Dra. Elisete Santos da Silva Zagheni  
Membro

Profa. Dr. Janaína Renata Garcia  
Membro

## **AGRADECIMENTOS**

Neste momento de realização e conclusão de curso, devo agradecer primeiramente a Deus, que sempre ouviu meu clamor acalmou meu coração sendo minha força maior e peça fundamental para conquistar este objetivo.

Aos meus Pais, que sempre me proporcionaram todos os meios priorizando meus estudos e tornaram do meu sonho o deles. Ao longo destes anos de faculdade, estiveram me apoiando e acreditando no meu potencial.

Ao meu companheiro Éder, que sempre esteve ao meu lado nos dias difíceis tornando-os leves e me incentivando a seguir em frente.

A UFSC, por proporcionar um ensino de qualidade e toda a estrutura, sendo minha segunda casa ao longo desse tempo. Foi essencial para meu amadurecimento, conhecimento e desenvolvimento pessoal. Além de proporcionar conhecer pessoas incríveis.

A todos os Professores do CTJ, que fizeram parte de cada tijolo levantado para a conclusão deste curso, por todo conhecimento e dedicação. A minha Orientadora Christiane, que acreditou na minha ideia, me ofereceu todo o suporte para a conclusão deste trabalho, em dias de desânimo me fez enxergar meu objetivo.

Aos meus amigos, Rurik, Amanda, Ana Paula, Leandro e Karine que estiveram comigo, estudando e compartilhando momentos únicos.

Por fim, agradeço todos aqueles que fizeram parte desta trajetória e que contribuíram para a finalização deste ciclo.

## RESUMO

Com o avanço da internet e a facilidade de compras por meio eletrônico, vários segmentos de produtos e serviços têm surgido a fim de satisfazer e atender as necessidades dos clientes. Desta forma, a concorrência tem se intensificado e para manter-se competitivo é necessária uma gestão adequada. A logística se mostra fundamental não só internamente, quanto no ambiente externo à empresa, além de transmitir informações é responsável por coordenar setores, um deles, é a gestão de estoques, a qual é responsável por manter o comércio abastecido de produtos, para atendimento ao cliente final. Além de manter os produtos acessíveis, é necessário também controlar o nível de estoque com os produtos certos, na quantidade certa, para não gerar custos e não manter produtos que imobilizam o capital. Neste contexto, este trabalho apresenta um estudo de caso de empresa de comércio eletrônico que não possui uma política de estoque, sendo prejudicada pela falta de produtos para o atendimento ao cliente. A partir da caracterização da demanda, aplica-se a Classificação ABC, nos seus dezesseis principais itens de venda, para determinar qual nível de serviço a ser trabalhado com cada item, e assim através do modelo estocástico busca-se propor uma política de gerenciamento de estoques, definindo a quantidade de cada produto que deve ser solicitado para reposição e quando este pedido deve ser realizado através do ponto de ressuprimento.

**Palavras-chaves:** Classificação ABC. Gestão de estoque. Modelo estocástico.

## **ABSTRACT**

With the advancement of the internet and the ease of electronic shopping, various segments of products and services have emerged in order to meet and meet customer needs. In this way, competition has intensified and to remain competitive proper management is required. Logistics is fundamental not only internally, but also in the external environment of the company. Besides transmitting information, it is responsible for coordinating sectors. final client. In addition to keeping products accessible, you also need to control the inventory level with the right products in the right quantity so as not to generate costs and not to maintain capital-immobilizing products. In this context, this paper presents a case study of an e-commerce company that does not have an inventory policy, being hampered by the lack of products for customer service. From the demand characterization, the ABC Classification is applied in its sixteen main sales items, to determine which level of service to work with each item, and thus through the stochastic model we seek to propose a policy of managing stocks, defining the quantity of each product that must be ordered for replacement and when this order must be placed through the re-fulfillment point.

**Keywords:** ABC classification. Stock management Stochastic model.

## **LISTA DE FIGURAS**

Figura 1- Exemplo de uma cadeia de suprimentos.....	14
Figura 2- Metodologia para elaboração do trabalho.....	36
Figura 3- Esquema de vendas e compras de suprimento.....	39

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Composição do custo de manutenção de estoque. ....	24
Tabela 2- Resultados de pedidos não atendidos. ....	40
Tabela 3- Nível de serviço por item. ....	40
Tabela 4- Comparação dos resultados pela Classificação ABC.....	43
Tabela 5- Classificação ABC e nível de serviço. ....	43
Tabela 6- Nível de serviço estipulado para cada categoria da Análise ABC. ....	46
Tabela 7- Quantidade encomendada para o Nível de serviço 1. ....	46
Tabela 8- Quantidade encomendada para o nível de serviço da análise 2. ....	47
Tabela 9- Ponto para fazer o pedido, considerando a análise 1 do nível de serviço. ....	48
Tabela 10- Ponto para fazer o pedido, considerando a análise 2 do nível de serviço ....	48
Tabela 11- Variáveis para a aplicação do método. ....	49
Tabela 12- Resultados da aplicação proposta por Taha (2008).....	50
Tabela 13- Variáveis para segunda aplicação.....	51
Tabela 14- Aplicação 2 do modelo proposto por Taha (2008).....	51
Tabela 15- Lucro bruto perdido com a falta de produtos. ....	52
Tabela 16- Resultados da aplicação do método para o nível de serviço 1. ....	54
Tabela 17- Comparativo dos resultados obtidos. ....	55
Tabela 18- Comparação dos resultados para o ponto de ressuprimento. ....	56
Tabela 19- Comparativo de custo de estoque. ....	57
Tabela 20- Comparativo entre nível de serviço atual e o nível de serviço proposto. ....	58
Tabela 21- Política para gerenciamento de estoque. ....	59



## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1-Representação da Curva ABC.....	21
Gráfico 2- Custo anual x Tamanho de lote.....	27
Gráfico 3- Representação do nível de estoque de um modelo determinístico de revisão periódica. ....	29
Gráfico 4-Probabilidade de falta de estoque.....	31
Gráfico 5- Classificação ABC dos itens comercializados com base no custo.....	41
Gráfico 6-Classificação ABC pelo percentual de faturamento. ....	42
Gráfico 7- Histórico mensal de pedidos atendidos x não atendidos.....	44
Gráfico 8- Comparação entre os custos da análise do Nível de serviço 1 e Nível de serviço 2. ....	53

## **LISTA DE QUADROS**

Quadro 1-Comparativo entre o sistema de revisão periódica e revisão contínua.....	29
---	----

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS**

JIT- Just-in-Time

SKU- Stock Keeping Unit

EOQ- Lote econômico de compras.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>11</b>
1.1. OBJETIVO.....	13
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	13
<b>2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</b>	<b>14</b>
2.1 LOGÍSTICA E GESTÃO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS.....	14
2.2 ESTOQUES.....	16
<b>2.2.1 Tipos de estoque.....</b>	<b>17</b>
<b>2.2.2 Medidas de estoque.....</b>	<b>18</b>
<b>2.2.3 Classificação ABC.....</b>	<b>20</b>
<b>2.2.4 Estoque de segurança.....</b>	<b>21</b>
<b>2.2.5 Custos de gestão de estoque.....</b>	<b>23</b>
2.3 MODELOS DE GESTÃO DE ESTOQUE.....	25
<b>2.3.1 Modelo determinístico de revisão contínua.....</b>	<b>26</b>
<b>2.3.2 Modelo determinístico de revisão periódica.....</b>	<b>28</b>
<b>2.3.3 Modelo estocástico de revisão contínua.....</b>	<b>29</b>
<b>2.3.4 Modelo estocástico de revisão periódica.....</b>	<b>33</b>
<b>3. METODOLOGIA.....</b>	<b>35</b>
<b>4. ESTUDO DE CASO.....</b>	<b>38</b>
4.1. A EMPRESA.....	38
4.2. PROBLEMÁTICA E ESCOPO DO TRABALHO.....	39
4.3. DEMANDA.....	44
4.4. APLICAÇÃO DO MODELO.....	45
<b>4.5.1 Modelo estocástico de revisão contínua.....</b>	<b>45</b>
<b>4.5.2 Modelo estocástico probabilizado.....</b>	<b>49</b>
4.5. ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	52
<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>60</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>61</b>
<b>APÊNDICE A- HISTORICO DE VENDAS.....</b>	<b>63</b>
<b>APÊNDICE B- HISTÓRICO DE VENDAS PERDIDAS.....</b>	<b>65</b>
<b>APÊNDICE C- HISTÓRICO DE DEMANDA TOTAL.....</b>	<b>66</b>
<b>APÊNDICE D- APLICAÇÃO DO MODELO ESTOCÁSTICO PROBABILÍSTICO... </b>	<b>67</b>
<b>APÊNDICE E- APLICAÇÃO 2 DO MODELO ESTOCÁSTICO PROBABILÍSTICO.</b>	<b>68</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Segundo Degen e Mello (1989), as empresas que adequam suas atividades internas, visando torna-se competitivas no âmbito comercial, destacam-se e prosperam. Barbosa (1999) afirma que uma empresa é competitiva quando ela é capaz de oferecer produtos e serviços de maior qualidade, baixos custos, e tornar os consumidores mais satisfeitos do que quando servidos concorrentes.

O mercado varejista é considerado dinâmico, pois além das variações de demanda ao longo do ano, deve atentar aos produtos que ficam obsoletos em estoque e às tendências do mercado. Dessa forma, a gestão da empresa tem o desafio de manter um estoque competitivo, para atender o cliente da melhor forma possível.

O avanço da internet proporcionou ser uma ferramenta para comercialização de produtos, de tal forma que uma empresa não precise mais disponibilizar uma loja física para atender os consumidores devido a facilidade e comodidade de comprar pela internet e receber o produto em casa, além disso os valores praticados acabam sendo inferiores aos comercializados em lojas físicas.

Segundo o webshoppers relatório do Ebit (2016), 48 milhões (quase  $\frac{1}{4}$  do Brasil) compraram no comércio eletrônico pelo menos uma vez e dessas compras 21,5% das transações on-line foram realizadas via dispositivos móveis. Esses dados apresentam o espaço que esse tipo de comércio vem ganhando além do grande potencial de desenvolvimento que possui. Porém não basta só vender e sim entender e conhecer as necessidades dos clientes,

Portanto estudar o mercado, buscar entender o que o cliente procura, atender sua necessidade dentro de requisitos exigidos como preço, qualidade, design e tecnologia é uma tarefa árdua sendo fundamental esse conhecimento para a empresa. Com isso, Marino (2006), defende a necessidade da gestão da qualidade dos produtos oferecidos e também adaptações internas para acompanhar o mercado.

A gestão da qualidade permite uma análise interna e externa da empresa, pois um bom relacionamento e conhecimento na cadeia a qual está inserida, torna-se fundamental para prover um bom desempenho.

Então a logística atua como responsável por transmitir informações e proporcionar a interação entre os elos da cadeia, além de atuar como ferramenta de administração para o gestor. O principal objetivo da logística é prover ao cliente, os níveis de serviços por ele requeridos,

com entrega do produto certo, no lugar certo, no momento certo, nas condições certas e pelo custo certo. (FARIA; COSTA, 2008).

A gestão logística também é responsável por planejar e controlar as atividades envolvidas dentro da cadeia de suprimentos, logo, depende de uma contabilidade precisa do fluxo de materiais que são processados dentro da mesma para melhor gerenciamento. Assim, técnicas de gerenciamentos de estoques e previsão de demanda são fundamentais para que ocorra esse planejamento, pois por meio dessas decisões é possível se ter controle de estoque, gerando economia em compras, controle de custos e prever prazo de entrega (BALLOU, 2006).

Além disso, a classificação interna dos produtos comercializados considerando sua importância para a empresa é necessária, tendo em vista a abordagem que deve ser executada com cada produto. A classificação ABC fornece essa análise, auxiliando no controle de estoques e no tratamento logístico que deve ser realizado correspondente à classificação do produto, ou seja, a importância financeira que o produto tem para a empresa (ALVARENGA; NOVAES, 2000; BALLOU, 2006).

A logística é responsável pela gestão do estoque, pois segundo Taha (2008), qualquer modelo de gestão de estoque deve fornecer como resultado o quanto pedir e quando fazer um pedido.

Segundo Dias (1993),

A gestão de estoques visa elevar o controle de custos e melhorar a qualidade dos produtos guardados na empresa. As teorias sobre o tema normalmente ressaltam a seguinte premissa: é possível definir uma quantidade ótima de estoque de cada componente e dos produtos da empresa, entretanto, só é possível defini-la a partir da previsão da demanda de consumo do produto. (p. 36).

É notória a importância de manter um estoque adequado para o atendimento ao cliente, impactando diretamente no nível de serviço, além de contribuir financeiramente para a empresa.

O objeto de estudo deste trabalho é uma loja de comércio eletrônico, a qual apresenta um variado catálogo de produtos e realiza suas vendas por anúncios na internet. O critério que se utiliza para reposição de estoque, se dá quando o produto fica escasso em estoque, então efetua-se a compra de produtos sem nenhum estudo prévio. Portanto, não existe política de gerenciamentos de estoques e dessa forma a empresa é prejudicada pela falta de mercadorias essenciais de alto giro, perdendo vendas e clientes para a concorrência.

Realiza-se um levantamento de dados por meio do histórico de vendas registrado pela empresa, as quais foram classificadas através da ferramenta ABC, com intuito de levantar os principais produtos comercializados, aplicando-se modelos matemáticos para análise do

estoque e assim se define uma metodologia para manter o estoque abastecido com os produtos e quantidade certa.

### 1.1. OBJETIVO GERAL

Este trabalho tem como objetivo geral propor um modelo de gerenciamento de estoque em uma empresa de comércio eletrônico.

### 1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analisar modelos matemáticos de gerenciamento de estoque.
- Realizar levantamento de dados na empresa, com base no histórico de vendas;
- Elencar os principais produtos a partir de uma curva ABC;
- Estimar a demanda com base nos dados;
- Aplicar métodos de gestão de estoque;
- Propor estratégias de gerenciamento de estoque para o caso analisado.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

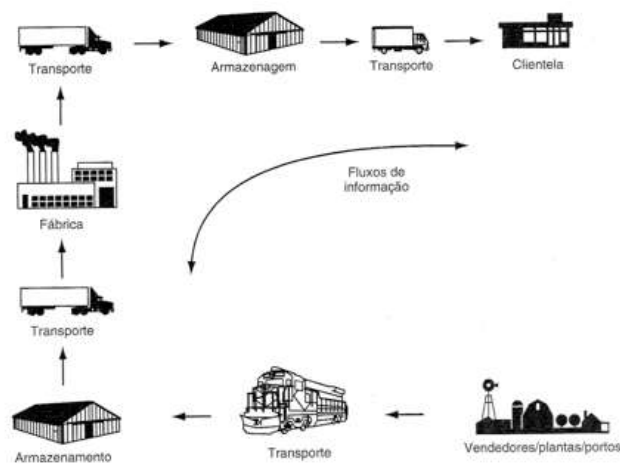
Nesta seção realiza-se um levantamento teórico para elaboração e desenvolvimento do trabalho, apresentam-se a conceitos de logística, gerenciamento de estoque, tipos de estoque, medidas de desempenho de estoque e os modelos matemáticos para resoluções de problemas envolvendo o tema.

### 2.1 LOGÍSTICA E GESTÃO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS

A cadeia de suprimentos é composta por fornecedores, fabricantes, depósitos e pontos comerciais, onde a gestão dessa, quando executada com eficiência, distribui as mercadorias nas quantidades corretas, no local certo e no prazo solicitado com o objetivo de minimizar os custos totais do sistema sem deixar de atender os níveis de serviços estabelecidos (SIMCHI-LEVI; KAMINSKY; SIMCHI-LEVI, 2010).

Christopher (2012), descreve a logística como sendo orientação e estrutura de planejamento, que tem como propósito, desenvolver um plano para o fluxo de produtos e informações. Assim, a gestão da cadeia de suprimentos através desta estrutura, relaciona os processos considerando outras entidades, como fornecedores, clientes e a própria organização. De maneira geral, a cadeia de suprimentos pode ser representada conforme a Figura 1.

Figura 1- Exemplo de uma cadeia de suprimentos.



Fonte: Ballou (2006).



Segundo Ballou (2006), uma empresa não tem condições inteiramente, de controlar seu canal de fluxo de produtos, desde a matéria-prima até o consumidor final. Logo, todas as atividades desta cadeia devem estar interligadas para proporcionar um melhor gerenciamento.

