

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

MARLUCI PEREIRA CARDOSO

**PROPOSTA DE GESTÃO DE ESTOQUES DE FIOS ESMALTADOS DE COBRE E
ALUMÍNIO PARA TRANSFORMADORES**

JANDAIA DO SUL

2019

MARLUCI PEREIRA CARDOSO

**PROPOSTA DE GESTÃO DE ESTOQUES DE FIOS ESMALTADOS DE COBRE E
ALUMÍNIO PARA TRANSFORMADORES**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Graduação em Engenharia de Produção, Campus de Jandaia do Sul, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Dr. André Luiz Gazoli de Oliveira

JANDAIA DO SUL

2019

C268p Cardoso, Marlucci Pereira
Proposta de gestão de estoques de fios esmaltados de cobre e alumínio para transformadores. / Marlucci Pereira Cardoso. – Jandaia do Sul, 2019. 73 f.

Orientador: Prof. Dr. André Luiz Gazoli de Oliveira
Trabalho de Conclusão do Curso (graduação) – Universidade Federal do Paraná. Campus Jandaia do Sul. Graduação em Engenharia de Produção.

1. Estoques. 2. Gestão de estoques. 3. *Design Science Research*. I. Oliveira, André Luiz Gazoli de. II. Título. III. Universidade Federal do Paraná.

CDD: 658.5



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

PARECER Nº 030 MARLUCCI PEREIRA CARDOSO/2019/UFPR/R/JA/CCEP
PROCESSO Nº 23075.079917/2019-87
INTERESSADO: MARLUCCI PEREIRA CARDOSO

TERMO DE APROVAÇÃO DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Título: PROPOSTA DE GESTÃO DE ESTOQUES DE FIOS ESMALTADOS DE COBRE E ALUMÍNIO PARA TRANSFORMADORES

Autor(a): MARLUCCI PEREIRA CARDOSO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial para a obtenção do grau no curso de Engenharia de Produção, aprovado pela seguinte banca examinadora.

André Luiz Gazoli de Oliveira (Orientador)

Rafael Germano Dal Molin Filho

Giancarlo Alfonso Lovon Canchumani



Documento assinado eletronicamente por **ANDRE LUIZ GAZOLI DE OLIVEIRA, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 16/12/2019, às 17:25, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



Documento assinado eletronicamente por **RAFAEL GERMANO DAL MOLIN FILHO, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 16/12/2019, às 17:52, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



Documento assinado eletronicamente por **GIANCARLO ALFONSO LOVON CANCHUMANI, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 16/12/2019, às 23:41, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



A autenticidade do documento pode ser conferida [aqui](#) informando o código verificador **2387814** e o código CRC **A7BEC217**.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus, que se fez presente durante esses anos me dando força, saúde para encarar esse grande desafio.

Aos meus Pais, Mauro e Margarida, em que nenhum segundo desistiram de mim e mesmo de forma simplória, me deram forças para nunca desistir, espero que cada suor derramado de seus rostos tenham sido compensado com minha dedicação e garra, obrigada pelos abraços, beijos e as lágrimas que juntos derramamos para que esse sonho se concretizasse.

Às minhas irmãs, Tairine e Edilaine, as quais sempre foram minhas inspirações e por muitas vezes ouviram minhas lamentações e tentaram me motivar de alguma maneira. Aos Familiares que sempre acreditaram na minha vitória.

Aos meus amigos, que é impossível escrever o nome de cada um aqui, obrigada pelo ombro oferecido pra eu chorar, pelas palavras de motivação na hora do desânimo, pela parceria de noites em claro que passamos estudando para provas do próximo dia, pelas inúmeras idas ao bar após aquela prova cascuda ou aquela nota menor que 4 no edital. A confiança que cada um depositou em mim foi extremamente importante para que eu encontrasse força e continuasse até o fim.

Aos servidores e colegas de campus, que todos os dias as 15:00h me esperavam para contribuir com meu honorário mensal comprando aquele lanche ou aquele docinho saboroso. Vocês também tiveram enorme contribuição nesses anos.

Aos mestres, que acreditavam mais em mim do que eu mesma, e depositaram confiança no meu sucesso, eu realmente não teria conseguido sem esse apoio que tive durante esses 6 longos anos, sempre serão minha inspiração de vida.

Ao meu orientador, André Gazoli, que puxou minha orelha e me deu várias sacudidas para que esse agradecimento fosse escrito, tens minha eterna admiração e respeito.

A todos aqueles, que tiveram paciência comigo e de alguma maneira, direta ou indiretamente contribuíram ou apenas torceram por mim, o meu muito obrigado.

RESUMO

Este trabalho está voltado à gestão de estoques, onde a pesquisa teórica está embasada nas práticas de dimensionamento de estoques. Serão abordados os estoques de fios esmaltados que são utilizados em fábrica de transformadores, possuindo oscilação de consumo, no qual ocasiona falta no processo produtivo. Esta pesquisa apresenta uma análise sobre os modelos de dimensionamento de estoques, para sugerir o que melhor se enquadra nos estoques de fios esmaltados em uma fábrica de transformadores. A pesquisa se baseou em uma revisão bibliográfica de gestão de estoques e utilizou o método de pesquisa *Design Science Research* (DSR), que é um conjunto de etapas reconhecidos pela comunidade acadêmica utilizados para a construção do conhecimento científico, que tem como base consolidar conhecimentos sobre o projeto e desenvolvimento de soluções para melhorar sistemas existentes, resolver problemas e criar artefatos, que são indícios de pontos de melhoria. Para um melhor entendimento da questão proposta, apresenta-se na parte teórica a gestão de estoques e os sistemas de gestão de estoques, com comparação de seus pontos positivos e negativos. Com o amparo da metodologia DSR, foram escolhidos os modelos de gestão de estoque que melhor se enquadraram para o seu dimensionamento, onde chegou-se a valores de estoques, que proporcionam mais segurança à empresa.

Palavras-chave: Estoques. Gestão de Estoques. *Design Science Research*

ABSTRACT

This work is focused on inventory management, where theoretical research is based on inventory sizing practices. The stocks of enameled wires that are used in transformers factory will be addressed, having consumption oscillation, which causes lack in the production process. This research presents an analysis of inventory sizing models to suggest what best fits the enameled wire inventories in a transformer factory. The research was based on a literature review of inventory management and used the Design Science Research (DSR) research method, which is a set of steps recognized by the academic community used to build scientific knowledge, which is based on consolidating knowledge about the design and development of solutions to improve existing systems, solve problems and create artifacts, which are signs of improvement points. For a better understanding of the proposed question, the theoretical part presents inventory management and inventory management systems, comparing their positive and negative points. With the support of the DSR methodology, we chose the inventory management models that best fit for its sizing, where it came to inventory values, which provide more security to the company.

Keywords: *Stocks. Inventory Management. Design Science Research*

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: ESTRUTURA DO TRABALHO	15
FIGURA 2: DECISÕES SOBRE POLÍTICA DE ESTOQUES.....	18
FIGURA 3: ESQUEMA DE MRP	32
FIGURA 4: MAPEAMENTO DO DESIGN SCIENCE RESEARCH.....	34
FIGURA 5: PROCESSO DO DESIGN RESEARCH.....	35

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1: CONCEITOS REFERENTES AOS SISTEMAS DE REPOSIÇÃO DE ESTOQUES	21
QUADRO 2: PRINCIPAIS ELEMENTOS QUE COMPÕEM A DESIGN SCIENCE RESEARCH	36
QUADRO 3: EXEMPLOS DE CLASSES DE PROBLEMAS E ARTEFATOS.....	40
QUADRO 4: COMPARATIVO ENTRE DSR, ESTUDO DE CASO E PESQUISA-AÇÃO	42
QUADRO 5: MÉTODOS E TÉCNICAS PARA AVALIAÇÃO DOS ARTEFATOS	43
QUADRO 6 - COMPARATIVO DE GESTÃO DE ESTOQUE.....	48
QUADRO 7: RESUMO DOS ARTEFATOS APRESENTADOS NA PARTE TEÓRICA	51
QUADRO 8: MEMÓRIA DE CÁLCULOS DO ESTOQUE	64

LISTA DE TABELAS

TABELA 1: TABELA ESTATÍSTICA DE NÍVEL DE SERVIÇO.....	25
TABELA 2: DEFINIÇÃO DE ESTOQUES ATUAL DA EMPRESA	50
TABELA 3: DEMANDA DE FIOS ESMALTADOS EM KG DE JANEIRO A SETEMBRO DE 2019	53
TABELA 4: CONSUMO MÉDIO EM KG DE FIOS ESMALTADOS DE JANEIRO A SETEMBRO DE 2019	54
TABELA 5: CÁLCULO DO DESVIO PADRÃO FIO 09 DE ALUMÍNIO.....	62
TABELA 6: CÁLCULO DO DESVIO PADRÃO FIO DE 10 ALUMÍNIO.....	62
TABELA 7: CÁLCULO DO DESVIO PADRÃO FIO 07 DE ALUMÍNIO.....	63

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1: CLASSIFICAÇÃO ABC DA DEMANDA MÉDIA DE FIO ESMALTADO DE JANEIRO A SETEMBRO DE 2019	55
GRÁFICO 2: DEMANDA DE FIO ESMALTADO 09 DE ALUMÍNIO DE JANEIRO A SETEMBRO DE 2019	59
GRÁFICO 3: DEMANDA DE FIO ESMALTADO 10 DE ALUMÍNIO DE JANEIRO A SETEMBRO DE 2019	60
GRÁFICO 4: DEMANDA DE FIO ESMALTADO 07 DE ALUMÍNIO DE JANEIRO A SETEMBRO DE 2019	61

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 OBJETIVOS	13
1.1.1 Objetivo Geral	13
1.1.2 Objetivos Específicos	13
1.2 JUSTIFICATIVA	14
1.3 ESTRUTURA DO TCC	14
2 REVISÃO DE LITERATURA	16
2.1 GESTÃO DE ESTOQUES	16
2.2 SISTEMAS DE GESTÃO DE ESTOQUES	17
2.2.1 Sistemas de reposição de estoques contínuos e periódicos	19
2.2.1.1 Tempo de reposição	22
2.2.1.2 Lote de compra/ lote econômico.....	22
2.2.1.3 Ponto de pedido	23
2.2.1.4 Estoque mínimo ou de segurança	24
2.2.1.5 Estoque máximo	26
2.2.1.6 Ruptura de pedido	26
2.2.2 Sistema de Controle Agregado de Estoques	26
2.2.2.1 Giro de estoques	27
2.2.2.2 Classificação ABC	27
2.2.2.3 Agregação de riscos	28
2.2.2.4 Regra da raiz quadrada	29
2.2.2.5 Limite do total de investimentos	29
2.2.3 Sistema de Controle de estoques Empurrados	30
2.2.4 Sistema de Controle de estoques Puxados	30
2.2.5 Sistema MRP	31
2.2.6 Just in Time/Kanban	32
2.3 <i>DESIGN SCIENCE RESEARCH</i>	33
2.3.1 Identificação do Problema	37
2.3.2 Conscientização do problema	38
2.3.3 Revisão sistemática de literatura	38
2.3.4 Identificação de Artefatos e Configuração das Classes de Problemas	39
2.3.5 Proposição de Artefatos para Resolver o Problema Específico	41
2.3.6 Projeto do Artefato Selecionado	41
2.3.7 Desenvolvimento do Artefato	42

2.3.8 Avaliação do Artefato.....	43
2.3.9 Explicitação das aprendizagens	44
2.3.10 Conclusões	44
2.3.11 Generalização para uma classe de problemas	44
2.3.12 Comunicação dos resultados	45
3 METODOLOGIA DE PESQUISA.....	46
4 GESTÃO DE ESTOQUES DE FIOS ESMALTADOS	47
4.1 COMPARATIVO DOS SISTEMAS DE GESTÃO DE ESTOQUE.....	47
4.2 CONSCIENTIZAÇÃO DO PROBLEMA	49
4.3 SUGESTÃO (DEFINIÇÃO DOS OBJETIVOS PARA SOLUÇÃO)	51
4.4 DESENVOLVIMENTO	52
4.4.1 Levantamento de informações.....	52
4.4.2 Artefatos escolhidos	55
4.4.2.1 Classificação ABC	55
4.4.2.2 Tempo de reposição	56
4.4.2.3 Estoque de segurança.....	56
4.4.2.4 Fator de segurança	57
4.4.2.5 Cálculo do estoque segurança	58
4.5 AVALIAÇÃO.....	65
4.6 CONCLUSÃO DA APLICAÇÃO DO MÉTODO	66
REFERÊNCIAS.....	70

1 INTRODUÇÃO

A gestão de estoque é um importante fator de competitividade para as empresas, pois impacta diretamente na melhoria da produtividade. A produtividade é uma preocupação global, e no âmbito nacional, de acordo com a Confederação Nacional da Indústria (2009), em sua publicação do Mapa Estratégico da Indústria 2018-2022, o Brasil tem feito menos do que pode e de que precisa.

A indústria mundial está em processo acelerado, como a implantação de novas tecnologias e Internet das Coisas, possibilitando-se ganhos de grande significância de produtividade. Neste contexto, o Brasil vem sucessivamente perdendo posições no *ranking* global de competitividade, sendo 72º em 2008, estando em 80º lugar em 2018 (CNI, 2018). Vale frisar que existem outros fatores que podem melhorar a produtividade/competitividade, como a redução da capacidade ociosa das plantas industriais.

Para a melhoria da produtividade, a gestão é de fundamental importância, levando em conta a melhor utilização dos recursos disponíveis, considerando tecnologia, inovação e capacitação dos colaboradores (capital humano). Nesta visão de melhor gestão, em que se tomam várias decisões estratégicas, pode-se destacar a melhor forma de administrar o estoque ideal para que a empresa não tenha problemas de suprimentos, e que não tenha valor financeiro envolvido, a ponto de prejudicar o fluxo de caixa.

A gestão de estoques pode estar relacionada também com a produtividade, uma vez que, a sincronização com a fabricação faz a diferença. Paradas por falta de material ocasionam transtornos que resultam em morosidade e perdas no processo de manufatura. Já o excesso de estoque faz com que haja capital parado, colocando em risco a liquidez da empresa.

Sabe-se que é consenso entre os autores especializados Chiavenato (2005), Martins e Alt (2009) e Moreira (2012) em gestão de estoques que o seu correto dimensionamento, é fator diferencial nos resultados de uma empresa. Na gestão de estoque, as empresas possuem a missão de identificar quais materiais merecem atenção especial, por possuírem maior valor agregado, e que também podem representar os maiores valores financeiros, sabendo-se que podem comprometer a saúde financeira de uma empresa.

Este trabalho desenvolveu uma proposta para gestão de estoques de fios esmaltados de cobre e alumínio. Estas matérias-primas possuem custo significativo de capital investido na fábrica de transformadores, com representação de até 10% do custo direto de alguns transformadores.

Esta gestão implica em determinar a quantidade de estoque necessária para a compra de fios esmaltados, levando em conta a sua reposição, quantidade mínima que pode ser comprada e armazenada, e ainda o tamanho do estoque de segurança.

A metodologia a ser utilizada para esta pesquisa acadêmica está baseada na *Design Science Research*, que tem como conceito consolidar conhecimentos sobre o projeto e desenvolvimento de soluções para melhorar sistemas existentes, resolver problemas e criar artefatos (algo construído pelo homem: interface entre o ambiente interno e o ambiente externo de um determinado sistema).

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Propor um sistema de gestão de estoques para os fios esmaltados de cobre e alumínio.

1.1.2 Objetivos Específicos

- a) Apresentar um estudo teórico sobre os principais conceitos de gestão de estoques.
- b) Comparar os modelos de gestão de estoque, com suas limitações e vantagens.
- c) Elaborar uma proposta de um sistema de gestão de estoques para Fios Esmaltados de uma empresa de transformadores.

1.2 JUSTIFICATIVA

Do ponto de vista acadêmico, essa pesquisa se justifica devido a oportunidade de conhecer as vertentes e evoluções da administração, observados na literatura, tais como Dresch, Lacerda e Antunes (2015) e Martins e Alt (2009) com a metodologia de pesquisa *Design Science Research* (DSR). E verificar como a DSR pode auxiliar na gestão de estoques, apresentando o resultado de um modelo escolhido por meio de comparação, observando-se as vantagens deste modelo, para os resultados pretendidos. Também poder contribuir com mais uma base para pesquisas futuras, evidenciando na prática, os pensamentos teóricos.

