

# PROPOSTA DE REVISÃO DO PROCESSO DE PLANEJAMENTO DE ESTOQUES DE COMPONENTES PARA MÓDULOS DE *REWORK* EM UMA EMPRESA DO SEGMENTO ELETRÔNICO

**Fernanda de Oliveira Alves Rodrigues**

**Orientador: José Benedito Silva Santos Júnior**

Universidade Estadual de Campinas – Unicamp  
Laboratório de Aprendizagem em Logística e Transportes - LALT

## RESUMO

O consumo de produtos eletrônicos no Brasil vem crescendo de forma significativa nos últimos anos. Muitas empresas do ramo eletrônico, voltaram seus olhares para o mercado brasileiro como um potencial país produtor e consumidor desses produtos. A empresa em questão é do ramo de eletrônicos, e possui atualmente uma parte do processo produtivo direcionada a itens *Semi Knock Down* (SKD), conjuntos semi-montados importados. Alguns módulos SKD apresentam falhas no processo e necessitam de reparo. A proposta deste estudo é revisar o processo de planejamento de estoque para os componentes dos módulos de *rework* a fim de que a quantidade de compra desses itens seja a mais acurada possível, por tratar-se de itens de alto valor agregado. Para isso, optou-se por fazer um estudo detalhado sobre o consumo destes itens no ano de 2018 e, por meio dos conceitos de estoque mínimo e máximo, notou-se uma oportunidade melhoria na acuracidade de planejamento desses materiais.

## ABSTRACT

The consumption of electronic products in Brazil has increased significantly in recent years. Many electronics companies have turned their eyes to the Brazilian market as a potential producer and consumer of these products. The company belongs to electronics industry and currently owns a part of the production process involving Semi Knock Down (SKD) parts, and semi-assembled imported sets. Some SKD modules are defective in process and require repair. The purpose of this study is to review the stock planning process for the rework components in order to ensure accurate quantities are purchased since these are high value parts. For that, it was decided to study in detail, the consumption of these items related to year of 2018, and using the concepts of minimum and maximum stocks it was possible to realize an opportunity of improvement in planning accuracy of these materials.

## 1. INTRODUÇÃO

De acordo com a Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica (ABNEE) “o faturamento do setor elétrico e eletrônico cresceu 5% no ano de 2017, na comparação com 2016, atingindo R\$ 136 bilhões.” Ainda de acordo com a ABNEE esse desempenho foi bastante significativo, uma vez que reverte a tendência de resultados negativos dos últimos três anos. “Quanto aos bens de consumo do setor eletroeletrônico, destacam-se as vendas de smartphones (cerca de 48 milhões de unidades) e dos notebooks (3,5 milhões de unidades) com incrementos de 10% e 21%, respectivamente, no ano de 2017 comparado com 2016, contribuindo para o crescimento nas áreas em que estão inseridos: telecomunicações (+8%) e informática (+10%)”. (ABNEE, 2018).

A unidade em questão é responsável pela produção de *smartphones* onde 95% da lista de materiais é importada e o restante nacional. Uma das peças-chave do processo produtivo é a importação de itens *Semi Knock Down*. Porém, esses itens podem apresentar falhas no processo onde será necessário a troca de componentes no processo produtivo.

### 1.1. Objetivo

Este trabalho tem por objetivo revisar a política de estoques, como estoques mínimo e máximo e *target stock* para itens de *rework*. Como objetivo específico deste estudo podemos destacar a definição de uma melhor forma de analisar a compra de itens de *rework*, já que não há uma demanda pré-estabelecida de reparo. O reparo é feito de acordo com a necessidade e o planejamento é feito manualmente.

## 1.2. Problema da pesquisa

No processo produtivo são utilizados itens importados que conhecidos como *Semi Knock Down Parts* (SKD). São conjuntos de partes pré-montadas, geralmente pela matriz ou pelo centro de produção, para exportação e posterior montagem dos produtos nos países receptores destes módulos, geralmente fábricas menores ou com produção reduzida.

Alguns desses módulos vêm com algum tipo de falha e precisam ser reparados durante o processo produtivo. Os componentes que apresentam falha, e que são passíveis de retrabalho localmente, são enviados para uma locação para avaliação técnica de forma a identificar a causa da aparente falha e determinar a ação de reparo.