Neste sentido, Chopra e Meindl (2016), afirmam que a gestão da cadeia de suprimentos engloba qualquer atividade interna ou externa à empresa que esteja relacionada a realização de um pedido para um cliente, não apenas fabricante ou fornecedor, mas todas as áreas desde a recepção até a sua realização.

Com isso, pode-se observar a necessidade de trabalhar a cadeia de suprimentos em conjunto com todos os elos envolvidos, uma vez que a comunicação entre as entidades que nela está inserida é fundamental e em qualquer atividade realizada ocorre um efeito generalizado.

Ao longo das atividades envolvidas na cadeia de suprimentos, a logística se torna fundamental para controle e manutenção entre diversos segmentos. Alvarenga e Novaes (2000), a descreve como:

- Logística de distribuição e marketing: através de pesquisas de mercado, define a melhor forma de distribuição, estratégia de vendas, conhecimento do cliente, além dos canais de distribuição;
- Logística de suprimento: relacionado a questões internas, as quais envolvem matéria-prima. Desta forma, tem a responsabilidade de resolver questões relacionadas a escolha de fornecedor, mix ideal de matéria-prima e também qual modal de transporte a se utilizar.

A logística envolve a integração das áreas de informação, transporte, estoque, armazenagem e manuseio de materiais. Assim, pretensiosamente cria-se valor para o cliente com o menor custo possível (BOWERSOX; CLOSS; 2011).

No entanto, qualquer produto ou serviço que não esteja no alcance do consumidor, no momento e local certo, está sujeito ao fracasso. De maneira geral, um produto é composto por quatro tipos de valores; forma, tempo, lugar e posse. Visto que dentre esses, a produção é responsável por oferecer forma de maneira que transforma a matéria-prima em um produto acabado. Já a logística manipula os valores de tempo e lugar, por meio do transporte, fluxo de informação e estoque. Por fim, o marketing gerencia a posse das matérias, através de mecanismos de publicidade, suporte técnico e condições de venda (BALLOU, 2006).

Mazzeo (2001), define a logística como uma ciência a qual lida com manutenção e transporte dos materiais entre as instalações da cadeia. Está relacionada com o gerenciamento de materiais, pois qualquer atividade que envolve suprimentos ocorre interferência logística.

Cita ainda, os recursos de gerenciamento como: *JIT - Just-in-Time* no controle de produção, gerenciamento de estoque, entrega domiciliar aos consumidores e ainda a gestão de matéria-prima.

As empresas dependem de informações precisas, para melhor gerenciar o fluxo de materiais, pois apenas reduzir o *lead time* de fabricação não é suficiente se o material ficar parado nas docas de recebimento ou expedição (MARTINS, 2016).

Portanto, pode-se concluir que a logística não se trata apenas de controle, mas também pode ser utilizada como uma oportunidade de agregar valor a um bem material, além de desempenhar a função de interligar todas as entidades e atividades em uma cadeia de suprimentos.

A gestão logística, se faz necessário desde a aquisição de matéria-prima até a entrega ao cliente final, sendo responsável por equilibrar a cadeia para que não ocorra a falta e nem o excesso de produtos ao longo dos elos. Sendo assim na próxima seção, será apresentado sobre a importância e a gestão dos estoques.

## 2.2 ESTOQUES

Segundo Bowersox e Closs (2011), as decisões relacionadas a estoque do ponto de vista logístico são de alto risco e impacto. A falta de um estoque adequado, pode gerar perdas de venda e insatisfação do cliente, como também um estoque excessivo aumentará custos, reduzirá lucratividade, imobilização de capital, obsolescência e custo de armazenagem.

Os estoques ou inventários são utilizados pelos fabricantes para prevenção contra variações e aleatoriedade que ocorrem em linhas de produção, do mesmo modo responder à demanda variável de determinados cliente e tem como objetivo manter uma alta disponibilidade de mercadorias de forma a atingir elevado um nível de serviço ao consumidor. Com isso, o nível de estoques deve ser suficientemente para proteção e segurança contra as indefinições de demanda (HSU-HUA LEE, 2005 apud DONADEL, 2010).

Para Ballou (2006), os estoques são acúmulos de matéria-prima, componentes, materiais em processo e produto acabado que surgem numerosos em diversos pontos da cadeia logística. Sendo mantidos por fornecedores, fabricantes, distribuidores e varejistas. Porém, existem razões que favorecem os estoques e que são contrárias, sendo elas:

- Pontos favoráveis: atender instantaneamente a solicitação com a disponibilidade de produtos gera satisfação e realização ao cliente, acarretando um aumento das vendas.

Manter estoque é custoso, porém em alguns casos é viável obter reservas que impactam na redução dos custos operacionais, adquirindo em quantidade é possível conseguir valores negociáveis além da prevenção de que qualquer anormalidade como greve, desastres naturais, imprevistos de demanda e atraso do abastecimento para que não impacte na produção. Como também reduzir custos de transporte, transportando em lotes;

- Pontos contra: Os estoques são considerados como perda de oportunidades, visto que o capital investido poderia ser utilizado para outros fins. A sua utilização promove uma atividade de isolamento em elos da cadeia, fazendo com que se perca oportunidades de integração.

Segundo Paura (2011), dentro da logística o estoque representa um custo que pode variar entre 40% a 50% dos investimentos de uma empresa. Caso o estoque seja mal programado ou com um controle deficitário se tem grandes prejuízos, dado que esta atividade exija maior investimento. Portanto, a formulação de uma política de estoque necessita de um conhecimento prévio do papel que realiza nas áreas de produção e marketing de uma empresa. É preciso compreender a importância de um produto e a relevância do ativo investido nele (BOWERSOX; CLOSS, 2011).

A política adotada para o gerenciamento de estoque em qualquer empresa é de suma importância. O estoque trata-se de custo e o principal objetivo em qualquer organização é minimizá-lo sendo que a necessidade de entender a atividade que o estoque desempenha é primordial, pois auxilia em uma gestão eficiente. Na próxima seção será apresentado alguns tipos de estoque existentes.

### **2.2.1 Tipos de estoque**

Todo material que entra por meio da compra e que em algum momento sairá através da venda ao consumidor ou para fabricação que permanece tanto em depósito ou em ambiente comercial é considerado estoque. (MARTELLI; DANDARO, 2015). Assim Ballou (2006), classifica o estoque em cinco tipos, podendo ser no canal, especulação, regular, segurança ou obsoletos.

- Estoque em canal - está transitando, em uma movimentação lenta, podendo ser até mesmo de longa distância, transita entre os diversos elos da cadeia de suprimentos. O volume de estoque em canal, chega a superar os insumos que estão armazenados. No

entanto, mesmo não estando efetivamente armazenados são considerados estoque, pois estão envolvidos na operação de suprir a cadeia (SLACK *et al*, 2009; BALLOU, 2006);

- Estoque de especulação - mantidos para especulação como as matérias-primas (cobre, ouro e prata) são adquiridas também para compor suprimentos de produção. Os valores desse estoque quando superam necessidades operacionais são de preocupação do departamento financeiro, se tratando de estoque para vendas sazonais sob cuidados da logística. São utilizados como artifício de proteção, contra variações de preço ou falta de matéria-prima, sendo acionados quando ocorre diferenças entre o abastecimento e a demanda (SLACK *et al*, 2009; BALLOU, 2006);
- Estoque cíclico - é imprescindível para compor uma demanda média durante o tempo de sucessivos abastecimentos, sendo dependente do tamanho do lote da produção, embarques de quantidade econômica, limitação no local de armazenagem, atender prazo de reposição, desconto na compra de quantidade e aos custos de movimentação. Portanto, se torna atuante em alguma etapa da operação que não consegue suprir todos os itens ao mesmo tempo (SLACK *et al*, 2009; BALLOU, 2006);
- Estoque pulmão ou estoque de segurança - é uma porção extra a qual serve de um adicional do estoque normal para suprir condições de demanda média e prazo de entrega médio, determinado estatisticamente para suprir eventualidades (BALLOU, 2006);
- Estoque obsoleto, morto ou evaporado – remete ao estoque que se deteriorou com o tempo ou material que fora extraviado (BALLOU, 2006).

Por fim, o estoque dispõe de uma relevância a nível estratégico para qualquer empresa, onde as características dos materiais e aspecto financeiro da mesma definirão qual a melhor forma de conduzi-lo. (SLACK *et al*, 2009).

O estoque assume diferentes características de maneira que para seu uso adequado é necessário compreender qual o objetivo e finalidade que o mesmo tem a empresa, além de demandar uma gestão que otimizará os recursos e proverá melhor lucratividade. Após descrever as diferenças dos estoques, avaliar sua eficiência é primordial. A seção 2.2.2 apresenta medidas de desempenho utilizadas para a mensuração e avaliação de estoque.

### **2.2.2 Medidas de estoque**

Conforme Martins e Alt (2009), gerenciar os estoques requer controle contínuo com o objetivo de verificar se os mesmos estão sendo utilizados da melhor forma, pois ao final da

cadeia o estoque criará valor para o consumidor final. Os indicadores de medidas de estoque servem como uma ferramenta de controle para o auxílio da gestão, sendo os principais descritos a seguir:

- **Inventário físico x inventário contábil:** O inventário físico é a contagem manual dos artigos em estoque, o qual é comparado e ajustado conforme as orientações contábil e tributária. O inventário físico pode ser realizado de forma periódica, onde em determinados períodos, normalmente em encerramento de regimes fiscais, ou duas vezes ao ano, se designa um grande número de pessoas a este fim. Já o inventário rotativo, ocorre de forma contínua ao longo do ano. Após esta determinação é possível medir o indicador de acurácia do estoque conforme a Equação 1 e Equação 2 a seguir:

$$\text{Acurácia} = \frac{\text{Número de itens com registro}}{\text{Número total de itens}} \quad (1)$$

Ou,

$$\text{Acurácia} = \frac{\text{Valor de itens com registros corretos}}{\text{Valor total de itens}} \quad (2)$$

- **Indicador de nível de serviço ou nível de atendimento:** indica o quanto o estoque foi efetivo para atender ao cliente. Sendo medido pela Equação 3:

$$\text{Nível de serviço} = \frac{\text{Número de requisições atendidas}}{\text{Número de requisições efetuadas}} \quad (3)$$

- **Giro de estoque:** este indicador é responsável por mensurar quantas vezes por unidade de tempo, o estoque girou, conforme a Equação 4:

$$\text{Giro de estoques} = \frac{\text{Valor consumido no período}}{\text{Valor do estoque médio no período}} \quad (4)$$

- **Cobertura de estoque:** reporta em dias quanto o estoque médio conseguirá cobrir a demanda média. A Equação 5 mensura este indicador.

$$\text{Cobertura em dias} = \frac{\text{Número de dias do período em estudo}}{\text{Giro}} \quad (5)$$

Os indicadores de desempenho são uma ferramenta para controle em diversas áreas, visto que devem ser aplicados com o objetivo de oferecer ao gestor resultados que auxiliem na gestão e deve ser utilizado de maneira contínua alinhado com as necessidades da empresa. Na próxima seção, apresenta-se sobre a classificação ABC a qual é utilizada para classificação dos itens em estoque.

### **2.2.3 Classificação ABC**

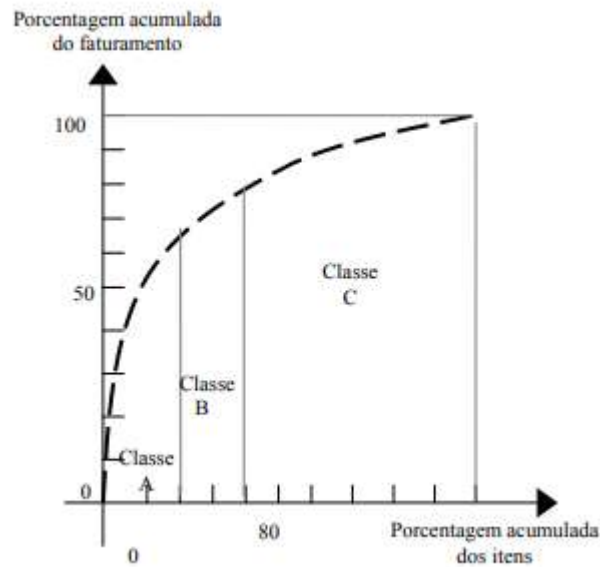
Uma organização que trabalha com uma diversificação de produtos pode ocorrer que alguns deles tende a ser mais importantes em relação a outros, como itens que tenham um alto giro de estoque ou que possuem maior valor agregado. Usualmente diferenciar esses produtos é realizado através de uma lista de acordo com a movimentação de valor, ou seja, a taxa de uso multiplicado pelo valor individual (SLACK *et al*, 2009).

Uma ferramenta que realiza a classificação desses itens é a curva ABC, que tem como objetivo responder questões do tipo: qual a importância do item no estoque e de qual forma estão sendo controlados. Através desta ferramenta é possível estabelecer um método para o tratamento de cada item ou grupo de itens, conforme sua importância (SCHWITZKY, 2001.).

A classificação ABC possui ampla aplicação, comumente realiza-se em empresas a fim de constatar os itens que possuem maior representatividade nas vendas, sendo que 80% delas é ocasionada por apenas 20% do catálogo de produtos (ARAGAO *et al*, 2016).

Através da análise ABC, classifica os itens em A os mais importantes representando cerca de 35% a 70% do valor movimentado, B de 10% a 45% e por último C o restante do percentual. Desc maneira análoga, em grande parte dos casos, o montante de produtos que movimentam a categoria A é de 10% a 20%, em torno de 50% pertence a categoria C e por fim 30% a 40% são produtos B. O Gráfico 1, mostra como uma curva ABC pode ser representada (MARTINS; ALT, 2009).

Gráfico 1-Representação da Curva ABC.



Fonte: Alvarenga e Novaes (2000) p. 11.

A partir de uma série de itens os quais devem ser classificados, segundo Moreira (2014) pode-se adotar o seguinte procedimento:

1. Avaliar qual o investimento realizado em cada item;
2. Ordenar do maior para o menor;
3. Calcular a porcentagem de cada um, correspondente ao valor total e em seguida o percentual acumulado;
4. Realizar as divisões das classes.

Conforme Santos e Lubiana (2017), é necessário que toda organização tenha a classificação dos seus itens para auxiliar a administração em uma gestão assertiva de rentabilidade e para que possa dedicar a atenção aos produtos certos no processo de tomada de decisão. Essa ferramenta resulta de forma analítica dados fundamentais para o gerenciamento do estoque, proporcionando uma análise interna eficiente e compreendendo a importância que os produtos possuem para a organização.

#### 2.2.4 Estoque de segurança

Peixoto e Pinto (2006), destacam que o estoque de segurança deve assegurar a curto prazo tanto atender as variações de demanda quanto o *lead time* de ressurgimento. Pois trata-se

de um adicional e para garantir que seja ideal é necessário determinar dois coeficientes, um baseado na demanda (volume histórico) e outro baseado no tempo de ressuprimento (*lead time* do fornecedor).

Chopra e Meindl (2016) consideram que a medida que aumenta a incerteza da oferta e demanda, o estoque de segurança também aumenta. Logo, é determinado por dois fatores, a incerteza de ambas e o nível desejado de disponibilidade do produto. Sendo formulado através da Equação 6:

$$ES = PR - D * L \quad (6)$$

$ES$  = Estoque de segurança.

$PR$  = Ponto de reposição.

$D$  = Demanda semanal média.

$L$  = Tempo de espera média para reposição.

Visando a variabilidade do consumo mensal dos itens de estoque, do tempo de reposição que pode variar entre os itens e também épocas sazonais ao longo do ano, Loprete *et al* (2009), considera estes fatores determinantes para as empresas manterem os estoques de segurança. Tendo a finalidade de amortecer os efeitos sendo que a determinação do nível de estoque de segurança é realizado sob um planejamento criterioso, tornando-se responsável pela imobilização de capital em estoque. Deve-se considerar as incertezas inerentes ao fornecimento e demanda. A Equação 7, apresenta a formulação descrita por Bowersox e Closs (2011).

$$ES = K * \sqrt{T * S_S^2 + D^2 * S_T^2} \quad (7)$$

Em que:

$K$  = fator de segurança, determinado pelo score  $z$  para um dado nível de serviço.

$T$  = Duração média do ciclo de atividades.

$S_S^2$  = Desvio padrão das vendas diárias.

$D$  = Média diária de vendas.

$S_T^2$  = Desvio padrão do ciclo de atividades.



Conforme Baker (1985) apud Maria e Novaes (2011), o fator de segurança K serve para atingir um nível de serviço desejado, considerando que as incertezas que influenciam o nível de serviço possuem distribuição normal, portanto o fator K é o múltiplo de desvios-padrão da fonte de incerteza e pode ser obtido através do escore z da distribuição normal padrão.