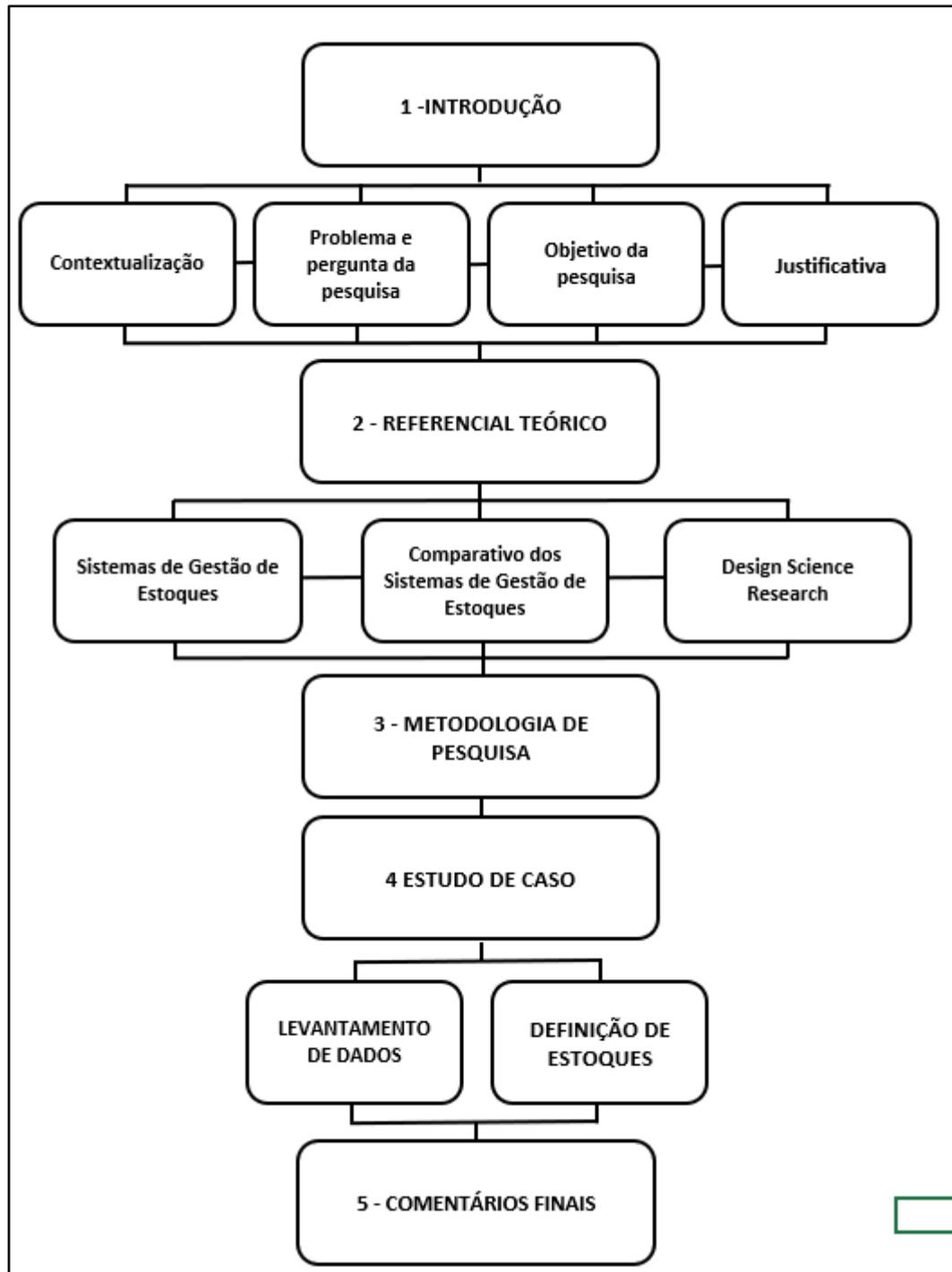
Já para a empresa, um dos fatores que influencia a saúde financeira é volume de estoque. Portanto, é necessário observar o capital investido sem retorno imediato. Desta forma é relevante um estudo sobre Gestão de Estoque, principalmente sobre itens de elevado valor agregado, que no caso proposto, trata-se do fio esmaltado de alumínio e cobre, sendo considerado estratégico.

Assim a gestão de estoques, com a perspectiva de comprometer o menor capital é um ajuste consensual para implantação de métodos para auxílio na tomada de decisão.

1.3 ESTRUTURA DO TCC

Esta pesquisa será estruturada em cinco seções, onde na primeira apresenta-se a introdução contextualizando o trabalho, com base nos objetivos, problema proposto e relevância do estudo. A segunda seção é específica sobre Gestão de Estoques e a terceira adentra-se na metodologia de pesquisa proposta que é a *Design Science Research*. Na quarta seção, por meio de estudo de caso, são apresentados os artefatos escolhidos para se chegar nos objetivos propostos. E por fim os comentários finais.

FIGURA 1: ESTRUTURA DO TRABALHO



Fonte: A autora (2019).

2 REVISÃO DE LITERATURA

O referencial teórico terá três subseções, com destaque para a gestão de estoques, o método *Design Science Research*, e sua contribuição como metodologia de resolução de problemas, para a gestão de estoques.

Na sequência é apontada a proposta de utilização prática do *Design Science Research*, considerando o problema de dimensionamento ideal de estoque estratégico. E em seguida os resultados das melhorias propostas, com o dimensionamento do estoque estratégico e sua implementação. Sendo a quinta seção a conclusão dos estudos propostos.

2.1 GESTÃO DE ESTOQUES

Conforme Ayres (2009) desde os primórdios da humanidade existe o registro da preocupação de diferentes povos com o dimensionamento, a formação e preservação de estoques. Esta preservação, poderia ser para garantir a alimentação por certo período, ou como forma de acumular recursos utilizados em combates, ou ainda, para enfrentar períodos de escassez. Devido à sua importância, nas organizações surgiu a necessidade crescente de melhorarem seus padrões de desempenho e competitividade, com o auxílio da Gestão de Estoques.

De acordo com Martins e Alt (2009) a gestão de estoque refere-se a uma série de ações que viabilizam ao administrador verificar se os estoques estão sendo utilizados de maneira correta, se estão bem localizados em relação aos setores que deles se utilizam, assim como, se também estão sendo bem manuseados e controlados.

Para Dias (2010) a gestão de estoque é ponderar as ações da área de Vendas com seu *feedback*, ajustando-se ao planejamento e programação da produção. Tem como missão minimizar o capital investido em estoques, sendo dos estoques de alto custo, que aumenta de acordo com o custo financeiro. Contudo, sem estoque é impossível uma empresa trabalhar, pois funciona como amortecedor entre os vários estágios da produção até a venda final do produto.

Viana (2006) enfatiza que o objetivo fundamental da gestão de estoques é determinar quando e quando adquirir, para repor o estoque, o que determina que a

estratégia do abastecimento sempre é acionada pelo usuário, pois como consumidor, detona o processo. Atingir o equilíbrio ideal entre estoque e consumo é a meta principal, onde a gestão se inter-relaciona com as outras atividades afins

2.2 SISTEMAS DE GESTÃO DE ESTOQUES

Quando se fala em sistemas de gestão de estoque Ballou (2006) faz considerações de que estoques são acumulações de matérias primas, suprimentos, componentes, materiais que estão no processo de fabricação e, por último, produtos acabados. Os estoques representam custos para a empresa, e que podem representar de 20 a 40% do seu valor por ano. Portanto, administrar o nível de estoques, é uma meta constante dos gestores, por ser economicamente muito importante para a saúde financeira das empresas em geral.

Ballou (2006, p. 271) destaca que:

“Ainda que muitos avanços tenham sido concretizados com vistas a reduzir os estoques pela adoção de práticas *just-in-time*, de compressão dos prazos, de resposta rápida e de cooperação mútua ao longo do canal de abastecimento, o investimento anual em estoque de fabricantes, varejistas e atacadistas – cujas vendas representam cerca de 99% do Produto Nacional Bruto – representa cerca de 12% do produto interno bruto dos EUA”.

Para Bowersox *et al.* (2014) as decisões tomadas em relação as estratégias de estoques são importantes, e podem comprometer a cadeia de suprimentos. Há de ser considerado que sem a quantidade adequada de estoque, faz com que haja risco de perda de venda e de insatisfação do cliente.

A figura dois ilustra as decisões sobre política de estoques:

FIGURA 2: DECISÕES SOBRE POLÍTICA DE ESTOQUES



Fonte: Ballou (2006, p. 271).

As decisões sobre política de estoques conforme a figura dois está centrada nos objetivos de serviço ao cliente, onde influencia a estratégias de estocagem, localização e de transporte. No sentido de melhorar os serviços ao cliente, Ballou (2006) destaca que os sistemas operacionais podem não ser projetados para reagir instantaneamente às solicitações dos clientes. Os estoques proporcionam um nível de disponibilidade de produtos ou serviços, que podem satisfazer às necessidades dos clientes.

Chopra (2016) discorre que para as incertezas na cadeia de suprimentos, e evitar riscos de perda de venda e a possível insatisfação do cliente, pode-se dimensionar o estoque de segurança, que é uma maneira de satisfazer uma demanda que ultrapassa a quantidade prevista para determinado período. O estoque de segurança existe para combater incertezas de demanda.

Vieira (2009) complementa, mencionando que administrar estoques é uma atividade cada vez mais complexa, e dentre as situações que colaboram para esta complexidade, pode-se citar produtos com processos de customização elevados, produtos com ciclo de vida curto, que se tornam rapidamente obsoletos, a grande diversificação dos produtos, e ainda as grandes flutuações de demanda.

Chiavenato (2005) destaca que estoques é a composição dos materiais que não são utilizados em determinado momento, mas que existem em função de futuras necessidades. Segundo Chiavenato (2005, p. 136):

“Estocar significa guardar algo para utilização futura. Se essa utilização for muito remota no tempo, a sua guarda se torna prolongada: ocupa espaço alugado ou comprado, requer pessoal adicional, significa capital empatado, exigindo seguro contra incêndio ou roubo etc. Isso significa que ter estoque é ter despesas de estocagem. Se, contudo, essa utilização for imediata, pode não haver tempo suficiente para estocar, havendo risco de paralisação da empresa por qualquer atraso de fornecimento. Essas duas situações extremas – estoque demasiado e por longo tempo ou estoque insuficiente e atrasado são indesejáveis e devem ser evitadas”.

De acordo com Martins e Alt (2009) os estoques funcionam como reguladores do fluxo de negócios. Os autores esclarecem que como a velocidade com que as mercadorias são recebidas, considerando as unidades recebidas por unidade de tempo ou entradas, são usualmente diferentes da velocidade com que são utilizadas, ou seja, unidades consumidas por unidade de tempo ou saídas, existe a necessidade de um estoque, funcionando como regulador desta diferença.

Na descrição de Dias (2010) toda a gestão de estoques está pautada na previsão do consumo do material. A previsão de consumo ou da demanda estabelece estimativas futuras dos produtos acabados comercializados e vendidos. Desta forma, é estabelecido quais produtos, quanto desses produtos e quando serão comprados pelos clientes. A previsão possui algumas características, tais como ser o ponto de partida de todo o planejamento empresarial, não ser uma meta de vendas e sua previsão deve ser compatível com o custo de obtê-la.

2.2.1 Sistemas de reposição de estoques contínuos e periódicos

Conforme Fenili (2015) existem dois sistemas principais de reposição de estoques, que são o periódico e o contínuo. Estes sistemas possuem a característica básica de forma que o sistema de reposição periódica está relacionado a modelo de estoque máximo e modelo de intervalo padrão. Assim, os pedidos para reposição de estoques são feitos periodicamente. A quantidade comprada, somada com a existente em estoque, deve ser suficiente para atender o consumo até a chegada da encomenda seguinte.

No Sistema das revisões periódicas ou reposição periódica, Martins e Alt (2009) argumentam que depois de decorrido um intervalo de tempo preestabelecido, um novo pedido de compra para um certo item de estoque é emitido. Para determinar quanto deve ser comprado no dia da emissão do pedido, verifica-se a quantidade ainda disponível em estoque, comprando-se o que falta para atingir um estoque máximo, que será previamente determinado.

De acordo com Bowersox *et al.* (2014) o controle de estoque periódico verifica a situação do estoque de um item em intervalos de tempo regulares, podendo ser semanal ou mensal. Na análise periódica, o ponto de reposição deve ser regulado para considerar os intervalos entre as análises. A fórmula de cálculo do ponto de reposição desta análise é:

$$ROP = D \left(T + \frac{P}{2} \right) + SS \quad (1)$$

Em que:

ROP = ponto de reposição

D = média de demanda diária

T = duração média do ciclo de atividades

P = intervalo de tempo entre as análises em dias

SS = estoque de segurança

Bowersox *et al.* (2014) complementam discorrendo que devido ao intervalo de tempo introduzido pela análise periódica, os sistemas de controle periódico exigem estoques médios maiores do que o sistema contínuo.

Já o sistema de reposição contínua, está relacionado ao modelo de máximo e mínimos, onde sempre que o estoque atingir uma determinada quantidade, um novo pedido de compra é emitido. Tal quantidade é denominada de ponto de pedido ou ponto de ressuprimento (FENILI, 2015).

QUADRO 1: CONCEITOS REFERENTES AOS SISTEMAS DE REPOSIÇÃO DE ESTOQUES

CONCEITO	DEFINIÇÃO
Tempo de Reposição (TR)	É o intervalo de tempo entre a emissão do pedido e a chegada do material no almoxarifado. É também conhecido como lead time. = Δt (processamento da licitação/compra direta + tarefas do fornecedor + recebimento).
Lote de compra (LC)	Quantidade do item de material especificada no pedido de compras.
Ponto de pedido (PP)	É a quantidade de um determinado produto em estoque que, sempre que atingida, deve provocar um novo pedido de compra. Esta quantidade garante a continuidade do processo produtivo até que chegue o lote de compra (durante o tempo de reposição). O ponto de pedido é inerente ao sistema de reposição contínua. $PP = (C \times TR) + ES$, onde C = consumo médio do item TR = tempo de reposição ES = estoque mínimo ou de segurança
Estoque mínimo ou de segurança (ES)	É um estoque “adicional”, capaz de cobrir eventuais situações imprevisíveis, tais como: - atrasos no tempo de reposição; - cancelamento do pedido de compra (por diversos motivos); - aumento imprevisto no consumo; - rejeição dos itens comprados quando do recebimento (por exemplo, por inconformidade com as especificações, - etc.
Estoque máximo (Emáx)	É o máximo de itens em almoxarifado. No sistema de reposição contínua, é igual à soma do estoque de segurança com o lote de compra. $Emáx = ES + LC$
Ruptura de estoque	É a situação na qual há a impossibilidade de atendimento a uma necessidade de demanda, por insuficiência de estoque. Da ruptura de estoque advém os custos de falta de estoque.

Fonte: Fenili (2015, p. 50).

O quadro 1 ilustra na visão de Fenili (2015) os conceitos que embasam os sistemas de reposição de estoques, contemplando tempo de reposição, lote de compra, ponto de pedido, estoque máximo e ruptura de estoque.

Conforme Fenili (2015) o sistema da reposição contínua, também chamado de ponto de pedido ou lote padrão é o mais popular método utilizado nas fábricas e consiste em disparar o processo de compra quando o estoque de um certo item atinge um nível previamente determinado.

Slack *et al.* (2006) no entanto ponderam que a abordagem para a tomada de decisão de reabastecimento contínua tem como virtude de que apesar de o ritmo de pedidos poder ser irregular (dependendo da variação na taxa de demanda), o tamanho do pedido é constante e pode ser estabelecido no lote econômico de compra ótima. Mas checar continuamente os níveis de estoques pode consumir muito tempo, especialmente quando há muitas retiradas de estoque comparadas com o nível médio de estoque.

2.2.1.1 Tempo de reposição

Conforme Fenili (2015) o tempo de ressuprimento ou de reposição, é o tempo de contagem que ocorre entre o instante que o estoque atinge um nível denominado ponto de pedido até a chegada do material. Deve-se considerar que durante o tempo de ressuprimento, continua a ocorrer o consumo. O sistema de reposição contínua é concebido de forma que, quando seria necessário fazer uso do estoque de segurança, o lote de compra é entregue, evitando o consumo do estoque deste estoque mínimo.

Para Dias (2010) o tempo de reposição é uma das informações básicas de que se necessita para calcular o estoque mínimo. Trata-se do tempo gasto desde a verificação de que o estoque precisa de ser repostado até a chegada efetiva do material no almoxarifado da empresa. Pode-se dividir o tempo de reposição em três partes:

- a) Emissão do pedido: tempo que leva desde a emissão do pedido de compra até ele chegar ao fornecedor;
- b) Preparação do pedido: tempo que leva desde o fornecedor fabricar os produtos, separar os produtos, emitir faturamento até deixá-los em condições de serem transportados;
- c) Transporte: tempo que leva da saída do fornecedor até o recebimento pela empresa dos materiais encomendados.