Quando os itens são transferidos para essa locação de *Failure Analysis* (FA) o time de compras e planejamento consegue ter acesso a quais são as falhas ocorridas. Alguns itens são trocados em processo *online* com a linha de produção, e por esse motivo não há visibilidade de troca. Uma *bill of materials* (BOM) de reparo foi desenvolvida para permitir melhor controle sobre quais falhas estão sendo tratadas e qual a quantidade.

Como principais oportunidades de melhoria para este trabalho podemos citar:

- a. A análise de compras e planejamento de itens para módulos *rework* é feito via planilha em excel demandando mais tempo para análise e grande risco para inventário e processo produtivo.
- b. Falta de acuracidade de índice de falhas reportado pelo time de engenharia. Atualmente não há uma porcentagem correta sobre os índices de falha e consequentemente de troca de componentes *SKD rework*.
- c. Como não há visibilidade futura de índices de falha, a compra é efetuada em cima de uma porcentagem de histórico de falhas, não confiável, pois não é feito um controle semanal ou mensal do consumo. Além disso, não há visibilidade dos itens e quantidades que são trocados em processo *online* com a linha de produção.

## 1.3. Justificativa

Este trabalho tem por motivação a necessidade de estabelecer qual a melhor forma de analisar e planejar a compra de componentes para *rework* SKD, já que não há uma demanda pré-estabelecida e a compra incorreta desse material pode gerar excesso ou a falta do mesmo acarretando em prejuízos para a empresa.

Por tratar-se de itens *high value parts* (HVP), os mesmos representam atualmente 70% do inventário em valor. São itens que impactam diretamente no resultado financeiro da empresa. Por esse motivo não podemos ter excesso desses itens em estoque.

Além desse motivo, há uma oportunidade de desenvolver a automatização da rodada de MRP para a BOM de *rework* já que atualmente é feita em Excel, evitando dessa forma redução de produtividade com a execução de trabalhos manuais e, permitindo através da automatização, agregar valor em análises por parte de compras e planejamento transmitindo maior transparência e acesso às informações de planejamento no sistema da empresa.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. Cadeia de Suprimentos e Planejamento e controle de materiais

Muito tem se falado sobre o *supply chain management* ou, em português, cadeia de suprimentos. De acordo com Turban (2004) uma cadeia de suprimentos é o fluxo de materiais, informações, pagamentos e serviços, partindo pelos fornecedores de matérias-primas, passando pelos setores de produção e de armazenamento das empresas e chegando aos consumidores finais. Ou seja, a função da gestão da cadeia de suprimentos é planejar, organizar e coordenar todas as suas atividades a fim de atender a demanda de seus clientes da melhor forma.

A gestão da cadeia de suprimento é a administração integrada dos processos principais de negócios envolvidos com fluxos físicos, financeiros e de informações, englobando desde os produtores originais de insumos básicos até o consumidor final, no fornecimento de bens, serviços e informações, de forma a agregar valor para todos os clientes – intermediários e finais – e para outros grupos de interesse legítimos e relevantes para a cadeia. (Corrêa, 2014).

Como podemos perceber esse assunto é de grande relevância e interesse das empresas que querem reduzir custos com as operações que envolvem a cadeia de suprimentos. De acordo com Corrêa (2014) a gestão de cadeias de suprimento pode ser uma importante arma competitiva, com impactos claros e relevantes no resultado econômico das empresas componentes.

Um outro conceito interessante e importante para se destacar é gestão global de suprimentos ou *global sourcing*. Ainda segundo Corrêa (2014) o *global sourcing* “refere-se a prática de identificar oportunidades e buscar os insumos necessários à produção de bens ou serviços onde quer que tenham melhores condições de custos, qualidade e entrega, onde quer que se encontrem dentro ou fora do país de origem da organização”.

A fim de se ter uma operação na cadeia de suprimentos otimizada, com os menores custos possíveis, mas não deixando de lado a qualidade dos serviços prestados, é necessário ter uma visão macro da operação, envolvendo o planejamento da produção e materiais, estoques etc. Todas essas áreas são objetos de estudo da cadeia de suprimentos. “O modelo *Supply Chain Operations Reference* (SCOR) é um método desenvolvido pelo *Supply Chain Council* para mapear, analisar, avaliar e comparar atividades de gestão de cadeias de suprimento e seu desempenho. Consiste dos seguintes macroprocessos básicos: Planejamento, Suprimento, Produção, Entrega e Devoluções” (Corrêa, 2014).