O estoque de segurança se faz necessário para suprir demandas esporádicas, a fim de não prejudicar a empresa em sua produção, atendimento ao cliente e manter o nível de serviço exigido, logo é importante considerar o capital que será disposto para mantê-lo.

As medidas apresentadas e as atribuições que podem ser dadas ao estoque, são necessárias com o objetivo de elaborar uma política a ser implementada pela empresa e a partir disso possa ser determinado um nível de estoque adequado. O capítulo 2.2.5 apresenta modelos para calcular o nível de estoque.

### 2.2.5 Custos de gestão de estoque

Os modelos de estoque buscam determinar de maneira geral dois questionamentos, de quanto e quando realizar uma solicitação de material. Portanto, a variável de custo é de suma importância para definir o tamanho de um lote. Taha (2013), primeiramente analisa o custo total para a aquisição de uma quantidade z, sendo calculada através da minimização da Equação 8:

$$\left( \begin{array}{l} \text{Custo total} \\ \text{de estoque} \end{array} \right) = \left( \begin{array}{l} \text{Custo de} \\ \text{compra} \end{array} \right) + \left( \begin{array}{l} \text{Custo de} \\ \text{preparação} \end{array} \right) + \left( \begin{array}{l} \text{Custo de} \\ \text{manutenção} \\ \text{de estoque} \end{array} \right) + \left( \begin{array}{l} \text{Custo de} \\ \text{falta} \end{array} \right) \quad (8)$$

Define-se como custo de compra como sendo o valor da unidade de um item, em alguns casos podem ser concedidos algum desconto quando o pedido ultrapassar uma determinada quantidade. Trata-se de um fator de decisão, sobre o quanto pedir.

Custo de preparação está relacionado aos custos fixos decorrentes da compra de um pedido independentemente do seu tamanho. Elevar a quantidade do pedido, irá reduzir o custo de preparação em relação a uma demanda, aumentará o nível médio de estoque e o custo do capital vinculado. Caso contrário, diminuir este pedido aumentará a frequência de solicitação de pedido e o custo de preparação associado. Por tanto, um modelo adequado de estoque tende a equilibrar ambos.

O custo de estocagem, caracteriza o custo dos materiais mantidos no estoque além de relacionar os juros sobre este capital, o custo da armazenagem, manutenção e manuseio. Através da Tabela 1, observa-se a composição do custo de estocagem.

Tabela 1- Composição do custo de manutenção de estoque.

<b>Custo de manutenção</b>	<b>Porcentagem</b>
Custos dos juros e oportunidade de capital	82,00%
Obsolescência	14,00%
Armazenagem e manuseio	3,25%
Imposto sobre propriedade	0,50%
Seguro	0,25%
<b>Total</b>	<b>100%</b>

Fonte: Adaptado de Ballou (2006).

Conforme Tubino (2007), este custo pode ser estimado por meio da Equação 9.

$$C_i = E_m * C_{un} * i \quad (9)$$

Onde:

$C_i$  = Custo de Manutenção (moeda).

$E_m$  = Estoque médio (unidades).

$C_{un}$  = Custo unitário (moeda).

$i$  = Taxa de encargos financeiros sobre o estoque (percentual).

Custo de falta, é o valor atribuído com a falta do material onde inclui a potencial perda de receita e o custo decorrente da perda da confiança do cliente. Slack *et al*(2009) define como, sendo os custos incorridos pela empresa ao falhar no fornecimento aos consumidores. Podendo ser calculado segundo Ballou (2006), através da Equação 10.

$$C_f = (1 - NS) * L * D * DA \quad (10)$$

Em que:

$C_f$  = Custo da falta do estoque (moeda).

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

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

$D$  = Demanda média por unidade de tempo (unidade).

$DA$  = Unidade de tempo no ano em que se tem produção.

## 2.3 MODELOS DE GESTÃO DE ESTOQUE

Percebe-se nos subcapítulos anteriores que o controle de estoque é fundamental em qualquer empresa, pois o estoque tem como função suprir as demandas de produção, atendimento ao cliente, entre outras situações. Porém requer custos financeiros para sua manutenção além de capital imobilizado e espaço físico disponibilizado para estes materiais. Caso o controle não esteja atuando de maneira adequada acarretará prejuízos tanto financeiros quanto operacionais.

Com o avanço dos estudos voltados a este tipo de problema surgiram ferramentas para auxiliar o gestor a lidar com esta demanda. Então a pesquisa operacional através de modelos matemáticos solucionou esse tipo de problema de maneira analítica, visando otimizar este sistema. Hillier e Liebermann (2013), adotaram a seguinte metodologia para formular um modelo de controle de estoque:

- Elaborar um modelo matemático que descreve o comportamento do sistema de estoque;
- Examinar uma política de estoque ótima em relação ao modelo;
- Apropriar-se de um sistema de processamento de informações computadorizado, para registrar os níveis de estoque atual;
- Usufruir deste registro, aplicando a política ótima para sinalizar quando e em quais níveis providenciar material.

O resultado da aplicação de um modelo matemático define um nível de estoque o qual uma empresa deve seguir para obter estabilidade na operação. No entanto, toma como base o equilíbrio entre o custo de capital em estoque excedente e as multas ou prejuízos que podem ocorrer pela falta de um material. O principal fator de decisão é a demanda que pode ser determinística quando for conhecida ou estocástica quando é variável e imprevisível (HILLIER; LIEBERMANN, 2013; TAHA, 2008).

Existem dois sistemas para a revisão de estoque, o sistema de revisão contínua e o sistema de revisão periódica. Elsayed e Boucher(1994) elucida como as principais diferenças, o período de revisão e o tamanho do lote de reposição. Taha (2008), considera que o modelo de estoque pode estar fundamentado em uma revisão periódica, quando os pedidos são realizados mensalmente ou semanalmente com um tempo determinado, ou através de revisão contínua, que deve ser verificado de forma contínua e a reposição ocorre quando o estoque atinge um ponto denominado de abastecimento.

Conforme Krajewski *et al* (2014), o Quadro 1 faz um comparativo entre estes dois sistemas destacando suas principais características.

Quadro 2-Comparativo entre o sistema de revisão periódica e revisão contínua.

SISTEMA DE REVISÃO	REVISÃO PERIÓDICA(P)	REVISÃO CONTÍNUA (Q)
Intervalo de ressuprimento (T)	Intervalos de tempo fixo e iguais a T	Varia a cada ciclo, o nível de estoque é conferido conforme alguma política adotada
Tamanho do lote (Q)	Varia a cada ciclo, e Q depende do nível de estoque no momento da solicitação	É fixo, e normalmente se utiliza Q= Tamanho do lote econômico (LEC)

Fonte: Adaptado Krajewski *et al* (2014).

A partir dos conceitos descritos anteriormente, os seguintes subcapítulos apresentam as modelagens matemáticas desenvolvidas através da pesquisa operacional para o gerenciamento e controle de estoque.

### 2.3.1 Modelo determinístico de revisão contínua

O modelo determinístico de revisão contínua ou modelo do lote econômico, retrata o que ocorre comumente nos diversos segmentos como atacadistas, varejistas e distribuidores, onde os estoques com a saída de material ao atingir um nível determinado é realizado um novo pedido para o reabastecimento (HILLIER; LIEBERMANN, 2013).

Para a aplicação deste caso, Krajewski *et al* (2009), considera as seguintes suposições:

1. Taxa de demanda do produto é constante;
2. Não há restrições de tamanho de lote;
3. Os únicos custos relevantes são o custo fixo de um pedido e armazenagem;
4. Decisões referente ao pedido são independentes;
5. O *lead time* é constante e conhecido.

Então, para o cálculo da quantidade de pedido segundo Bowersox e Closs (2011) utiliza-se a Equação 11, denominado lote econômico de compra (EOQ).

$$Q = \sqrt{\frac{2 \cdot C_0 \cdot D}{C_i \cdot U}} \quad (11)$$

Onde:

$C_0$  = Custo para emissão de um pedido.

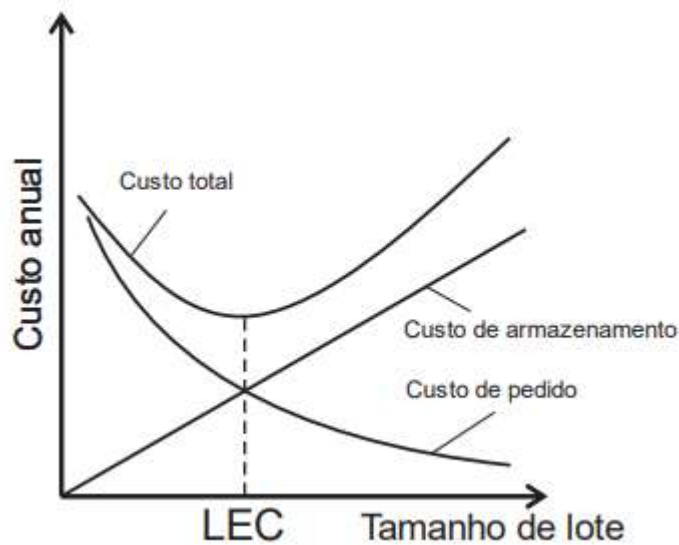
$C_i$  = Custo anual de manutenção de estoque.

$D$  = Volume anual de vendas.

$U$  = Custo por unidade.

Diante do exposto, pode se obter o Gráfico 2, a seguir:

Gráfico 2- Custo anual x Tamanho de lote.



Fonte: Rubin (2016).

O objetivo é determinar quando e em qual quantidade solicitar material de modo a minimizar a soma dos custos por unidade de tempo. Observa-se através do Gráfico 1, que o tamanho o lote ideal será obtido através da minimização da Equação 8. No entanto, trata-se de um modelo geral baseado nos custos e no volume anual de vendas, sendo assim não considera inúmeras variações que ocorrem em casos reais.

De maneira geral, quando o estoque atingir um nível abaixo de um volume determinado é reabastecido, a demanda  $D$  é conhecida em unidades por tempo, a quantidade  $Q$  de peças para o reabastecimento do estoque ocorre em um prazo conhecido, quando o estoque é zero e por fim não permite a escassez planejada de produto. O tempo de ciclo  $t^*$  de pedido é dado através da Equação 12:

$$t^* = \frac{Q^*}{d} \quad (12)$$

Através da formulação proposta por Bowersox e Closs (2011) é possível observar que a quantidade de insumos para o reabastecimento depende da demanda, dos custos de manutenção e encomenda do lote, visto que o tempo de ciclo de pedido é determinado a partir da quantidade ótima e da demanda.

O modelo de revisão continua conforme Buffa (1968), Tubuni (2000) e Wu (2000) apud Rosa *et al*(2010), pode considerar também que a quantidade de reposição  $Q$  não esteja associada ao uso do modelo de EOQ e sim ser determinada a partir de experiência prática ou até mesmo um modelo EOQ adequado a alguma situação. Logo, este ponto de pedido  $r$  é determinado por meio da Equação 13:

$$r = D_T * t_r + Q_S \quad (13)$$

Onde:

$D_T$  = Demanda média por unidade de tempo.

$t_r$  = Tempo médio de ressuprimento.

$Q_S$  = Estoque de segurança.

Portanto, através destas suposições fica claro que sua aplicação seria para situações que dificilmente são encontradas, tendo em vista o tipo de demanda, Assis *et al* (2018), aponta para a demanda conhecida, usam-se modelos de estoque determinísticos, caso seja incerta é necessário aplicar o modelo de estoques estocásticos.

Na seção 2.3.2, apresenta-se uma outra modelagem do modelo determinístico, através da abordagem de revisão periódica.

### 2.3.2 Modelo determinístico com revisão periódica

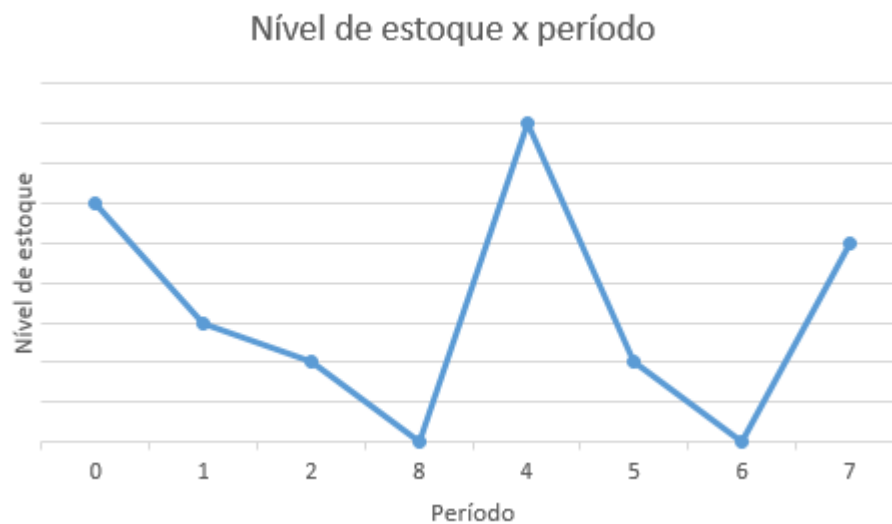
Em grande parte das situações que envolvem controle de estoque pode ocorrer variação da demanda. Sendo assim, a modelagem apresentada anteriormente não garante a solução de custo mínimo. O modelo determinístico com revisão periódica considera conhecida a demanda de pedido, porém variando entre os períodos (HILLIER; LIEBERMANN, 2013; TAHA, 2008).

Hillier e Liebermann (2013), apontam que este tipo de problema tem como objetivo minimizar o custo total ao longo de N períodos, ignorando os custos fixos e minimizando os custos variáveis ao longo de N períodos. Para a aplicação do modelo, adotam-se as seguintes suposições:

1. A demanda para o período é conhecida;
2. As demandas devem ser atendidas a tempo;
3. O custo de manutenção de estoque é calculado sobre a sobra no final de cada período.

O Gráfico 3, apresenta o que ocorre neste tipo de problema.

Gráfico 3- Representação do nível de estoque de um modelo determinístico de revisão periódica.



Fonte: Adaptação de Hillier e Liebermann (2013).

Diferentemente do modelo determinístico de revisão contínua, onde o tamanho do lote é sempre igual e a reposição deve ser solicitada quando atingir um nível de estoque estipulado, no modelo de revisão periódica os pedidos podem ocorrer de tamanhos diferentes, mas sempre conhecidos.

### 2.3.3 Modelo estocástico de revisão contínua

O modelo estocástico de revisão contínua, considera as imprevisões de demandas futuras, onde ocorrem incertezas sobre esta determinação, tomado por demandas

probabilísticas. Além de considerar um sistema de revisão contínua, onde o pedido é realizado quando o estoque atingir um ponto de reabastecimento (HILLIER; LIEBERMANN, 2013; TAHA, 2008).

De modo a implementar a demanda probabilística, estima uma aproximação, a qual sobrepõe um estoque de segurança constante ao nível de estoque em todo o planejamento. No entanto, este estoque é estipulado de maneira que a probabilidade de faltar insumo, ao longo do tempo de realização do pedido e recebimento, não extrapole um valor previamente determinado. (TAHA, 2008). Para a aplicação do modelo, Hillier e Liebermann (2013) adotam as seguintes preposições:

1. A aplicação do modelo é realizada em cada produto;
2. O nível de estoque é controlado de forma contínua e sempre conhecido;
3. A política adotada baseia-se em determinar apenas  $Q$  (quantidade a ser encomendada) e  $R$  (ponto para realizar um novo pedido);
4. O tempo de espera entre o pedido realizado e o produto recebido pode ser variável;
5. A demanda é sempre incerta ao longo do período. No entanto, a demanda probabilística é conhecida;
6. No caso de falta de produtos até o recebimento do lote de reposição será atendido no próximo período;
7. Cada pedido possui um custo de implantação fixo  $K$ ;
8. Exceto o custo de implantação, o custo do pedido varia conforme  $Q$ ;
9. O custo de manutenção  $h$  do estoque, ocorre para cada unidade em estoque por unidade de tempo.
10. O custo de escassez  $p$  é acrescentado para cada unidade colocada em reserva para o atendimento no próximo período.

A escolha da quantidade encomendada descrita por Hillier e Liebermann (2013), pode ser calculada através da Equação 14:

$$Q = \sqrt{\frac{2*d*K}{h}} * \sqrt{\frac{p+h}{p}} \quad (14)$$

Em que:

$Q$  = Escolha da quantidade encomendada (unidade).

