

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENGENHARIA DE LORENA – EEL/USP

DAPHINE SILVA VILAS BOAS

**GESTÃO DE ESTOQUES MRO: UM ESTUDO DE CASO EM UMA INDÚSTRIA
METALÚRGICA**

LORENA – SP

2019

DAPHINE SILVA VILAS BOAS

**GESTÃO DE ESTOQUES MRO: UM ESTUDO DE CASO EM UMA INDÚSTRIA
METALÚRGICA**

Monografia apresentada na Escola de Engenharia de Lorena EEL-USP como requisito obrigatório para a conclusão do curso de Engenharia Química.

Orientador: Prof. Dr. Antonio Iacono

LORENA – SP

2019

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema Automatizado
da Escola de Engenharia de Lorena,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Boas, Daphine Silva Vilas

GESTÃO DE ESTOQUES MRO: UM ESTUDO DE CASO EM UMA
INDÚSTRIA METALÚRGICA / Daphine Silva Vilas Boas;
orientador Antônio Iacono. - Lorena, 2019.
56 p.

Monografia apresentada como requisito parcial
para a conclusão de Graduação do Curso de Engenharia
Química - Escola de Engenharia de Lorena da
Universidade de São Paulo. 2019

1. Gestão de estoque. 2. Mro. 3. Custos. 4. Peças
de reposição. 5. Estudo de caso. I. Título. II.
Iacono, Antônio, orient.

RESUMO

BOAS, D. S. V. **GESTÃO DE ESTOQUES MRO: UM ESTUDO DE CASO EM UMA INDÚSTRIA METALÚRGICA.** 2019, 56p. Trabalho de Conclusão de Curso – Escola de Engenharia de Lorena, Universidade de São Paulo, Lorena, 2019.

O presente trabalho tem por objetivo analisar a gestão de estoques de itens de manutenção, reparo e operações (MRO) em uma indústria do setor de metalurgia localizada no Vale do Paraíba, analisar por meio de bases de dados e propor métodos de revisão que justifiquem a existência de um estoque enxuto que atenda as necessidades da empresa. Motivado pelo fato de que o tema é um dos principais desafios para muitos gestores, estudar maneiras de aprimorar a gestão de itens que representam grande parte do valor alocado em estoques de uma organização apresenta grande contribuição para empresas. Os estudos direcionados ao gerenciamento desses itens existem com foco no atendimento das necessidades produtivas para posterior atendimento ao cliente, garantindo em paralelo a otimização dos custos no setor com um estoque enxuto. Uma vez que itens MRO apresentam diversas peculiaridades, a gestão desse tipo de estoque não é uma tarefa simples. Tais peculiaridades abrangem demandas incertas, consumo irregular, *lead time* extenso, custos elevados e obsolescência de itens. Buscou-se identificar, na análise realizada, pontos que pudessem implicar em uma redução significativa do valor alocado em estoque, pois o recurso empregado em estoques pode ser redirecionado em investimentos e melhorias para o negócio. Sendo assim, a presente monografia buscou inicialmente mapear e analisar como se caracteriza o inventário atual de materiais da área de manutenção da empresa analisada para buscar soluções na literatura em conjunto com dados históricos e propor um novo formato mais lucrativo para a organização

Palavras-chave: Gestão de Estoque, MRO, Custos, Peças de Reposição, Estudo de Caso.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Áreas envolvidas na gestão de estoques	12
Figura 2 - Representação da curva ABC	17
Figura 3 - Representação da quantidade ideal de pedido.....	18
Figura 4 - Relação entre custo do estoque com nível de serviço desejado	20
Figura 5 - Classificação da Demanda	29
Figura 6 - Metodologia	33
Figura 7 - Análise da curva ABC.....	38
Figura 8 - Processo de classificação dos itens	43

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Dados coletados.....	37
Tabela 2 - Limites para classificação ABC	39
Tabela 3 - Classificação ABC quantidades/valores	39
Tabela 4 – Consumo de itens e valor em estoque correspondente no período analisado	40
Tabela 5 - Itens sem consumo por período	41
Tabela 6 - Itens por depósito.....	42
Tabela 7 - Classificação por tipo de demanda	43
Tabela 8 - Parâmetro S para itens de baixo consumo	48
Tabela 9 - Classificação Lead Time de Itens Sem Movimentação.....	49
Tabela 10 - Valor do novo estoque base para itens sem movimentação	50

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	8
1.1	CONTEXTUALIZAÇÃO	8
1.2	OBJETIVOS	9
1.2.1	Objetivo geral	9
1.2.2	Objetivos intermediários	9
1.3	JUSTIFICATIVA	10
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	11
2.1	FUNDAMENTOS DA GESTÃO DE ESTOQUES	11
2.2	TIPOS DE ESTOQUES	13
2.3	CUSTOS ASSOCIADOS AOS ESTOQUES	14
2.4	TÉCNICAS DE GESTÃO DE ESTOQUES	16
2.4.1	Curva ABC	16
2.4.2	Lote Econômico de Compra (LEC)	17
2.4.3	Nível de Serviço	19
2.4.4	Demanda	20
2.4.5	Estoque de Segurança	22
2.4.6	Modelos de Reposição de Estoque	23
2.4.7	Modelo Poisson	25
2.5	ESTOQUE MRO	25
2.6	CARACTERIZAÇÃO ITENS MRO	27
2.7	PECULIARIDADES DOS ITENS MRO	27
2.7.1	Consumo Irregular	28
2.7.2	Tempo de Ressuprimento ou <i>Lead Time</i>	29

2.7.3	Obsolescência	30
2.7.4	Criticidade das Operações	30
2.8	GESTÃO DE ITENS MRO	30
2.8.1	Práticas voltadas para a redução de estoques MRO	31
3	METODOLOGIA	32
3.1	MÉTODO DE PESQUISA	32
3.2	SELEÇÃO DO CASO	34
3.3	COLETA DE DADOS	34
4	ANÁLISE DO ESTOQUE MRO	36
4.1	SITUAÇÃO INICIAL DO ESTOQUE	36
4.2	ANÁLISE DA CURVA ABC	38
4.3	CLASSIFICAÇÃO DOS ITENS	40
4.4	METODOLOGIA DE ANÁLISE DOS MATERIAIS	44
5.	MODELOS PARA ITENS ATIVOS ESTOCÁVEIS	46
6.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	53
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	54

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

O setor metalúrgico apresenta expressiva importância no panorama econômico brasileiro, com uma ampla cadeia produtiva de segmentos ligados a metalurgia, usinagem e produção de manufaturados metálicos. Este setor está classificado, segundo o IBGE, como indústrias de transformação divididas dentro da metalurgia em cinco grupos: indústrias de produção de Ferro-Gusa e Ferroligas, Siderurgia, Produção de Tubos de Aço exceto sem costura, metalurgia de metais não ferrosos e Fundição. O setor é relevante no meio econômico por ser base de outras atividades importantes para o país, como por exemplo a indústria de construção civil, petroquímica e automobilística.

Segundo dados do Ministério de Minas e Energia de 2017 o PIB do setor metalúrgico movimenta de forma intensa a economia brasileira, ele representa 5,4% do PIB da indústria e 1,3% do PIB brasileiro, totalizando cerca de US\$ 40,7 bilhões.

Atualmente o cenário econômico vem exigindo que as empresas se tornem cada vez mais competitivas no mercado, esse fator faz com que várias organizações busquem otimizar seus recursos econômicos afim de se manterem bem posicionadas. A gestão de operações foi durante muito tempo objeto de poucas pesquisas acadêmicas no Brasil, porém é um tema que vem crescendo atualmente, alguns estudos dessa área vêm buscando otimizar os processos nas empresas, pretendendo atingir um maior aprofundamento na pesquisa e desenvolvimento de métodos de gestão.

Ao analisar o conceito de estoques muitos empresários se questionam como um estoque parado pode afetar o negócio e como a gestão dos mesmos pode ser melhorada. Segundo Ballou (2006), os estoques exercem grande influência na rentabilidade da empresa, pois absorvem um capital que poderia estar sendo investido de outras maneiras. A falta de uma política de gerenciamento de estoques estruturada incide em itens obsoletos, capital de giro parado, elevação de custos e falta de peças no estoque. A falta de uma peça no estoque pode resultar em atrasos

em atividades de manutenção que pode levar a reações em cadeia que chegam até a entrega do produto ao cliente.

O gerenciamento de estoques impacta diretamente em atividades de planejamento, programação e controle da produção. E segundo Wanke (2011), o estoque de peças de reposição em específico responde, em média, por uma das maiores parcelas dos custos em indústrias de diferentes ramos. Itens de manutenção, reposição e reparo (MRO) tem sua importância dentro dos processos produtivos pois são eles que fazem com que as linhas de produção não interrompam seu fluxo de produção por motivos de falhas e quebras em máquinas ou falta de materiais de consumo.

O estudo de gerenciamento de estoques do tipo MRO tem se mostrado de grande utilidade na redução de custos e melhoramentos de processos, apesar de apresentar grandes dificuldades de execução, pela grande quantidade de itens existentes e por demandas irregulares muitas vezes pequenas e esporádicas. Fazer gestão de estoques MRO vem se tornando um grande diferencial para as empresas, uma abordagem apropriada pode trazer benefícios consideráveis para o negócio.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo geral

Este trabalho tem como objetivo geral analisar a gestão de estoques de manutenção, reparo e operações (MRO) em uma empresa metalúrgica do Vale do Paraíba para redução de custos.

1.2.2 Objetivos intermediários

Para atingir o objetivo principal são traçados os seguintes objetivos intermediários:

- Apresentar formatos de revisão de estoques que justifiquem o armazenamento de itens de forma mais enxuta, garantindo o nível de

serviço desejado.

- Apontar as diferenças dos valores do estoque na situação atual e após análise realizada pelos métodos propostos.
- Identificar oportunidades de melhoria oferecidas por novos métodos de gestão de estoques

1.3 JUSTIFICATIVA

O estudo de estoques e sua gestão é um tema relevante para ser estudado uma vez que, na busca de se tornarem mais competitivas no mercado, as empresas valorizam cada vez mais pesquisas que possuem variáveis que impactam em custos. O estudo do gerenciamento de estoques impacta positivamente na redução de custos e traz oportunidades de alocação de recursos em áreas mais estratégicas para as empresas.

Particularmente, os itens de manutenção, operação e reparo fazem parte de um tipo de estoque que deve ser gerenciado com atenção, pois representam grande parte do valor do estoque, pela quantidade e complexidade de materiais e por serem elementos importantes que podem acarretar em paradas e indisponibilidade de equipamentos por longos períodos, afetando assim a produção e entrega ao cliente. No Brasil a exploração empírica sobre este tema ainda é relativamente pequena, apesar de ser um tema que apresenta grande relevância no meio empresarial pelos impactos em custo e nível de serviço oferecido.