Este tempo de reposição em virtude de sua importância, deve ser determinado o mais real possível, pois as variações ocorridas durante esse tempo podem alterar toda a estrutura do sistema de estoques (DIAS, 2010).

2.2.1.2 Lote de compra/ lote econômico.

O lote econômico de compra (LEC), na visão de Bowerox *et al.* (2014), refere-se a prática de reabastecimento que minimiza o custo combinado de manutenção de estoques e de pedidos. Identificar essa quantidade pressupõe que a demanda e os custos sejam relativamente estáveis ao longo do ano. De tal forma, o lote econômico de compra é calculado com base em cada produto, sendo que a fórmula básica não considera o impacto do pedido conjunto de diversos produtos.

Dias (2010) por sua vez, menciona que quando se fala em lote econômico, a decisão de estocar ou não um determinado item é básico para o volume de estoque

em qualquer momento. Ao tomar tal decisão, há de se considerar se é econômico estocar o item e se é interessante um item indicado como antieconômico a fim de satisfazer a um cliente e, portanto, melhorar as relações com ele.

Por sua vez, Teixeira (2010) comenta que lote econômico de compras é um procedimento matemático que viabiliza à empresa adquirir o material de que precisa pelo menor custo possível. A quantidade para ser adquirida pelo menor custo é denominada ideal. Nesta quantidade ideal a ser comprada ou produzida, os custos totais são mínimos. O lote econômico de compra ocorre quando o custo do pedido é igual ao custo de armazenagem.

2.2.1.3 Ponto de pedido

Na descrição de Teixeira (2010) o ponto de pedido (PP) tem como base as definições de estoque mínimo e de tempo de reposição, onde chega-se ao conceito de ponto de pedido, que é muito importante e útil no cotidiano da empresa. O ponto de pedido é aquele ponto que sendo atingido, provoca um novo pedido de compra conforme apresentado na fórmula simplificada a seguir.

$$\text{Ponto de pedido} = \text{média de consumo} \times \text{tempo de reposição} + \text{estoque mínimo}$$

Ballou (2006) por sua vez menciona que quando o estoque é reduzido ao ponto de pedido em que sua quantidade se mostra igual ou menor do que um nível denominado ponto de pedido, uma quantidade econômica de pedido é solicitada na fonte de suprimento para repor o estoque. Determina-se que para que o ponto de/ pedido seja eficaz, deve-se observar a quantidade disponível mais a quantidade pedida, menos quaisquer comprometimentos do estoque, tais como pedidos em carteira ou alocações à produção ou a clientes.

De acordo com Fenili (2015) sempre que o estoque atingir uma determinada quantidade, um novo pedido de compra é emitido, sendo esta quantidade denominada de ponto de pedido ou ponto de compra. Assemelha-se ao sistema utilizado por quem vai ao supermercado somente quando a geladeira está ficando vazia.

Em resumo o ponto de pedido na visão de Dias (2010) é um indicador que quando o estoque virtual o alcançar, deverá ser repostado o material, sendo que a quantidade de saldo em estoque suporta o consumo durante o tempo de reposição.

2.2.1.4 Estoque mínimo ou de segurança

Conforme Dias (2010) a determinação do estoque mínimo é uma das mais importantes informações para a administração do estoque. Tal importância consiste no fato de estar ligada ao grau de imobilização financeira da empresa. O estoque mínimo, que pode ser chamado de estoque de segurança, por definição, é a quantidade mínima que deve existir em estoque, que se destina a cobrir eventuais atrasos no ressuprimento, que tem por objetivo garantir o funcionamento ininterrupto e eficiente do processo produtivo, sem riscos de faltas.

A importância do estoque mínimo é a chave para o adequado estabelecimento do ponto de pedido. De maneira utópica, o estoque mínimo poderia ser tão alto, que jamais haveria, para todas as finalidades práticas, ocasião de falta de material em estoque. Entretanto, desde que, em média, a quantidade de material representada pela margem de segurança não seja usada e, portanto, torne-se permanente no estoque, a armazenagem e os outros custos seriam elevados. E, ao contrário, estabelecer uma margem de segurança demasiado baixa acarretaria custos de ruptura, que são os custos de não se possuir os materiais disponíveis quando necessários, isto é, a perda de vendas, paralisação da produção, despesas para apressar entregas etc. (DIAS, 2010, p. 54).

De acordo com Chopra (2016) estoque de segurança refere-se ao estoque que é mantido para casos em que a demanda ultrapasse a expectativa. Este estoque existe para amenizar as incertezas e variações de demanda, que consiste em satisfazê-la quando esta for inesperadamente alta.

$$\textit{Estoque de segurança} = z \times \sigma_D \times \sqrt{LT} \quad (2)$$

Z = Valor tabelado que indica o fator de serviço

σ_D = Desvio padrão da demanda

LT = Lead Time

TABELA 1: TABELA ESTATÍSTICA DE NÍVEL DE SERVIÇO

Nível de serviço	Fator de serviço (z)
50%	0
60%	0,254
70%	0,525
80%	0,842
85%	1,037
90%	1,282
95%	1,645
96%	1,751
97%	1,880
98%	2,055
99%	2,325
99,9%	3,100
99,99%	3,620

Fonte: Prieto (2017, p.1)

A tabela 1 ilustra os níveis de trabalho para cálculo que indica o nível de serviço, onde conforme Prieto (2017) pode-se exemplificar que um nível de serviço de 99,99% indica que se a cada mil vezes houver uma tentativa de compra, será entregue 999 vezes, e que é preciso ter só de estoque de segurança, 3,6 vezes o estoque regular. A cada venda de 100, é necessário ter 360 adicionais.

Prieto (2017) esclarece que o fator de serviço desejado implica na condição de que nem todos os produtos merecem a mesma atenção e o mesmo cuidado. Observa-se que alguns são mais críticos, mais importantes e devem estarem sempre presentes. Portanto, a fórmula considera que por meio do nível de serviço desejado (fator de serviço), quanto maior o nível de serviço, maior será o estoque de segurança.

O fator de serviço avalia quanto por cento da curva normal deseja-se cobrir. Um desvio padrão ao redor da média cobre aproximadamente 67% da curva, 2 desvios padrões cobrem mais de 97% e 3 desvios padrões cobrem mais de 99% da

curva. Um fator de serviço de 99,87%, o que dá exatamente 3 desvios padrão em torno da média de uma distribuição mensal (PRIETO, 2017).

Para Bowersox *et al.* (2014) os estoques de segurança representam a maior relevância para a melhoria do desempenho logístico. A dimensão do estoque de segurança é de natureza operacional e pode ser ajustado rapidamente no caso de um erro ou mudança de política.

Na visão de Dias (2010) o estoque mínimo é uma quantidade “morta”, só sendo consumida em caso de necessidade.

2.2.1.5 Estoque máximo

De acordo com Viana (2006) o estoque máximo refere-se à quantidade máxima permitida de determinado material, onde o nível máximo pode ser atingido pelo estoque virtual, quando da emissão de um pedido de compra. A finalidade principal do estoque máximo é indicar a quantidade ressuprimento, por meio da análise do estoque virtual. Neste cálculo de quantidade, também se considera o intervalo de cobertura.

$$\textit{Estoque Máximo} = \textit{Estoque mínimo} + \textit{Lote de Reposição}$$

2.2.1.6 Ruptura de pedido

Conforme Fenili (2015) a ruptura de pedido ocorre quando existe a impossibilidade de atendimento a uma necessidade de demanda, por falta de estoque, onde ocasiona custos devido à falta de estoques, podendo ser por exemplo, parada de fábrica e atraso de atendimento de pedido.

2.2.2 Sistema de Controle Agregado de Estoques

De acordo com Ballou (2006) uma grande parte de controle de estoques é voltada para controlar cada item presente no estoque. O controle preciso de cada um desses itens consegue levar um controle exato da soma de todos os níveis de estoque

dos itens de estoque. Trata-se de uma abordagem de baixo para cima do gerenciamento do estoque. O gerenciamento de grupos de produtos, em lugar de artigos isolados, é uma abordagem alternativa. É uma abordagem satisfatória quando está em questão o gerenciamento do investimento em estoque do conjunto dos artigos.

Ballou (2006) destaca também que métodos capazes de controlar coletivamente grupos de itens estão ganhando espaço entre os procedimentos de controle de estoques. Giro de estoques, classificação ABC de produtos e agregação de riscos são alguns dos métodos usados para o controle de estoques.

2.2.2.1 Giro de estoques

Conforme Teixeira (2010) giro de estoques é um conceito importante, para os negócios da empresa. Giro de estoque, também chamado de rotatividade, é calculada através da divisão do consumo médio anual pelo estoque médio.

$$\mathbf{Giro} = \frac{\mathbf{Consumo\ médio\ anual}}{\mathbf{Estoque\ médio}} \quad (3)$$

O giro de estoque também mede se as mercadorias estão saindo do estoque, entendendo-se como vendidas. Serve como parâmetro de comparação entre empresas. Quanto maior o índice de giro de estoque, melhor, já que mais mercadorias serão vendidas, significando lucro para a empresa (TEIXEIRA, 2010).

Para Ballou (2006) o procedimento do giro de estoques está entre os mais praticados dos métodos de controle agregado de estoques. Refere-se a razão entre as vendas anuais ao custo de estoque e o investimento médio em estoque para o mesmo período de vendas, sendo as vendas e os investimentos em estoques, avaliados no elo do canal logístico onde os itens são mantidos.

2.2.2.2 Classificação ABC

A classificação ABC segundo Bowersox *et al.* (2014) é uma classificação de produto/mercado, que tem como objetivo concentrar e aprimorar os esforços de gerenciamento de estoques. A classificação de produto/mercado, é também chamada de classificação ABC, que agrupa produtos, mercados ou clientes com características

semelhantes para facilitar o gerenciamento de estoque.

O processo de classificação reconhece que nem todos os produtos e mercados têm as mesmas características ou grau de importância. Um sólido gerenciamento de estoque exige que a classificação seja coerente com a estratégia e os objetivos de serviço da empresa. A classificação pode se basear em uma variedade de medidas. As mais comuns são venda, contribuição ao lucro, valor do estoque, taxa de uso e categoria do item. (BOWERSOX *et al.*, 2014, p.195).

Para Dias (2010) a curva ABC é um importante instrumento para o administrador, pois permite identificar os itens que justificam atenção e tratamento adequados quanto à sua administração. Para obter a curva ABC, observa-se a ordenação dos itens conforme a sua importância relativa. Após os itens serem ordenados pela sua importância relativa, as classes da curva ABC podem ser definidas em três classificações apresentadas a seguir.

1. Classe A: Grupo de itens mais importantes que devem ser tratados com uma atenção bem especial pela administração.
2. Classe B: Grupo de itens em situação intermediária entre as classes A e C.
3. Classe C: Grupo de itens menos importantes que justificam pouca atenção por parte da administração.

Complementando, Teixeira (2010) argumenta que as empresas podem dispor de um instrumento que as permita identificar quais os produtos de sua fabricação são mais importantes. Essa identificação, chamada de ABC, consiste na verificação, em certo espaço de tempo, em valor monetário ou em quantidade, dos itens de estoque, para que eles possam ser classificados em ordem decrescente de importância.

2.2.2.3 Agregação de riscos

Na agregação de riscos Ballou (2006) menciona que o planejamento de nível de estoque agregado muitas vezes exige que se projete de que maneira os níveis de estoque no ponto de armazenamento serão alterados com as alterações no número

de locais de armazenamento e seus resultados. Verifica-se que à medida que se muda o número de locais ou mesmo que se redistribuem as vendas entre locais existentes, o estoque no sistema não permanece constante, devido ao efeito da agregação, ou consolidação, de riscos.

2.2.2.4 Regra da raiz quadrada

No método da raiz quadrada, Dias (2010) explica que se denomina o tempo de reposição como intervalo de tempo, desde a emissão de um pedido de compra até a chegada do material no almoxarifado, sendo o prazo de entrega do fornecedor. Este método considera o tempo de reposição, não variando mais do que a raiz quadrada do seu valor. Tem algumas restrições e só deve ser utilizado se o consumo durante o tempo de reposição for pequeno, menor que 20 unidades, quando o consumo do material for irregular e ainda, quando a quantidade requisitada ao almoxarifado for igual 1 conforme fórmula apresentada a seguir.

$$E. Mn = \sqrt{C} \times TR. \quad (4)$$

De acordo com Ballou (2006) a regra da raiz quadrada trata-se de um método conhecido para determinar o efeito da consolidação sobre os estoques. Contudo, mede apenas a redução do estoque regular, não ambos os efeitos do estoque regular e do estoque de segurança.

2.2.2.5 Limite do total de investimentos

Na visão de Ballou (2006) os estoques representam um pesado investimento de capital para muitas empresas. Devido a isso, os administradores muitas vezes irão estabelecer limites para o montante de estoques a serem mantidos. A política de controle de estoque deve então se ajustada a fim de atingir a meta, se o investimento médio total a superar. É uma suposição de que o estoque é controlado por uma política de controle de ponto de pedido sob condições de demanda e certeza do prazo de

entrega, se um limite monetário for imposto a todos os itens mantidos num local de estocagem, pode-se utilizar a seguinte fórmula apresentada a seguir.

$$\sum_i C_i \frac{Q_i}{2} \leq L \quad (5)$$

Onde:

L = Limite de investimentos para itens i em estoque.

C_i = Valor do item i no estoque.

Q_i = Quantidade de pedido de itens i no estoque.

Quando o valor médio de estoque para todos os itens excede o limite de investimentos (L), as quantidades de pedido para os itens precisam ser reduzidas a fim de baixar os níveis de estoque dos itens médios e cumprir o limite de investimento (BALLOU, 2006).

2.2.3 Sistema de Controle de estoques Empurrados

Ballou (2006) enfatiza que se pode desenvolver métodos para controlar os níveis dos estoques com a filosofia “empurrar”. É um método adequado para sempre que a produção ou as compras excederem as necessidades de curto prazo dos estoques aos quais se destinam tais quantidades. Considera-se que “empurrar” seja uma forma razoável de controle de estoques, quando a produção ou a aquisição são requisitos importantes na determinação das quantidades de reposição.

2.2.4 Sistema de Controle de estoques Puxados

Conforme Bowersox *et al.* (2014) o sistema puxado que também é chamado de reativo, responde a necessidade de estoque de um membro do canal movimentado, por meio do canal de distribuição. Considera-se que os envios de reabastecimento se iniciam quando os níveis de estoque disponível ficam abaixo de um mínimo pré-estabelecido, denominado ponto de reposição. Baseia-se a quantidade de solicitação em uma fórmula de tamanho de lote, admitindo-se que a quantidade possa ser variável, com cálculo conforme os níveis atuais de estoque e um nível máximo com determinação estabelecida.

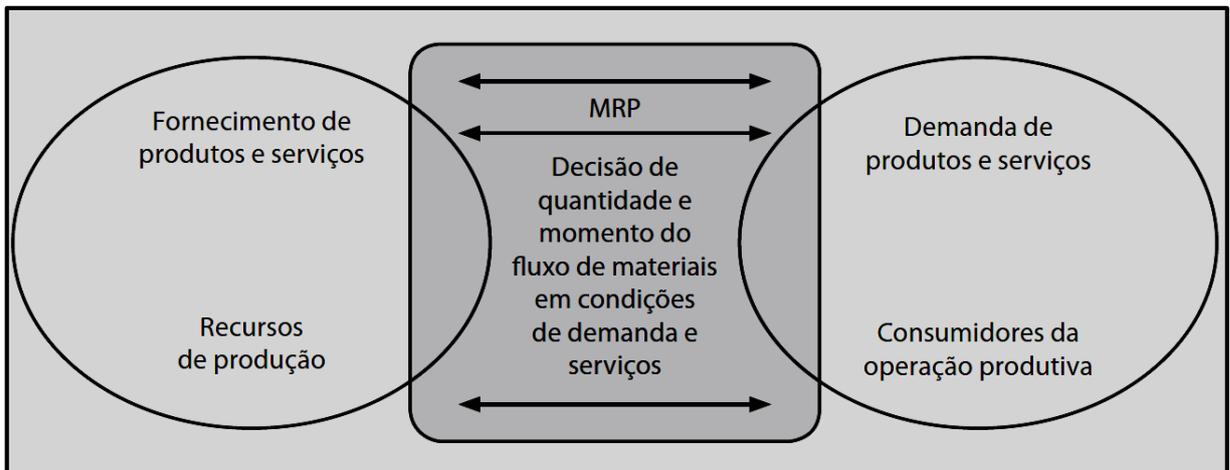
2.2.5 Sistema MRP

O MRP (*Manufacturing Resources Planning*) que se entende por planejamento dos recursos de manufatura, na visão de Chiavenato (2005) é um sistema de planejamento e controle da produção. Possui denominações como MRP II para distinguir do MRP propriamente dito, que é planejamento de necessidades de materiais.