$d$  = Demanda média por unidades de tempo (unidade).



$K$  = Custo de implantação fixo (moeda).

$h$  = Custo de manutenção do estoque (moeda).

$p$  = Custo da falta de estoque (moeda).

Desta forma, estima-se uma aproximação da quantidade ótima a ser encomendada e ainda Hillier e Liebermann (2013), consideram que o modelo aplicado traz resultados satisfatórios.

Um método comum de definir o ponto de ressuprimento é baseado no nível de atendimento a ser alcançado. É uma decisão gerencial e pode ser estipulado através da seguinte Equação 15.

$$P(D \leq R) = L \quad (15)$$

Sendo assim:

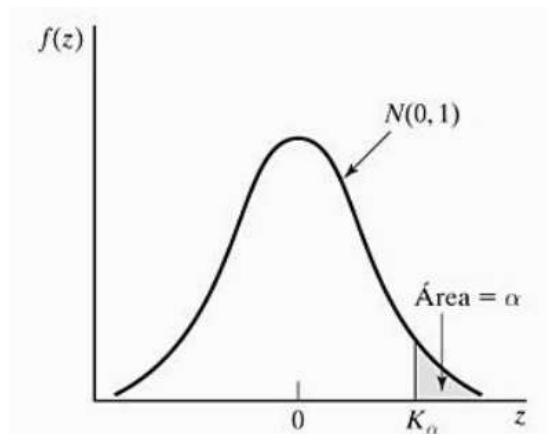
$$R = \mu + K_{1-L} * \sigma \quad (16)$$

Então a Equação 17 calcula o estoque de segurança.

$$ES = R - \mu \quad (17)$$

De modo que  $K_{1-L}$  é definido pela tabela de distribuição normal padrão e representado pela Gráfico 4.

Gráfico 4-Probabilidade de falta de estoque.



Fonte: Taha (2008).

De maneira geral, este modelo conforme Hillier e Liebermann (2013) permite considerar a inexistência de demanda, onde a política instrui que um pedido de montante  $y$ , deve ser realizado quando o nível de material atingir uma quantidade  $R$ . Por fim estes valores serão ótimos com a minimização do custo esperado por unidade de tempo, onde integra a soma dos custos de preparação, permanência e falta.

No entanto, conforme Taha (2008), os modelos baseados no EOQ, consideram em sua formulação o estoque de segurança para considerar a demanda probabilística, não garantindo a otimalidade. Já a metodologia apresentada por Taha (2008), traz a natureza da demanda probabilística na formulação do modelo, incluindo em sua formulação a demanda probabilística e este modelo têm resultados mais representativos.

Para a aplicação deste modelo, adotam-se as seguintes premissas:

1. A demanda quando não satisfeita ao longo do tempo de espera é postergada para outro período;
2. Não permite mais de uma solicitação de pedido;
3. Ao decorrer do tempo de espera estacionário, a distribuição da demanda conserva-se inalterada.

Primeiramente, para aplicação do modelo é necessário verificar se existem valores ótimos e únicos, os quais podem ser verificados através da Equação 18 e Equação 19.

$$\hat{Y} = \sqrt{\frac{2 * D * (K + P * E\{X\})}{h}} \quad (18)$$

$$\tilde{Y} = \frac{P * D}{h} \quad (19)$$

Onde:

$D$  = Demanda média (unidades).

$K$  = Custo de preparação por pedido.

$E\{x\}$  = Demanda média ao longo do tempo de espera para reposição (unidades).

$P$  = Custo de falta por unidade em estoque.

$h$  = Custo de estocagem por unidade de estoque por unidade de tempo.

Desta forma se  $\tilde{Y} \geq \hat{Y}$ , existem valores ótimos e únicos, de  $Y$  e  $R$ .

Primeiro calcula-se  $S$ , que será a quantidade esperada de falta por ciclo, através da Equação 20.

$$S = \int_R^{\infty} (X - R) * f(x) dx \quad (20)$$

Onde:

$X$  = Demanda máxima ao longo do tempo de espera para reposição.

$R$  = Quantidade de reposição.

$f(x)$  = Função de densidade de probabilidade sendo igual a  $\frac{1}{x}$ .

Para encontrar o valor de  $Y_i$  utiliza-se a Equação 21.

$$Y_i = \sqrt{\frac{2 * D * (K + P * S)}{H}} \quad (21)$$

Onde:

$D$  = Demanda esperada por unidade de tempo.

$K$  = Custo de preparação do pedido.

$P$  = Custo de falta por unidade de estoque.

$S$  = Custo de falta esperado.

$H$  = Custo de estocagem por unidade de estoque, por unidade de tempo.

Então através da Equação 22, calcula-se o ponto de ressuprimento  $R$ .

$$\int_{R^*}^{\infty} f(x) dx = \frac{H * Y^*}{P * D} \quad (22)$$

Com isso, para a primeira iteração considera-se como  $S = 0$  assim o modelo reconhece o  $y^*$  ótimo, quando não houver este custo. O critério de parada será  $R_i \cong R_{i+1}$  e a solução ótima será  $y^* = y_i$ .

### 2.3.4 Modelo estocástico com revisão periódica

Este modelo aplica-se para produtos considerados perecíveis, que são mantidos por um tempo limitado antes de perder a sua validade, normalmente são produtos para vendas

sazonais como: alimentos e jornais. Assim Hillier e Liebermann (2013), adotam as seguintes premissas para o modelo:

1. Cada aplicação envolve um único produto;
2. Cada aplicação envolve um único período e o produto não poderá ser vendido no período subsequente;
3. Pode existir unidades remanescentes do produto ao final do período.
4. Pode ocorrer um estoque inicial;
5. A única decisão a ser tomada é a quantidade de produtos a serem encomendados;
6. A demanda é variável;
7. Caso a demanda seja satisfeita, o objetivo se torna minimizar o custo total esperado.

De maneira geral a Equação 23:

$$y^* = S - I \quad (23)$$

Onde:

$y^*$  = Quantidade ser encomendada.

$S$  = Nível de estoque após o recebimento.

$I$  = Estoque inicial.

Através da Equação 24, pela metodologia proposta por Taha (2008), pode-se determinar a quantidade  $y^*$  ótima.

$$P\{D \leq y^* - 1\} \leq \frac{P}{P+H} \leq P\{D \leq y^*\} \quad (24)$$

Onde:

$D$  = Variável aleatória que apresenta a demanda durante o período.

$P$  = Custo da falta de unidade.

$H$  = Custo de estocagem durante o período.

O modelo geral (EOQ) não considera o estoque inicial e nenhum custo de implantação, onde a decisão sobre a quantia a ser requisitada, dependerá da distribuição de probabilidade da demanda. No entanto, através deste modelo, busca-se o equilíbrio entre o risco de faltar material, custo de escassez e o risco de ocorrer excesso de material, incorrendo desperdício.

### 3. METODOLOGIA

Neste capítulo, apresenta-se a metodologia utilizada para o desenvolvimento do trabalho, bem como o procedimento utilizado para a sua elaboração.

A metodologia científica, introduz procedimentos sistemáticos e racionais, sendo base da formação de estudiosos e profissionais, pode-se afirmar que a prática é derivada da concepção onde, o que é realizado, deve ser fundamentado no que se mostra como o mais lógico, racional, eficiente e eficaz. (FONSECA, 2012).

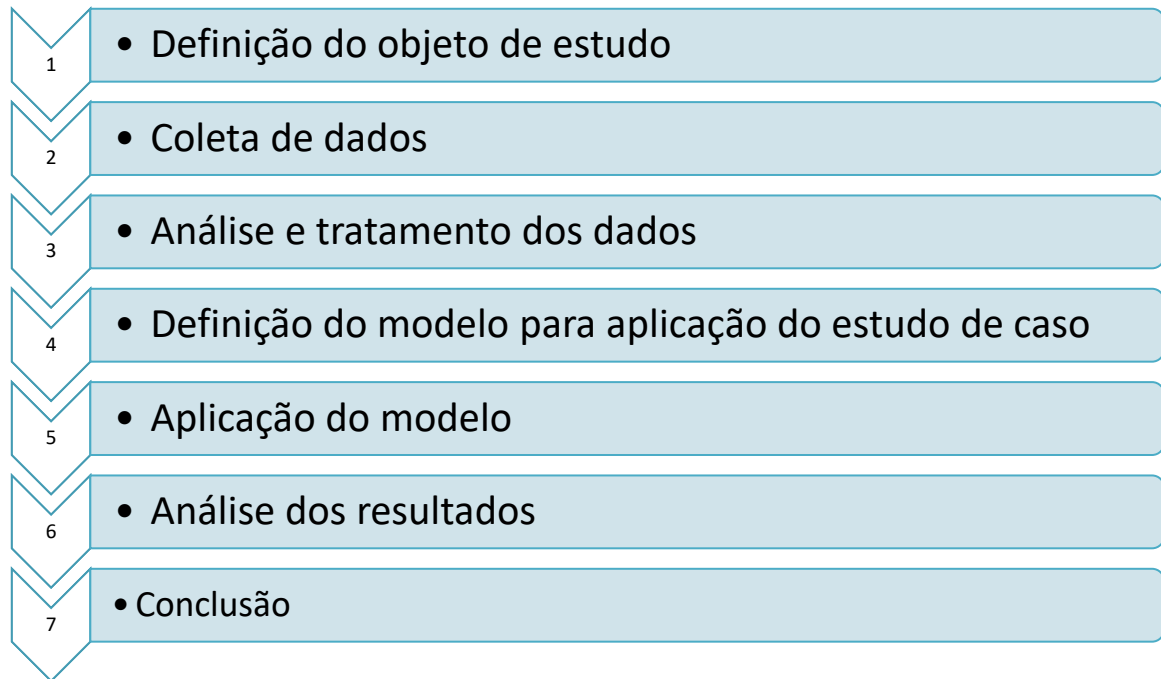
Este estudo de caso, o qual trata de uma análise de gerenciamento de estoques de um comércio eletrônico, a partir da aplicação do modelo estocástico, pode ser considerado uma pesquisa de caráter descritiva conforme Gil (2010). Busca-se aprimorar o tema escolhido, a partir de um levantamento bibliográfico, que propicia análise de fontes e de exemplos aplicados que melhor se adequem com o problema exposto, fornecendo através de resultados numéricos análises para o problema.

A pesquisa científica, propõe responder indagações, que segundo Prodanov e Freitas (2013), podem ser solucionadas através de procedimentos lógicos, que devem ser seguidos ao longo do processo de investigação científica.

O conhecimento científico pressupõe aprendizagem superior. Caracteriza-se pela presença do acolhimento metódico e sistemático dos fatos da realidade sensível. Por meio da classificação, da comparação, da aplicação dos métodos, da análise e síntese, o pesquisador extrai do contexto social, ou do universo, princípios e leis que estruturam um conhecimento rigorosamente válido e universal. (FACHIN, 2003, p. 11).

A construção de um trabalho científico, baseia-se principalmente no referencial teórico realizado, de forma a direcionar as etapas seguintes. Desta forma, a Figura 4, representa de maneira esquemática a metodologia utilizada para a realização deste trabalho.

Figura 2- Metodologia para elaboração do trabalho.



Fonte: Autora (2019)

1. Definição do objeto de estudo: identifica-se a problemática referente a política de estoques a ser discutida no objeto de estudo;
2. Coleta de dados: realiza-se o levantamento de dados, com base no histórico de vendas realizadas ao longo do período de julho/2018 a setembro/2019. Além disso, os dados das vendas perdidas pela falta de mercadoria também são considerados;
3. Análise e tratamento dos dados: esta etapa consiste em caracterizar a demanda dos produtos comercializados, além de classificar e elencar os principais. A fim de compreender melhor a importância de cada um para a empresa e conseqüentemente dar o tratamento logístico adequado;
4. Definição do modelo para aplicação do estudo de caso: caracterizada a demanda e os produtos comercializados esta etapa, através do levantamento bibliográfico compreende selecionar o modelo que melhor se adequa a realidade analisada da empresa;
5. Aplicação do modelo: São definidos os parâmetros para gestão do estoque, através da aplicação do modelo, com base nos dados coletados e referencial teórico utilizado;
6. Análise dos resultados: nesta etapa, realiza-se a análise dos parâmetros obtidos por meio da aplicação, de modo a verificar a validade dos resultados calculados e assim estabelecer uma política de estoques adequada;

7. Conclusão: conclusões sobre os resultados obtidos, além de sugestões de melhorias e continuidade da pesquisa.

O capítulo a seguir é destinado para o estudo de caso, onde se apresenta de forma detalhada cada etapa executada. Realiza-se a contextualização da empresa, do problema de estoques, os dados coletados, tratamento do banco de dados, aplicação e análise do modelo.

## 4. ESTUDO DE CASO

Neste tópico, apresenta-se a empresa e o cenário atual, onde se desenvolve o estudo de caso deste trabalho, os dados coletados, o tratamento dos dados, definições dos critérios para os cálculos de gestão de estoque e por fim a aplicação do modelo matemático para estabelecer a política de estoque.

### 4.1. A EMPRESA

A empresa objeto deste estudo de caso tem como foco de atuação o comércio eletrônico para vendas locais e está situada na cidade de Joinville-SC. A mesma expandiu seu negócio e passa a atender clientes da região do norte catarinense, cidades vizinhas como Jaraguá do Sul, Garuva, Araquari, São Francisco do Sul, Blumenau, São Bento do Sul e Guaramirim, Brusque.

O catálogo de produtos é variado contando com 67 SKU's (Stock Keeping Unit), ou seja, 67 tipos de produtos, com venda direta ao cliente final, além de abastecer o estoque de comércios locais. O segmento principal de venda são produtos eletrônicos como celulares, aparelhos de tv, conversor de tv *smart*, cartão de memória, controle de vídeo game, vídeo game, cabo para carregar controles, aparelhos de tv box e *smart watch*, os quais são mantidos em estoque, para atendimento imediato do cliente.

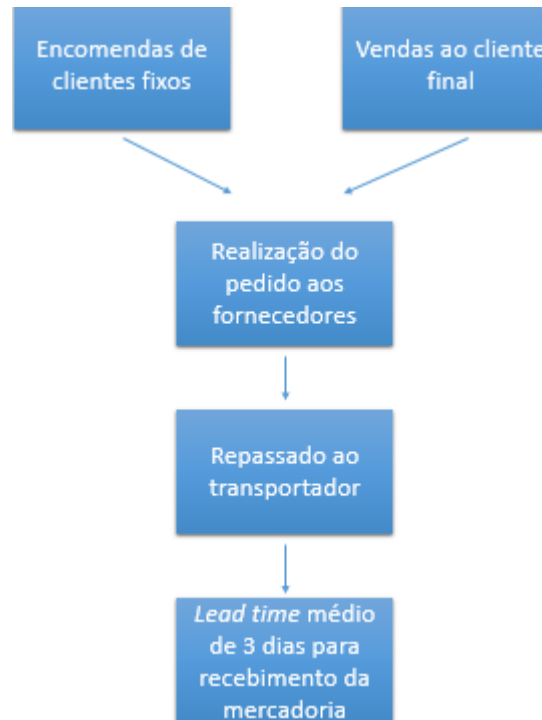
As vendas são realizadas por anúncios na internet, onde o cliente tem a opção de retirar no depósito ou são entregues por meio dos correios, motoboys e fica sob responsabilidade do cliente o valor do frete.

Atualmente, não se realiza nenhum planejamento para a gestão de estoques da empresa, desta maneira, o foco deste estudo é proporcionar ao gestor uma política de gestão de estoque a ser aplicada, conforme as características da empresa.

A Figura 3 mostra como são realizadas as compras dos produtos para reposição de estoque.



Figura 3- Esquema de vendas e compras de suprimento.



Fonte: Autora (2019).

Os pedidos são recebidos pelos clientes fixos e conforme as vendas no mês, são solicitados os produtos para reposição ao fornecedor. Desta forma, o fornecedor recebe o pedido, prepara em um dia e então entrega ao transportador que no prazo de até 2 dias abastece o estoque da empresa.

Assim, para delimitação deste estudo de caso, foram selecionados 16 produtos do segmento eletrônico que atualmente são mais representativos para a empresa e que estão disponíveis em estoque. O restante é vendido por encomenda e entregue entre 7 a 15 dias.

#### 4.2. PROBLEMÁTICA E ESCOPO DO TRABALHO

A importância do estudo justifica-se devido à popularidade que a empresa vem conquistando na região, com os valores dos produtos acessíveis, acarretando uma crescente demanda. Até o momento, a mesma não utiliza nenhuma metodologia ou ferramenta para controle de estoque, deste modo, mantém produtos que imobilizam o capital, além de não conseguir atender a demanda com a falta de produtos essenciais.