Nesse sentido, este trabalho buscou apresentar formatos que justifiquem a existência de estoques de maneira mais enxuta, propondo novas maneiras analisar inventário de peças e definir quantidades de itens que garantam o nível de serviço desejado pela empresa sem aumentar seus custos. Procurou-se com este estudo registrar as melhorias encontradas com a análises da situação do estoque da empresa, uma vez que o presente estoque MRO possui grandes quantidades de itens sem movimentação gerando altos custos de armazenagem desnecessários, portanto a contribuição deste trabalho é significativa à gestão de estoques da empresa.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 FUNDAMENTOS DA GESTÃO DE ESTOQUES

As finalidades do gerenciamento de estoques podem ser definidas em diversas formas, porém com propósitos semelhantes: buscar a forma mais vantajosa de se manter peças imobilizadas na empresa.

Segundo Machline (1981), a finalidade dos estoques se baseia em três pontos principais, a operação, precaução e a especulação garantindo a rotatividade de suprimentos, uma reserva segura e proteção financeira. Da teoria clássica, a fundamentação para gestão de estoques está em princípios matemáticos, estatísticos e econômicos que podem variar com algumas condições da empresa como estabilidade monetária, previsibilidades e relacionamento racionais entre os participantes.

Desta forma, segundo Moura (2004), a gestão de estoques integrada permite a união do fluxo de materiais às suas funções, para que o gerenciamento de estoques seja eficaz é necessário a disponibilidade de informações envolvendo compras, acompanhamento de pedido, gestão da armazenagem, planejamento, controle da produção e gestão de distribuição física, como mostra na Figura 1. Assim, para gerir com eficiência o estoque de uma organização, é necessário o conhecimento de disponibilidade do estoque existente, custo incorrido e o consumo do mesmo, para assim resultar num planejamento consciente do que é necessário,

evitando desperdícios.

Figura 1 - Áreas envolvidas na gestão de estoques



Fonte: MOURA (2004).

De acordo com Wanke (2011), o gerenciamento de estoques compreende um conjunto de decisões para coordenar nas dimensões tempo e espaço. A demanda existente com a oferta de produtos e materiais a fim de atingir os objetivos definidos de custo e de nível de serviço especificado de acordo com as características do produto, operação e da demanda. De forma que, a essência da gestão de estoque procura responder a três questões-chaves: quando pedir, quanto pedir e quanto manter em estoques de segurança.

O gerenciamento de estoques em geral compreende esforços gerenciais e administrativos por se tratar de um tema em que a ocorrência de falhas no seu dimensionamento pode resultar em altos custos gerados por graves perdas ou paradas de linha devido à falta de insumos. Segundo Elias (2013), a gestão de estoques requer algumas ações que asseguram a sua ótima utilização, como por exemplo a verificação da localização em relação aos setores que utilizam diretamente os materiais de estoque, a fim de garantir que seja manuseado da melhor forma possível.

De acordo com Lima (2017), o controle de estoques adequado de uma

empresa para monitoramento de níveis de estoques pode ser feito baseado em diversos padrões existentes que auxiliam na tomada de decisão, como definir quando é o melhor momento de fazer pedidos de reposição, quantidade ideal, o nível de segurança que é interessante manter o estoque e o nível de serviço que se pretende prestar. Um bom planejamento de estoque responde as condições básicas definidas acima a fim de atender da melhor forma a expectativa do cliente garantindo o melhor retorno. As competências essenciais no gerenciamento de estoque são caracterizadas pelo conjunto dessas decisões que visam um estoque eficiente e que responda as necessidades do cliente.

2.2 TIPOS DE ESTOQUES

O conceito de estoque é amplo e é possível encontrar diversas maneiras de se definir estoque segundo autores distintos. Monks (1989), define estoque como recursos ociosos que possuem valor econômico. Moreira (1996), entende estoque como quantidades aleatórias de bens físicos que sejam conservados, de forma improdutiva, por algum intervalo de tempo.

Para Ballou (2006), estoques são pilhas de matérias-primas, insumos, componentes, produtos em processo e produtos acabados que aparecem em numerosos pontos por todos os canais logísticos e de produção da empresa. O conceito definido por Moura (2004) assume que estoque é um conjunto de bens armazenados, com características próprias, e que atende as necessidades da empresa.

Vaz (2014) conceitua estoque como sendo o conjunto de operações que visa suprir as diversas necessidades da organização com materiais necessários à execução de seu processo produtivo. Podendo garantir então que não falte insumos necessários e nem exista quantidades excessivas melhorando assim o custo.

Lustosa et al (2008) divide estoques em quatro tipos básicos que necessitam tratamentos diferentes:

a) Matérias Primas e Componentes (MP)

Estoque de matérias primas e componentes são insumos que integram o produto

final. É destinado a utilização na produção mediante a planejamento prévio.

b) Materiais em processo de transformação (WIP)

Compreendem materiais em diferentes estágios de produção, podem ser chamados também de produtos semiacabados.

c) Produtos Acabados (PA)

São formados por produtos ou materiais que estão em condições de serem vendidos.

d) Materiais indiretos necessários à operação (MRO)

São geralmente ferramentas, óleos e outras peças e componentes empregados no processo produtivo, sem integrar no produto final. São conhecidos por estoques de peças de reposição e possuem características distintas de outros tipos de estoque.

Apesar das diferentes definições, pode se estabelecer, segundo Moreira (2008), as funções mais comuns desempenhadas pelo estoque, como a regulação do fluxo logístico, uma vez que a oferta e demanda pode não ser fixa, os estoques operam como amortecedores regulando a movimentação de mercadorias pelas diferenças de entrada e saída de produtos, minimizando então as incertezas acerca das necessidades, também conhecido como Estoque Pulmão. Pode também, ter um papel estratégico e atuar como resposta contingencial assumindo assim uma função importante por representar um armazenamento de segurança nos casos de ausência de insumos para produção ou produto no mercado. E por fim, algumas outras razões podem ser levantadas para o emprego de estoques, como redução de custos de transporte, custos de produção e tempo de disponibilidade do item ao consumidor.

2.3 CUSTOS ASSOCIADOS AOS ESTOQUES

A gestão de estoque tem como um de seus objetivos a otimização dos custos, o cálculo correto e direcionamento adequado dos custos com estoques é essencial, uma vez que representa uma fonte de vantagem competitiva para a empresa.

Para Freitas (2008), as decisões relativas a gestão de estoques de uma empresa possuem certo nível de serviço e custo associados a elas. Operar com

custos mais baixos permite às empresas maiores retornos, possibilitando melhores investimentos e fortalecendo a empresa no mercado.

Os custos relacionados aos estoques podem ser classificados nos seguintes tipos segundo Moura (2004):

a) Custo de pedir: são os custos relacionados a novos pedidos, que envolve custos fixos e variáveis, associados a custos administrativos. Os custos fixos não possuem variação após emitir pedido de compra, são custos relacionados ao envio, recebimento e inspeção. Estão associados a custos fixos que incorporam ao estoque, custos de transporte e controle de qualidade. Já os custos variáveis representam os demais custos associados ao pedido, que variam conforme a quantidade, como por exemplo os custos de materiais que podem variar seu preço unitário conforme o tamanho do lote comprado.

b) Custos de manter em estoque: este tipo de custo leva em consideração custo de armazenagem, deterioração do material, obsolescência e perda de oportunidade de empregar o dinheiro gasto em estoques em investimentos que resultem no aumento do capital. Para manutenção de estoque é necessário um custo com o espaço que está diretamente relacionado ao volume utilizado na estocagem. Qual é o espaço necessário para manter a quantidade de itens que a empresa possui e qual o gasto operacional para manter tal espaço, com utilidades e mão de obra. É necessário considerar o custo de capital que é derivado do custo do dinheiro imobilizado em armazenagem, podendo representar até 80% dos custos totais de estoques. Ele é mensurado em função das oportunidades do mesmo, ou seja, retornos que poderiam ser obtidos caso a mesma quantia em dinheiro fosse investida. Existem ainda os custos em serviço de estocagem relacionados a seguros e impostos nos produtos armazenados e os custos relacionados a riscos de estocagem, relativos aos riscos de roubo, obsolescência e deterioração.

c) Custo associado a faltas de estoque: este tipo de custo deve ser diferenciado para produtos acabados e insumos. No caso de produtos acabados, o custo da falta é medido pela margem de contribuição de cada venda perdida pelo produto estar indisponível. Para insumos, mesmo que sejam itens de baixo valor agregado pode resultar num custo alto pela falta, uma vez que o processo produtivo

depende da disponibilidade do item para prosseguir. O mesmo vale para itens de manutenção, pois põe em risco a continuidade do processo de produção.

Os custos definidos acima se relacionam entre si, uma vez que a compra em grandes lotes pode reduzir o custo de pedir e o custo associado a faltas de estoque, porém ao comprar grandes lotes de itens o custo de armazenagem é elevado. E o contrário acontece em casos de pedidos de pequenos lotes, que impactam em um alto custo de pedir e de faltas, e um baixo custo de armazenamento.

2.4 TÉCNICAS DE GESTÃO DE ESTOQUES

Cada estoque pede um formato de gestão, uma vez que existem diversas condições e variáveis que impactam em uma gestão de estoque eficiente. As técnicas mais comuns utilizadas são a curva ABC para análises mais precisas, estabelecimento de lote econômico de compras para otimização de pedidos e os modelos de reposição de estoque detalhados em seguida.

2.4.1 Curva ABC

Estoques movimentam uma grande diversidade de itens, isso faz com que o controle da movimentação seja um grande desafio logístico para os setores envolvidos. A Curva ABC é um método eficiente para seleção de produtos segundo sua importância e seu impacto financeiro no estoque. Esse método é baseado no raciocínio desenvolvido por Vilfredo Pareto (1848 – 1923) no qual é desenvolvido um diagrama para análise de itens que concentram a maior parte dos custos.

A redução do valor alocado em estoque é de grande interesse pelas empresas, portanto esses métodos são frequentemente utilizados para analisar os níveis que devem ser mantidos os estoques. No caso da curva ABC consiste em classificar itens segundo seu valor corrigido, para que sejam tratados os itens mais representativos do estoque.

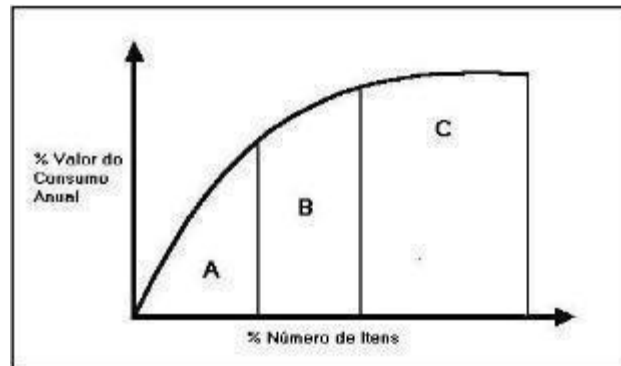
Classe A: agrupa 20% dos itens que correspondem a 80% do valor total, são itens de alta prioridade e de grande importância para a empresa, por apresentar

itens com alto valor no processo produtivo.

Classe B: agrupa 30% dos itens que correspondem a 15% do valor, são itens considerados economicamente preciosos

Classe C: agrupa 50% dos itens que correspondem a 5% do valor.

Figura 2 - Representação da curva ABC



Fonte: (SLACK, N. CHAMBERS, S., 2009)

A Figura 2 apresenta a curva ABC, a análise dos itens é feita pelo gráfico de Pareto e os produtos devem ser classificados baseados na utilização, valor, fornecimento e obsolescência. A aplicabilidade do método de Pareto nos estoques foi comprovada e posta em prática nos Estados Unidos pela GE, logo após a Segunda Guerra Mundial, e esse método se mostrou eficaz como importante instrumento de controle e gerenciamento de estoques (Moura, 2004).