Na figura 1 é apresentado o fluxo das atividades de planejamento com referência no modelo SCOR.



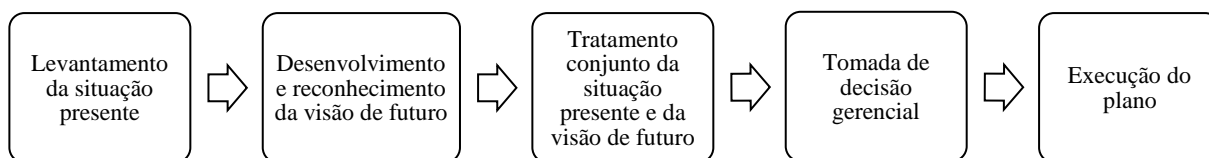
**Figura 1:** Modelo SCOR (Fonte: *Supply Chain Council*)

## 2.2. Planejamento e controle da produção

Conforme citado anteriormente um dos tópicos de estudo dentro do *supply chain* é o planejamento e controle da produção (PCP) pois essa área gerencia o fluxo de materiais dentro da empresa. De acordo com Caon (2017), um bom processo de planejamento depende de uma visão adequada do futuro. Além disso, os sistemas de previsão devem ser eficazes, é necessário conhecimento fiel sobre a situação-presente e ter claro os objetivos que se pretendam atingir.

É necessário que o processo de planejamento seja contínuo. Deve-se ter conhecimento da situação presente, visão de futuro e os objetivos pretendidos. “À medida que o tempo passa, é preciso estender a visão de futuro de forma que o horizonte de tempo futuro sobre o qual se desenvolva a ‘visão’ permaneça constante”. (Caon, 2017)

Caon (2017) resume em 5 passos a dinâmica do planejamento. São eles:



**Fluxograma 1:** Dinâmica do processo de planejamento (Fonte: Caon, 2017)

Para um planejamento adequado é preciso ter o conhecimento sobre qual é o período de tempo que devemos analisar para ações futuras. Caon (2017) define como horizonte de planejamento “o tamanho do tempo futuro sobre o qual se tenha interesse em desenvolver uma visão”.

O horizonte de planejamento contempla o prazo de efetivação das decisões, o período de replanejamento e o horizonte de informações úteis. Um horizonte de planejamento mínimo contempla o prazo necessário para as decisões e o período de replanejamento. Com relação ao período de replanejamento quanto mais dinâmico for o ambiente mais curto será o período de replanejamento, e quanto mais estável o ambiente de que estamos tratando maior será o período de replanejamento (Caon, 2017).

Podemos entender como ambientes dinâmicos aqueles em que os *lead times* são curtos, a demanda é instável e os fornecedores pouco confiáveis. E ambientes estáveis são aqueles em que os *lead times* são longos, a demanda estável e os fornecedores confiáveis.

Ainda sobre horizonte de planejamento, é necessário considerar um “sub-horizonte” dentro do horizonte de planejamento para que se possa ter uma visão ainda mais acurada do futuro. Caon (2017) afirma que é “necessário considerar um ‘sub-horizonte’ de curto prazo para que com base nele se tomem boas decisões de inércia pequena, um ‘sub-horizonte’ médio para a consideração de decisões de inércia média e um ‘sub-horizonte’ longo para suportar decisões de inércia maior.

Quando precisamos tomar alguma ação, alguma decisão com muita antecedência é necessário termos uma visão maior sobre o futuro, porém a probabilidade de erro será maior. Isso é muito complicado. “Se as decisões que envolvem maior volume de recursos requerem com maior antecedência e se tomar decisões com maior antecedência implica estar sob maior probabilidade de erro, a consequência é que justamente aquelas decisões cujos erros podem envolver perda mais substancial de recursos são aquelas com maior probabilidade de erro”. (Caon, 2017).

Existem três níveis hierárquicos de estratégias para desenvolvimento da função dentro PCP de acordo com Lustosa *et al.* (2008), como mostra a tabela 1.