Na visão de Martins e Alt (2009), MRP é também chamado de planejamento das necessidades de materiais, que é uma técnica que permite determinar as necessidades de compras dos materiais que serão utilizados na fabricação de um certo produto. Com base na lista de materiais, obtida através da estrutura analítica do produto, e em função de uma demanda dada, calcula-se as necessidades de materiais que serão utilizados e verifica se há estoques disponíveis para atendimento. Caso não haja material em estoque na quantidade necessária, ele emite uma solicitação de compra, para itens comprados ou uma ordem de fabricação, para os itens fabricados internamente.

Caxito (2012) enfatiza que o sistema MRP permite que as empresas calculem, a partir dos pedidos a serem entregues, quanto de materiais de determinado tipo serão necessários e em que momento do fluxo de fabricação esses materiais devem estar disponíveis. Realiza-se o cálculo, considerando além dos pedidos já confirmados, também os pedidos previstos pela área de venda. Neste sistema, verifica se todos os componentes necessários para completar os pedidos estão disponíveis, viabilizando que os componentes faltantes possam ser encomendados ou comprados. Segue um esquema de MRP demonstrado na figura 3.

FIGURA 3: ESQUEMA DE MRP



Fonte: Caxito (2012, p. 99).

Conforme demonstrado na figura 3 Caxito (2012) esclarece que os sistemas MRP dividem os itens em estoque nas categorias de demanda dependente e demanda independente, onde os produtos são de demanda independente pois a quantidade necessária a ser produzida deve ser prevista com base no mercado consumidor. Os materiais e peças que compõem esse produto possuem uma demanda dependente dele, podendo ser calculados por meio da demanda de produtos. Desta forma, pode-se elaborar uma lista de materiais, que define a quantidade de componentes necessários para a produção de um determinado lote de produto.

2.2.6 Just in Time/Kanban

O sistema *Just in Time* de produção, na visão de Chiavenato (2005) tem como principal missão eliminar desperdícios no meio produtivo, agilizando a resposta de fabricação às demandas do cliente, com consequente aumento da produtividade. Neste sistema procura-se eliminar estoques intermediários, tendo como visão produzir exatamente o que é necessário para satisfazer a demanda atual, nem mais, nem menos.

O sistema *Just in Time* utiliza exatamente os materiais requeridos para atender aos requisitos de produção ou de demanda, o que permite uma incrível redução de níveis de inventários, altos níveis de qualidade e tempos mais curtos de manufatura. O JIT requer alta coordenação da programação

da produção e saídas de defeitos em cada estágio do processo para que o sistema tenha pequenos inventários (CHIAVENATO, 2005, p. 64).

Chiavenato (2005) esclarece que *Kanban* é um sistema de controle físico e visual que tem como base, cartões e contêineres. Trata-se de um modelo de produção e movimentação de materiais inclusos no sistema JIT. É um dispositivo que serve para controlar a ordem das atividades em um processo sequencial. Tem como objetivo indicar a necessidade de mais material e assegurar que ele seja entregue a tempo de garantir a continuidade da execução da atividade.

Martins e Alt (2009) complementam mencionando que o sistema *Just in Time* é um método de produção com o objetivo de disponibilizar os materiais requeridos pela manufatura apenas quando forem necessários para que o custo de estoque seja menor. O sistema JIT bem como base a flexibilidade do processo de compras, também pode disparar o processo. Este processo ainda pode ser amparado por um cartão ou um conjunto de cartões *kanban*, que dá início ao processo de compras.

Na filosofia JIT portanto, não há grandes volume de estoques, tendo como ideia principal manter os estoques no menor volume possível, somente na medida da necessidade sinalizada pelo usuário. Tal filosofia, faz com que seja conhecida como um sistema denominado “puxar” a produção ao longo do processo, de acordo com a necessidade (TEIXEIRA, 2010).

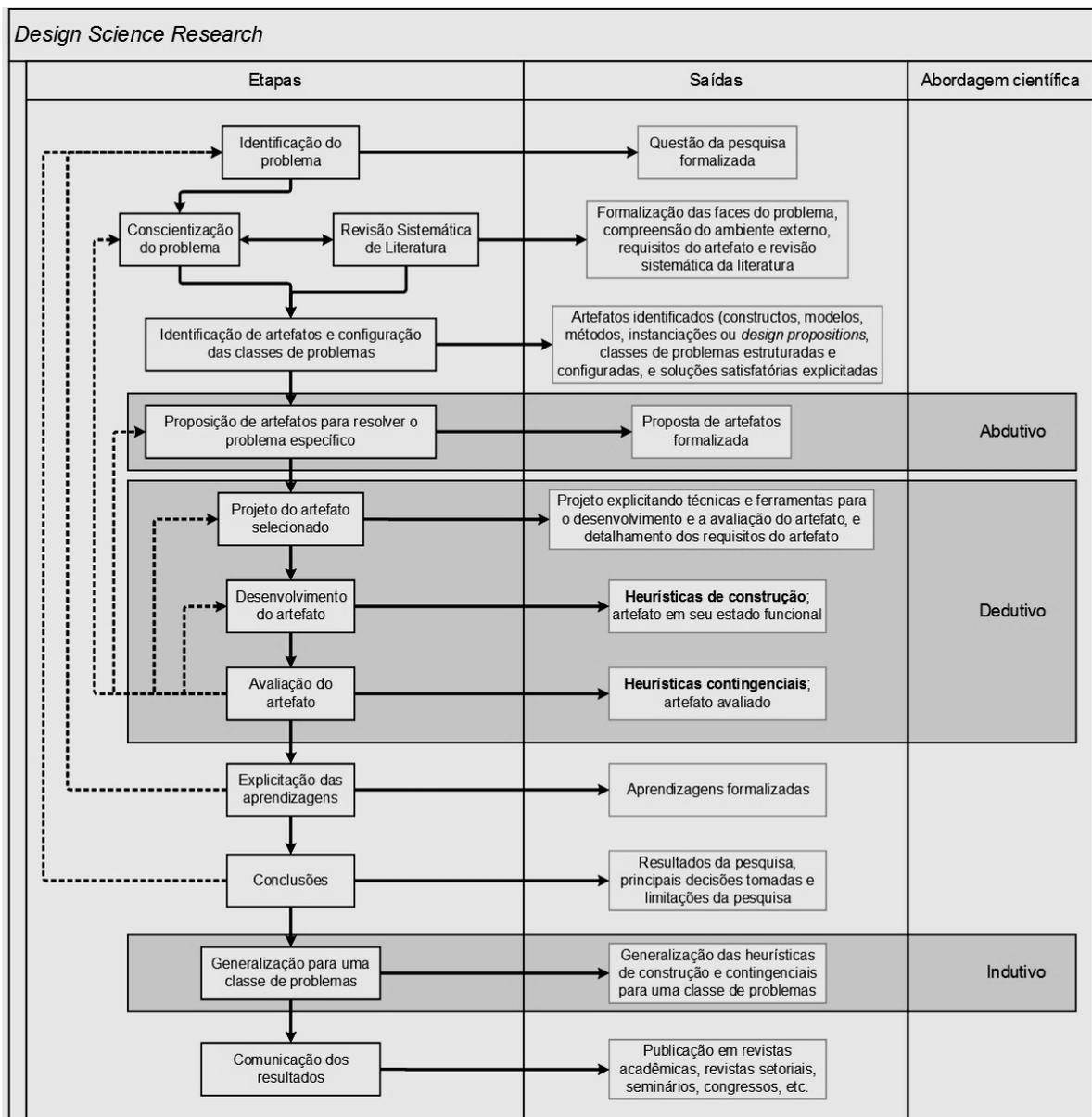
2.3 DESIGN SCIENCE RESEARCH

Sordi, Meireles e Sanches (2011) destacam que o termo *Design Science* se refere a orientação do novo conhecimento ao design, que se trata de soluções de problemas do mundo real, considerando as ferramentas necessárias para ações que sejam adequadas de domínio dos profissionais.

De acordo com Dresch (2013) é creditado a Herbert Simon ser o precursor sobre a discussão a respeito de *Design Science*, tendo a inspiração de distinção entre as ciências exploratórias e as ciências do artificial. Colocou como argumento a diferenciação entre *Design Science* das demais, no sentido de que esta ciência tem a ideia de que entender fenômenos, sistemas, problemas dentre outros, não é suficiente. Se faz necessário uma ciência que se interesse em como as coisas devem ser.

Em complemento Dresch, Lacerda e Antunes Jr (2015) mencionam que a *Design Science* é a base epistemológica quando se refere ao estudo do que é artificial, assim, a *Design Science Research* (DSR), é um método que fundamenta e operacionaliza a condução da pesquisa, objetivando alcançar um artefato ou uma prescrição. DSR é um método de pesquisa que tem como orientação a solução de problemas e que busca, por meio do entendimento do problema, construir e avaliar artefatos que viabilizem transformar situações, alterando suas condições para estados melhores ou desejáveis. A figura 4 apresenta um mapeamento do DSR.

FIGURA 4: MAPEAMENTO DO *DESIGN SCIENCE RESEARCH*

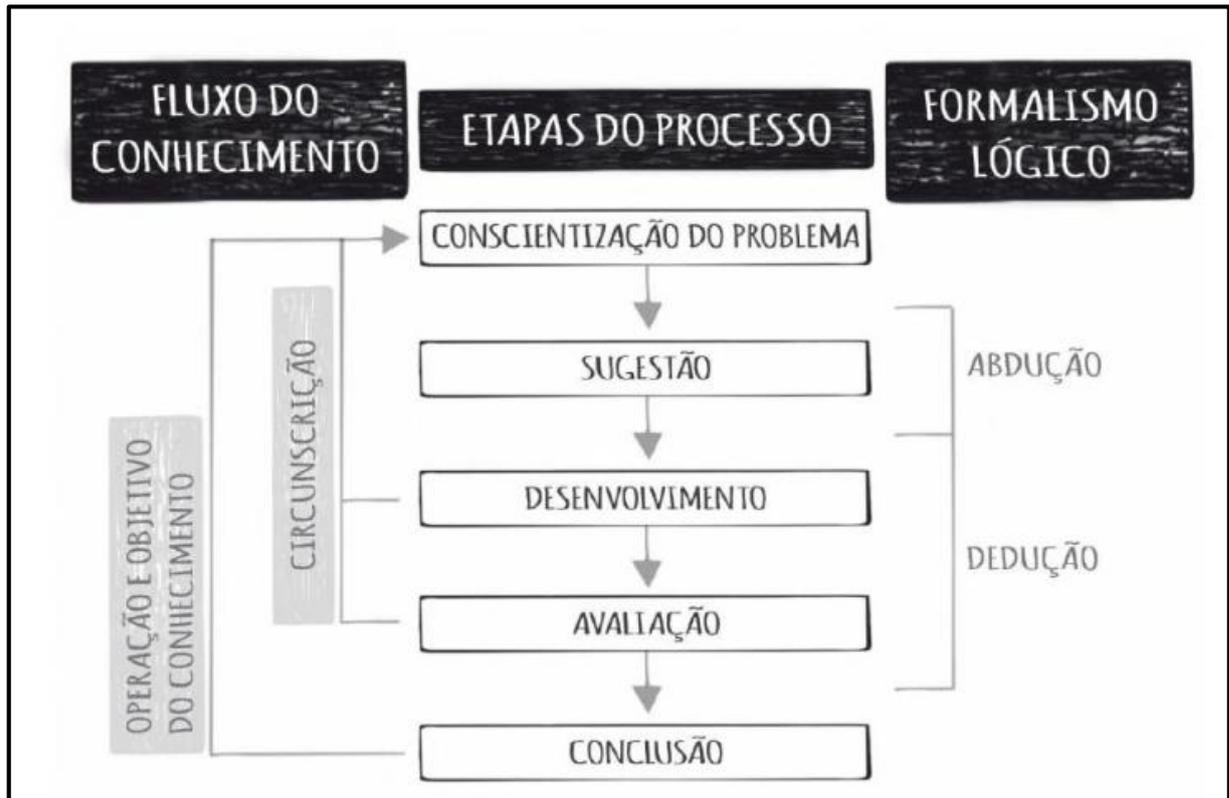


Fonte: Dresch, Lacerda e Antunes Jr (2015, p. 134)

A figura 4 ilustra as etapas do DSR, em um total de doze, as quais as principais serão detalhadas a seguir.

Conforme Bortolaso (2009) na estrutura de pensamento do *Design Research*, tem a proposição a construção de artefatos, que são modelos, métodos e instanciação.

FIGURA 5: PROCESSO DO DESIGN RESEARCH



Fonte: Dresch, Lacerda e Antunes Jr. (2015, p.97)

A figura 5 na explicação de Bortolaso (2009) o processo de *Design Research* se inicia a partir de quando o pesquisador se propõe a resolver um problema. Sendo esta a primeira condição necessária para o início da pesquisa. Se faz necessário o entendimento da natureza do problema, o contexto, potencialidades e limitações. Isto ampara o pesquisador a entender o ambiente no qual o problema está inserido. Tal fase é a consciência do problema, que será abordado adiante.

Este será o formato utilizado no capítulo 4, no estudo de caso, em análise da Gestão de Estoque. Sendo utilizada a estrutura da DSR, com as suas principais etapas em uma forma mais simplificada, para que seja mais direta e mais concisa a análise dos estoques.

Conforme Sordi, Meireles e Sanches (2011) a *Design Science* tem como objeto o estudo de um artefato, sendo o artefato tudo que não é natural, sendo algo construído pelo homem. Os princípios desta metodologia possuem bases na engenharia das coisas artificiais. Uma das diretrizes da metodologia *Design Science*, é entender que o problema a ser solucionado, necessita ser motivante, interessante e ainda a sua solução ser útil para os usuários.

QUADRO 2: PRINCIPAIS ELEMENTOS QUE COMPÕEM A *DESIGN SCIENCE RESEARCH*

Autores	PRINCIPAIS ESTAPAS DO MÉTODO							
	Definição do problema	Revisão da Literatura ou busca por teorias existentes	Sugestões de possíveis soluções	Desenvolvimento	Avaliação	Decisão sobre a melhor solução	Reflexão e aprendizagem	Comunicação dos resultados
Bunge (1980)	✓	✓	✓	✓	✓			
Tadeka et al. (1990)	✓		✓	✓	✓	✓		
Eekels e Rosemburg (1991)	✓		✓	✓	✓	✓		
Nunamaker, Chen e Purdin (1991)	✓		✓	✓	✓			
Walls, Wydmeyer e Sawy (1992)	✓	✓	✓	✓				
Van Aken, Berends e Van Der Bij (2012)	✓		✓	✓	✓		✓	
Vaishnavi e Kuechler (2004)	✓		✓	✓	✓	✓		
Cole et al. (2005)	✓		✓	✓	✓		✓	
Manson (2006)	✓		✓	✓	✓	✓		
Peffer et al. (2007)	✓		✓	✓	✓			✓
Gregor e Jones (2007)	✓	✓	✓	✓	✓			
Baskevile, Pries-Heje e Veneble (2009)	✓		✓	✓				
Aturky, Gable e Bandara (2011)	✓	✓	✓	✓	✓			✓

Fonte: Dresch, Lacerda e Antunes Jr. (2015, p.92)

O quadro 2 ilustra os principais elementos que compõem a DSR, onde nota-se uma concordância maior dos autores, nas etapas de definição do problema, sugestões de possíveis soluções, desenvolvimento, avaliação e decisão sobre a melhor solução, itens que serão adotados no estudo de caso deste trabalho.

Rodrigues (2018) esclarece que a *Design Science Research* trata-se de pesquisa que tem o intuito de dois tipos de problemas: problemas práticos e problemas de conhecimento. Os problemas práticos requerem uma mudança no mundo que melhor concorde com os objetivos dos gestores que demandam a solução do problema. Os problemas de conhecimento requerem uma mudança no conhecimento sobre o mundo.

Para resolver um problema prático, o mundo real é modificado para se adequar a propósitos humanos, mas para resolver um “problema de conhecimento”, nós adquirimos conhecimento sobre o mundo sem necessariamente mudá-lo. Na *Design Science*, estes dois tipos de problema são mutuamente alinhados, mas tal alinhamento não deve nos cegar para o fato de que suas resoluções de problema e seus métodos de justificativas para soluções são diferentes. A junção de problemas de naturezas diferentes sob um mesmo guarda-chuva metodológico não deve excluir, ainda assim, a ideia de diferentes abordagens e resultados (RODRIGUES, 2018, p. 117).