2.4.2 Lote Econômico de Compra (LEC)

O lote econômico de compra (LEC) é uma das ferramentas utilizadas para determinar a quantidade ideal de aquisição de algum item de estoque para minimizar o custo total (Moura, 2004). A finalidade de se estabelecer um Lote Econômico de Compra é minimizar os custos existentes com logística, buscando um equilíbrio entre as vantagens e desvantagens de se manter os estoques. O tamanho do lote ótimo (Q) pode ser definido, assumindo que exista uma precisão das informações de demanda e tempo de ressuprimento, pela equação de Harris

abaixo:

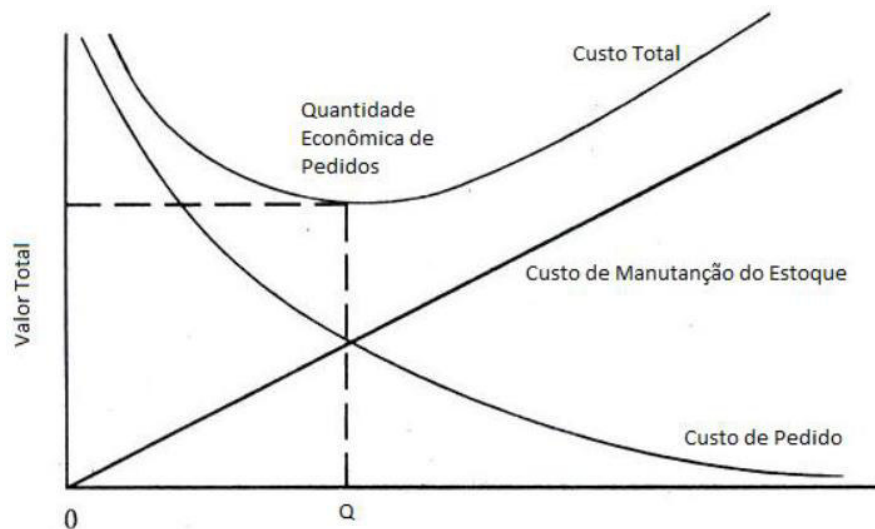
$$Q = \sqrt{\frac{2DA}{EC}} \quad (1)$$

em que: D = demanda anual em unidades
 A = custo de aquisição por pedido
 E = custo de manutenção anual do item em %
 C = custo do item em estoque

O LEC (Q) corresponde à quantidade de material para a qual o custo de estocagem é igual ao custo com pedidos, ou seja, o lote representa a opção mais econômica para a aquisição do material em questão, conforme foi apresentado na equação apresentada.

Porém o modelo de tamanho de lote calculado pela fórmula de Harris só se aplica a itens se considerados individualmente, partindo das premissas de que o lead time não varia e a demanda em um período é conhecida, constante e linear ao longo do período. A partir do momento que se junta diversos itens de um mesmo fornecedor em um mesmo pedido o modelo perde sua validade.

Figura 3 - Representação da quantidade ideal de pedido



Fonte: Adaptado de BOWERSOX, (2009).

O ponto de LEC é representado na Figura 3 e é importante ser definido pois ele determina a quantidade de material para a qual o custo de estocagem é igual ao custo com pedidos, apresentando a opção mais econômica para aquisição de itens de estoque.

2.4.3 Nível de Serviço

O Nível de serviço é um indicador muito importante para a gestão de estoques pois impacta um dos pontos centrais, o quanto se está atendendo as reservas do cliente. Existem algumas métricas de aferição desse indicador porém no geral o foco é medir como as áreas demandantes estão sendo atendidas (SZABO, 2015).

A determinação dos custos gerados pela falta de itens em estoque gera muitas dificuldades, portanto muitas empresas medem o desempenho de estoque no atendimento da demanda, pelo nível de serviço atingido.

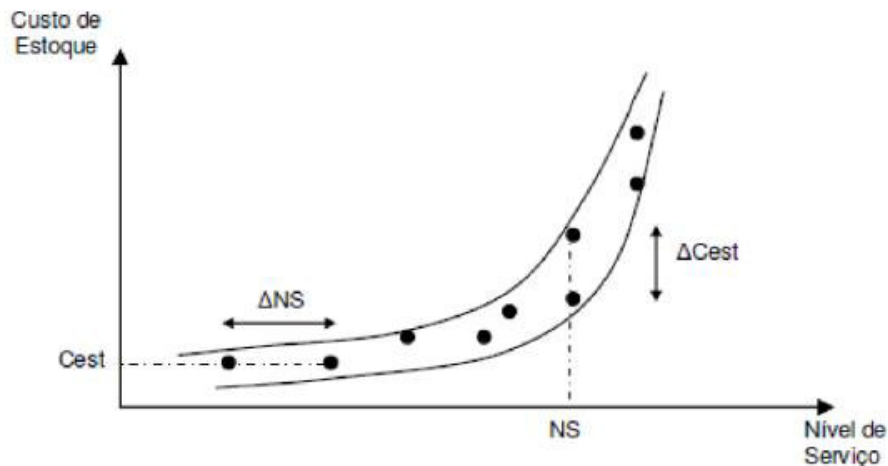
O nível de serviço é um percentual que avalia o desempenho do atendimento aos clientes e é motivador para a existência do estoque (GASNIER, 2005). Ele corresponde a probabilidade de não faltar produto, nem insumos para a produção, portanto é apontado como um indicador de quanto a empresa pode atender sem se arriscar a falta de suprimentos. Estoques de segurança são ótimas opções para mitigar tais riscos, mas como o uso desse tipo de estoque impacta em altos gastos, é considerado viável somente quando não é possível assumir certo risco pela empresa, uma vez que a falta de itens em estoque pode afetar sua imagem, resposta ao cliente e seus lucros.

Os indicadores de nível de serviço estão associados aos resultados da gestão de estoque no que tange a disponibilidade de produtos, a meta de serviço influencia fortemente o nível de estoque (AROZO, 2006). Uma vez que o nível de serviço ao cliente final corresponde a disponibilidade de produtos para consumo, pode-se estabelecer que o nível de serviço para itens de manutenção dos ativos industriais pode afetar também o nível de serviço dos produtos acabados para o cliente final.

Segundo a relação estabelecida por Ballou (1998) a análise do nível de serviço é feita com base em três tópicos que se inter-relacionam, a taxa de

atendimento, o nível de estoque e o tempo de entrega do pedido. Cabe analisar que o nível de serviço mantido não é igual para todo item ou sistema, porém deve atender um nível desejado pelo sistema como um todo.

Figura 4 - Relação entre custo do estoque com nível de serviço desejado



Fonte: Ballou (1998).

A decisão de se manter um certo nível de atendimento reflete no custo do estoque de maneira exponencial, como mostra na Figura 4. Quanto maior a satisfação do nível de serviço, menor será a probabilidade de falta de estoque, porém maior o custo despendido pela empresa.

2.4.4 Demanda

Demanda pode ser interpretada como sendo a disposição dos clientes ao consumo de bens e serviços ofertados por uma organização. A demanda é influenciada por fatores como preço, disponibilidade, oferta de crédito e ações da concorrência. Esses diferentes fatores combinados, cada qual com sua particularidade e sua própria dinâmica, explicam a incerteza da demanda e, como consequência, sua dificuldade de previsão.

A previsão da demanda é um componente chave para a gestão de estoque eficaz, Novaes (2007) salienta que projeções da demanda bem elaboradas e

robustas podem significar ganhos competitivos, econômicos e financeiros para a organização. Os processos de suprimento necessitam o apoio de previsões bem fundamentadas, por consequência, as previsões devem ser baseadas em informações corretas para atingir resultados confiáveis, as informações podem incluir o desempenho passado da empresa, ambiente socioeconômico e político de seu próprio país e do cenário internacional. As previsões preocupam-se em antecipar o futuro, baseando-se numa combinação de observações passadas e julgamentos sobre eventos futuros, adicionados a atualizações contínuas.

Métodos de Previsão de Demanda

Segundo Ballou (2006) os métodos de previsão são divididos em categorias: qualitativas, causais e de séries temporais. Os métodos qualitativos são mais adequados nas situações em que não existam muitos dados históricos ou para previsões a longo alcance, nesses casos a previsão de demanda é feita por meio de intuição, técnicas comparativas ou pesquisas.

Já os métodos causais assumem que a demanda é função de outras variáveis, nestes modelos são utilizados diversos dados para mapeamento de quais variáveis influenciam na demanda. Os métodos de séries temporais utilizam as observações da demanda do passado para projetar o futuro. Conforme explicam Bowersox et al. (2009), esses métodos são considerados reativos por natureza, uma vez que só detectam mudanças a partir do conhecimento de novos dados de demanda. Segundo Morettin e Tolo (2006) uma série temporal é uma sequência de valores observados ao longo do tempo, em intervalos iguais.

Existem dois tipos de padrões de demanda, os padrões de demanda regular e de demanda irregular, e a acurácia de previsão está relacionada a habilidade do método em estimar mais precisamente os valores futuros (Makridakis, Wheelwright e Hyndman 1998). Quanto mais instável é a demanda mais crítica será a precisão da previsão, e mais elaborado é o sistema de previsão necessário.

Para demandas com padrão não regular, alguns autores utilizam a Distribuição de Poisson para realizar as previsões, sendo também estudada no campo da previsão de peças de reposição sendo utilizada em setores da indústria e serviços como metodologia de previsão de eventos não regulares.

2.4.5 Estoque de Segurança

O estoque de segurança é uma ação de cautela para possíveis erros na previsão da demanda, rendimento da produção, lead time ou falhas inesperadas. Chopra e Meindl (2016) afirmam que se as previsões de demanda e o tempo de entrega fossem previstos com extrema exatidão, não seria necessário a existência de estoques para cobrir incertezas. E afirmam que, o nível adequado de estoque de segurança é determinado por dois fatores: a incerteza da demanda ou do suprimento e o nível desejado de disponibilidade do produto.

O estoque de segurança ajuda a lidar com possíveis imprevisibilidades presentes no processo, que podem impactar na parada da linha. O estoque de segurança reforça todos os problemas de incerteza que estão por trás do planejamento dos processos e ainda sim busca ajudar na mitigação dos efeitos que esses problemas podem trazer.

Dimensionamento do estoque de segurança

Em muitos casos o dimensionamento de estoque de segurança é dado por intuição, palpites sem fundamentos teóricos, ou então com base em uma porcentagem do que tem de material em utilização. Porém, essas técnicas apesar de serem fáceis de aplicar resultam em uma baixa performance na gestão de estoques. O ideal é realizar uma análise mais profunda dos objetivos que se quer atingir.

A determinação do estoque de segurança não tem como finalidade eliminar a ocorrência de faltas de insumos na empresa, porém tem o intuito de eliminar a maioria delas. É necessário analisar o nível de serviço que se busca atingir e quais as variáveis existentes no processo produtivo. Variações em demanda e *lead time* de entrega dos fornecedores são fatores de grande impacto no nível de serviço que se deseja atingir ao definir o dimensionamento do estoque, porém uma vez que deseja se atingir altos níveis de serviço e diminuir os riscos de falta de insumo o custo implicado na modelagem desse formato é alto e nem sempre possível a todas as empresas (KING, 2011).