Desta forma, realizou-se o levantamento do histórico de vendas entre os meses de julho de 2018 a setembro de 2019 (Apêndice A, Apêndice B e Apêndice C). Além disso, ao longo do

período, enumerou-se os clientes potenciais, onde pedidos não foram atendidos devido à falta de mercadorias, os dados são apresentados na Tabela 2, a seguir:

Tabela 2- Resultados de pedidos não atendidos.

<b>Histórico total de pedidos (Jul/2018 a Set/2019)</b>	
Total de pedidos	514
Pedidos atendidos	371
Pedidos não atendidos	143

Fonte: Autora (2019).

Esses resultados apontam o problema que a empresa enfrenta com a falta do planejamento e controle de estoque, além de prejuízo financeiro, a imagem perante a confiabilidade do cliente também é prejudicada.

Desta maneira, realiza-se uma análise do nível de serviço conforme a Equação 3, da seção 2.2.2. Resultando na Tabela 3 a seguir:

Tabela 3- Nível de serviço por item.

<b>Produto</b>	<b>Número total de pedidos</b>	<b>Pedidos atendidos</b>	<b>Nível de Serviço</b>
Item 1	57	49	85,96%
Item 2	55	38	69,09%
Item 3	22	15	68,18%
Item 4	49	42	85,71%
Item 5	53	31	58,49%
Item 6	130	88	67,69%
Item 7	12	10	83,33%
Item 8	26	9	34,62%
Item 9	13	10	76,92%
Item 10	13	10	76,92%
Item 11	28	25	89,29%
Item 12	9	5	55,56%
Item 13	8	8	100,00%
Item 14	7	6	85,71%
Item 15	21	16	76,19%
Item 16	11	9	81,82%
<b>Total</b>	<b>514</b>	<b>371</b>	

Fonte: Autora (2019).

O nível de serviço dos produtos comercializados se mostra bastante dinâmico uns em relação a outros, sendo que um número representativo de pedidos não foi atendido. Dessa forma, realiza-se uma análise através da classificação ABC do conceito 80/20 da curva de Pareto, da Seção 2.2.3 com o objetivo de identificar a importância dos produtos para a empresa.

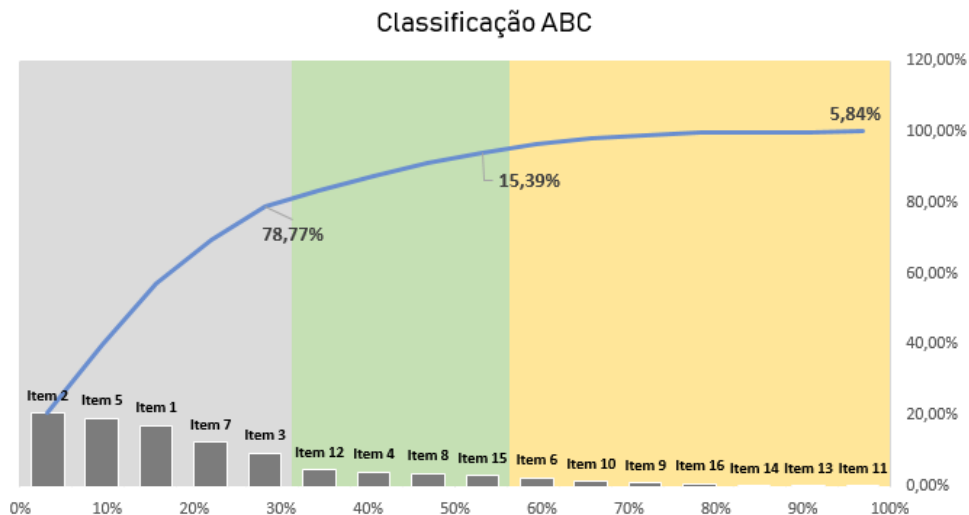
Para a aplicação do método é necessário estabelecer critérios de corte com o objetivo de definir o percentual movimentado para cada categoria. Neste estudo, utiliza-se como critério para categoria A o percentual de 80%, categoria B 15% e finalmente para C os 5% restantes. Desta forma, procura-se encontrar os itens que tem maior valor para empresa, compondo a movimentação financeira de 80%.

A partir da construção da curva ABC é possível visualizar o estoque, em geral, de maneira mais efetiva e assim estabelecer políticas de gestão mais precisas, visto que, não ocorre a necessidade de trabalhar com todos os itens igualmente. (VAGO *et al*, 2013).

A curva ABC fornece resultados sob diversas perspectivas, assim é necessário definir o escopo que será realizado a análise. Reis (2003) ressalta a necessidade de analisar quais os custos relacionados ou qual valor que a atividade, ou produto fornece a empresa.

Assim, para critério de comparação, o estudo realiza duas perspectivas a aplicação da metodologia, com o objetivo de relacionar a importância, que os produtos têm para a empresa, por meio do custo que o item movimentado. Uma segunda sob o lucro que o produto proporciona, estas análises foram realizadas sob os produtos que realmente foram vendidos, resultando no Gráfico 5 e Gráfico 6.

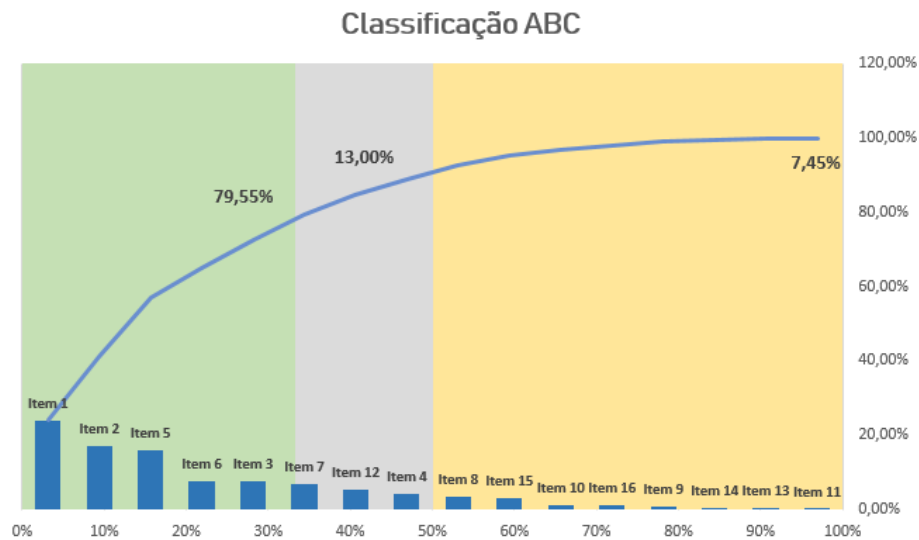
Gráfico 5- Classificação ABC dos itens comercializados com base no custo.



Fonte: Autora (2019).

Através do Gráfico 5, é possível observar que apenas 5 itens movimentam cerca de 78,77% do valor sendo considerados da categoria A, 4 itens 15,39% da categoria B e os 9 restantes 5.84% categoria C. De maneira análoga, cerca de 44% dos itens estão presentes na categoria C, 25% na B e 31% são itens da categoria A.

Gráfico 6-Classificação ABC pelo percentual de faturamento.



Fonte: Autora (2019).

No Gráfico 6, considera-se a classificação do faturamento que o item proporciona para a empresa. Tem-se 6 itens que representam a classe A com 79,55% do faturamento, 3 sendo classe B e os 7 restantes que representam a classe C 7,45%. A Tabela 4, compara os resultados obtidos.

Tabela 4- Comparação dos resultados pela Classificação ABC

Item	Classificação ABC 1- Custo	Classificação ABC- Lucro
Item 1	A	A
Item 2	A	A
Item 3	A	A
Item 4	B	B
Item 5	A	A
Item 6	C	A
Item 7	A	A
Item 8	B	C
Item 9	C	C
Item 10	C	C
Item 11	C	C
Item 12	B	B
Item 13	C	C
Item 14	C	C
Item 15	B	C
Item 16	C	C

Fonte: Autora (2019).

É possível verificar que o Item 6 tem um baixo custo para a empresa se enquadrando na categoria C, porém, proporciona um lucro bruto considerável, analisando sob esta perspectiva passa-se a tornar da categoria A. O Item 8 e Item 15, são classificados como B se relacionados a custo, porém, se torna C considerando o lucro. Além disso, a Tabela 5, apresenta sob qual nível de serviço estão os itens e a sua respectiva Classificação ABC.

Tabela 5- Classificação ABC e nível de serviço.

Produto	Nível de Serviço	Classificação ABC 1- Custo	Classificação ABC- Lucro
Item 1	85,96%	A	A
Item 2	69,09%	A	A
Item 3	68,18%	A	A
Item 4	85,71%	B	B
Item 5	58,49%	A	A
Item 6	67,69%	C	A
Item 7	83,33%	A	A
Item 8	34,62%	B	C
Item 9	76,92%	C	C
Item 10	76,92%	C	C
Item 11	89,29%	C	C
Item 12	62,50%	B	B
Item 13	100,00%	C	C
Item 14	85,71%	C	C
Item 15	76,19%	B	C
Item 16	81,82%	C	C

Fonte: Autora (2019).

Conforme os dados apresentados é possível verificar que itens de maior movimentação financeira, possuem um baixo nível de serviço, desta maneira, mostra-se a necessidade de estabelecer uma modelagem de estoque adequada, pois, além de fornecer melhorias ao nível de serviço, tem potencial de impactar na lucratividade, com maior disponibilidade de produtos.

Na próxima seção, analisa-se a demanda dos produtos, com base no histórico obtido por meio da etapa de coleta de dados.

#### 4.3. DEMANDA

A partir do levantamento dos dados verifica-se que a demanda é variável a cada pedido, sendo que a política utilizada, baseia-se apenas em realizar novos pedidos quando algum produto está em falta. Logo, neste espaço de tempo, ocorre a perda de vendas pela falta de disponibilidade dos produtos. Neste sentido, o Gráfico 7, mostra o histórico de vendas e os pedidos que não foram atendidos por falta de mercadoria, ao longo do período de análise.

Gráfico 7- Histórico mensal de pedidos atendidos x não atendidos.



Fonte: Autora (2019).

A partir deste gráfico, nota-se que a demanda no ano de 2019 tem sido crescente, embora em julho/2019 e setembro/2019 tenha ocorrido uma queda elas foram maiores que no ano anterior. Além disso, a linha de pedidos não atendidos, foi menor quando ocorreu maior período de vendas, isso reforça a necessidade de rever o controle de estoque, e ter mais produtos disponíveis aos clientes.

Desta maneira, pode-se considerar que pelos dados analisados, a demanda mensal não possui uma frequência ou similaridade para que possa ser prevista e caracterizada como uma demanda determinística. Este tipo de demanda, conforme Hillier e Lieberman (2013) pode ser considerada como estocástica quando não se pode prever.

#### 4.4. APLICAÇÃO DO MODELO

##### 4.4.1 Modelo estocástico de revisão contínua

Para aplicação do modelo estocástico de revisão contínua adota-se as premissas conforme Hillier e Liebemann (2013), abordadas na Seção 2.3.3. As adaptações do modelo para este estudo de caso, são descritas a seguir:

1. A aplicação do modelo é realizada em cada produto;
2. O nível de estoque controlado de forma contínua e sempre conhecido;
3. A política adotada baseia-se em determinar apenas  $Q$  (quantidade a ser encomendada) e  $R$  (ponto para realizar um novo pedido);
4. O *lead time* de reposição é variável sendo em média de três dias;
5. Por se tratar de vendas ao consumidor final a demanda ao longo do tempo de reposição não pode ser determinada, logo a distribuição probabilística da demanda é estimada;
6. Os pedidos não atendidos no período são atendidos quando ocorre a reposição;
7. Cada pedido têm um custo de implantação fixo  $K$ , onde conforme a empresa este pedido tem um custo estimado de 200 dólares;
8. Exceto o custo de implantação, o custo do pedido varia conforme  $Q$ ;
9. O custo de manutenção do estoque foi estimado a partir da Equação 9, proposto por Tubino (2007), sendo considerado  $i$  o valor de 30%;
10. O custo de escassez estima-se através da Equação 10, considerando as análises e o nível de serviço proposto a cada categoria de itens, da curva ABC.

A partir disto, em contato com a empresa foi definido os níveis de serviço a serem atendido em duas diferentes análises, conforme a Tabela 6:

Tabela 6- Nível de serviço estipulado para cada categoria da Análise ABC.

Categoria	Nível de serviço (%)	
	Análise 1	Análise 2
A	95	85
B	80	70
C	75	60

Fonte: Autora (2019).

Para uma primeira análise, aplica-se o modelo apresentado na seção 2.3.3, através da modelagem apresentada por Hillier e Liebermann (2013). Para cada item realiza-se o cálculo da quantidade encomendada  $Q$  e o ponto de ressuprimento  $R$ . Os cálculos apresentados na seção 2.3.4, foram implementados por meio da ferramenta (Excel). Os resultados obtidos são apresentados na Tabela 7, aplicando o nível de serviço da análise 1:

Tabela 7- Quantidade encomendada para o Nível de serviço 1.

Escolha da quantidade encomendada									
Item (SKU)	Classe	Demanda média mensal D	Custo unitário X (dólar)	Custo de implantação fixo de um pedido K (dólar)	Custo de manutenção de estoque H (dólar)	Custo da escassez P (dólar)	Lucro unitário (percentual)	Nível de serviço (percentual)	Quantidade encomendada Q (unidade)
Item 1	A	3,80	113,00	200	128,82	128,82	50,00%	95,00%	4,86
Item 2	A	3,67	175,00	200	192,68	115,61	30,00%	95,00%	4,51
Item 5	A	3,53	198,00	200	209,68	125,81	30,00%	95,00%	4,24
Item 6	A	8,67	8,90	200	23,15	53,24	115,00%	95,00%	14,66
Item 3	A	1,47	200,00	200	88,20	52,92	30,00%	95,00%	4,22
Item 7	A	0,80	600,00	200	144,00	57,60	20,00%	95,00%	2,79
Item 12	B	0,53	303,00	200	48,18	154,17	40,00%	80,00%	2,40
Item 4	B	3,27	31,00	200	30,41	92,45	38,00%	80,00%	7,56
Item 8	B	1,73	130,00	200	67,47	188,92	35,00%	80,00%	3,73
Item 15	C	1,40	60,00	200	25,20	88,20	35,00%	75,00%	5,35
Item 10	C	0,87	44,00	200	11,48	40,19	35,00%	75,00%	6,24
Item 16	C	0,73	26,50	200	5,80	34,82	60,00%	75,00%	7,66
Item 9	C	0,87	20,00	200	5,22	28,71	55,00%	75,00%	8,88
Item 14	C	0,47	12,00	200	1,69	15,23	90,00%	75,00%	11,11
Item 13	C	0,53	4,00	200	0,64	6,36	100,00%	75,00%	19,15
Item 11	C	1,87	0,90	200	0,50	5,05	100,00%	75,00%	40,37

Fonte: Autora (2019).



Já na Tabela 8, considera-se o nível de serviço da análise 2:

Tabela 8- Quantidade encomendada para o nível de serviço da análise 2.

Escolha da quantidade encomendada									
Item (SKU)	Classe	Demanda média mensal D	Custo unitário X (dólar)	Custo de implantação fixo de um pedido K (dólar)	Custo de manutenção de estoque H (dólar)	Custo da escassez P (dólar)	Lucro unitário (percentual)	Nível de serviço (percentual)	Quantidade encomendada Q (unidade)
Item 1	A	3,80	113,00	200	128,82	386,46	50,00%	85,00%	3,97
Item 2	A	3,67	175,00	200	192,68	346,82	30,00%	85,00%	3,44
Item 5	A	3,53	198,00	200	209,68	377,43	30,00%	85,00%	3,24
Item 6	A	8,67	8,90	200	23,15	159,73	115,00%	85,00%	13,10
Item 3	A	1,47	200,00	200	88,20	158,76	30,00%	85,00%	3,22
Item 7	A	0,80	600,00	200	144,00	172,80	20,00%	85,00%	2,02
Item 12	B	0,53	303,00	200	48,18	231,25	40,00%	70,00%	2,31
Item 4	B	3,27	31,00	200	30,41	138,67	38,00%	70,00%	7,24
Item 8	B	1,73	130,00	200	67,47	283,37	35,00%	70,00%	3,56
Item 15	C	1,40	60,00	200	25,20	141,12	35,00%	60,00%	5,12
Item 10	C	0,87	44,00	200	11,48	64,31	35,00%	60,00%	5,98
Item 16	C	0,73	26,50	200	5,80	55,71	60,00%	60,00%	7,45
Item 9	C	0,87	20,00	200	5,22	45,94	55,00%	60,00%	8,62
Item 14	C	0,47	12,00	200	1,69	24,36	90,00%	60,00%	10,90
Item 13	C	0,53	4,00	200	0,64	10,18	100,00%	60,00%	18,82
Item 11	C	1,87	0,90	200	0,50	8,08	100,00%	60,00%	39,67

Fonte: Autora (2019).