Conforme Binda (2018) a *Design Science Research* tem como objetivo fundamentar e operacionalizar pesquisas realizadas sob sua perspectiva. O propósito maior é viabilizar soluções ou mesmo construir um artefato, não se limitando em teorizar conhecimentos, mas sim buscar a aplicação em casos reais.

2.3.1 Identificação do Problema

De acordo com Dresch (2013) na primeira etapa, que é a identificação do problema, que será investigado por meio da *Design Science Research*, origina do interesse do pesquisador em analisar uma nova interessante informação, procurar obter uma resposta para questão importante ou uma solução para um problema prático. Quando da identificação do problema, o pesquisador necessita justificar a importância de estudá-lo. Levando em consideração a necessidade de competitividade no mercado a empresa busca melhoria na gestão dos estoques e a identificação desse problema se dá pelo alto custo de estoque desse material pois se trata de um material com alto valor agregado.

Para Barbosa e Bax (2017) investigar o problema consiste em ser uma questão de conhecimento, com um melhor entendimento do problema. Tem-se a ideia de descrever o problema e explicitá-lo e tentar prever o que acontece se nada for feito.

Binda (2018) menciona que a identificação do problema formaliza a questão principal da pesquisa, o que faz com que o problema seja compreendido e definido de maneira clara e objetiva. O problema necessita além de ser investigado e identificado, ser devidamente justificado quanto a sua relevância.

2.3.2 Conscientização do problema

Conforme Dresch, Lacerda e Antunes (2015) a segunda etapa do método consiste em conscientizar-se do problema, que é um esforço da compreensão do problema. É nessa etapa que o pesquisador deve buscar o máximo de informações possíveis, no que deve assegurar-se da completa compreensão de todas causas e contexto.

Para Binda (2018) na etapa de compreensão do problema almeja-se procurar o máximo de informações para que haja conscientização a seu respeito, com formalização de requisitos úteis para que o artefato possa ser efetivo para dirimir o problema e delimitar suas fronteiras.

2.3.3 Revisão sistemática de literatura

Se faz necessário consulta às bases do conhecimento, por meio revisão sistemática da literatura, na fase de conscientização. As bases correspondem ao conhecimento gerado a partir das ciências tradicionais e da fundamentação da *Design Science*. Consultar as bases das ciências tradicionais, é uma ação de relevância, devido o artefato que será construído ter a necessidade de sempre se submeter às leis das ciências naturais e sociais. Considerar o conhecimento já existente, ampara o pesquisador a explicar a importância de se construir um artefato e por que irá funcionar (DRESCH, LACERDA e ANTUNES JR, 2015).

Nesta etapa de acordo com Binda (2018) corresponde às consultas de dados para consulta da literatura. O pesquisador pode utilizar os conhecimentos existentes

e estudos com a mesma abordagem. Esta etapa está relacionada à conscientização do problema e permitirá a obtenção de aprofundamento do problema, dando um norte para a condução da pesquisa.

2.3.4 Identificação de Artefatos e Configuração das Classes de Problemas

Conforme Dresch, Lacerda e Antunes (2015) a quarta etapa que é a identificação de artefatos e configuração das classes de problemas, onde a revisão sistemática da literatura, que ocorre na fase anterior, servirá de base para que o pesquisador possa evidenciar, se existirem, artefatos e classes de problemas relacionados ao que está tentando resolver. Para a presente pesquisa se fez um comparativo dos métodos estudados na revisão sistemática para identificar qual o melhor método para gestão do estoque dos fios esmaltados.

Dresch, Lacerda e Antunes (2015) complementam mencionando que não existe uma definição conceitual da classe de problemas nas obras de base do *Design Science Research*, contudo, estes autores definem classe de problemas como a organização de um conjunto de problemas práticos ou teóricos que possuam artefatos úteis para a ação das organizações. Segue quadro com exemplo de problemas e artefatos:

QUADRO 3: EXEMPLOS DE CLASSES DE PROBLEMAS E ARTEFATOS

Classe de problemas	Artefatos
Planejamento e controle da produção	Tambor-Pulmão-Corda (Goldratt, 1991)
	Kanban (Ohno, 1997)
	CONWIP (Spearman; Woodruff; Hopp, 1990)
Mensuração dos custos	Contabilidade de Ganhos (Goldratt, 1991)
	Custeio Baseado em Atividades (Cooper; Kaplan, 1988)
	Unidades de Esforço de Produção (Allora, 1985)
Alinhamento estratégico	Modelo de Labovitz e Rosansky (1997)
	<i>Balanced Scorecard</i> (Kaplan; Norton, 1992)
	Modelo de Hambrick e Cannella Junior (1989)
	<i>Organizational Fitness Profiling</i> (Beer; Eisenstat, 1996)
Mapeamento de processos	<i>Value Stream Map</i> (Rother; Shook, 1999)
	Mapeamento pelo Mecanismo da Função Produção (Shingo, 1996)
	<i>Architecture of Integrated Information Systems ARIS</i> (Scheer, 2005)
Análise de problemas e apoio à tomada de decisão	Processo de Pensamento (Goldratt, 2004)
	Pensamento Sistêmico e Planejamento de Cenários (Andrade et al., 2006)
	MIASP – Método para Identificação, Análise e Solução de Problemas (Kepner; Tregoe, 1980)
Gestão de projetos	Corrente Crítica (Goldratt, 1998)
	PERT/CPM

Fonte: Dresch, Lacerda e Antunes Jr. (2015, p.104)

Identificar os artefatos que possam ser utilizados para a prescrição de soluções, na visão de Binda (2018) é uma forma de apoio ao pesquisador para evidenciar os artefatos e classes de problemas que correspondem ao problema para ser solucionado. Quanto a construção da classe de problema, será necessário um esforço extra intelectual, caso estas classes não existam, precisando o pesquisador identificar artefatos que enquadrem com o contexto do problema.

2.3.5 Proposição de Artefatos para Resolver o Problema Específico

Após identificados os artefatos, estruturadas as classes de problemas e formalizadas as soluções satisfatórias, Dresch, Lacerda e Antunes Jr (2015) mencionam que o pesquisador pode iniciar a quinta etapa, que refere-se a proposição de artefatos para resolver determinado problema. Constata-se a necessidade desta etapa, devido tratar-se da identificação de classes de problemas e de artefatos desenvolvidos para visualização de possíveis artefatos genéricos para resolver um problema genérico.

Dresh, Lacerda e Antunes (2015) também relatam que esta etapa que o investigador desenvolve pensamento sobre a situação atual na qual acontece o problema e também sobre possíveis soluções para alterar e melhorar a situação atual quando da ocorrência do problema e ainda sobre as possíveis soluções. Feito o comparativo dos artefatos, estes foram analisados sob os criterios de tempo, custo, quantidades e precisão para favorecer a tomada de decisão para a proposição do artefato ideal.

2.3.6 Projeto do Artefato Selecionado

Com a formalização das propostas de artefatos, é iniciada a sexta etapa do *Design Science Research*, que é o início do projeto selecionado, desta forma Dresch, Lacerda e Antunes (2015), mencionam que no projeto do artefato, consideramos as características internas e o contexto em que irá operar. Componentes, relações internas de funcionamento, limites e relações com o ambiente externo não podem ser esquecidos. Essas características começaram a ser declinadas na etapa de conscientização do problema. No projeto do artefato, o pesquisador precisa avaliar as soluções formalizadas na etapa anterior que são satisfatórias para o problema em estudo. É importante para o projeto do artefato selecionado que o pesquisador descreva todos os procedimentos de construção e avaliação do artefato.

2.3.7 Desenvolvimento do Artefato

Dresch, Lacerda e Antunes (2015) discorrem que concluído o projeto, segue-se o desenvolvimento do artefato, que na sua construção, existe a possibilidade de utilização de diferentes abordagens, que vai desde algoritmos computacionais, representações gráficas, protótipos, até maquetes, entre outros.

O Quadro 4 faz um comparativo da metodologia DSR com o estudo de caso tradicional e pesquisa-ação:

QUADRO 4: COMPARATIVO ENTRE DSR, ESTUDO DE CASO E PESQUISA-AÇÃO

Características	<i>Design Science Research</i>	Estudo de Caso tradicional	Pesquisa-Ação tradicional
Objetivos	Desenvolver artefatos que permitam soluções satisfatórias aos problemas práticos.	Auxiliar na compreensão de fenômenos sociais complexos.	Resolver ou explicar problemas de um determinado sistema gerando conhecimento para a prática e para a teoria.
	Prescrever e Projetar	Explorar, Descrever e Explicar	Explorar, Descrever e Explicar
Principais Atividades	<ul style="list-style-type: none"> • Conscientizar • Sugerir • Desenvolver • Avaliar • Concluir 	<ul style="list-style-type: none"> • Definir Estrutura Conceitual • Planejar o(s) caso(s) • Conduzir Piloto • Coletar Dados • Analisar Dados • Gerar Relatório Miguel (2007, p. 221)	<ul style="list-style-type: none"> • Planejar a Ação • Coletar Dados • Analisar dados e Planejar ações • Implementar Ações • Avaliar Resultados • Monitorar (Contínuo) Turrioni e Mello (2010)
Resultados	Artefatos (Constructos, Modelos, Métodos, Instanciações)	Constructos Hipóteses Descrições Explicações	Constructos Hipóteses Descrições Explicações Ações
Tipo de Conhecimento	Como as coisas deveriam ser	Como as coisas são ou como se comportam.	Como as coisas são ou como se comportam.
Papel do Pesquisador	Construtor e Avaliador do Artefato	Observador	Múltiplo, em função do Tipo de Pesquisa-Ação
Base Empírica	Não obrigatória	Obrigatória	Obrigatória
Colaboração Pesquisador-Pesquisado	Não obrigatória	Não obrigatória	Obrigatória
Implementação	Não obrigatória	Não se Aplica	Obrigatória
Avaliação dos Resultados	Aplicações Simulações Experimentos	Confronto com a Teoria	Confronto com a Teoria
Abordagem	Qualitativa e/ou Quantitativa	Qualitativa	Qualitativa

Fonte: Lacerda et. al (2003, p. 754).

Destaca-se no quadro 4 as características de cada metodologia, comparando objetivos, atividades e resultados.

2.3.8 Avaliação do Artefato

De acordo com Dresch, Lacerda e Antunes (2015) a pesquisa sustentada pelo *Design Science Research* não pode visar somente o desenvolvimento do artefato, mas também expor evidências de que o artefato poderá ser utilizado para resolver os problemas reais.

QUADRO 5: MÉTODOS E TÉCNICAS PARA AVALIAÇÃO DOS ARTEFATOS

Métodos e técnicas para avaliação dos artefatos	
Forma de avaliação	Métodos e técnicas propostas
Observacional	Elementos do estudo de caso: estudar o artefato existente ou criado em profundidade no ambiente de negócios. Estudo de campo: monitorar o uso do artefato em projetos múltiplos.
Analítica	Análise estática: examinar a estrutura do artefato para qualidades estáticas. Análise da arquitetura: estudar o encaixe do artefato na arquitetura técnica do sistema técnico geral. Otimização: demonstrar as propriedades ótimas inerentes ao artefato ou demonstrar os limites de otimização no comportamento do artefato. Análise dinâmica: estudar o artefato durante o uso para avaliar suas qualidades dinâmicas (por exemplo, desempenho).
Experimental	Experimento controlado: estudar o artefato em um ambiente controlado para verificar suas qualidades (por exemplo, usabilidade). Simulação: executar o artefato com dados artificiais.
Teste	Teste funcional (<i>black box</i>): executar as interfaces do artefato para descobrir possíveis falhas e identificar defeitos. Teste estrutural (<i>white box</i>): realizar testes de cobertura de algumas métricas para implementação do artefato (por exemplo, caminhos para a execução).
Descritiva	Argumento informado: utilizar a informação das bases de conhecimento (por exemplo, das pesquisas relevantes) para construir um argumento convincente a respeito da utilidade do artefato. Cenários: construir cenários detalhados em torno do artefato para demonstrar sua utilidade.

Fonte: Dresch, Lacerda e Antunes Jr. (2015, p.97)

O quadro 5 ilustra os métodos e técnicas para avaliação dos artefatos, onde pode-se destacar que o foco é validar o artefato escolhido, construindo cenários para demonstrar a sua utilidade.

Dresch, Lacerda e Antunes Jr. (2015, p.92) ainda destacam que a avaliação observacional pode ser utilizada como apoio de alguns elementos do estudo de caso

e do estudo de campo. Seu principal objetivo é verificar como se comporta o artefato em um ambiente real.

2.3.9 Explicitação das aprendizagens

A explicitação de aprendizagem que decorrem das fases anteriores, necessita ser formalizada. Estas aprendizagens tanto teóricas, como práticas, devem ser demonstradas de maneira a ser utilizada como referência para outros pesquisadores (BINDA, 2018).

De acordo com Dresch, Lacerda e Antunes (2015) considerando-se que o artefato teve o atingimento dos resultados esperados decorrido a etapa de avaliação, é necessário que o pesquisador explicita as aprendizagens obtidas durante o processo de pesquisa, pontuando os sucessos e insucessos. Esta etapa tem como objetivo assegurar que a pesquisa realizada possa servir de referência para outras pesquisas.

2.3.10 Conclusões

Conforme Binda (2018) na etapa de conclusão da pesquisa, os resultados de correntes, devem ser formalizados declarando os pontos fortes e fracos.

Em concordância Dresch, Lacerda e Antunes (2015) discorrem que nesta etapa o pesquisador formaliza a conclusão, colocando os resultados obtidos com a pesquisa e as decisões tomadas durante a sua execução. É nesta etapa que o pesquisador deve apontar quais foram as limitações da pesquisa, que podem orientar trabalhos futuros.

2.3.11 Generalização para uma classe de problemas

De acordo Binda (2018) a generalização para uma classe de problemas, possibilita a aplicação do artefato em outras situações com contextos semelhantes.

Uma vez concluída a pesquisa Dresch, Lacerda e Antunes (2015) argumentam

que é importante que o artefato desenvolvido, possa ser generalizado para uma classe de problemas, viabilizando que haja o avanço do conhecimento em *Design Science*.

2.3.12 Comunicação dos resultados

Binda (2018) esclarece que a comunicação dos resultados ocorre com a divulgação destes para o círculo de consagração da academia e das organizações. Isto corresponde a revistas setoriais, periódicos, seminários, congressos dentre outros.

Para Dresch, Lacerda e Antunes (2015) a comunicação dos resultados é essencial e pode ser por meio da publicação em jornais, revistas setoriais, seminários, congressos entre outros, com o objetivo de atingir o máximo possível de interessados.

3 METODOLOGIA DE PESQUISA

Quando se fala em método de pesquisa Dresch, Lacerda e Antunes Jr. (2015, p.4) mencionam que pode-se conceitua-lo como “um conjunto de passos reconhecidos pela comunidade acadêmica e utilizados pelos pesquisadores para a construção do conhecimento científico”, e ter uma adequada condução do método de pesquisa é um dos principais requisitos para a formação de um conhecimento científico adequado.

O método de pesquisa escolhido para este trabalho está pautado no *Design Science Research* (DSR), que de acordo com Dresch, Lacerda e Antunes Jr. (2015) atende os requisitos de responder ao problema de pesquisa. Este método tem o reconhecimento da comunidade científica. Está alinhado ao método científico previamente escolhido e evidencia de forma clara os procedimentos utilizados durante a pesquisa.

Conforme Sordi, Meireles e Sanches (2011) a metodologia de pesquisa *Design Science Research* tem como objetivo desenvolver conhecimento que contribua com os profissionais em suas áreas de atuação para resolução de problemas.

Para este trabalho será utilizado a forma mais simplificada do *Design Science Research* que contempla conscientização do problema, sugestão, desenvolvimento, avaliação e conclusão.

4 GESTÃO DE ESTOQUES DE FIOS ESMALTADOS

O estudo de caso será realizado em uma empresa do ramo de beneficiamento de energia elétrica, em específico uma fábrica de transformadores. Esta empresa que está situada no interior do Paraná, faz parte do grupo que atua no ramo desde 1962. Em sua linha de produção, oferece produtos como transformadores de distribuição, industriais e de força, cabines de entrada, medição, transformação, seccionamento e proteção.

Nesta etapa será analisado com o amparo das ferramentas do *Design Science Research* conforme a figura 5 do capítulo 2.3, em uma forma mais simplificada a gestão de estoque de fios esmaltados, tendo em vista o atendimento à produção evitando possíveis faltas, mas sem onerar os estoques, com consequente aumento de investimento, prejudicando o fluxo de caixa e a saúde financeira da empresa.