2.4.6 Modelos de Reposição de Estoque

Os modelos de reposição de estoque são baseados em conceitos de lote econômico de compras, equação de Harris, demanda e *lead time*, esses conceitos são pontos que sustentam decisões de quando e quanto pedir de reposição.

a) Modelo de Reposição Contínua (R, Q): nesse modelo são estabelecidos dois critérios o ponto de pedido “R” e o pedido de compra “Q” é o tamanho do lote de reposição, que é calculado usualmente baseado no LEC porém pode ser definido também por uma variação que estipula uma demanda durante um intervalo de tempo, chamada Ponto de Pedido de Reposição (PPR) que analisa qual o melhor momento de pedir. Neste modelo o estoque é monitorado continuamente enquanto a demanda ocorre de forma aleatória, quando o estoque atinge o ponto de pedido R é colocada um pedido Q para reposição (LUSTOSA et al., 2008).

É necessário ter conhecimento de quatro pontos para determinar a quantidade:

- Demanda do período com base na previsão
- *Lead time*
- O grau de variabilidade da demanda ou do *lead time*
- O grau de risco aceitável para a gerência quanto à falta de estoque

$$PPR = d * LT + ES \quad (2)$$

Onde: d = demanda por período (dias ou semanas)

LT = *Lead time* (dias ou semanas)

ES = Estoque de Segurança

b) Modelo de Reposição Periódica (T, S): nesse modelo os critérios estabelecidos

são o intervalo de revisão “T” e o nível de estoque máximo desejado “S”. Neste modelo de revisão, o estoque é monitorado em intervalos regulares, intervalo de revisão é um período fixo de tempo entre revisões de estoque e colocação dos

pedidos, e a cada colocação de pedido a reposição feita é no nível máximo de estoque.

O estoque máximo é definido pela seguinte equação:

$$S = d(T + LT) + ES \quad (3)$$

Onde:

d = demanda por período (dias ou semanas)

T = intervalo de revisão

LT = *Lead time* (dias ou semanas)

ES = Estoque de Segurança

c) Modelo de Estoque Base: neste modelo a lógica é manter o estoque sempre no mesmo nível. Desta forma o estoque é abastecido conforme a demanda e consumo de itens, cada vez que um material é consumido, é colocada uma nova ordem de compra para manter a posição de estoque constante. O estoque base funciona como o estoque máximo a ser mantido no sistema, com estoque máximo igual a S do modelo de revisão periódica. Este modelo possui também revisão contínua, é indicado para fazer a gestão de itens de alto valor e baixa demanda.

Para o cálculo do parâmetro S do modelo de estoque base, é utilizado a probabilidade de demanda durante o *lead time* do item. No caso de itens onde a demanda é muito imprecisa, utiliza-se a aproximação da demanda do item durante o *lead time* aproximando a distribuição de Poisson.

Os modelos clássicos citados podem ser utilizados no controle de estoques do tipo MRO, porém como esse tipo de estoque contém demandas esporádicas alguns modelos satisfazem melhor que outros as necessidades do estoque.

2.4.7 Modelo Poisson

Wanke (2011) apresenta como alternativa à gestão de estoques considerar o perfil de consumo aderente à distribuição de Poisson. O Modelo Poisson é um modelo matemático-estatístico para a otimização de estoques de itens com baixa demanda e alto valor. É uma distribuição de variável aleatória discreta que expressa a probabilidade de uma série de eventos ocorrer em certo período de tempo, observando-se o histórico de consumo. Este modelo parte do pressuposto que os eventos ocorrem de forma independente uns dos outros, ou seja, o fato de um evento ocorrer não influencia a ocorrência de um novo evento. A distribuição de Poisson é utilizada para descrever eventos raros, foi descoberta por Siméon-Denis Poisson e publicada em 1838. A distribuição de Poisson é descrita pela equação abaixo:

$$P_x(t) = \frac{(\lambda * t)^x e^{-\lambda t}}{x!} \quad (4)$$

Onde:

x – Consumo de itens por intervalo de tempo (dias) cuja probabilidade se deseja estimar

t – intervalo de tempo a ser considerado

λ – taxa de consumo histórico por unidade de tempo (dia).

$P_x(t)$ – probabilidade de haver x solicitações durante o intervalo de tempo t

Wanke (2011) explica que o evento no qual procura-se a probabilidade $P_x(t)$ é a não falta de produto em um intervalo de ressuprimento, e dessa forma a partir de várias iterações é possível encontrar o valor do ponto de pedido que se adequa a um nível de segurança previamente estabelecido.

2.5 ESTOQUE MRO

Os materiais de manutenção, reparo e operação (MRO) são classificados por Paoleschi (2013) como materiais não produtivos ou sobressalentes utilizados

exclusivamente pela manutenção e operação que tem como objetivo manter o processo funcionando. O estoque desses materiais não agrega valor direto no produto final, porém seu gerenciamento deve ser bem executado visto que sua ausência causa perdas de produção.

Esses materiais, também chamados de peças de reposição, devem ser analisados de forma diferente por apresentarem características diferenciadas dos outros tipos de estoque. São itens que atendem as necessidades de equipamentos, de forma a substituir outro sem que tenha necessidade de interromper a atividade e que na maioria dos casos possuem alto custo de capital e forte impacto no nível de serviço aos clientes (MOURA, 2004).

Com o contínuo desenvolvimento tecnológico, os sistemas industriais vêm se tornando mais complexos e isso faz com que o controle de serviços e peças sobressalentes, juntamente com a sua disponibilidade, seja uma tarefa mais crítica. A falta de peças de reposição, quando necessário, pode causar paradas inesperadas, sem tempo determinado que podem levar a grandes perdas na indústria. Porém, determinar os níveis ótimos para estoques de peças de reposição é uma das responsabilidades mais difíceis enfrentada por gerentes no gerenciamento de estoques, especialmente pelas incertezas da demanda, pelo dever em minimizar custos e tempos improdutivos causados por rupturas de estoque. A situação pode ser ainda mais complicada pelo valor normalmente alto das peças de reposição mais críticas, restrições de inventário e custo de produção perdida.

Dentro do estoque as peças de reposição podem ser classificadas em duas categorias, itens que podem ser reparados e itens consumíveis.

Itens reparáveis são definidos por Wanke (2011) como aqueles que podem ser recuperados por meio de reparos e se faz economicamente viável. Essas peças, no caso de alguma falha, são substituídas imediatamente e a peça falha é enviada para reparo, podendo ser dentro da própria empresa, em oficinas, ou até mesmo externamente, para posteriormente ser disponibilizada em estoque.

Itens Consumíveis ou Descartáveis são aqueles que não possuem recuperação, em caso de falha a peça é descartada e substituída por outra nova.

2.6 CARACTERIZAÇÃO ITENS MRO

Kennedy, Wyane Patterson & Fredendall (2002), apresentam o estoque de peças de reposição de forma diferenciada dos outros tipos de estoques por alguns motivos principais.

As políticas de manutenção utilizadas em cada empresa determinam qual será o inventário de estoque necessário. A qualidade dos planos de manutenção a fim de concentrar as atividades em manutenção preventiva ou corretiva é um ponto importante para planejamento de estoques. O nível de serviço desejado é impactado pela disponibilidade de peças de reposição, pois uma vez faltando itens necessários ao bom funcionamento da linha, o nível de serviço é diretamente afetado.

É comum que informações de confiabilidade de equipamento não estejam disponíveis no grau necessário para que haja um planejamento eficaz de atividades de manutenção e predição dos tempos de falhas. Portanto esse item impacta numa necessidade de monitoramento contínuo de equipamentos para que seja possível prever quando será necessário reparos ou substituições que garantam o seu bom funcionamento.

Falhas em peças são problemas dependentes na maioria dos casos, portanto geram um problema que implica em reações dependes em cadeia.

Existem várias formas de caracterizar e definir uma categoria para itens MRO, elas podem depender de sua irreparabilidade, intensidade da demanda, lead time de compra, tempo de entrega, horizonte de planejamento, preço, criticidade da peça e custos de manutenção.

2.7 PECULIARIDADES DOS ITENS MRO

A gestão de itens de reposição é diferenciada de estoques de produtos acabados ou insumos para produção devido a algumas características específicas que incidem em estoques do tipo MRO. O modelo estratégico de planejamento e gestão de estoque de peças de reposição, a fim de evitar gastos em excesso ou

faltas de estoque para utilização, deve ser pensado em um formato distinto pois essas peças demandam uma análise diferenciada por apresentarem peculiaridades, como:

- Padrão de consumo irregular;
- Longos tempos de ressuprimento;
- Custos elevados de aquisição;
- Obsolescência

2.7.1 Consumo Irregular

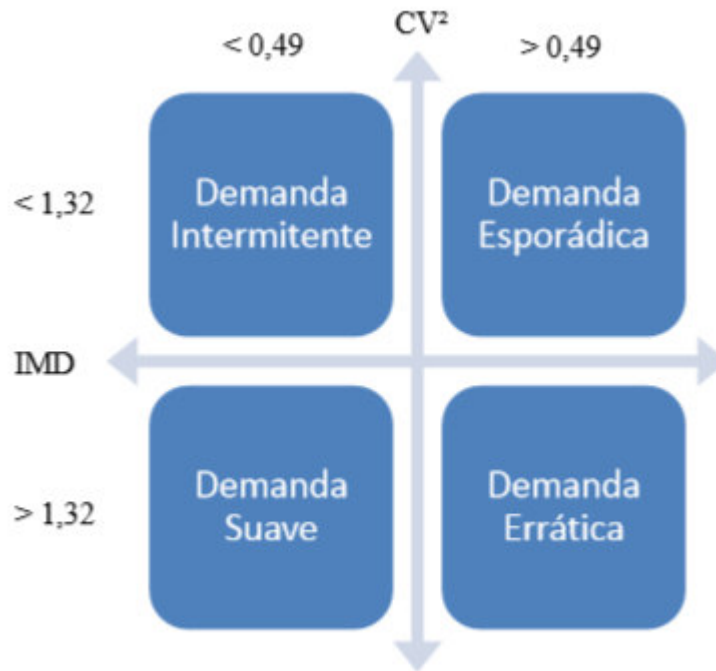
Demandas desse tipo de estoque são variadas e muitas vezes podem ser atendidas por canibalismo de outros equipamentos, o que pode atingir seu planejamento de manutenção e até mesmo sua durabilidade. Os itens de reparo possuem um consumo irregular, uma vez que são itens destinados, sobretudo, a falhas e atividades de manutenção. Tal formato de consumo irregular é caracterizado pela falta de previsibilidade na demanda, que é solucionada com a presença dos estoques de segurança que asseguram o nível desejado de serviço da empresa. Como a utilização desses itens é esporádica, a fim de manter um estoque enxuto, são configuradas quantidades ideais de se manter um estoque preparado para incertezas do planejamento, o que é algo que não acontece nos estoques de matéria prima ou de produtos acabados, pois o nível de incerteza nesses outros é muito baixo.