Os resultados encontrados para o ponto de ressuprimento considerando as análises 1 e 2 dos níveis de serviço são apresentados na Tabela 9 e Tabela 10, respectivamente.

Tabela 9- Ponto para fazer o pedido, considerando a análise 1 do nível de serviço.

Ponto de fazer um novo pedido							
Item (SKU)	Classe	Nível de serviço L (percentual)	K do nível de serviço L	Média $\mu$ (unidades)	Desvio Padrão $\sigma$ (unidades)	Ponto para fazer pedido R (unidades)	Estoque de segurança E (unidades)
Item 1	A	95,00%	1,64	3,80	2,91	8,57	4,77
Item 2	A	95,00%	1,64	3,67	4,58	11,18	7,51
Item 5	A	95,00%	1,64	3,53	1,92	6,68	3,15
Item 6	A	95,00%	1,64	8,67	5,30	17,36	8,69
Item 3	A	95,00%	1,64	1,47	1,73	4,31	2,84
Item 7	A	95,00%	1,64	0,80	1,21	2,78	1,98
Item 12	B	80,00%	0,84	0,53	0,83	1,23	0,70
Item 4	B	80,00%	0,84	3,27	2,63	5,48	2,21
Item 8	B	80,00%	0,84	1,73	1,71	3,17	1,44
Item 15	C	75,00%	0,67	1,40	1,72	2,55	1,15
Item 10	C	75,00%	0,67	0,87	1,41	1,81	0,94
Item 16	C	75,00%	0,67	0,73	1,03	1,42	0,69
Item 9	C	75,00%	0,67	0,87	1,19	1,67	0,80
Item 14	C	75,00%	0,67	0,47	1,30	1,34	0,87
Item 13	C	75,00%	0,67	0,53	0,83	1,09	0,56
Item 11	C	75,00%	0,67	1,87	3,00	3,88	2,01

Fonte: Autora (2019).

Tabela 10- Ponto para fazer o pedido, considerando a análise 2 do nível de serviço

Ponto de fazer um novo pedido							
Item (SKU)	Classe	Nível de serviço L (percentual)	K do nível de serviço L	Média $\mu$ (unidades)	Desvio Padrão $\sigma$ (unidades)	Ponto para fazer pedido R (unidades)	Estoque de segurança E (unidades)
Item 1	A	85,00%	1,04	3,80	2,91	6,83	3,03
Item 2	A	85,00%	1,04	3,67	4,58	8,43	4,76
Item 5	A	85,00%	1,04	3,53	1,92	5,53	2,00
Item 6	A	85,00%	1,04	8,67	5,30	14,18	5,51
Item 3	A	85,00%	1,04	1,47	1,73	3,27	1,80
Item 7	A	85,00%	1,04	0,80	1,21	2,06	1,26
Item 12	B	70,00%	0,52	0,53	0,83	0,96	0,43
Item 4	B	70,00%	0,52	3,27	2,63	4,64	1,37
Item 8	B	70,00%	0,52	1,73	1,71	2,62	0,89
Item 15	C	60,00%	0,25	1,40	1,72	1,83	0,43
Item 10	C	60,00%	0,25	0,87	1,41	1,22	0,35
Item 16	C	60,00%	0,25	0,73	1,03	0,99	0,26
Item 9	C	60,00%	0,25	0,87	1,19	1,17	0,30
Item 14	C	60,00%	0,25	0,47	1,30	0,80	0,33
Item 13	C	60,00%	0,25	0,53	0,83	0,74	0,21
Item 11	C	60,00%	0,25	1,87	3,00	2,62	0,75

Fonte: Autora (2019).

Os valores para K foram encontrados na tabela de distribuição de probabilidade, conforme os níveis de serviço a serem atendidos.

O custo de escassez foi adicionado no pedido de cada item, para adaptação dos cálculos. Porém em contato com a empresa, este custo sempre existirá em um pedido, independente se for solicitada a requisição de um ou mais itens.

#### 4.4.2 Modelo estocástico probabilizado

Nesta seção realiza-se a aplicação da metodologia apresentada por Taha (2008). Inclui no modelo a demanda probabilística, assim a política instrui que um pedido de montante  $y$ , será realizado quando o nível de material atingir uma quantidade  $R$ . Com isso, adotam-se as seguintes premissas que foram apresentadas na seção 2.3.3:

1. A demanda quando não satisfeita ao longo do tempo de espera é postergada para outro período;
2. Não permite mais de uma solicitação de pedido;
3. Ao decorrer do tempo de espera estacionário a distribuição da demanda conserva-se inalterada.

Para aplicação, consideraram-se as seguintes variáveis:

Tabela 11- Variáveis para a aplicação do método.

Item (SKU)	Demanda (D)	Custo de implantação fixo de um pedido (K)	Custo de manutenção de estoque (H)	Custo da escassez (P)	L (Nível de serviço, probabilidade de atender um pedido)
Item 1	3,80	200	33,90	128,82	0,95
Item 2	3,67	200	52,50	115,61	0,95
Item 5	3,53	200	59,40	125,81	0,95
Item 6	8,67	200	2,67	53,24	0,95
Item 3	1,47	200	60,00	52,92	0,95
Item 7	0,80	200	180,00	57,60	0,95
Item 12	0,53	200	90,90	154,17	0,80
Item 4	3,27	200	9,30	92,45	0,80
Item 8	1,73	200	39,00	188,92	0,80
Item 15	1,40	200	18,00	105,84	0,70
Item 10	0,87	200	13,20	48,23	0,70
Item 16	0,73	200	7,95	41,79	0,70
Item 9	0,87	200	6,00	34,45	0,70
Item 14	0,47	200	3,60	18,27	0,70
Item 13	0,53	200	1,20	7,63	0,70
Item 11	1,87	200	0,27	6,06	0,70

Fonte: Autora (2019).

O custo de implantação, demanda, custo de escassez e nível de serviço permaneceram os mesmos da aplicação da seção 4.4.1. Porém, o custo de manutenção do estoque para a aplicação deste, considera apenas um único item.

Nos valores de  $X$  considerou-se a maior demanda no mês que não foi atendida pela falta de produtos, o valor de  $E\{X\}$  a média da demanda não atendida e por fim  $f(x) = 1/x$  como a função de distribuição de probabilidade.

Então através destas considerações, aplicaram-se as Equações 18, 19, 20, 21 e 22, resultando na Tabela 12. Os cálculos detalhados encontram-se no Apêndice D.

Tabela 12- Resultados da aplicação proposta por Taha (2008).

Produto	Iteração	Quantidade de (X)	E(x)	$\hat{Y}$	$\tilde{Y}$	$\tilde{Y} - \hat{Y}$	Custo de estocagem esperado (S)	Quantidade de reposição (Y)	Ponto de reposição (R)	Erro
Item 1	3,00	3,00	1,50	9,39	14,44	5,05	0,40	7,52	1,44	0,00
Item 2	7,00	4,00	2,00	5,29	8,08	2,79	0,82	6,42	0,82	0,00
Item 5	0,00	6,00	3,00	8,28	7,48	-0,81	0,00	4,88	2,09	2,09
Item 6	1,00	6,00	3,00	48,33	172,89	124,55	0,13	36,68	4,73	0,00
Item 3	0,00	2,00	1,00	3,52	1,30	-2,22	0,00	3,13	-2,83	-2,83
Item 7	0,00	1,00	0,50	1,43	0,26	-1,17	0,00	1,33	-4,21	-4,21
Item 12	0,00	2,00	1,00	2,03	0,90	-1,13	0,00	1,53	-1,40	-1,40
Item 4	2,00	5,00	2,50	17,41	32,51	15,09	0,38	12,87	3,02	0,00
Item 8	4,00	3,00	1,50	6,55	8,38	1,83	0,58	5,24	1,12	0,00
Item 15	0,00	5,00	2,50	8,50	8,23	-0,27	0,00	5,58	1,61	1,61
Item 10	0,00	4,00	2,00	6,25	3,18	-3,07	0,00	5,13	-2,46	-2,46
Item 16	0,00	3,00	1,50	6,95	3,84	-3,11	0,00	6,06	-1,74	-1,74
Item 9	0,00	3,00	1,50	8,54	5,00	-3,55	0,00	7,62	-0,46	-0,46
Item 14	0,00	5,00	2,50	8,01	2,39	-5,62	0,00	7,23	1,65	1,65
Item 13	0,00	3,00	1,50	13,67	3,37	-10,30	0,00	13,29	-0,32	-0,32
Item 11	0,00	10,00	5,00	56,48	41,96	-14,52	0,00	52,63	-33,86	-33,86

Fonte: Autora (2019).

Conforme a Tabela 12 os Itens 1, 2, 6, 4 e 8, foi possível encontrar o valor ideal para  $Y^*$ , pois satisfazem a preposição  $\tilde{Y} \geq \hat{Y}$ . Os demais itens destacados em amarelo, por meio da primeira aplicação do método não foi possível encontrar uma solução viável.

Assim, observa-se a relação entre o nível de serviço e o custo de escassez, pois, através da Equação 10, é possível verificar que quanto menor o nível de serviço, maior o custo de escassez. Em contrapartida, como este modelo considera a demanda não atendida inclusa no modelo, maior será o nível de reposição e ponto de pedido. Para realizar a segunda análise, consideram-se os valores da Tabela 13.

Tabela 13- Variáveis para segunda aplicação.

Item (SKU)	Demanda (D)	Custo de implantação fixo de um pedido (K)	Custo de manutenção de estoque (H)	Custo da escassez (P)	L (Nível de serviço, probabilidade de atender um pedido)
Item 1	3,80	200	33,90	128,82	0,95
Item 2	3,67	200	52,50	115,61	0,95
Item 5	3,53	200	59,40	251,62	0,90
Item 6	8,67	200	2,67	53,24	0,95
Item 3	1,47	200	60,00	211,68	0,80
Item 7	0,80	200	180,00	460,80	0,60
Item 12	0,53	200	90,90	501,04	0,35
Item 4	3,27	200	9,30	92,45	0,80
Item 8	1,73	200	39,00	188,92	0,80
Item 15	1,40	200	18,00	123,48	0,65
Item 10	0,87	200	13,20	120,58	0,25
Item 16	0,73	200	7,95	90,53	0,35
Item 9	0,87	200	6,00	68,90	0,40
Item 14	0,47	200	3,60	60,91	0,00
Item 13	0,53	200	1,20	25,44	0,00
Item 11	1,87	200	0,27	9,09	0,55

Fonte: Autora (2019).

Para a segunda aplicação foi necessário diminuir o nível de serviço de alguns itens, de modo a encontrar o valor ótimo conforme a metodologia de Taha (2008). Porém, o Item 13 e Item 14, com o nível de serviço zero reforçam a inviabilidade da aquisição. A Tabela 14 mostra os resultados e no Apêndice E é possível encontrar os demais cálculos.

Tabela 14-Aplicação 2 do modelo proposto por Taha (2008).

Produto	Iteração	Quantidade de (X)	E(x)	$\hat{Y}$	$\tilde{Y}$	$\tilde{Y} - \hat{Y}$	Custo de estocagem esperado (S)	Quantidade de reposição (Y)	Ponto de reposição (R)	Erro
Item 1	3	3,00	1,50	9,39	14,44	5,05	0,40	7,52	1,44	0,00
Item 2	7	4,00	2,00	5,29	8,08	2,79	0,82	6,42	0,82	0,00
Item 5	1	6,00	3,00	10,65	14,95	4,30	0,34	5,02	3,99	0,00
Item 6	1	6,00	3,00	48,33	172,89	124,55	0,13	36,68	4,73	0,00
Item 3	2	2,00	1,00	4,49	5,19	0,69	0,42	3,36	0,71	0,00
Item 7	3	1,00	0,50	1,96	2,05	0,09	0,30	1,59	0,22	0,00
Item 12	9	2,00	1,00	2,86	2,92	0,06	0,76	2,55	0,25	0,00
Item 4	2	5,00	2,50	17,41	32,51	15,09	0,38	12,87	3,02	0,00
Item 8	4	3,00	1,50	6,55	8,38	1,83	0,58	5,24	1,12	0,00
Item 15	3	5,00	2,50	8,90	9,60	0,71	1,03	6,18	1,78	0,00
Item 10	4	4,00	2,00	7,63	7,95	0,32	1,17	6,08	0,94	0,00
Item 16	3	3,00	1,50	7,85	8,31	0,46	1,04	6,97	0,48	0,00
Item 9	3	3,00	1,50	9,38	9,99	0,61	1,05	8,37	0,49	0,00
Item 14	0	5,00	2,50	9,59	7,95	-1,64	0,00	7,23	0,46	0,46
Item 13	0	3,00	1,50	14,50	11,24	-3,27	0,00	13,29	-0,55	-0,55
Item 11	2	10,00	5,00	58,31	62,94	4,64	3,64	53,79	1,45	0,00

Fonte: Autora (2019).

#### 4.5. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Primeiramente, analisou-se o cenário atual da empresa, comparando o lucro bruto perdido em relação aos dados, demanda atendida e a demanda média (demanda atendida mais a demanda não atendida). Desta forma, a Tabela 15, apresenta os resultados obtidos.

Tabela 15- Lucro bruto perdido com a falta de produtos.

Item	Demanda atendida	Demanda média	Valor unitário	Lucro percentual	Final
Item 1	3,27	3,80	113	50%	-29,945
Item 2	2,53	3,67	175	30%	-59,85
Item 5	2,07	3,53	198	30%	-86,724
Item 6	5,87	8,67	8,9	115%	-28,658
Item 3	1	1,47	200	30%	-28,2
Item 7	0,67	0,80	400	20%	-10,4
Item 12	0,33	0,53	300	40%	-24
Item 4	2,8	3,27	31	38%	-5,5366
Item 8	0,6	1,73	130	35%	-51,415
Item 15	1,07	1,40	60	35%	-6,93
Item 10	0,67	0,87	44	35%	-3,08
Item 16	0,6	0,73	26,5	60%	-2,067
Item 9	0,67	0,87	20	55%	-2,2
Item 14	0,4	0,47	12	90%	-0,756
Item 13	0,53	0,53	4	100%	0
Item 11	1,67	1,87	0,9	100%	-0,18
<b>Total</b>					<b>-339,9416</b>

Fonte: Autora (2019).

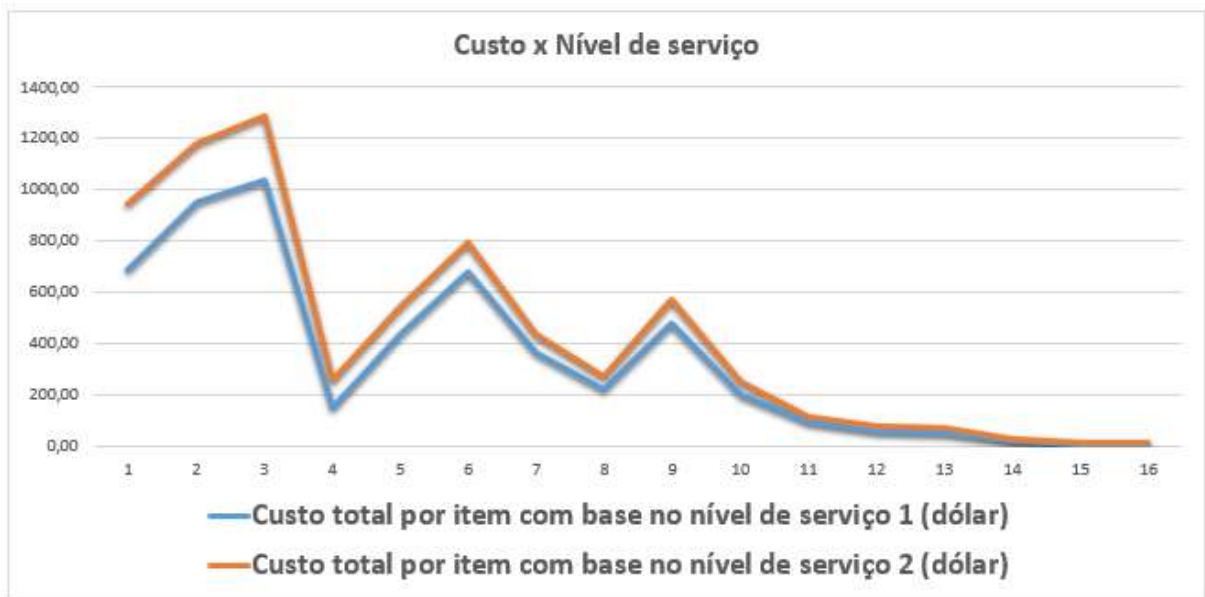
Na Tabela 15, observa-se a necessidade do planejamento de estoque, pois, ao analisar o produto de maneira isolada, parece ínfimo o valor perdido, porém ao final, o total mensal do lucro perdido com a soma do valor de todos os itens representa em torno de 339,95 dólares, verifica-se o quão a empresa poderia ter elevado suas vendas. Além disso, outros prejuízos não foram contabilizados, referente a imagem da empresa perante ao atendimento aos clientes e o custo da falta do item em estoque.