A base portanto, terá a conscientização do problema, sugestão, desenvolvimento, avaliação e conclusão, como etapas do processo, de acordo com a DSR.

4.1 COMPARATIVO DOS SISTEMAS DE GESTÃO DE ESTOQUE

Verificados os métodos apresentados nessa revisão sistemática o

QUADRO 6 traz uma síntese comparativa dos métodos estudados a fim de encontrar o mais viável para essa proposta.

QUADRO 6 - COMPARATIVO DE GESTÃO DE ESTOQUE

Sistema de Gestão de Estoque	Pontos positivos	Pontos negativos
Controle de estoques a) Contínuos b) Periódicos	a) Contínuo: sempre que retiradas são realizadas, o nível de estoque é prontamente atualizado. b) Periódico: verifica a situação do estoque de um item em intervalos de tempo regulares, podendo ser semanal ou mensal	a) Alto custo despendido para controle. b) Exigem estoque médio maior, devido ao intervalo de tempo de verificação.
Controle agregado de Estoques	Gerenciamento de grupos de produtos ao invés de artigos isolados. Diminuição de tempo dispendido de controle e custos.	Não é uma abordagem satisfatória do ponto de vista de precisão, em análise item a item.
Controle de estoques Empurrados	Abordagem razoável de controle de estoque, sempre que a produção ou a aquisição são a força dominante na determinação das quantidades.	Inventário maior de matéria prima.
Controle de estoques Puxados	Níveis reduzidos de estoque nos pontos de armazenagem, devido a sua reação às condições de demanda.	Não considera o impacto das quantidades e dos tempos de reposição nas fábricas de origem.
MRP	Peças e submontagens não precisam estar no estoque interno.	Não otimiza os custos de aquisição, obrigando a empresa a comprar quantidades menores mas de maneira mais frequente.
<i>Just in Time</i>	Elimina estoque pela redução da variabilidade na demanda e do tempo do ciclo de reposição, com redução dos lotes.	Não pode ser aplicado em produtos com demanda pouco previsível e com grandes oscilações.

Fonte: A autora (2019).

O quadro 6 ilustra um resumo com uma comparação dos sistemas de gestão de estoques mencionados no capítulo 2.2, onde observa-se os pontos fortes e fracos de cada item. Destaca-se que o sistema *Just in Time*, trabalha-se com redução de estoque, também reduzindo os lotes de fabricação, contudo não pode ser aplicado em produtos com demanda imprevisível e com grandes oscilações.

Nos demais sistemas, observa-se que no controle de estoques contínuos e periódicos, deve-se levar em conta o custo despendido para este controle, e o estoque médio maior. Onde no contínuo atualiza-se os estoques sempre que são retirados, e no periódico, é estabelecido intervalos de verificação.

O controle agregado de estoques já traz como ponto negativo não ser uma abordagem satisfatória, devido a limitação de precisão, contudo, tem a vantagem de se poder gerenciar grupos de produtos, com diminuição de tempo despendido para controle.

Controle de estoques empurrados e puxados, referem-se a abordagem do comportamento do estoque quanto ao modelo de produção utilizada por uma fábrica. Em modelo empurrado, o inventário é maior enquanto no puxado tem a limitação de fornecedores, que podem não estar alinhados com a demanda, ocasionando falta de material.

E por fim, no sistema MRP os materiais não necessitam estarem no estoque interno, porém não otimiza os custos de aquisição, que estão diretamente ligados à frequência de aquisição, que é maior, devido a quantidades reduzida de materiais comprados por lote.

4.2 CONSCIENTIZAÇÃO DO PROBLEMA

No modelo simplificado da DSR, a conscientização do problema é a primeira etapa, onde consiste em compreender o problema. Busca-se nesta etapa informações inerentes ao processo que se deseja contextualizar.

O problema apresentado, é resolver a falta de fios esmaltados no processo produtivo, devido a oscilação no volume de consumo, observando a necessidade do menor estoque possível, com a contrapartida de não haver falta, quando da fabricação de transformadores, e ainda o valor financeiro envolvido.

O método atual adotado pela empresa tem como base o consumo médio dos últimos 3 meses, estipulando estoque de 9 dias para o estoque mínimo e 13 dias para o estoque máximo.

TABELA 2: DEFINIÇÃO DE ESTOQUES ATUAL DA EMPRESA

Planejamento de produção e compra de fios esmaltados					
Bitola	Consumo dos últimos 3 meses (Kg)	ESTOQUES			
		MIN. (9 Dias)	MÉD. (11 Dias)	MÁX. (13 Dias)	
Alumínio	5	145	62	76	90
	6	246	106	129	153
	7	3.042	1.304	1.594	1.883
	8	516	221	270	320
	9	4.341	1.860	2.274	2.687
	10	1.864	799	977	1.154
	11	1.043	447	546	646
	23	127	55	67	79
	24	0	0	0	0
Cobre	9	1.020	243	389	486
	10	152	36	58	73
	11	198	47	75	94
	12	920	219	350	438
	13	134	32	51	64
	14	223	53	85	106
	27	146	35	56	70
	28	0	0	0	0
	29	0	0	0	0

Fonte: A autora (2019)

Na definição do estoque (Tabela 2) utiliza-se como base de cálculo a média de consumo dos três meses anteriores ao do cálculo. Com esta média estabelecida, projeta-se o estoque mínimo para nove dias (úteis) de consumo com o entendimento que na média os meses possuem 21 dias úteis.

Por exemplo: A bitola 5 tem média de 145 Kg de consumo por mês (21 dias úteis).

Cálculo: $145 \text{ Kg} / 21 \text{ dias úteis}$ temos um consumo de $6,90 \text{ Kg}$ diário.

Estoque mínimo: $6,90 \times 9 = 62 \text{ Kg}$

Estoque Médio: $6,90 \times 11 = 76 \text{ Kg}$ (valor arredondado)

Estoque Máximo: $6,90 \times 13 = 90 \text{ Kg}$

Então pode-se definir que o problema apresentado, é que a definição dos estoques atuais, tem a consideração de apenas três meses, não levando em conta a variação de demanda e também não contempla o cálculo do desvio padrão, podendo ocasionar falta da matéria prima no processo produtivo.

4.3 SUGESTÃO (DEFINIÇÃO DOS OBJETIVOS PARA SOLUÇÃO)

Após a conscientização da questão proposta, na DSR propõe-se os artefatos para resolver o problema. Esta etapa faz menção dos artefatos que podem auxiliar na resolução do problema.

A sugestão para resolução do problema de gestão de estoque de fios esmaltados, está embasada conforme apresentado na parte teórica, onde observou-se controle de estoques contínuos, periódicos, agregado, controle de estoques empurrados e puxados, MRP e Just in Time.

Destas sugestões o quadro 7 apresenta uma síntese dos artefatos que podem ser trabalhados para o problema apresentado:

QUADRO 7: RESUMO DOS ARTEFATOS APRESENTADOS NA PARTE TEÓRICA

Classe de Problemas	Artefatos
Gestão de estoques	Sistemas de reposição de estoques contínuos e periódicos <ul style="list-style-type: none"> - Tempo de reposição - Lote de compra/ lote econômico - Ponto de pedido - Estoque mínimo ou de segurança - Estoque máximo - Ruptura de pedido
	Sistema de Controle Agregado de Estoques <ul style="list-style-type: none"> - Giro de estoques - Classificação ABC - Agregação de riscos - Regra da raiz quadrada - Limite do total de investimentos
	Sistema de Controle de estoques Empurrados
	Sistema de Controle de estoques Puxados
	Sistema MRP
	Just in Time/Kanban

Fonte: A autora (2019)

No item 4.4.2 serão destacados os artefatos escolhidos, com os seus respectivos cálculos para o dimensionamento de estoques.

4.4 DESENVOLVIMENTO

Na etapa de desenvolvimento com base na DSR, desenvolve-se o artefato com a possibilidade de utilizar abordagens como algoritmos computacionais, representações gráficas e protótipos entre outros.

Para a etapa de desenvolvimento será considerado primeiramente o levantamento das informações dos estoques, considerando um período de nove meses (janeiro a setembro de 2019), levando em conta que é a informação a qual a empresa pode disponibilizar, para no item posterior, ser utilizados os artefatos escolhidos, para que se possa chegar à conclusão de otimização dos estoques.

4.4.1 Levantamento de informações

Conforme levantamento feito na fábrica de transformadores obteve-se os dados de demanda de fios esmaltados considerando janeiro a setembro de 2019, informados na tabela 3:

TABELA 3: DEMANDA DE FIOS ESMALTADOS EM KG DE JANEIRO A SETEMBRO DE 2019

FIOS ESMALTADOS - CONSUMO DE 2019 EM KG										
Descrição	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Média
FIO ESMALTADO AL 05	-	-	430	649	195	315	398	-	212	244
FIO ESMALTADO AL 06	681	-	329	-	166	-	362	342	332	246
FIO ESMALTADO AL 07	707	688	-	-	-	4.457	5.992	2.087	4.712	2.071
FIO ESMALTADO AL 08	822	488	622	342	584	234	924	832	415	585
FIO ESMALTADO AL 09	3.441	4.853	4.333	4.285	5.163	5.332	6.280	8.385	3.586	5.073
FIO ESMALTADO AL 10	2.432	1.173	5.520	1.989	2.953	3.182	4.353	2.951	534	2.787
FIO ESMALTADO AL 11	1.756	2.418	1.491	1.594	965	782	1.546	1.314	1.525	1.488
FIO ESMALTADO AL 23	36	42	8	32	538	-	484	-	51	132
FIO ESMALTADO AL 24	-	-	12	13	80	-	-	-	-	12
FIO ESMALTADO NR 08	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
FIO ESMALTADO NR 09	219	552	-	945	-	1.441	1.472	1.375	-	667
FIO ESMALTADO NR 10	300	-	-	203	1.125	451	190	-	-	252
FIO ESMALTADO NR 11	-	-	810	242	338	83	750	-	-	247
FIO ESMALTADO NR 12	256	-	-	334	-	1.016	1.817	1.014	20	495
FIO ESMALTADO NR 13	-	-	147	476	208	34	170	358	-	155
FIO ESMALTADO NR 14	94	153	-	381	83	390	110	50	389	183
FIO ESMALTADO NR 27	-	-	-	-	84	282	112	56	164	78
FIO ESMALTADO NR 28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
FIO ESMALTADO NR 29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fonte: A Autora (2019)

Os fios esmaltados de alumínio vão das bitolas AWG¹ 5 a AWG 24, e os fios esmaltados de cobre tem a abrangência das bitolas de AWG 8 a AWG 29.

Na tabela 4 foram acrescentados os tempos de reposição e o valor médio de cada item, já com o cálculo do consumo médio dos nove meses apontados:

TABELA 4: CONSUMO MÉDIO EM KG DE FIOS ESMALTADOS DE JANEIRO A SETEMBRO DE 2019

Nº	Descrição	Prazo de Reposição	Preço Médio	Consumo Médio em Kg	Peso do item em %	% Acum.
1	FIO ESMALTADO AL 09	30 Dias	15,54	5.073	34%	34%
2	FIO ESMALTADO AL 10	30 Dias	15,95	2.787	19%	53%
3	FIO ESMALTADO AL 07	15 Dias	15,64	2.071	14%	67%
4	FIO ESMALTADO AL 11	30 Dias	15,91	1.488	10%	78%
5	FIO ESMALTADO NR 09	15 Dias	28,46	667	5%	82%
6	FIO ESMALTADO AL 08	30 Dias	15,73	585	4%	86%
7	FIO ESMALTADO NR 12	15 Dias	28,21	495	3%	89%
8	FIO ESMALTADO NR 10	15 Dias	28,24	252	2%	91%
9	FIO ESMALTADO NR 11	15 Dias	28,89	247	2%	93%
10	FIO ESMALTADO AL 06	30 Dias	15,31	246	2%	95%
11	FIO ESMALTADO AL 05	30 Dias	17,65	244	2%	96%
12	FIO ESMALTADO NR 14	15 Dias	28,34	183	1%	97%
13	FIO ESMALTADO NR 13	15 Dias	28,30	155	1%	98%
14	FIO ESMALTADO AL 23	30 Dias	20,08	132	1%	99%
15	FIO ESMALTADO NR 27	20 Dias	27,49	78	1%	100%
16	FIO ESMALTADO AL 24	30 Dias	21,81	12	0%	100%
17	FIO ESMALTADO NR 08	15 Dias	23,91	0	0%	100%
18	FIO ESMALTADO NR 28	20 Dias	29,61	0	0%	100%
19	FIO ESMALTADO NR 29	20 Dias	29,70	0	0%	100%
			Total	14.715	100%	

Fonte: A Autora (2019)

Com base nas informações obtidas, seguem os artefatos escolhidos para sugerir uma gestão de estoques, apontando quantidades ideais para de estoque de mínimo e máximo, observando o ponto de pedido.

¹ American Wire Gauge (sigla: AWG) ou escala americana normalizada é o nome da unidade de medida usada para padronização de fios e cabos elétricos.

4.4.2 Artefatos escolhidos

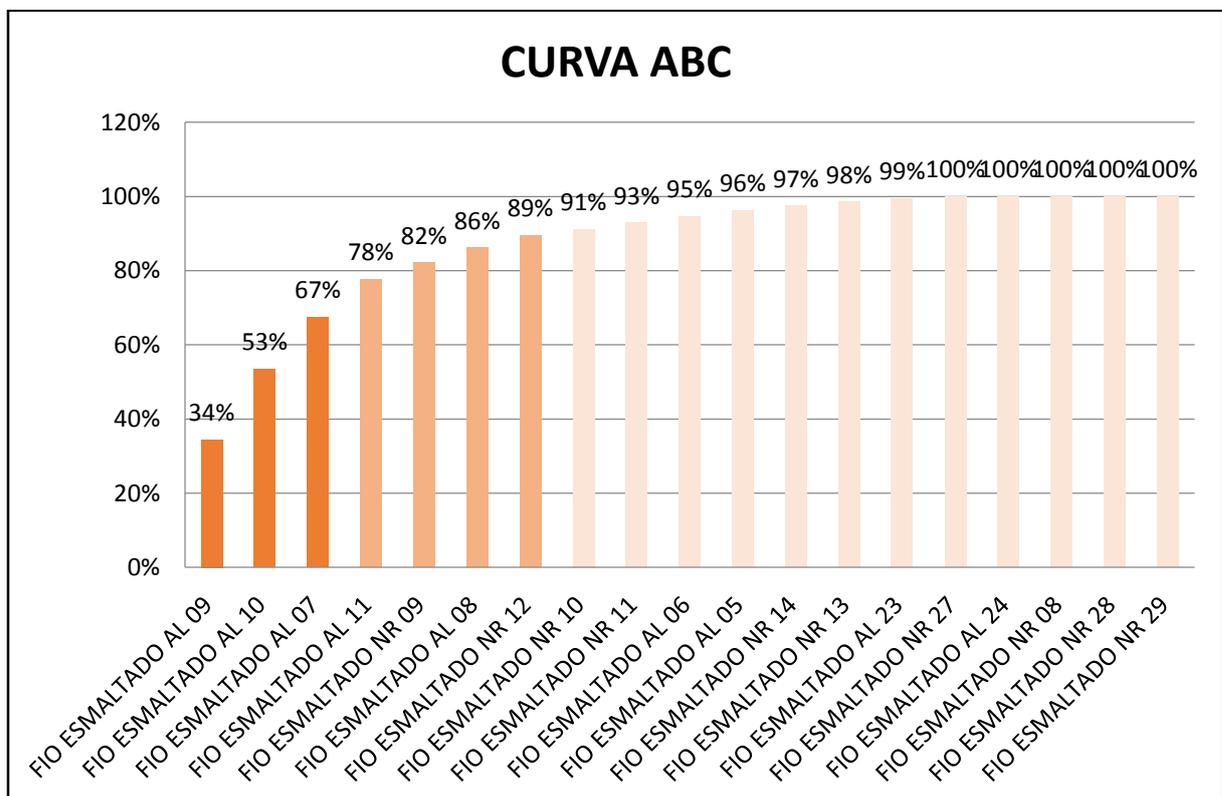
A DSR propõe que na escolha dos artefatos, o pesquisador necessita avaliar as soluções formalizadas que são necessárias resolver o problema em estudo.

Na escolha dos artefatos foi observado as vantagens e desvantagens de cada item, onde descartou-se o sistema Just in Time, devido a oscilação de demanda, portanto não aplicável este sistema. Os artefatos escolhidos foram uma mescla dos sistemas de reposição de estoques contínuos e periódicos (Estoque de segurança) e sistema de controle agregado de estoques (Classificação ABC).