Uma possível classificação para demanda ocasionada pelo consumo irregular é a proposta por Sintetos e Boylan (2001), que leva em consideração duas variáveis: o intervalo médio entre demandas e a variação no volume de demandas.

- IMD – intervalo médio entre duas demandas – média de períodos entre duas demandas sucessivas não nulas, calculado pela divisão da quantidade de meses com demanda nula pela quantidade de períodos sem demanda.

- CV – coeficiente de variação – variação no volume de demanda, calculado pelo desvio padrão dividido pela média de consumo.

Figura 5 - Classificação da Demanda



Fonte: Sintetos e Boylan (2001)

Na Figura 5 é mostrado os parâmetros para classificação dos itens segundo sua demanda, e para dividir em menos grupos considera-se os seguintes valores:

Para $IMD < 1,32$ - Demanda Suave e Errática: Intervalos pequenos entre as demandas não nulas e demanda com baixa variação de quantidade.

Para $IMD < 36$ e $IMD \geq 1,32$ - Demanda Intermitente e Esporádica : Grandes intervalos entre demandas não nulas e demanda com variação considerável de quantidade.

Para $IMD \geq 36$ Sem movimentação.

2.7.2 Tempo de Ressuprimento ou *Lead Time*

Peças de reposição podem ter longos prazos de entrega e devem ser estocadas a fim de evitar tempo de inatividade. O *Lead time* é o nome dado ao tempo total do processo de compra, ele é basicamente, o tempo necessário para receber um novo item, desde a colocação do pedido até o seu recebimento na

empresa (BALLOU, 2006) É durante este tempo que imprevistos apresentam maior risco à produção, pois podem levar a falta de estoque.

2.7.3 Obsolescência

A obsolescência de peças deve ser tratada durante o dimensionamento de um estoque pois representa gastos desnecessários em itens que não poderão ser utilizados. A análise é bastante subjetiva e depende da estratégia definida pela organização. Algumas peças de reposição possuem tempo de utilidade relativamente curto, portanto é um ponto tratado de forma especial nos estoques de peças de reparo pois uma vez que se tem um consumo irregular a obsolescência de peças pode vir a ser frequente.

2.7.4 Criticidade das Operações

Estudar a criticidade de itens de reparo é sistematizar quais itens têm maior relevância dentro do processo produtivo ou na operação de equipamentos, ou seja, qual seria o impacto desse material na entrega. Assim, a classificação de materiais quanto a criticidade ajuda na decisão de como definir a estratégia adequada para gestão de estoques de cada conjunto de itens.

2.8 GESTÃO DE ITENS MRO

Segundo Sleptchenko (2005), as tecnologias avançadas que são utilizadas hoje exigem alta disponibilidade e fornecimento pontual de peças de reposição para obter alta disponibilidade do sistema. Apesar das dificuldades encontradas nos estoques MRO, alguns problemas na sua gestão são semelhantes a gestão de estoques de produtos acabado ou de matérias-primas. Em ambos os casos um excesso de estoques é resultado de uma política de antecipação de uso futuro, o que implica nos elevados custos e obsolescência de itens, e também a insuficiência desses itens pode se dar como resultado de uma política conservadora que implica

em danos nos níveis de disponibilidade (WANKE, 2011).

A gestão de estoques tem como enfoque estabelecer ou aplicar métodos para ressuprimento de estoques de forma eficiente sem afetar o nível de serviço buscado em ambientes de produção. Nesses locais, a demanda e *lead time* devem ser mais aproximados do real para que o modelo permita a tomada de decisão de forma mais assertiva sobre as quantidades de itens que devem ser mantidos.

Peças de estoque do tipo MRO devem ser associadas pela determinação de algumas variáveis e faixas de observação, como por exemplo o histórico de consumo médio, o tempo de ressuprimento, incertezas na demanda e o tempo médio de *lead time* de pedidos. Essas características, já apresentadas, tornam a gestão desse estoque um desafio, devido a particularidades como: elevados custos de aquisição, perfil de demanda variável e principalmente a criticidade de operações (KENNEDY, 2002).

2.8.1 Práticas voltadas para a redução de estoques MRO

Empresas buscam com a gestão de estoques garantir um nível de serviço desejado e disponibilidade de produto com o menor nível de estoque possível. O elevado custo dos estoques de peças de reposição é motivador dessa prática devido a perda de oportunidades de uso do capital que é mantido imobilizado em estoque, este que poderia ser utilizado em projetos de melhoria ou em aplicações que trariam retornos financeiros à empresa. Além das proibitivas taxas de juros brasileiras que tornam a posse e manutenção de estoques cada vez mais caras.

Análises gerais de estoques mostram que o valor mais representativo dos estoques se concentra em estoques do tipo MRO, dessa forma pensando numa otimização de custos cabe analisar as necessidades de manter em estoque determinados itens. No meio industrial, são desenvolvidas e aplicadas diversas estratégias que possuem como foco a redução do excesso de peças em estoque que não tenham utilidade para a produção.

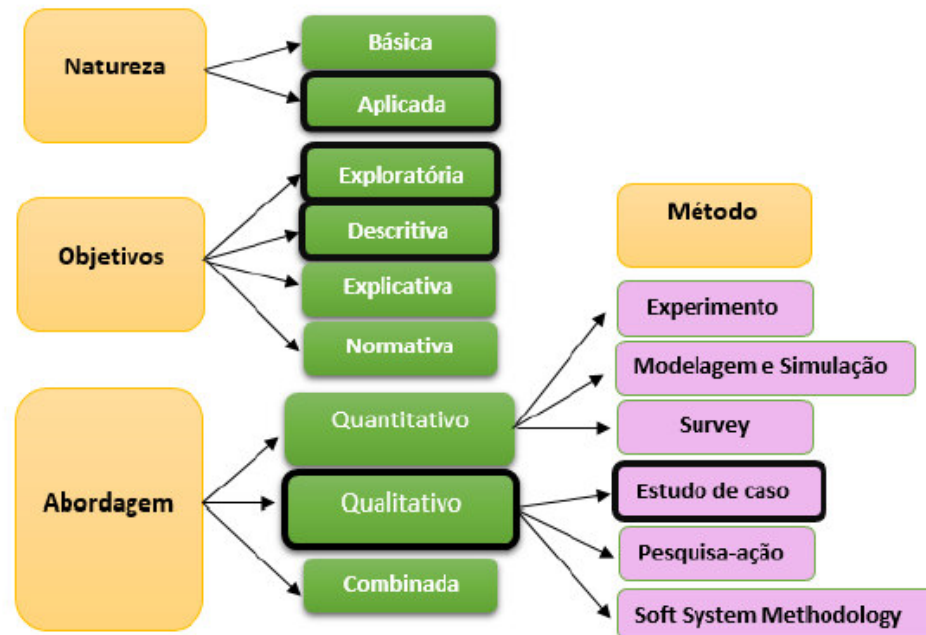
3 METODOLOGIA

3.1 MÉTODO DE PESQUISA

O presente trabalho, motivado pelas lacunas existentes na gestão de estoques, realizou uma exploração e análise de dados aprofundada do gerenciamento de estoques do tipo MRO e observou quais são as falhas existentes para que tal processo possa ser feito de forma mais objetiva, evitando perdas. Buscou-se uma maior compreensão das relações existentes no processo de gestão de itens em uma empresa metalúrgica, através do estudo exploratório aprofundado do problema. Para tal objetivo foi necessário um estudo de campo, cuja estratégia a ser adotada foi um estudo de caso, viabilizado por análises qualitativas do processo na prática, por meio de bases de dados, utilização de fórmulas e ferramentas do Excel que possibilitaram uma nova visão do estoque da empresa estudada.

Inicialmente foi realizada uma pesquisa bibliográfica acerca do tema para levantamento de teorias que suportaram a descrição e análise do assunto. Posteriormente os dados foram saneados e tratados a fim de identificar as melhorias possíveis de realizar no setor. A Figura 6 esquematiza a metodologia escolhida para o desenvolvimento do trabalho.

Figura 6 - Metodologia



Fonte: adaptado de (MIGUEL, 2012).

O tipo de pesquisa escolhido, estudo de caso único, pode ser definido como uma pesquisa que tenta esclarecer uma decisão ou um conjunto de decisões, o motivo pela qual elas foram tomadas, como foram implementadas e com quais são os resultados (SCHRAMM, 1971).

Gil (2008), caracteriza estudo de caso como uma maneira de permitir o conhecimento amplo e detalhado de um ou poucos objetivos. Yin (2001), completa a definição de estudo de caso pela investigação de um fenômeno atual dentro de um contexto real, quando os limites entre fenômeno e o contexto não estão definidas de forma clara e para isso utiliza-se várias fontes de evidência.

Quanto a abordagem, para estudos de caso é possível discorrer sobre um tema de três formatos, por meio de análises quantitativas, qualitativas ou ambas combinadas. Caso a finalidade do trabalho seja uma investigação descritiva ou causal, com hipóteses claramente especificadas e variáveis operacionalmente definidas a abordagem a ser utilizada é quantitativa, pois é nela que a medição e quantificação dos resultados são formas de validar as hipóteses levantadas. Já a pesquisa de abordagem qualitativa, que será a abordagem utilizada neste trabalho,

tem como finalidade explicar e descrever um evento real escolhido pelo autor. O enfoque de um trabalho qualitativo tem como características a coleta de dados tendo como fonte direta o ambiente, caráter descritivo e não requer a utilização de sistemas estatísticos. As conclusões apresentadas são resultado da interpretação do fenômeno estudado.

Foi utilizada como técnica de levantamento de dados a entrevista com pessoas do setor, gestores que trabalham com o gerenciamento de estoques, consulta a bases de dados retiradas do sistema SAP utilizado na empresa a fim de obter dados que possibilitem a análise do estoque atual para nova implementação de métodos de revisão.

3.2 SELEÇÃO DO CASO

A empresa estudada é uma metalúrgica multinacional pertencente a um grupo ítalo-argentino que tem como principais produtos tubos de aço mecânicos e estruturais, revestimentos, conectores e tecnologia para diferentes segmentos, além de realizar serviços de montagens de equipamentos e estar iniciando um novo ramo de serviços. A empresa já está presente em cinco continentes e iniciou suas atividades no Brasil em 2000, possuindo, hoje, uma larga estrutura de fábricas, centros de serviços e escritórios comerciais pelo país.

A planta na qual este projeto será realizado está localizada no Vale do Paraíba, interior de São Paulo, e conta com mais de 1500 funcionários. O presente trabalho, consiste na análise de dados fornecidos e utilizados pelas áreas de manutenção e almoxarifado, a fim de investigar os formatos atuais e relacionar com as boas práticas da literatura.

3.3 COLETA DE DADOS

Pretendendo-se obter informações que validem a estruturação deste estudo de caso, foram utilizadas fontes de evidências diversas. Para levantamento de dados, foram realizadas entrevistas com gestores que trabalham com o

gerenciamento de estoques, responsáveis de setores com ligação com itens de MRO e profissionais da área de manutenção.

Também foram utilizadas técnicas como observações e análises de documentos para sustentar e complementar as informações fornecidas de forma mais próxima possível ao real e corroborar com autores da literatura.