O Gráfico 8, apresenta a comparação dos custos, considerando o custo de escassez, custo de estoque e o custo unitário por item. No entanto, sob análise do custo do nível de serviço 2, o custo por produto foi maior, tendo em vista que com bases nos cálculos realizados para determinar os custos, da seção 4.4 o que tornou este mais alto foi em relação à escassez, pois, quanto menor o nível de serviço maior a chance de não poder atender um pedido, tornando o custo maior.

Para esta análise o custo de implantação não foi considerado, tendo em vista que ao realizar um pedido com um ou mais tipos de produtos o custo de implantação é fixo e será sempre o mesmo independentemente do tamanho do lote.

Assim, indica-se a utilização do nível de serviço 1, visto que o custo será menor, as análises posteriores baseiam-se na utilização do mesmo.

Gráfico 8- Comparação entre os custos da análise do Nível de serviço 1 e Nível de serviço 2.



Fonte: Autora (2019).

Adotando-se como política ideal para a empresa o nível de serviço 1, a Tabela 16, apresenta uma visão geral dos resultados da aplicação do modelo, baseado na política adotada para o nível de serviço 1.

Tabela 16- Resultados da aplicação do método para o nível de serviço 1.

Ponto de fazer um novo pedido						
Item (SKU)	Classe	Média $\mu$ (unidades)	Desvio Padrão $\sigma$ (unidades)	Ponto para fazer pedido R (unidades)	Estoque de segurança E (unidades)	Quantidade encomendada Q (unidade)
Item 1	A	3,80	2,91	8,57	4,77	3,97
Item 2	A	3,67	4,58	11,18	7,51	3,44
Item 5	A	3,53	1,92	6,68	3,15	3,24
Item 6	A	8,67	5,30	17,36	8,69	13,10
Item 3	A	1,47	1,73	4,31	2,84	3,22
Item 7	A	0,80	1,21	2,78	1,98	2,02
Item 12	B	0,53	0,83	1,23	0,70	2,31
Item 4	B	3,27	2,63	5,48	2,21	7,24
Item 8	B	1,73	1,71	3,17	1,44	3,56
Item 15	C	1,40	1,72	2,55	1,15	5,12
Item 10	C	0,87	1,41	1,81	0,94	5,98
Item 16	C	0,73	1,03	1,42	0,69	7,45
Item 9	C	0,87	1,19	1,67	0,80	8,62
Item 14	C	0,47	1,30	1,34	0,87	10,90
Item 13	C	0,53	0,83	1,09	0,56	18,82
Item 11	C	1,87	3,00	3,88	2,01	39,67

Fonte: Autora (2019).

Na Tabela 17, pode-se observar que o ponto de ressuprimento para os itens classe A é maior que a Classe C. Assim, é necessário o monitoramento contínuo do estoque, tendo em vista o prejuízo financeiro que pode acarretar na falta de um item se comparado ao custo de escassez entre as classes. Será muito maior para os itens classe A.

Além disso, é possível analisar que quanto menor o valor, maior o número de itens para reposição, pois o custo de implantação fixo se torna alto quando se solicita produtos de baixo custo.

Já o segundo modelo, por meio da metodologia de Taha (2008), inclui a demanda não atendida durante o tempo de reposição. Além disso, ele não inclui o estoque de segurança, pois supostamente o estoque calculado têm a capacidade de atender a demanda estipulada conforme o nível de serviço de cada. Com isso, a Tabela 17 apresenta o comparativo entre às duas aplicações.



Tabela 17- Comparativo dos resultados obtidos.

Item	Quantidade encomenda da Q	Quantidade de reposição (Y)
Item 1	4,86	7,52
Item 2	4,51	6,42
Item 5	4,24	5,02
Item 6	14,66	36,68
Item 3	4,22	3,36
Item 7	2,79	1,59
Item 12	2,40	2,55
Item 4	7,56	12,87
Item 8	3,73	5,24
Item 15	5,35	6,18
Item 10	6,24	6,08
Item 16	7,66	6,97
Item 9	8,88	8,37
Item 14	11,11	7,23
Item 13	19,15	13,29
Item 11	40,37	53,79

Fonte: Autora (2019).

O primeiro modelo de maneira geral, sugere quantidades a serem encomendadas inferiores ao segundo, que considera os itens que ficam em espera ao longo do tempo de ressuprimento, tornando-o mais realístico. Além disso, o modelo proposto por Taha (2008), encontra o valor ótimo, para minimização dos custos. A Tabela 18 apresenta os resultados referentes ao ponto de ressuprimento.

Tabela 18- Comparação dos resultados para o ponto de ressuprimento.

Item	Ponto para fazer pedido R (unidades)	Ponto de reposição (R)
Item 1	8,57	1,44
Item 2	11,18	0,82
Item 5	6,68	3,99
Item 6	17,36	4,73
Item 3	4,31	0,71
Item 7	2,78	0,22
Item 12	1,23	0,25
Item 4	5,48	3,02
Item 8	3,17	1,12
Item 15	2,55	1,78
Item 10	1,81	0,94
Item 16	1,42	0,48
Item 9	1,67	0,49
Item 14	1,34	0,46
Item 13	1,09	-0,55
Item 11	3,88	1,45

Fonte: Autora (2019).

Esta segunda análise, mostra que o ponto de ressuprimento da modelagem de Taha (2008) é menor comparada ao modelo proposto por Hillier e Liebermann (2013).

Os itens, 13 e 14, conforme a segunda aplicação se mostram inviáveis a compra.

A Tabela 19 apresenta o custo do estoque por item, através das duas análises, considerando um estoque abastecido.

Tabela 19- Comparativo de custo de estoque.

Item	Custo de manutenção de estoque por item	Estoque total inicial para Análise 1	Custo de manutenção de estoque total	Estoque total inicial para Análise 2	Custo de manutenção de estoque total	Diferença
Item 1	33,90	13,43	455,29	8,95	303,56	151,73
Item 2	52,50	15,69	823,66	7,24	380,22	443,43
Item 5	59,40	10,92	648,43	9,01	534,93	113,50
Item 6	2,67	32,02	85,50	41,41	110,56	-25,06
Item 3	60,00	8,52	511,41	4,06	243,78	267,63
Item 7	180,00	5,57	1003,19	1,81	326,69	676,49
Item 12	90,90	3,63	330,01	2,80	254,91	75,10
Item 4	9,30	13,04	121,27	15,89	147,77	-26,50
Item 8	39,00	6,90	268,99	6,37	248,24	20,75
Item 15	18,00	7,90	142,16	7,96	143,31	-1,15
Item 10	13,20	8,06	106,35	7,02	92,69	13,66
Item 16	7,95	9,08	72,20	7,46	59,27	12,93
Item 9	6,00	10,54	63,26	8,86	53,13	10,13
Item 14	3,60	12,45	44,83	7,68	0,00	44,83
Item 13	1,20	20,23	24,28	12,74	0,00	24,28
Item 11	0,27	44,25	11,95	55,24	14,92	-2,97
<b>Total</b>						<b>1798,77</b>

Fonte: Autora (2019).

Na Tabela 19, verifica-se o impacto da diferença total no custo do estoque inicial entre as análises. Assim, a análise 2, proporciona uma economia de 1798,77 dólares em relação à análise 1.

Desta forma, acredita-se que a análise conforme a modelagem de Taha (2008), seja a mais adequada, tendo em vista que além de considerar incluso no modelo a demanda que não foi atendida, também possui menor custo de manutenção de estoque em relação à abordagem utilizada por Hillier e Liebermann (2013). Uma economia de até 1798,77 dólares.

Na Tabela 20 realiza-se um comparativo entre o nível de serviço praticado atualmente e o nível de serviço seguindo a metodologia de Taha (2008), escolhida como ideal para o estudo de caso.

Tabela 20- Comparativo entre nível de serviço atual e o nível de serviço proposto.

Produto	Classe	Nível de serviço atual	Nível de serviço proposto
Item 1	A	85,96%	95,00%
Item 2	A	69,09%	95,00%
Item 5	A	58,49%	90,00%
Item 6	A	67,69%	95,00%
Item 3	A	68,18%	80,00%
Item 7	A	83,33%	60,00%
Item 12	B	55,56%	35,00%
Item 4	B	85,71%	80,00%
Item 8	B	34,62%	80,00%
Item 15	C	76,19%	65,00%
Item 10	C	76,92%	25,00%
Item 16	C	81,82%	35,00%
Item 9	C	76,92%	40,00%
Item 14	C	85,71%	0,00%
Item 13	C	100,00%	0,00%
Item 11	C	89,29%	55,00%

Fonte: Autora (2019)

Na Tabela 20, verifica-se a mudança entre os níveis de serviço. Até mesmo o Item 7 que trata de um produto da classe A baixou para 60%. Isso se dá pelo fato que a modelagem equilibra os custos de cada material com a demanda.

Desta forma, mostra que alguns produtos não têm a necessidade de atender tais níveis, pois, além do custo de aquisição, o custo de manutenção deste produto em estoque também é alto embora, embora que o Item 13 e 14 não seja o ideal tratar com nível de serviço 0.00% pois não ter o produto disponível para o cliente impacta na imagem da empresa em não atendê-lo. Dessa forma pode-se praticar o atendimento encontrado na aplicação do primeiro método com uma quantidade Q para o item 14 com 11 unidades e Item 13 de 19 unidades.

Por fim, a Tabela 21 apresenta a política a ser adotada e o de intervalo médio para reposição do estoque em meses.

Tabela 21- Política para gerenciamento de estoque.

Item	Quantidade de reposição Y (unidades)	Ponto de reposição R (unidades)	Intervalo entre pedidos (meses)
Item 1	8	1	2
Item 2	6	1	2
Item 5	5	4	1
Item 6	37	5	4
Item 3	3	1	2
Item 7	2	0	2
Item 12	3	0	5
Item 4	13	3	4
Item 8	5	1	3
Item 15	6	2	4
Item 10	6	1	7
Item 16	7	0	10
Item 9	8	0	10
Item 14	11	0	23
Item 13	19	0	36
Item 11	54	1	29

Fonte: Autora (2019).

A proposta de planejamento de estoque se dá por meio da Tabela 23 em que apresenta os valores a serem adotados para o ponto de reposição de estoque, quantidade encomendada e o intervalo entre os pedidos.

Assim servirá de orientação a empresa pois os modelos aplicados equilibram custos e nível de serviço a serem atendidos o que implicará em impacto direto nos lucros.

Dessa forma, das estratégias a serem propostas para a empresa, o pedido deve ser solicitado combinando mais de um item para a reposição, tem em vista que o custo de implantação será sempre o mesmo independentemente da quantidade. Como, por exemplo, através da Tabela 21, é possível verificar que os produtos, item 1 e item 7, têm o intervalo entre pedidos de 2 meses, respectivamente. Seriam produtos a serem pedidos em um único só pedido para reposição. Desta forma minimiza-se o custo total e aumenta-se os lucros.

A política proposta é de revisão contínua, desta forma o monitoramento de estoque deve ser realizado com frequência, pois, além disso, lida-se com uma demanda não prevista que é apenas estimada para base de cálculo e que assim pode sofrer variações ao longo de períodos do ano.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através desta pesquisa observou-se a importância do planejamento para o controle interno de uma empresa, tendo em vista que a falta dele implica na competitividade da mesma. Sendo assim, o estoque é o principal responsável por determinar o nível de serviço de uma empresa, seus ganhos e até mesmo os custos por manter um estoque não eficiente.

Este trabalho apresentou o estudo de caso de uma empresa, a qual não possui nenhuma metodologia para controle de estoque, desta forma é prejudicada pela falta de produtos ao atender os clientes. Evidencia-se no levantamento de dados realizado, a falta de atendimento de produtos essenciais, como os que foram elencados como classe A.

Este trabalho, a fim de entender melhor a dinâmica da empresa, utilizou da curva ABC para verificar quais os principais produtos comercializados. Realizou-se através de um levantamento de dados, que foi possível estimar uma demanda média dos produtos, para que assim se identifica-se entre os modelos apresentados no levantamento bibliográfico o mais indicado para este estudo.

Seguindo o objetivo geral deste trabalho, aplicou-se a metodologia para gerenciamento de estoques proposta por Taha (2008), ou seja o modelo estocástico de revisão contínua probabilizado, a fim de estabelecer uma política de gestão de estoque, definindo a quantidade de cada produto que deve ser solicitado para reposição e quando este pedido deve ser realizado através do ponto de ressuprimento.

Ao longo do trabalho foram encontradas dificuldades pela falta de dados, pois, não foi possível estimar o estoque remanescente entre os meses, ficando somente a par do registro de vendas realizadas e de solicitações não atendidas.

Logo as perdas que ocorrem por falta de atendimento se mostram significativas tendo em vista a falta de planejamento do estoque e entendimento sobre os produtos que são comercializados. Assim os métodos aplicados sugerem um política a ser praticada a fim de proporcionar melhorias a empresa.

Por fim, sugere-se para trabalhos futuros:

- Aplicar métodos para análise da demanda variável.
- Levantamento de todos os custos, a fim de estimar o lucro real obtido pela empresa.
- Análise de ferramentas e recursos para gestão.
- Levantar os dados dos estoques e com isto realizar análises mais aprofundadas.

## REFERENCIAS

ALVARENGA, A. C; NOVAES, A. G. **Logística aplicada: suprimento e distribuição física**. 3. ed. São Paulo. Blucher, 2000.

ARAGAO, A. M. S. *et al.* Aplicação da curva abc em uma empresa do setor atacadista no estado de Sergipe. *In: XXXVI ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO Contribuições da Engenharia de Produção para Melhores Práticas de Gestão e Modernização do Brasil. Anais [...]* João Pessoa/PB, Brasil, de 03 a 06 de outubro de 2016.

ASSIS, A. E. O. *et al.* Continuous review stochastic model for oil inventory management in biodiesel production plant. **Brazilian Journal of Development**. v. 4, n. 6, p. 3196-3211, out./dez. 2018.

BALLOU, R. H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos/logística empresarial**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006.

BARBOSA, F. V. **Competitividade: conceitos gerais**. In: RODRIGUES, S. B. (Org.). **Competitividade, alianças estratégicas e gerência internacional**. São Paulo: Atlas, 1999.

BOWERSOX, D. J.; CLOSS, D. J. **Logística empresarial: o processo de integração da cadeia de suprimentos**. São Paulo: Atlas, 2011.

CHRISTOPHER, Martin. **Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos**. 4. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2011.

CHOPRA, S.; MEINDL, P. **Gestão da Cadeia de suprimentos: estratégia, planejamento e operação**. 6 ed. Pearson: São Paulo; 2016

DEGEN, P. J.; MELLO, A. A. A. **O empreendedor: fundamentos da iniciativa empresarial**. São Paulo: McGraw-Hill, 1989.

DIAS, M. A. P. **Administração de materiais: uma abordagem logística**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 1993.

DONADEL, C. M. **Gerenciamento dos estoques para manutenção corretiva na TBG um estudo de caso**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.

ELSAYED, E. A.; BOUCHER, T. O. **Analysis and control of production systems**. 2. ed. Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall, 1994. 4

FACHIN, O. **Fundamentos de metodologia**. 4. ed. São Paulo: Saraiva, 2003.

FARIA, A. C; COSTA, M.F.G. **Gestão de custos logísticos: custeio baseado em atividades (ABC), balanced scorecard (BSC) e valor econômico agregado (EVA)**. São Paulo: Atlas, 2008.