4.4.2.1 Classificação ABC

Como descrito na parte teórica o objetivo da classificação ABC é facilitar o gerenciamento do estoque, onde ordena-se os itens de acordo com o grau de atenção que devem ser tratados. E visando facilitar o gerenciamento, propõe-se primeiramente identificar os itens mais relevantes, que fazem a diferença nos custos de armazenamento e representam volume maior de consumo.

GRÁFICO 1: CLASSIFICAÇÃO ABC DA DEMANDA MÉDIA DE FIO ESMALTADO DE JANEIRO A SETEMBRO DE 2019



Fonte: A Autora (2019)

Com base nas informações obtidas no gráfico 1, pode-se destacar que 3 itens somam 67% da demanda total de fio esmaltados: Fios esmaltados AL 09, 10 e 07.

Classificação:

A = 3 Itens com 67%

B = 4 Itens com 24%

C = 12 Itens com 9%

Com a informação da classificação ABC consolidada em três itens, os artefatos a seguir serão concentrados nestas bitolas, contudo os cálculos podem ser estendidos para todos os itens.

4.4.2.2 Tempo de reposição

O tempo de reposição destacado na tabela 2 é de 30 dias para as bitolas de fios esmaltados de alumínio 09 e 10 e 15 dias para o fio esmaltado de alumínio 07.

4.4.2.3 Estoque de segurança

Para o cálculo do estoque de segurança optou-se por considerar o desvio padrão, o fio esmaltado 07 de alumínio por exemplo, ficou três meses sem consumo, porém, tendo um alto consumo nos meses seguintes. Também foi acrescentado uma tabela de eficiência mencionada no capítulo 2.2.1.4, que se deseja para segurança de não faltar a matéria prima.

Como mencionado na parte teórica o cálculo do estoque segurança consiste em:

$$\text{Estoque de segurança} = z \times \sigma_D \times \sqrt{LT} \quad (6)$$

Z = Valor tabelado que indica o fator de serviço (tabela 1).

σ_D = Desvio padrão da demanda.

LT = Lead Time.

Cálculo do desvio padrão:

$$D_P = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - M_A)^2}{n}} \quad (7)$$

D_p = Desvio padrão.

X_i = Valor qualquer no conjunto de dados na posição i .

M_A = Média aritmética dos dados do conjunto.

N = Quantidade total dos dados do conjunto.

No somatório dentro da raiz deve-se somar todos os dados da posição i até a posição N , subtrair cada valor pela média do conjunto, elevar ao quadrado e dividir pelo número total do conjunto e em seguida, extrair a raiz quadrada.

4.4.2.4 Fator de segurança

Conforme apresentado no item 2.2.1.4 o fator de segurança, refere-se ao nível de serviço representado em uma tabela com percentuais, onde o fator de serviço avalia quanto por cento da curva normal deseja-se cobrir. Um desvio padrão ao redor da média cobre aproximadamente 67% da curva, 2 desvios padrões cobrem mais de 97% e 3 desvios padrões cobrem mais de 99% da curva. Um fator de serviço de 99,87%, considera-se exatamente 3 desvios padrão em torno da média de uma distribuição mensal.

Pode-se exemplificar que um nível de serviço de 99,99% indica que se a cada mil vezes houver uma tentativa de compra, será entregue 999 vezes, e que é preciso ter só de estoque de segurança, 3,6 vezes o estoque regular. A cada venda de 100, é necessário ter 360 adicionais.

Desta forma temos:

50% = fator de serviço 0

60 % = fator de serviço 0,254

70 % = fator de serviço 0,525

80 % = fator de serviço 0,842

85 % = fator de serviço 1,037

90 % = fator de serviço 1,282

95 % = fator de serviço 1,645

99,99 % = fator de serviço 3,620

4.4.2.5 Cálculo do estoque segurança

Para calcular o estoque de segurança necessita-se das informações de tempo de reposição, do fator de segurança e do desvio padrão:

1) Tempo de reposição

a) Fio esmaltado 09 de alumínio = 30 dias

b) Fio esmaltado 10 de alumínio = 30 dias

c) Fio esmaltado 07 de alumínio = 15 dias

Conforme dados obtidos na empresa.

2) Fator de segurança

a) Fio esmaltado 09 de alumínio = Nível de serviço 85% = FS 1,036

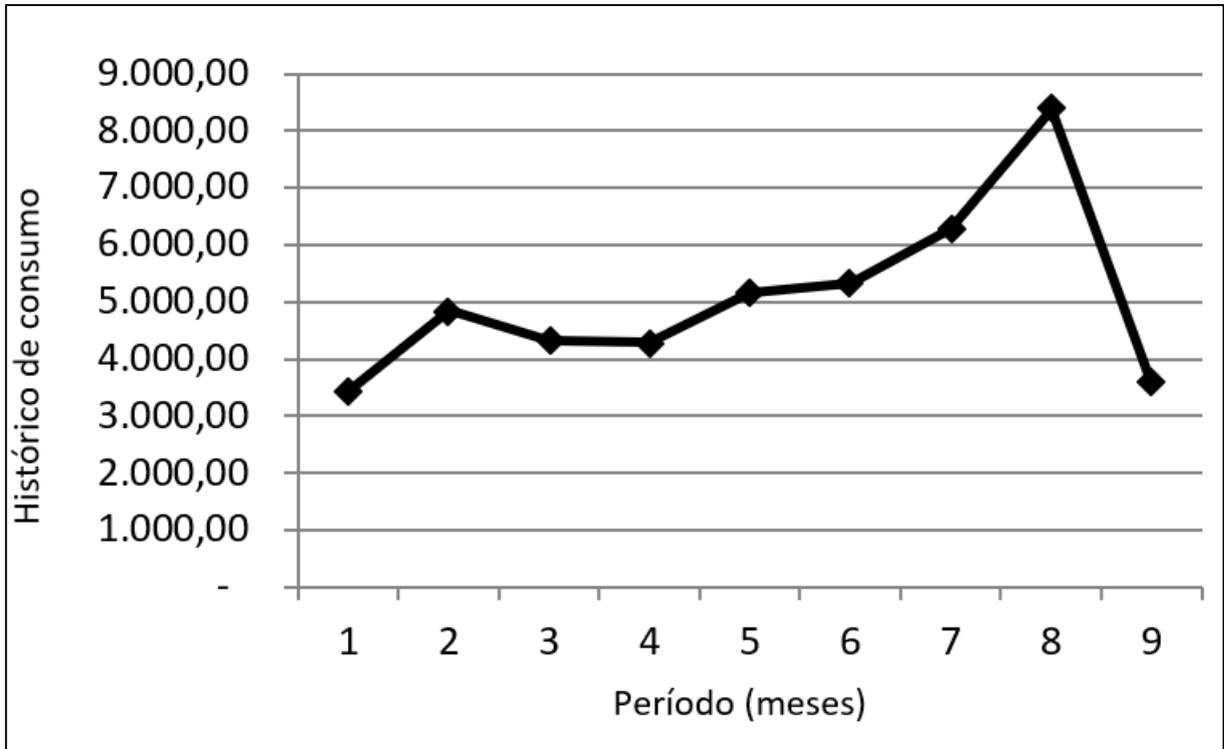
b) Fio esmaltado 10 de alumínio = Nível de serviço de 95% = FS 1,645

c) Fio esmaltado 07 de alumínio = Nível de serviço de 90% = FS 1,282

O nível de serviço que determina o fator de segurança escolhido está embasado nas seguintes informações:

a) Fio esmaltado 09 de alumínio

GRÁFICO 2: DEMANDA DE FIO ESMALTADO 09 DE ALUMÍNIO DE JANEIRO A SETEMBRO DE 2019

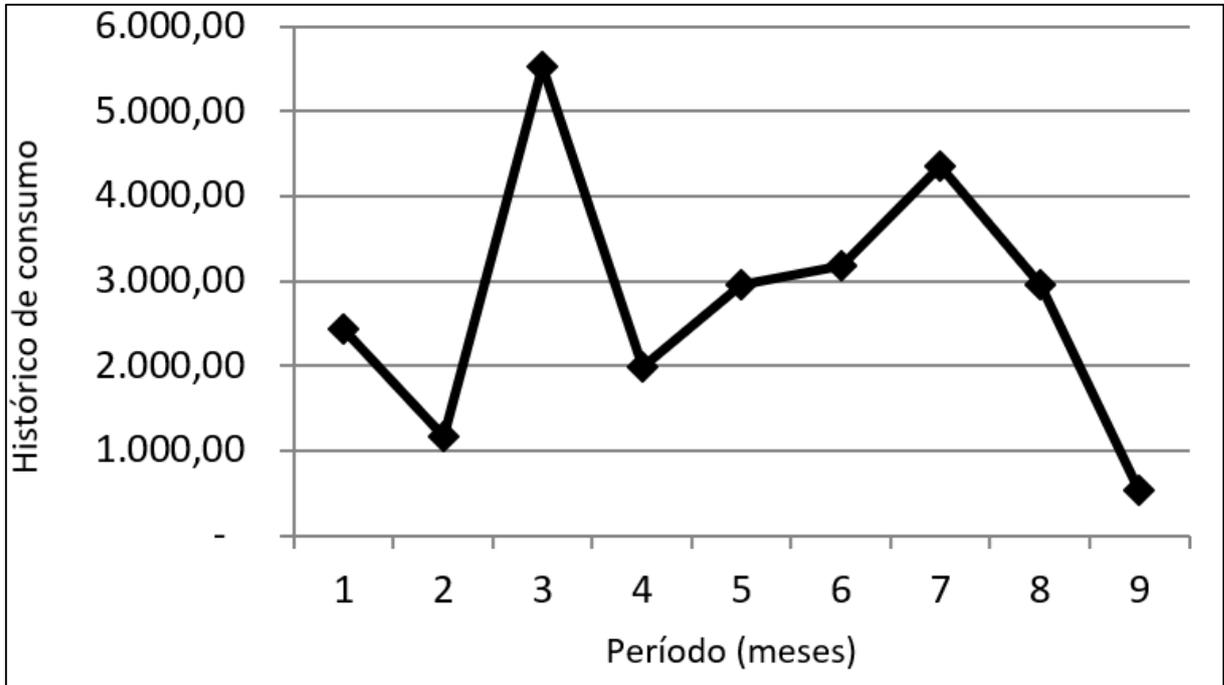


Fonte: A Autora (2019)

O gráfico 2 ilustra o comportamento de demanda do fio esmaltado de alumínio no período de nove meses selecionados. Observa-se um padrão de aumento de consumo durante este período, porém constante e mais previsível, com uma queda brusca somente no último mês selecionado. Devido a este padrão de consumo crescente mais previsível, optou-se pela eficiência de 85% para o cálculo do estoque de segurança.

b) Fio esmaltado 10 de alumínio

GRÁFICO 3: DEMANDA DE FIO ESMALTADO 10 DE ALUMÍNIO DE JANEIRO A SETEMBRO DE 2019

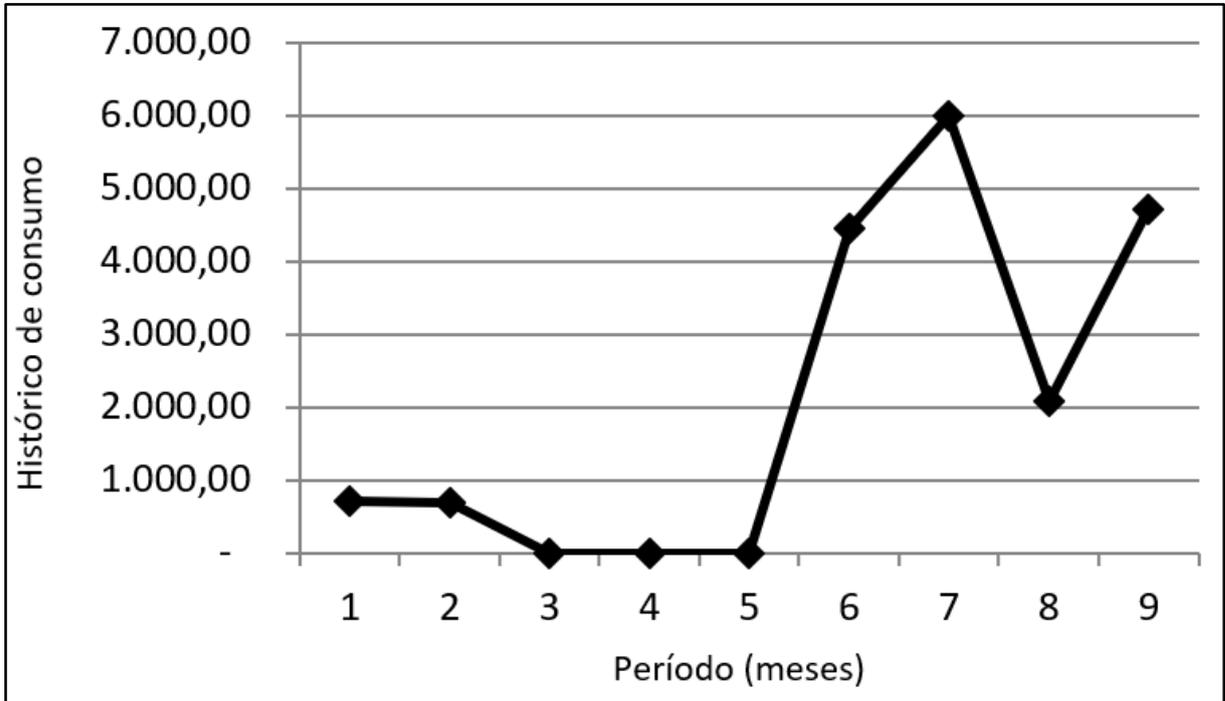


Fonte: A Autora (2019)

O gráfico 3 ilustra o comportamento da demanda de janeiro a setembro de 2019, onde observa-se uma variação muito acentuada de consumo nestes meses. Devido a esta variação optou-se por utilização a eficiência de 95%, para garantir mais segurança de disponibilidade deste item.

c) Fio esmaltado 07 de alumínio

GRÁFICO 4: DEMANDA DE FIO ESMALTADO 07 DE ALUMÍNIO DE JANEIRO A SETEMBRO DE 2019



Fonte: A Autora (2019)

Notou-se uma oscilação muito grande de consumo do fio AL 07 de alumínio, contudo, apesar desta oscilação apontada no gráfico 4, o seu tempo de reposição é menor (quinze dias), então optou-se por fator de serviço de 90%. Ficando intermediário entre os fios AI 09 e 10.

$$3) \text{ Desvio padrão} = D_P = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - M_A)^2}{n}} \quad (8)$$

a) Fio esmaltado 09 de alumínio = 18.592.911 / 8 = 2.324.113

Extrai-se a raiz quadrada de 2.324.113 = **1.524,50**

b) Fio esmaltado 10 de alumínio = 18.575.954 / 8 = 2.321.994

Extrai-se a raiz quadrada de 2.321.994 = **1.523,81**

c) Fio esmaltado 07 de alumínio = 44.682.680 / 8 = 5.585.335

Extrai-se a raiz quadrada de 5.585.335 = **2.363,33**

TABELA 5: CÁLCULO DO DESVIO PADRÃO FIO 09 DE ALUMÍNIO

Meses	a) Fio esmaltado 09 de alumínio			
	Cons.	Média	Diferença	Dif. ²
1	3.441	5.073	- 1.632	2.663.787
2	4.853	5.073	- 220	48.449
3	4.333	5.073	- 740	547.764
4	4.285	5.073	- 788,	621.119
5	5.163	5.073	89	8.080
6	5.332	5.073	258	67.023
7	6.280	5.073	1.206	1.456.581
8	8.385	5.073	3.311	10.968.608
9	3.586	5.073	- 1.487	2.211.499
Total	45.658		Total	18.592.911
Média	5.073			

Fonte: A Autora (2019)

TABELA 6: CÁLCULO DO DESVIO PADRÃO FIO DE 10 ALUMÍNIO

Meses	b) Fio esmaltado 10 de alumino			
	Cons.	Média	Diferença	Dif. ²
1	2432	2.787	-355	126.341
2	1173	2.787	-1.614	2.606.431
3	5520	2.787	2.732	7.466.860
4	1989	2.787	-798	637.514
5	2953	2.787	165	27.409
6	3182	2.787	394	155.674
7	4353	2.787	1.565	2.450.964
8	2951	2.787	163	26.750
9	534	2.787	-2.253	5.078.012
Total	25.087		Total	18.575.954
Média	2.787			

Fonte: A Autora (2019)

TABELA 7: CÁLCULO DO DESVIO PADRÃO FIO 07 DE ALUMÍNIO

Meses	c) Fio esmaltado 07 de alumínio			
	Cons.	Média	Diferença	Dif. ²
1	707	2071	-1.364	1.861.709
2	688	2071	-1.383	1.913.919
3	0	2071	-2.071	4.290.882
4	0	2071	-2.071	4.290.882
5	0	2071	-2.071	4.290.882
6	5.332	2071	2.386	5.690.875
7	6.280	2071	3.921	15.370.756
8	8.385	2071	16	242
9	3.586	2071	2.641	6.972.534
Total	45.658		Total	44.682.680
Média	5.073			

Fonte: A Autora (2019)

Conforme as tabelas 5, 6 e 7 chegou-se ao valor do desvio padrão tendo as seguintes considerações: Eleva-se ao quadrado a diferença entre o consumo mensal e sua média. Soma-se a diferença mensal elevada ao quadrado. A soma da diferença mensal elevada ao quadrado é dividida por 8 (período -1). O resultado da divisão da soma da diferença mensal elevada ao quadrado dividida por 8, é extraída a raiz quadrada.