Entrevistas

Segundo Gil (2008) a entrevista é descrita como uma técnica em que existe um contato face a face do investigador e o investigado, este lhe formula perguntas que objetivem a captação de dados pertinentes a pesquisa. É também, uma forma de interação social, por meio de diálogos que oferecem certa flexibilidade pelo fato do entrevistador poder conhecer melhor as dificuldades do entrevistado. A entrevista tem como objetivo buscar informantes-chave acerca do tema.

Neste trabalho realizou-se entrevistas com os coordenadores responsáveis de manutenção que tenham contato nas suas atividades com gestão de estoques. As entrevistas foram feitas por meio de conversas que ajudaram a mapear os principais gargalos na gestão de itens MRO.

Documentação

Para Yin (2001) a documentação é fonte relevante para todos os tópicos de estudo de casos, e esse tipo de informação pode ser obtido em diversos formatos, desde documentos administrativos formais à recortes de jornais, artigos publicados. A pesquisa em fontes documentadas possui como vantagem a estabilidade da referência uma vez que são documentos que costumam ter uma periodicidade adequada de revisões, são fontes exatas que contém detalhes do evento estudado e possui uma cobertura ampla ao longo do tempo e espaço.

Para complementar os dados do trabalho foram utilizadas bases de dados de movimentação de estoques, durante um período pré-determinado, extraídas do Sistema SAP utilizado pela empresa para análise e armazenamento de dados. Os dados foram analisado com auxílio de planilhas e fórmulas da literatura.

4 ANÁLISE DO ESTOQUE MRO

4.1 SITUAÇÃO INICIAL DO ESTOQUE

A etapa inicial foi feita por meio de uma análise dos itens no estoque MRO para identificar possíveis desperdícios e potenciais melhorias. A base de dados é composta por 1394 diferentes códigos de materiais cadastrados no banco de dados, que somam 3695 itens, totalizando um valor de estoque de R\$ 24.167.948,24.

Para cada código de material foram colhidas algumas informações principais do banco de dados da empresa de estudo:

- Código do Produto, Descrição e Unidade de medida
- Posição de Estoque Atual (Outubro 2019) e Estoque de Segurança
- Preço Standard
- Consumo de Janeiro de 2016 a Outubro de 2019
- Prazo de entrega por item

Tabela 1 - Dados coletados

Material	Descrição	Un. de medida	Est. Total	Preço Standard	Prz Entrega	Consumo médio mensal	Consumo médio anual
	PLUG 05 PINOS(03 FASES+NEUT+TER)44			R\$			
40019987	0V/63A	PEÇ	2	481,20	37	1,130	13
	FILTRO TIPO TELA P/			R\$			
45049461	VALV TN 80 THF4	PEÇ	2	460,00	45	0,087	1
	CONJUNTO FUSO			R\$			
	ESFERA STICKOUT			12.568,8			
36054952	MAQ SOLDA	PEÇ	2	4	80	0,217	2,25
	INVERSOR FREQ.			R\$			
	100HP 125A			18.000,0			
39012727	ROCKWELL	PEÇ	2	0	30	0,065	2,5
				R\$			
	BARRA INDUTORA 48"			37.406,2			
40018770	L X 1" CTR LEG	PEÇ	2	9	105	0,109	0,75
	I-CONTROL PC-			R\$			
	104/500MHZ			59.281,5			
40044321	C/SOFTWARES	PEÇ	2	3	50	0,174	1,25
	CABO SCANER						
	CONTROL/SUPPLY -			R\$			
40049241	STEAL MESH	PEÇ	1	2.150,10	50	0,196	2
	SERVOMOTOR			R\$			
47005146	GNM2670-G13 ENGEL	PEÇ	1	4.374,17	60	0,304	2,25
	PRESSOSTATO			R\$			
40042713	DUNGS LGW 3 A2	PEÇ	1	311,65	50	0,065	3,5
	MOTORRED 32 RPM			R\$			
47003190	FA67/GDZ90L4/BMG	PEÇ	8	4.171,44	45	0,783	0,25
				R\$			
	FUSO DE ESFERAS			11.871,4			
49035638	CRIDAN 1 – EIXO X	PEÇ	1	1	85	0,043	0,75

Fonte: Elaborado pela autora

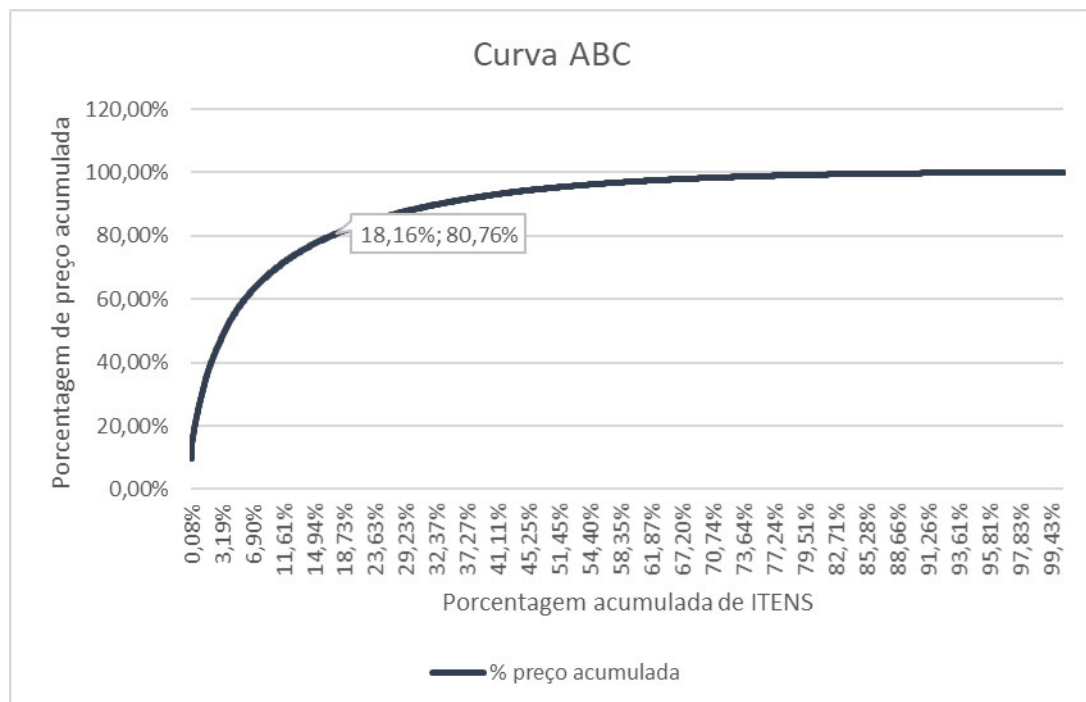
A *Tabela 1* traz uma amostra dos dados coletados, que foram base para as análises feitas no estudo, a tabela original traz um total de 1395 linhas portanto a

Tabela 1 apresentada traz apenas alguns dados de exemplo. Foram descartados códigos de estoque em que a quantidade de materiais em depósito era nula, pois não tem impacto na gestão, uma vez que muitos deles eram códigos antigos de itens já marcados como obsoletos, portanto foram desconsiderados. Com os dados saneados foi possível direcionar novas análises de consumo, frequência e volume de itens consumidos.

4.2 ANÁLISE DA CURVA ABC

Para dimensionar a relevância do estoque MRO da fábrica, foi feita uma análise ABC ou de Pareto, conforme Figura 7. Esta análise demonstra que, na maioria dos casos, cerca de 80% do valor total do estoque é concentrado apenas em 20% dos itens em estoque.

Figura 7 - Análise da curva ABC



Fonte: Elaborado pelo autor.

No caso da empresa de estudo deste trabalho o conceito da análise ABC não

foge a regra, como pode ser observado na Figura 7.

Neste estudo, os 3695 itens foram divididos em 3 grandes grupos A, B e C. A Tabela 2 indica os limites superior e inferior da porcentagem acumulada do valor em estoque de cada classificação utilizada na análise.

Itens cujo valor percentual acumulado em estoque soma até 80% do valor total são classificados como itens A. Os itens de classificação B variam entre o intervalos de 80% a 95% e itens classificados como C variam de 95% a 100%.

Tabela 2 - Limites para classificação ABC

Classificação	LI	LS
A	0%	80%
B	80%	95%
C	95%	100%

Fonte: Elaborado pela autora

Pela classificação realizada, foram mapeadas as quantidades de itens e o valor que cada classe acumula, a Tabela 3 traz o quanto representa do estoque cada classe de itens.

Tabela 3 - Classificação ABC quantidades/valores

Classif.	n° de Itens	Valor
A	664	R\$ 19.379.589,51
B	1216	R\$ 3.627.376,50
C	1815	R\$ 1.160.982,22

Fonte: Elaborado pela autora

O estoque MRO da fábrica possui um valor total de R\$ 24.167.948,24 , sendo que R\$ 19.379.589,51, que representa 80,19% do valor total (itens A) estão concentrados em apenas 664 itens.

4.3 CLASSIFICAÇÃO DOS ITENS

Os 3695 itens foram analisados segundo cada código de material que são no total 1394. Foram analisados individualmente por meio de fórmulas do Excel para dividir de forma visual na tabela o consumo por mês e ano de cada item.

A partir dos códigos divididos e os consumos mensais mapeados, foram calculados na mesma planilha o total consumido por item, e partir deste dado calculou-se o consumo médio de itens por dia. Através de fórmulas mapeou quantos meses a demanda do item foi nula e por meio de um programa em VBA contabilizou o número de períodos sem demanda. O desvio padrão foi calculado pela própria fórmula de desvio padrão do Excel que foi utilizado para calcular o coeficiente de variação da demanda que será utilizado junto ao cálculo de intervalo médio entre demandas (IMD) na classificação da demanda dos itens em demanda suave e errática, esporádica e intermitente e sem movimentação.

Com base nos dados obtidos foi possível calcular e analisar o que seria o consumo médio de cada item e o valor total em estoque de cada grupo de consumo, como mostra na tabela seguinte.

Tabela 4 – Consumo de itens e valor em estoque correspondente no período analisado

Consumo	Itens	Valor em Estoque
Zero	1	R\$ 415,00
0 a 1	841	R\$ 7.902.778,31
1 a 2	528	R\$ 2.962.546,07
2 a 5	724	R\$ 6.282.798,50
5 a 10	428	R\$ 4.287.037,91
10 a 20	404	R\$ 1.227.751,71
20 a 50	383	R\$ 1.054.636,11
50 a 100	124	R\$ 338.305,78
100 a 200	40	R\$ 67.794,43
200 a 500	222	R\$ 43.884,42
Acima de 500	-	R\$ -
Total	3.695	R\$ 24.167.948,24

Fonte: Elaborado pela autora

Percebe-se que dos 24 milhões de reais em estoque MRO, 45% (R\$ 10.865.739,38) referente a itens que possuíram consumo médio menor ou igual a 2 unidades por mês nos 46 meses analisados.

A Tabela 5 mostra a quantidade de itens que não possuíram consumo conforme 4 horizontes de análise, 12, 24, 36 e 46 meses. O número de itens com demanda nula varia de acordo com o intervalo analisado.

Tabela 5 - Itens sem consumo por período

	12 meses	24 meses	36 meses	46 meses
Nº de Itens	933	458	170	1
Valor alocado R\$	15.583.266,72	R\$ 6.601.676,23	R\$ 1.991.220,73	R\$ 415,00

Fonte: Elaborado pela autora.