FONSECA, R. C. V. da. **Metodologia do trabalho científico**. Curitiba: IESDE Brasil S.A., 2012.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

HILLIER, F. S.; LIEBERMAN, G. J. **Introdução à pesquisa operacional**. 9. ed. Porto Alegre: AMGH, 2013.

LOPRETE, D. *et al.* **Gestão de estoque e a importância da curva ABC**. Lins – São Paulo, 2009. Artigo. Disponível em: <http://www.unisalesiano.edu.br/encontro2009/trabalho/aceitos/CC35509178809.pdf>. Acesso em: 10 de outubro de 2019.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

MARIA, G. B. A. de. NOVAES, A. G. N. **Determinação do estoque de segurança baseado em confiabilidade produtiva**. XXXI ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO Inovação Tecnológica e Propriedade Intelectual: Desafios da Engenharia de Produção na Consolidação do Brasil no Cenário Econômico Mundial Belo Horizonte, MG, Brasil, 04 a 07 de outubro de 2011.

MARINO, L. H. F. de C. **Gestão da qualidade e gestão do conhecimento: fatores-chave para produtividade e competitividade empresarial**. *Anais [...] XIII SIMPEP – Bauru*, 06 a 08 de Novembro 2006.

MARTELLI, L. L.; DANDARO, F. **Planejamento e controle de estoque nas organizações**. *Revista Gestão Industrial*, UTFPR, Ponta Grossa – PR, v. 11, n. 2, p. 170-185, 2015.

MARTINS, P. G.; ALT, P. R. C. **Administração de materiais e recursos patrimoniais**. 3. ed. São Paulo: Saraiva, 2009

MARTINS, S. T. **Um enfoque em estoques na área de distribuição**. Monografia (Especialização em Gestão de Compras e Suprimentos) – Universidade Candido Mendes. Rio de Janeiro, 2016.

MAZZEO, M. A. P. **A Importância da informação na logística Programação de peças pequenas por nível de Estoque na Fiat**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade de Santa Catarina- Florianópolis, 2001.

MOREIRA, D. A. **Administração da produção e operações**. 2. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2014.

PAURA, G. L. **Fundamentos da Logística**. Curitiba: Instituto Federal do Paraná, 2012.

PEIXOTO, E.C; PINTO, L.R. **Gerenciamento de Estoques via Previsão de Vendas Agregadas Utilizando Simulação**. *Produção*, v.16, n.3, p. 569-581, 2006.

PRODANOV, C. C. FREITAS, E. C. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2. ed. Novo Hamburgo – RS, 2013.



REIS, D. L. **Metodologia de implementação do custeio baseado em atividades ABC para gestão de pequenas empresas de prestação de serviços técnicos**. 2003. Dissertação (Mestrado Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina Florianópolis, 2003.

ROSA, H.; MAYERLE, S. F.; GONÇALVES, M. B. Controle de estoque por revisão contínua e revisão periódica: uma análise comparativa utilizando simulação. **Revista Produção**, v. 20, n. 4, p. 626-638, 2010.

RUBIN, L.L. **Gerenciamento de estoque**: aplicação do modelo de lote econômico de compra empresa do setor metal mecânico. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 2016.

SANTOS, B. T. dos.; LUBIANA, C. O uso da curva abc para a tomada de decisão na composição de estoque. **Uneodouro**. v. 1 n. 1.p. 62-68 Jul./Dez. 2017.

SCHWITZKY, M. **Acuracidade dos métodos de previsão e a sua relação com o dimensionamento dos estoques de produtos acabado**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.

SIMCHI-LEVI, D.; KAMINSKY, P.; SIMCHI-LEVI, E. **Cadeia de suprimentos projeto e gestão**: Conceitos, estratégias e estudo de caso. 3. ed. São Pulo: Artmed, 2010.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da produção**. São Paulo: Atlas, 2009.

TAHA, H. A. **Pesquisa operacional**. 8. ed. São Paulo: Pearson, 2008.

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

VAGO, F. R. M. *et al.* A importância do gerenciamento de estoque por meio da ferramenta curva abc. **Revista Sociais e Humanas**. v. 26, n. 03, p. 638-655, set/dez 2013.

WEBSHOPPERS. **Webshoppers 35º Edição**. Ebit, 2017. Disponível em <[http://www.fecomercio.com.br/public/upload/editor/pdfs/webshoppers\\_35\\_edicao.pdf](http://www.fecomercio.com.br/public/upload/editor/pdfs/webshoppers_35_edicao.pdf)>. Acesso em: 25 de novembro de 2019.

## APÊNDICE A- HISTORICO DE VENDAS

Mês	Item 1	Item 2	Item 3	Item 4	Item 5	Item 6	Item 7	Item 8	Item 9	Item 10	Item 11	Item 12	Item 13	Item 14	Item 15	Item 16	Total/ Mês (unidades)
jul/18	0	0	0	3	2	2	2	0	3	4	0	0	1	5	0	0	22
ago/18	6	1	0	7	0	11	1	0	0	0	0	0	3	0	0	0	29
set/18	8	2	0	1	0	5	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	19
out/18	7	0	0	5	0	16	0	0	0	0	5	0	1	0	0	0	34
nov/18	2	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
dez/18	1	0	0	0	1	4	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	8
jan/19	2	0	0	2	0	8	0	3	2	0	0	0	0	0	0	0	17
fev/19	4	1	3	0	3	2	1	0	0	0	5	0	0	0	1	0	20
mar/19	4	0	2	4	3	6	0	0	0	0	5	1	0	0	2	2	29
abr/19	4	1	3	5	3	5	0	3	0	0	0	1	1	0	5	3	34
mai/19	0	5	0	4	6	12	0	0	2	2	10	0	0	0	0	0	41
jun/19	2	8	1	3	6	0	0	1	0	2	0	1	1	0	3	2	30
jul/19	1	5	1	5	3	8	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	24
ago/19	5	9	3	3	3	8	4	0	1	2	0	1	0	0	3	0	42
set/19	3	5	2	0	0	1	2	1	0	0	0	0	0	1	1	2	18
<b>Total (unidades)</b>	<b>49</b>	<b>38</b>	<b>15</b>	<b>42</b>	<b>31</b>	<b>88</b>	<b>10</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>25</b>	<b>5</b>	<b>8</b>	<b>6</b>	<b>16</b>	<b>9</b>	<b>371</b>
<b>Média mensal (unidades)</b>	<b>3,27</b>	<b>2,53</b>	<b>1,00</b>	<b>2,80</b>	<b>2,07</b>	<b>5,87</b>	<b>0,67</b>	<b>0,60</b>	<b>0,67</b>	<b>0,67</b>	<b>1,67</b>	<b>0,33</b>	<b>0,53</b>	<b>0,40</b>	<b>1,07</b>	<b>0,60</b>	

**APÊNDICE B- HISTÓRICO DE VENDAS PERDIDAS.**

Mês	Item 1	Item 2	Item 3	Item 4	Item 5	Item 6	Item 7	Item 8	Item 9	Item 10	Item 11	Item 12	Item 13	Item 14	Item 15	Item 16	Total/ Mês
jul/18	0	0	0	5	1	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12
ago/18	0	0	0	0	2	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	5
set/18	3	0	0	1	2	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
out/18	0	0	0	0	4	4	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	10
nov/18	0	0	0	0	6	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	9
dez/18	0	0	0	0	0	4	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	7
jan/19	1	0	0	0	0	4	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	8
fev/19	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0	1	0	0	0	0	4
mar/19	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	3
abr/19	0	1	0	1	1	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	6
mai/19	0	4	1	0	0	2	0	0	0	1	0	1	0	0	2	0	11
jun/19	2	3	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	1	0	9
jul/19	0	2	2	0	0	3	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	11
ago/19	0	4	2	0	2	5	0	2	0	0	1	0	0	1	1	1	19
set/19	1	3	2	0	4	6	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	18
<b>Total (unidades)</b>	<b>8</b>	<b>17</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>22</b>	<b>42</b>	<b>2</b>	<b>17</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>143</b>

## APÊNDICE C- HISTÓRICO DE DEMANDA TOTAL

Mês	Item 1	Item 2	Item 3	Item 4	Item 5	Item 6	Item 7	Item 8	Item 9	Item 10	Item 11	Item 12	Item 13	Item 14	Item 15	Item 16	Total/ Mês
jul/18	0	0	0	8	3	8	2	0	3	4	0	0	1	5	0	0	34
ago/18	6	1	0	7	2	12	1	2	0	0	0	0	3	0	0	0	34
set/18	11	2	0	2	2	10	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	30
out/18	7	0	0	5	4	20	0	2	0	0	5	0	1	0	0	0	44
nov/18	2	1	0	0	7	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	13
dez/18	1	0	0	0	1	8	1	1	0	0	0	3	0	0	0	0	15
jan/19	3	0	0	2	0	12	0	5	3	0	0	0	0	0	0	0	25
fev/19	4	1	3	0	3	2	2	0	2	0	5	1	0	0	1	0	24
mar/19	5	0	2	4	3	6	0	2	0	0	5	1	0	0	2	2	32
abr/19	4	2	3	6	4	5	0	5	0	0	1	1	1	0	5	3	40
mai/19	0	9	1	4	6	14	0	0	2	3	10	1	0	0	2	0	52
jun/19	4	11	1	3	6	0	0	3	0	3	0	1	1	0	4	2	39
jul/19	1	7	3	5	3	11	0	1	0	0	1	0	0	0	2	1	35
ago/19	5	13	5	3	5	13	4	2	1	2	1	1	0	1	4	1	61
set/19	4	8	4	0	4	7	2	3	0	0	0	0	0	1	1	2	36
	57	55	22	49	53	130	12	26	13	13	28	9	8	7	21	11	514
<b>Desvio padrão</b>	2,91	4,58	1,73	2,63	1,92	5,30	1,21	1,71	1,19	1,41	3,00	0,83	0,83	1,30	1,72	1,03	
<b>Variância</b>	8,46	20,95	2,98	6,92	3,70	28,10	1,46	2,92	1,41	1,98	8,98	0,69	0,70	1,70	2,97	1,07	
<b>Média</b>	3,80	3,67	1,47	3,27	3,53	8,67	0,80	1,73	0,87	0,87	1,87	0,60	0,53	0,47	1,40	0,73	

## APÊNDICE D- APLICAÇÃO DO MODELO ESTOCÁSTICO PROBABILÍSTICO

Produto	Iteração	Quantidade (x)	$E\{x\}$	$\hat{Y}$	$\tilde{Y}$	$\tilde{Y} - \hat{Y}$	Custo de estocagem (S)	Quantidade de reposição (Y)	Ponto de reposição (R)	Erro
Item 1	0	3,00	1,50	9,39	14,44	5,05	0,00	6,70	1,61	0,14
	1						0,32	7,36	1,47	0,03
	2						0,39	7,49	1,44	0,01
	3						0,40	7,52	1,44	0,00
	4						0,41	7,52	1,44	1,44
Item 2	0	4,00	2,00	5,29	8,08	2,79	0,00	5,29	1,38	0,58
	1						0,86	6,47	0,80	0,25
	2						1,28	6,98	0,55	0,12
	3						1,49	7,21	0,43	0,06
	4						1,59	7,33	0,37	0,03
	5						1,65	7,39	0,34	0,01
	6						1,67	7,41	0,33	0,01
	7						1,68	7,43	0,32	0,00
	8						1,69	7,43	0,32	0,32
Item 5	0	6,00	3,00	8,28	7,48	-0,81	0,00	4,88	2,09	2,09
Item 6	0	6,00	3,00	48,33	172,89	124,55	0,00	36,04	4,75	0,02
	1						0,13	36,66	4,73	0,00
	2						0,13	36,68	4,73	4,73
Item 3	0	2,00	1,00	3,52	1,30	-2,22	0,00	3,13	-2,83	-2,83
Item 7	0	1,00	0,50	1,43	0,26	-1,17	0,00	1,33	-4,21	-4,21
Item 12	0	2,00	1,00	2,03	0,90	-1,13	0,00	1,53	-1,40	-1,40
Item 4	0	5,00	2,50	17,41	32,51	15,09	0,00	11,86	3,18	0,14
	1						0,33	12,74	3,04	0,02
	2						0,38	12,87	3,02	0,00
	3						0,39	12,89	3,02	3,02
Item 8	0	3,00	1,50	6,55	8,38	1,83	0,00	4,21	1,49	0,25
	1						0,38	4,91	1,24	0,08
	2						0,51	5,14	1,16	0,03
	3						0,56	5,21	1,13	0,01
	4						0,58	5,24	1,12	0,00
	5						0,59	5,25	1,12	1,12
Item 15	0	5,00	2,50	8,50	8,23	-0,27	0,00	5,58	1,61	1,61
Item 10	0	4,00	2,00	6,25	3,18	-3,07	0,00	5,13	-2,46	-2,46
Item 16	0	3,00	1,50	6,95	3,84	-3,11	0,00	6,06	-1,74	-1,74
Item 9	0	3,00	1,50	8,54	5,00	-3,55	0,00	7,62	-0,46	-0,46
Item 14	0	5,00	2,50	8,01	2,39	-5,62	0,00	7,23	1,65	1,65
Item 13	0	3,00	1,50	13,67	3,37	-10,30	0,00	13,29	-0,32	-0,32
Item 11	0	10,00	5,00	56,48	41,96	-14,52	0,00	52,63	-33,86	33,86

**APÊNDICE E- APLICAÇÃO 2 DO MODELO ESTOCÁSTICO PROBABILÍSTICO.**

Produto	Iteração	Quantidade (x)	$E\{x\}$	$\bar{Y}$	$\bar{Y}$	$\bar{Y} - \bar{Y}$	Custo de estocagem (S)	Quantidade de reposição (Y)	Ponto de reposição (R)	Erro
Item 5	0	6,00	3,00	10,65	14,95	4,30	0,00	4,88	4,04	0,05
	1						0,32	5,01	3,99	0,00
	2						0,34	5,02	3,99	3,99
Item 3	0	2,00	1,00	4,49	5,19	0,69	0,00	3,13	0,79	0,08
	1						0,36	3,33	0,72	0,01
	2						0,41	3,35	0,71	0,00
	3						0,42	3,36	0,71	0,71
Item 7	0	1,00	0,50	1,96	2,05	0,09	0,00	1,33	0,35	0,09
	1						0,21	1,52	0,26	0,03
	2						0,28	1,58	0,23	0,01
	3						0,30	1,59	0,22	0,00
	4						0,30	1,60	0,22	0,22
Item 12	0	2,00	1,00	2,86	2,92	0,06	0,00	1,53	0,95	0,30
	1						0,27	1,96	0,66	0,16
	2						0,45	2,19	0,50	0,10
	3						0,56	2,33	0,40	0,06
	4						0,64	2,42	0,34	0,04
	5						0,68	2,47	0,31	0,02
	6						0,72	2,51	0,28	0,01
	7						0,74	2,53	0,27	0,01
	8						0,75	2,54	0,26	0,01
	9						0,76	2,55	0,25	0,00
	10						0,76	2,56	0,25	0,25
Item 15	0	5,00	2,50	8,90	9,60	0,71	0,00	5,58	2,10	0,26
	1						0,84	6,07	1,84	0,05
	2						1,00	6,16	1,79	0,01
	3						1,03	6,18	1,78	0,00
	4						1,03	6,18	1,78	1,78
Item 10	0	4,00	2,00	7,63	7,95	0,32	0,00	5,13	1,42	0,35
	1						0,83	5,83	1,07	0,09
	2						1,08	6,02	0,97	0,03
	3						1,15	6,07	0,95	0,01
	4						1,17	6,08	0,94	0,00
	5						1,17	6,09	0,94	0,94
Item 16	0	3,00	1,50	7,85	8,31	0,46	0,00	6,06	0,81	0,26
	1						0,80	6,77	0,56	0,06
	2						0,99	6,93	0,50	0,01
	3						1,04	6,97	0,48	0,00
	4						1,05	6,98	0,48	0,48
Item 9	0	3,00	1,50	9,38	9,99	0,61	0,00	7,62	0,71	0,19
	1						0,87	8,25	0,52	0,03
	2						1,02	8,35	0,49	0,01
	3						1,05	8,37	0,49	0,00
	4						1,05	8,37	0,49	0,49
Item 14	0	5,00	2,50	9,59	7,95	-1,64	0,00	7,23	0,46	0,46
Item 13	0	3,00	1,50	14,50	11,24	-3,27	0,00	13,29	-0,55	-0,55
Item 11	0	10,00	5,00	58,31	62,94	4,64	0,00	52,63	1,64	0,18
	1						3,50	53,74	1,46	0,01
	2						3,64	53,79	1,45	0,00
	3						3,65	53,79	1,45	1,45