Com estes resultados pode-se aplicar no cálculo de estoque de segurança, o desvio padrão, que é um adicional importante para se chegar a um valor mais confiável e seguro.

4) Estoque de segurança

$$\text{Estoque de segurança} = z \times \sigma_D \times \sqrt{LT} \quad (9)$$

ES = (Fator de segurança x desvio padrão) x (raiz quadrada do tempo de reposição).

a) Fio esmaltado 09 de alumínio

Nível de serviço = 85%

Fator de segurança = 1,0364

Desvio padrão = 1.524,504

Tempo de reposição = 30 dias (1 mês).

$$ES = (1,036 \times 1.524,504) \times \sqrt{1} = 1.580$$

ES = 1.580 Kg

b) Fio esmaltado 10 de alumínio

Nível de serviço = 95%

Fator de segurança = 1,645

Desvio padrão = 1.523,81

Tempo de reposição = 30 dias (1 mês).

$$ES = (1,645 \times 1.523,81) \times \sqrt{1} = 2.506,4$$

ES = 2.506,4 Kg

c) Fio esmaltado 07 de alumínio

Nível de serviço = 90%

Fator de segurança = 1,282

Desvio padrão = 2.363,33

Tempo de reposição = 15 dias (0,5 mês).

$$ES = (1,282 \times 2363,33) \times \sqrt{0,5}$$

$$ES = 3029,78906 \times 0,707106 = 2.142$$

ES = 2.142 Kg.

QUADRO 8: MEMÓRIA DE CÁLCULOS DO ESTOQUE

MEMÓRIA DE CÁLCULOS			
Indicadores	09 AL	10 AL	07 AL
Média de consumo (Kg)	5.073	2.787	2.071
Tempo de reposição	1	1	0,5
Fator de segurança	1,036	1,645	1,282
Desvio padrão	1.524,504	1.523,809	2.363,331
Estoque de segurança	1.580	2.506	2.142
Estoque em Mês	0,3	0,9	1,0
Estoque em dias	9,3	27,0	31,0

Fonte: A Autora (2019)

Resumo dos cálculos:

Segue o resumo dos cálculos referentes ao quadro 12, para se chegar ao estoque de segurança e em dias:

- a) Média de consumo em Kg de nove meses (janeiro a setembro de 2019).
- b) Tempo de reposição em meses informado pela área de Compras da empresa.
- c) Fator de segurança obtido através de tabela informada no item 2.2.1.4, na parte teórica, considerando a particularidade de consumo de cada item.
- d) Desvio padrão obtido por meio de fórmula mencionada no item 2.2.1.4, na parte teórica, com análise do período estudado.
- e) Estoque de segurança obtida por meio de fórmula mencionada no item 2.2.1.4, na parte teórica, observando os valores encontrados nos itens anteriores.
- f) Estoque em mês é a divisão do estoque de segurança encontrado pela média de consumo mensal.
- g) Estoque em dia é a multiplicação do estoque em mês encontrado por 30 dias.

Após definido o tipo de gestão de estoques e os seus respectivos cálculos chegou-se a seguinte sugestão de estoque de segurança:

SUGESTÃO DE ESTOQUE SEGURANÇA

- a) Fio esmaltado de alumínio 09 = 1.580 Kg
- b) Fio esmaltado de alumínio 10 = 2.506 Kg
- c) Fio esmaltado de alumínio 07 = 2.142 Kg

4.5 AVALIAÇÃO

Conforme mencionado na metodologia DSR, o objetivo é o desenvolvimento do artefato e a exposição de evidências de que o artefato pode ser utilizado para solução de problemas reais.

Após avaliação dos artefatos que podem contribuir para gerir os estoques, optou-se primeiramente pela classificação ABC, para isolar os itens de maior importância, que causam impacto nos estoques.

A atual definição de estoques, considera o consumo médio dos últimos três meses e calcula 9 dias de estoque para o mínimo, 11 dias para o médio e 13 dias de estoque, para o máximo e não leva em conta o prazo de reposição e oscilações de consumo.

Sugeriu-se considerar o período de janeiro a setembro de 2019, para se obter o comportamento de consumo mais atualizado possível, considerando o ano vigente e devido a empresa já ter esta informação processada. Desta forma, pode-se levar em conta as oscilações de consumo, por meio de cálculo do desvio padrão. Também foi acrescentada uma tabela estatística, que leva em conta o percentual de segurança de atendimento do estoque às demandas.

Nos valores encontrados, percebe-se uma proteção maior na definição do estoque de segurança, quanto maior for a oscilação de consumo, levando em conta o seu prazo de reposição.

Estas definições de estoques ainda não foram implementadas, mas serão sugeridas aos gestores de planejamento e compra de materiais. Também será sugerido um acompanhamento de seis meses, para verificar os resultados.

A princípio os resultados de estoques encontrados, estão satisfatórios em teoria, e terão que ser validados na prática.

4.6 CONCLUSÃO DA APLICAÇÃO DO MÉTODO

O método DSR auxiliou na verificação de solução para dimensionar o estoque de fios esmaltados contribuindo com a sua forma metodológica, onde pode-se comparar os tipos de gestão de estoques. Foi escolhido um formato mais simplificado, onde enfatizou-se a conscientização do problema, a definição dos objetivos para solução e desenvolvimento, onde foi sugerido o estoque de segurança.

Do ponto de vista acadêmico observa-se as ideias de diferentes autores, e coloca-se fórmulas e cálculos, para testar modelos teóricos para que se teste na prática. Essa missão tem um certo grau de dificuldade, devido as particularidades de cada ramo e atividade fabril. Contudo, os modelos servem de base para adaptações à realidade de cada empresa. O interessante é ter um ponto de partida, realizar testes, adaptar e validar os conceitos teóricos.

Neste sentido torna-se gratificante a contribuição acadêmica para novas visões e soluções de problemas, que neste estudo, é verificar o potencial do sistema *Design Science Research* como amparo na definição da gestão de estoque de segurança.

A empresa pode se beneficiar de um controle mais “afinado” de estoque, levando em consideração os itens que realmente devem ter um controle maior, por meio da classificação ABC, pois vai dispendir esforço em número de itens muito menor, que representam quase 70% do volume. Também terá uma proteção maior às variações de consumo, tendo menos risco na produção, em não ter material quando precisa ser processado.

5 COMENTÁRIOS FINAIS

A presente pesquisa teve como intuito verificar como a gestão de estoques, pode interferir de maneira positiva, no correto dimensionamento do estoque de matéria-prima utilizada em fábrica de transformadores. Com este objetivo definido buscou-se por meio de uma metodologia que não é tão nova, mas que no Brasil ainda é pouco divulgada, a *Design Science Research* (DSR) um amparo de etapas para serem seguidas.

A DSR foi utilizada como metodologia em uma forma customizada (mais simples) onde observou-se a conscientização do problema, sugestão, desenvolvimento, avaliação e conclusão. Por meio da orientação da *Design Science Research*, foram analisadas cada etapa, chegando aos artefatos mais adequados para análise e solução do problema de gestão de estoque apresentado.

Na comparação dos modelos de gestão de estoque, verificando suas limitações e vantagens, por meio do quadro 2, obteve-se uma síntese dos principais pontos positivos e negativos de cada modelo. Destaca-se que existe a possibilidade de implementar uma mescla de modelo, com adaptação à realidade de cada empresa.

Nesta comparação dos modelos destaca-se que o *Jus in Time* por exemplo, tem limitação em fábricas que possuem grande oscilação de demanda, apesar de eliminar o tempo de ciclo e reduzir estoques. O sistema MRP tem a mesma limitação do *Jus in Time*, tendo dificuldade de controle em demandas que oscilam.

Observando as vantagens e desvantagens de cada modelo, optou-se primeiramente pela curvatura ABC, para isolar os itens mais relevantes posteriormente o cálculo do estoque de segurança, levando em conta um período maior de cálculo de consumo e acrescentar uma proteção contra as oscilações de consumo, com o cálculo do desvio padrão.

O último objetivo proposto vem de encontro ao objetivo principal que é de elaborar uma proposta de um sistema de gestão de estoques para fios esmaltados de uma indústria de transformadores. A proposta gerada teve uma mescla de cinco itens: classificação ABC, tempo de reposição, estoque de segurança, fator de segurança. Onde foi gerado o cálculo do estoque de segurança.

Chegou-se a valores de estoque de segurança para três itens selecionados conforme a aplicação da classificação ABC, isolando os itens mais representativos de demanda e aplicação dos cálculos conforme as fórmulas apresentadas.

Pode-se considerar como pontos fortes a proposição dos estoques de segurança, em relação ao método atual da empresa, um período maior de análise, a consideração da oscilação de demanda com acréscimo do desvio padrão, e ainda não menos importante o tempo de ressuprimento.

Estas considerações mostraram que no caso do fio esmaltado 10 de alumínio, mesmo tendo média de consumo menor do que o fio esmaltado 09 de alumínio, carece de um estoque de segurança maior devido ter uma oscilação muito maior. O que pode gerar ruptura de fornecimento, se não for levado em conta esta característica, dimensionando o estoque simplesmente por média de consumo.

Como limitação da pesquisa, pode-se citar que as informações obtidas foram somente de demanda já ocorridas, podendo também ser acrescentado uma previsão de demandas futuras, e acrescentados os cálculos. Também pode ser mais aprimorada a pesquisa, com informações de volumes de estoques, aplicando conceitos como giro de estoque, apresentados na parte teórica. Foi analisado somente valor de demanda.

E por fim, chegou-se à conclusão de que o sistema de pesquisa *Design Science Research*, indica caminhos com metodologia e amparo às várias etapas para que se possa chegar a resultados satisfatórios. Permite visualizar os problemas, com a propostas de vários artefatos para solução dos problemas, abrindo um leque de soluções e possibilidades alternativas para que se chegue a estas soluções.

REFERÊNCIAS

- AYRES, A.S. **Gestão Logística e Operações**. Curitiba: IESDE Brasil S.A., 2009.
- BALLOU, R. H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos/logística empresarial**. Tradução Raul Rubenich. – 5.ed. – Porto Alegre: Bookman, 2006.
- BARBOSA, Daniel Mendes; BAX, Marcello. **A design Science como metodologia para a criação de um modelo de gestão da informação para o contexto da avaliação de cursos de graduação**. RICI: R.lbero-amer. Ci. Inf., ISSN 1983-5213, Brasília, v. 10, n. 1, p. 32 -48, jan. /jul. 2017. Disponível em <<http://periodicos.unb.br/index.php/RICI/article/download/2471/2201/>> Acesso em 20 de outubro de 2019.
- BINDA, Renan de Paula. **Artefato para representação interativa de diretrizes para produção de material educacional acessível**. Orientadora Vania Ulbricht. 2018. Dissertação de mestrado – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento, Florianópolis, 2018. Disponível em < <http://btd.egc.ufsc.br/wp-content/uploads/2018/05/Renan-de-Paula-Binda.pdf>>. Acesso em 22 de outubro de 2019.
- BORTOLASO, Ingrid Vargas. **Proposta de construção de um modelo de referência para avaliação de redes de cooperação empresariais**. Dissertação para obtenção de título de Mestre em Engenharia de Produção e Sistemas. Orientador: Prof. Dr. José Antônio Valle Antunes. São Leopoldo: Universidade do Vale do Rio dos Sinos, 2009, Disponível em <http://www.scielo.br/pdf/gp/v20n4/aop_gp031412.pdf> Acesso em 19 de outubro de 2019.
- BOWERSOX, D. J.; CLOSS, D. J.; COOPER, M. B.; BOWERSOX, J. C. **Gestão logística da cadeia de suprimentos**. 4.ed. – Porto Alegre: AMGH, 2014.
- CAXITO, F. A. **Produção: fundamentos e processos**. 1.ed., rev.- Curitiba, PR: IESDE Brasil, 2012.
- CHIAVENATO, I. **Administração de produção: uma abordagem introdutória**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005 – 11^a reimpressão.
- CHOPRA, S.; MEINDL, P. **Gestão da cadeia de suprimentos: estratégia, planejamento e operação**. Tradução Sérgio Nascimento. 6.ed. – São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2016.
- CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. **Mapa estratégico da Indústria 2018-2022**. Rev. e atual. – Brasília: CNI, 2018. 209 p.: il.
- CORDEIRO, G. R.; MOLINA, N. L.; DIAS, V. (Org.). **Orientações e dicas práticas para trabalhos acadêmicos**. 2.ed.rev. e atual. Curitiba: InterSaberes, 2014.

DIAS, M. A. P. **Administração de materiais: uma abordagem logística**. 5.ed. – São Paulo: Atlas, 2010.

DRESCH, A. **Design Science e Design Science Research como Artefatos Metodológicos para Engenharia de produção**. Dissertação (mestrado) – Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas. Orientador: Prof. Dr. Daniel Pacheco Lacerda. São Leopoldo, RS, 2013.

DRESCH, A.; LACERDA, D. P.; ANTUNES, J. A. V. **Design science research: método de pesquisa para o avanço da ciência e tecnologia**. Porto Alegre: Bookman, 2015.

FENILI, R. R. **Gestão de materiais**. Brasília, ENAP, 2015.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5.ed. – São Paulo: Atlas, 1999.

LACERDA, Daniel Pacheco; DRESCH, Aline; PROENÇA, Adriano; ANTUNES JÚNIOR, José Antonio Valle. **Design Science Research: método de pesquisa para a engenharia de produção**. Gest. Prod., São Carlos, v.20, n.4, p. 741-761, 2003. Disponível em http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-530X2013000400001. Acesso em 27 de julho de 2019.

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

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

NUNCIO, R. G. **Avaliação sistêmica dos fatores críticos de sucesso e insucesso no processo de desdobramento da estratégia**. Dissertação (mestrado) – Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção e Sistemas. Orientador: Prof. Dr. Luís Henrique Rodrigues. São Leopoldo, RS, 2016.

MOREIRA, D. **Administração da produção e operações**. São Paulo: Saraiva, 2012.

PRIETO, Beatriz. **Cobertura de estoque: calcule sem medo de errar**. Postado em 11 de abril de 2017. Disponível em <https://inbrasc.liveuniversity.com/2017/04/11/cobertura-de-estoque-calcule-sem-medo-de-errar/>. Acesso em 26 de outubro de 2019.

RODRIGUES, Diogo Duarte. **Design Science Research como caminho metodológico para disciplinas e projetos de Design da Informação**. Revista Brasileira de Design da Informação / Brazilian Journal of Information Design São Paulo | v. 15 | n. 1 [2018], p. 111 – 124 | ISSN 1808-5377. Disponível em <https://infodesign.org.br/infodesign/article/download/564/361> Acesso em 20 de outubro de 2019.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; HARLAND, C.; HARRISON, A.; JOHNSTON, V. R. **Administração da produção**. 1.ed. – 10. Reimpr. – São Paulo: Atlas, 2006.

SORDI, José Osvaldo de; MEIRELES, Manuel; SANCHES, Cida. **Design Science aplicada às pesquisas em administração**: reflexões a partir do recente histórico de publicações internacionais. Revista de Administração e Inovação, São Paulo, v. 8, n. 1, p.10-36, jan./mar. 2011. Disponível em <<http://www.revistas.usp.br/rai/article/view/79201>> Acesso em 19 de outubro de 2019.

TEIXEIRA, C. **Administração de recursos para concursos**: teoria e exercícios do CESPE comentados. Rio de Janeiro: Forense; São Paulo: MÉTODO, 2010.

VIANA, J. J. **Administração de materiais**: um enfoque prático. 1.ed. – 6.^a reimpressão – São Paulo: Atlas, 2006.

VIEIRA, H. F. **Gestão de estoques e operações industriais**. – Curitiba, PR: IESDE, 2009.