O valor e quantidade de itens que aparecem com baixa demanda é alto, mesmo com controle de itens em estoque se mantiveram sem utilização 933 itens durante um ano. Portanto é necessário uma revisão periódica dos itens em estoque e uma reavaliação da política de reposição adotada para reduzir os custos em estoque sem movimentação.

Após a coleta de dados inicial, foi possível observar algumas classificações que são definidas pelo sistema que podem auxiliar na análise do estoque e em projetos de melhorias para gestão de estoques. Cada código de material é atribuído a um depósito específico através de uma análise técnica, dessa forma é possível classificar conforme abaixo.

T000 – Almoxarifado Geral

TIMP – Almoxarifado de Importação

TOBS – Almoxarifado Obsoleto

Tabela 6 - Itens por depósito

Depósito	n° de itens	Valor	Porcentagem acumulada
T000	3.245	R\$ 17.713.995,03	73%
TIMP	396	R\$ 4.631.186,26	19%
TOBS	54	R\$ 1.822.766,95	8%
Total	3.695	R\$ 24.167.948,24	100%

Fonte: Elaborado pela autora

A análise por depósito mostra que 7,5% do valor total são itens já estocados em almoxarifado de itens obsoletos, que serão encaminhados para leilão. Ao comparar os dados de movimentação de itens, percebe-se que a porcentagem de itens de baixo consumo é maior que os itens alocados no depósito para leilão. Assim é possível inferir que o estoque atual admite maiores reduções de itens, é indicado uma nova análise mais aprofundada desses itens para reduzir o volume de estoque sem movimentação.

Após a coleta de dados, algumas características de reposição dos itens foram levantadas para análise e proposição do método de reposição mais adequado. Os itens foram mapeados segundo sua demanda em três grandes grupos, sendo eles, itens de demanda suave e errática, intermitente e esporádica e itens classificados como sem movimentação. O período de consumo analisado para esta classificação abrange um total de 46 meses de consumo em atividade normal da planta. Obteve-se a partir dos dados o valor de IMD (intervalo médio entre demanda) para cada item, o valor obtido é calculado pela divisão do número de meses sem demanda pela quantidade de períodos sem demanda.

Tabela 7 - Classificação por tipo de demanda

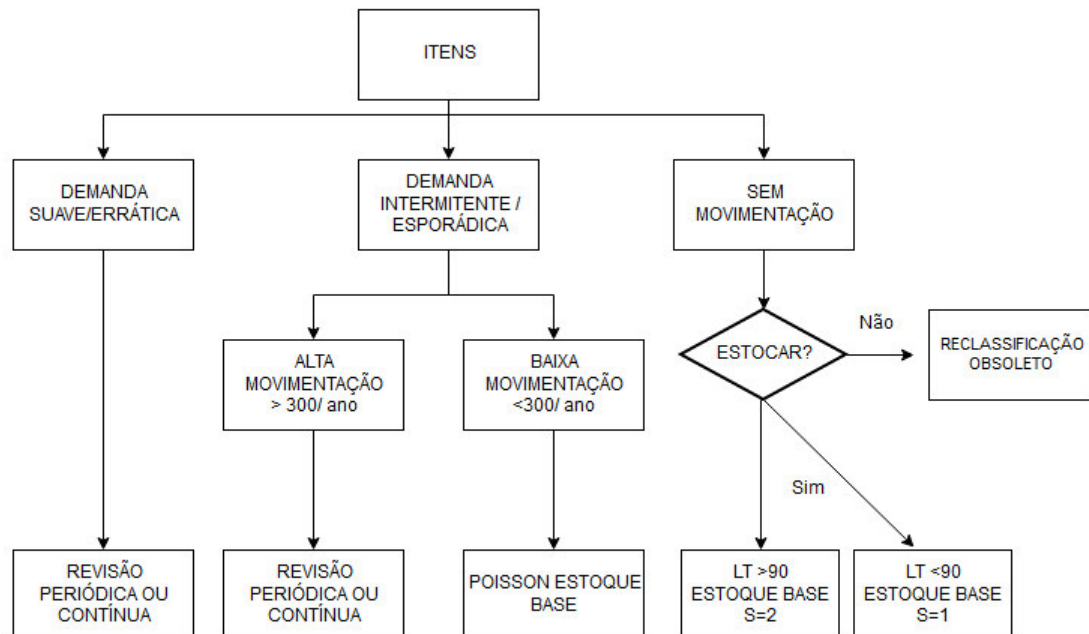
Classificação Demanda	Demanda	Nº itens	Valor
IMD<1,32	Suave Errática	1	R\$ 407,00
IMD>1,32 e IMD<36	Intermitente e Esporádica	3599	R\$ 22.167.301,01
IMD>36	Sem movimentação	95	R\$ 2.000.240,00

Fonte: Elaborado pela autora

A partir dos grupos bem definidos cada um será direcionado a um tipo de ação, percebe-se que a maior parte dos itens do estoque da fábrica possuem demanda intermitente e esporádica e serão esses itens que possuirão uma análise mais detalhada de qual o melhor método de reposição.

Figura 8 esquematiza o método de classificação dos itens de estoque para proposição de métodos de reposição.

Figura 8 - Processo de classificação dos itens



Fonte: Elaborado pela autora

4.4 METODOLOGIA DE ANÁLISE DOS MATERIAIS

Como mostrado na sessão anterior os itens foram analisados e classificados segundo seu tipo de demanda. A análise será feita por grupos de demanda e caso necessário o grupo será subdividido como mostrado na Figura 8.

O primeiro grupo será formado pelos itens classificados com demanda suave e errática de acordo com a classificação de Sintetos e Boylan (2001). Entre os dados extraídos do sistema da empresa apenas um item é classificado com esta demanda, totalizando apenas R\$ 406,85. Este item e itens futuros que tenham intervalos médios entre demandas (IMD) classificados de forma similar devem seguir modelos clássicos de revisão de estoque, uma vez que são materiais com frequência relativamente alta de consumo.

O segundo grupo obtido pela classificação de demanda, será constituído por itens com demanda intermitente e esporádica. Contabilizam um total de 3599 itens e somam R\$ 22.167.301,01 em valor de estoque. Esses itens apresentam maior variabilidade no padrão de consumo e em consequência disso tem-se pouca previsibilidade de consumo. Dentro desse grupo é possível ainda subdividir em itens de alto consumo (maior que 300 unidades por ano) e itens de baixo consumo (menor que 300 unidades por ano) dessa forma é possível ser mais assertivo ao propor um novo método de reposição para cada elemento da lista, Wanke (2012) sugere esses valores como parâmetro entre alto e baixo consumo. A base de dados analisada apresenta apenas itens de baixa movimentação, com itens que possuem no máximo consumo em torno de 200 itens no ano. Para esses itens será indicada uma política de gestão de estoque base, com a definição do parâmetro S, que define qual o ponto de pedido de novos itens determinado a partir da probabilidade de demanda durante o lead-time do item de acordo com uma distribuição de Poisson e do nível de serviço requerido de cada item.

O último grupo é formado por materiais classificados em itens sem movimentação, composto por 95 unidades que totalizam R\$ 2.000.240,38 e 17 diferentes códigos de materiais de estoque. Essa classificação agrupa itens que não possuíram consumo durante 36 meses no mínimo e materiais estocados em

depósito de itens obsoletos pois tais itens já passaram por análise prévia e o descarte foi a opção mais adequada para cada um. Dos 95 itens deste último grupo, 54 deles já estão classificados como obsoletos e os 41 restantes devem passar por uma análise de importância para averiguar se é necessário mantê-los em estoque. Caso seja definido que não é necessário manter o item em estoque o mesmo será enviado para o depósito (TOBS) para ser posteriormente leilado. Ou então, caso seja decidido manter em estoque, serão regidos por uma política de estoque base, com o ponto de reposição definido para 2 itens caso tenham *lead time* maior ou igual a 90 e para itens com *lead time* menor que 90 o ponto de pedido será fixado em 1.

5. MODELOS PARA ITENS ATIVOS ESTOCÁVEIS

O estoque presente na empresa passou por diversas análises a fim de selecionar o grupo mais representativo para propor uma mudança com grande impacto. Dessa forma foram selecionados 1394 códigos de estoque diferentes que representam 3695 itens presentes nos depósitos de empresa. Dentre esses itens foram divididos em 3 grupos, itens com demanda suave e errática, itens com demanda esporádica e intermitente e itens sem movimentação, analisando o período de dados de 46 meses.

Dentre os grupos o mais representativo é o grupo de demanda intermitente e esporádica de baixa movimentação, no caso o consumo anual é inferior a 200 unidades, o modelo selecionado para gerir o estoque desses itens é o de estoque base (S-1, S), onde S é o nível de estoque. Este parâmetro será calculado com base na probabilidade de Poisson, que representará as chances de demanda durante o período de *lead-time* com três níveis de serviço diferentes.

Inicialmente, foram definidos três níveis de serviço 95, 98 e 99,5%. A análise foi feita para todos itens variando nos três valores de nível de serviço, através da distribuição de Poisson, que é caracterizada por uma distribuição discreta, onde é possível calcular a probabilidade de ocorrência de um incidente com base na sua média histórica. Além de ser um método que considera a independência entre eventos, o consumo de um mês não afeta o consumo dos meses seguintes.

Para calcular o valor do parâmetro S foi necessário utilizar a fórmula da distribuição de Poisson para primeiramente calcular qual a probabilidade de haver demanda durante o *lead-time*.

$$P_x(t) = \frac{(\lambda * t)^x e^{-\lambda t}}{x!} \quad (5)$$

Onde:

x – Consumo de itens por intervalo de tempo (dias) cuja probabilidade se deseja estimar

t – intervalo de tempo a ser considerado, no caso será utilizado o *lead-time*

λ – taxa de consumo histórico por unidade de tempo (dia).

$P_x(t)$ – probabilidade de haver x solicitações durante o intervalo de tempo t (*lead-time*)

O parâmetro (S-1), o ponto de pedido, do estoque base será igual ao menor x cuja:

$$P_x(LT) \leq (1 - NS) \quad (6)$$

Onde:

LT – *Lead-time* do item

NS – Nível de serviço desejado

Para calcular o parâmetro S foram utilizadas fórmulas condicionais e filtros nas planilhas para mapear qual o menor valor (x) de consumo por intervalo de tempo que satisfaz a equação 6. O (S-1) calculado representa o ponto de pedido de novos itens enquanto que o valor (S) representa a quantidade que deve ser mantida em estoque depois que o primeiro item foi consumido para suprir o nível de serviço e a demanda do item durante *lead-time*. A partir do parâmetro S determina-se o ponto de pedido e o modelo de reposição de estoque para os itens classificados com demanda intermitente e esporádica de baixo consumo. A Tabela 8 mostra as quantidades de itens para cada parâmetro S calculado.

Tabela 8 - Parâmetro S para itens de baixo consumo

Parâmetro S	N° de Itens		
	NS - 95%	NS - 98%	NS - 99,5%
0	19	2	8
1	1052	740	2
2	215	458	736
3	60	106	458
4	21	46	104
5	15	19	44
6	5	13	19
7	2	4	11
8	3	2	5
9	0	3	1
10	2	1	5
Total	1394	1394	1393

Fonte: Elaborado pela autora

Para itens sem movimentação será adotado a política de estoque base com o parâmetro S igual a 1 ou 2 dependendo do *lead time*. Primeiramente os itens sem movimentação durante 36 meses no mínimo serão encaminhados para uma nova avaliação de necessidade de se manter tal item em estoque. Caso não seja necessário o item será encaminhado ao depósito de itens obsoletos e posteriormente encaminhado para leilão. Porém para itens que deverão ser estocados será atribuída uma política de estoque base dependendo do prazo de entrega.

- Itens necessários ao bom funcionamento da fábrica que possuem *lead time* maior que 90 dias seguirão com o parâmetro S=2.

- Itens necessários ao bom funcionamento da fábrica que possuem *lead time* menor que 90 dias seguirão com o parâmetro S=1.

Esses itens estão assumindo um valor de S pré-definido, uma vez que não possuem histórico de consumo nos últimos meses não é possível aplicar e calcular pelo método aplicado anteriormente.

Tabela 9 - Classificação Lead Time de Itens Sem Movimentação

Lead Time	Nº Itens
> 90 - S = 2	6
≤ 90 - S = 1	89

Fonte: Elaborado pela autora

O valor do estoque sem movimentação somado aos itens já destinados aos depósitos de itens obsoleto soma 2 milhões de reais, um valor relativamente alto que poderia estar sendo usado em melhorias em processos, desenvolvimentos de novas tecnologias ou até mesmo investido em aplicações que dessem retorno a empresa.

Tabela 10 - Valor do novo estoque base para itens sem movimentação

 Materiais	PrzEntrPre v.	Estoque total	Preço std	Preço std x Est total	Novo estoqu e Base S=1/S= 2	Preço std x Est total
45054059	110	1	R\$ 519,30	R\$ 519,30	2	R\$ 1.038,60
36054527	105	5	R\$ 2.459,52	R\$ 12.297,60	2	R\$ 4.919,04
42004299	88	1	R\$ 9.787,00	R\$ 9.787,00	1	R\$ 9.787,00
42001676	88	2	R\$ 15.819,33	R\$ 31.638,66	1	R\$ 15.819,33
38005671	80	1	R\$ 9.591,64	R\$ 9.591,64	1	R\$ 9.591,64
49065876	75	1	R\$ 6.370,00	R\$ 6.370,00	1	R\$ 6.370,00
51007024	68	3	R\$ 510.250,00	R\$ 1.530.750,00	1	R\$ 510.250,00
40052989	63	2	R\$ 130,00	R\$ 260,00	1	R\$ 130,00
38002467	60	1	R\$ 415,00	R\$ 415,00	1	R\$ 415,00
38002436	60	1	R\$ 14.012,52	R\$ 14.012,52	1	R\$ 14.012,52
39002965	55	2	R\$ 1.027,01	R\$ 2.054,02	1	R\$ 1.027,01
40018666	53	2	R\$ 5.296,72	R\$ 10.593,44	1	R\$ 5.296,72
50003578	50	1	R\$ 3.092,59	R\$ 3.092,59	1	R\$ 3.092,59
40020369	50	1	R\$ 19.259,28	R\$ 19.259,28	1	R\$ 19.259,28
40048854	50	1	R\$ 21.363,88	R\$ 21.363,88	1	R\$ 21.363,88

Materiais	PrzEntrPre v.	Estoque total	Preço std	Preço std x Est total	Novo estoqu e Base S=1/S= 2	Preço std x Est total
40048192	50	1	R\$ 697,35	R\$ 697,35	1	R\$ 697,35
			R\$			
40048424	50	1	53.123,79	R\$ 53.123,79	1	R\$ 53.123,79
			R\$			
40048425	50	1	128.230,93	R\$ 128.230,93	1	R\$ 128.230,93
43005636	49	1	R\$ 7.752,00	R\$ 7.752,00	1	R\$ 7.752,00
			R\$			
41018733	45	1	17.000,00	R\$ 17.000,00	1	R\$ 17.000,00
			R\$			R\$ 70.255,89
47006154	45	1	70.255,89	R\$ 70.255,89	1	
41009120	39	2	R\$ 115,79	R\$ 231,58	1	R\$ 115,79
55012375	39	18	R\$ 149,60	R\$ 2.692,80	1	R\$ 149,60
41007919	36	1	R\$ 354,52	R\$ 354,52	1	R\$ 354,52
55031099	35	30	R\$ 66,68	R\$ 2.000,46	1	R\$ 66,68
40019129	32	9	R\$ 67,90	R\$ 611,13	1	R\$ 67,90
			R\$			
49060935	30	2	21.000,00	R\$ 42.000,00	1	R\$ 21.000,00
39021941	22	2	R\$ 1.642,50	R\$ 3.285,00	1	R\$ 1.642,50
Total				R\$ 2.000.240,38		R\$ 922.829,57

Fonte: Elaborado pela autora

Ao aplicar o método, o volume de itens que serão mantidos em estoque pelo método do estoque base, fundamentado no histórico para definição do nível a ser

mantido, foi possível reduzir o valor alocado no estoque de itens sem movimentação para R\$ 919.850,75, reduzindo 50% do valor alocado em estoque. Como mostra a Tabela 10.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os modelos aplicados ao inventário de estoques da empresa podem trazer contribuições significativas a gestão de estoques. Ao adotar o modelo de estoque base para itens sem movimentação é possível chegar a uma redução de 50% do valor alocado em estoque, o que prova que o estoque atual admite melhorias e reduções de custo para a empresa. As reduções admitidas neste trabalho mostram que a atual gestão de estoques MRO é ineficiente às necessidades da empresa, se implementados os métodos sugeridos é possível atingir uma economia de aproximadamente R\$ 1 milhão.

Já para os itens de movimentação intermitente e esporádica o método de Poisson ajudou a mapear quais os valores a serem utilizados de estoque máximo de acordo com cada nível de serviço desejado, para o nível de serviço mais baixo considerado neste trabalho que foi de 95% a redução no valor do estoque é de 13%, porém para níveis superiores de 98% e 99,5% o valor de estoque aumentaria em 10% e 72% respectivamente, portanto tais mudanças deveriam ser analisadas de acordo com os interesse e estratégia da empresa.

A utilização de novos métodos caso implementada deve ser acompanhada periodicamente com parâmetros de nível de serviço e risco bem definidos para que os itens estoques atendam perfeitamente as necessidades de produção. É necessário o acompanhamento periódico visando novas calibrações do modelo, e atualizações de novos dados de *lead time*, valor do material e verificação do histórico de consumo para que possa calcular de forma dinâmica a fórmula de Poisson e em consequência os parâmetros para cada método.

O estudo da gestão de estoques, em especial estoques MRO, continua a ser um tema de bastante relevância atual e pode gerar diversas ferramentas importantes na redução de custos para as empresas. Em conclusão, o presente estudo pode fornecer grandes vantagens não só para a empresa estudada mas também para inúmeras empresas que procuram formas de ampliar sua eficiência e reduzir gastos para se tornar mais competitivas no mercado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AROZO, R. Artigos CEL : Monitoramento de desempenho na gestão de estoque p. 1–8, 2006.

BAILEY, G. J.; HELMS, M. M. MRO inventory reduction-challenges and management: a case study of the Tennessee Valley Authority. **Production Planning and Control**, 2007.

BALLOU, R. H. **Business Logistics Management: planning, organizing and controlling the supply chain**. 4 ed. New Jersey. Prentice Hall, 1998.

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

BOWERSOX, D. C. **Logística Empresarial: o processo de integração da cadeia de suprimento**. Atlas. São Paulo, 2009.

CHOPRA, Sunil; MEINDL, Peter. **Gestão da cadeia de suprimentos: estratégia, planejamento e operações**. 6. ed. São Paulo: Person, 2016. 521 p.

ELIAS, P. D.; ARRUDA, E. F. de; FILHO, V. J. M. F. GESTÃO DE ESTOQUES DE PEÇAS DE REPOSIÇÃO DE BAIXO GIRO Paula. **Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional**, n. 45, p. 1618–1629, 2013.

FREITAS, R. P. **Controle de estoque de peças de reposição: revisão da literatura e um estudo de caso**. 2008. 10f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Produção, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.

GASNIER, D. G. **A dinâmica dos estoques: guia prático para planejamento,**

gestão de materiais e logística. IMAM ed. 2005.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** São Paulo: Atlas, 2008.

KENNEDY, W. J. An overview of recent literature on spare parts inventories. **International Journal of Production Economics**, p. 76, 2002.

KING, P. L. Crack the Code: Understanding safety stock and mastering its equations. **APICS Magazine**, n. August, p. 33–36, 2011.

LIMA, M. C. Estratégias De Estoque De Peças De Reposição : Um Estudo De Caso De Um Osrv. 2017. 79f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Petróleo, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2017.

LUSTOSA, L. J.; MESQUITA, M. A.; QUELHAS, O. L.; OLIVEIRA, R. J. **Planejamento e Controle da Produção.** São Paulo: Elsevier, 2008.

MACHLINE, C. 5 . Sistema de revisão periódica; Claude Machline *. **Rev.Adm.Emp.**, 1981.

MAKRIDAKIS, S.G.; WHEELWRIGHT, S.C.; HYNDMAN, R.J. **Forecasting: methods and applications.** 3 ed. [S.l.]: Wiley, 1998a.

MIGUEL, P. A. C. **METODOLOGIA DE PESQUISA EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E GESTÃO DE OPERAÇÕES.** 2ª Edição ed. 2012.

MONKS, J. G. **Administração da Produção.** São Paulo, 1989.

MOREIRA, D. **Administração da Produção e Operações.** Pioneira 2ª ed. 1996.

MORETTIN, P.A.; TOLOI, C.M. **Análise de Séries Temporais.** São Paulo, Blucher,

2006.

MOURA, C. E. de. **Gestão de Estoques: Ação e monitoramento na cadeia de logística integrada**. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna Ltda., 2004.

NOVAES, M.L.O. **Modelo de previsão de demandas e redução de custos da farmácia hospitalar**. 214 f. Dissertação (Mestrado em Administração e Desenvolvimento Empresarial) - UNESA, Universidade Estácio de Sá, Rio de Janeiro, 2007.

PAOLESCI, B. **Almoxarifado e gestão de estoques**. 2. Ed. São Paulo: Érica, 2013.

SCHRAMM, W. **Notes on case studies of instructional media projects**. Stanford Univ., Calif. Inst. for Communication Research. 1971.

SLACK, NIGEL. CHAMBERS, S. **Administração da Produção**. São Paulo, 2009.

SLEPTCHENKO, A. Using repair priorities to reduce stock investment in spare part networks. **European Journal os Operational Research**, 2005.

SZABO, V. et al; **Gestão de Estoques**. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2015.

VAZ, F. O. **Gestão de estoques, armazenagem e movimentação**. 22. Ed. Maringá: Centro universitário de Maringá. Núcleo de Educação a Distância, 2014.

WANKE, P. **Gestão de Estoques na Cadeia de Suprimento: decisões e modelos quantitativos**. 3ª ed. São Paulo: Editora Atlas S.A., 2011.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 2ª ed. Porto Alegre, 2001.