**Tabela 1:** Níveis hierárquicos do PCP (Fonte: Lustosa *et. al.*, 2008)

Nível Estratégico	São definidas políticas estratégicas de longo prazo. O planejamento da capacidade é elaborado no nível estratégico, definindo a capacidade da planta. Já o planejamento agregado de produção é elaborado como uma transição para o nível tático, definindo o composto (ou mix) das estratégias específicas da produção.
Nível Tático	São estabelecidos planos de médio prazo para a produção, obtendo-se o MPS ( <i>Master Program Schedule</i> ) ou Planejamento Mestre da Produção (PMP).
Nível Operacional	São preparados os planos de curto prazo, como resultado do MRP ( <i>Material Requirement Planning</i> ) ou Planejamento das Necessidades de Materiais. Neste nível são gerenciados os estoques, as ordens de produção são sequenciadas, as ordens de compras são emitidas e liberadas, assim como são executados o acompanhamento e o controle.

Laureano (2017) analisa que algumas questões devem ser respondidas em cada um dos níveis hierárquicos do PCP. No nível estratégico por exemplo, questões como qual a demanda de mercado, qual a capacidade da planta e quais indicadores de desempenho devem ser implantados devem ser respondidas. Já para o nível tático, questões como qual o preço final e os custos de produção, qual o tipo de sistema de produção, qual o tipo de layout, entre outras respostas devem ser obtidas. Por fim, no nível operacional do PCP, será onde vamos encontrar o tamanho do lote a ser produzido, quando deve ser produzido, em qual máquina vamos produzir, entre outras questões.

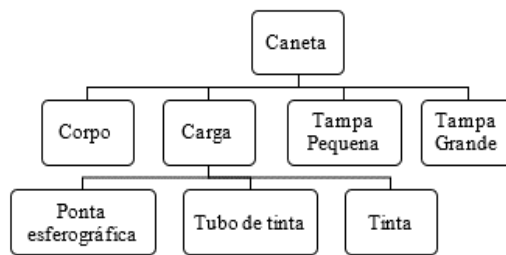
### 2.3. Planejamento da necessidade de materiais

O planejamento da necessidade de materiais faz-se importante por um motivo muito simples: sem matéria-prima não há produção. Sua contribuição em sua implementação é conseguir calcular de maneira detalhada a necessidade de materiais e em qual momento adquiri-los para uma compra assertiva e rentável.

Para que o *Material Requirement Planning* (MRP) consiga desempenhar seu papel é imprescindível que ele seja abastecido com o máximo de informações, principalmente sobre a

estrutura dos produtos e sobre o *lead time*, que é o tempo entre a fabricação do produto e a entrega ao cliente.

Segundo Laurindo (2000) “quando se analisa o fluxo de materiais, cada ordem de produção tem especificado um conjunto de materiais para que as operações de conformação e montagem sejam executadas”. Ainda de acordo com Laurindo (2000) “estes materiais podem ser classificados em matérias-primas, componentes e produtos semiacabados”. O registro dos materiais que compõe a estrutura do produto é denominado Lista de Materiais ou, em inglês, *Bill of Material* (BOM), conforme representado pela figura 2:

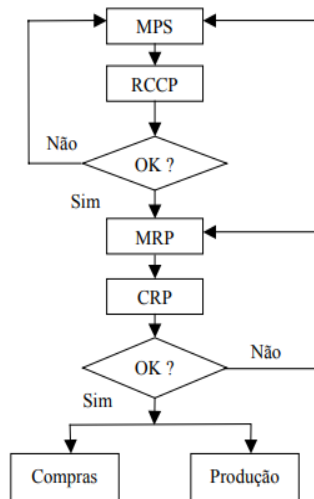


**Figura 2:** Estrutura de Materiais (Fonte: Laurindo, 2000)

Laurindo (2000) descreve a evolução do sistema de MRP desde os anos 70. De acordo com Laurindo (2000) o MRP apresentava três elementos básicos para gerenciamento da produção: programa mestre de produção, lista de materiais e quantidades em estoque. “O programa mestre de produção (*Master Production Scheduling* – MPS) consiste na definição das quantidades de cada produto final que se deseja produzir em cada período (*time buckets*) dentro do horizonte de planejamento”. É importante destacar a diferença entre as demandas dentro de um sistema MRP. Temos as demandas dependentes e as independentes. Conforme explicado por Laurindo (2000), as demandas independentes são aquelas que incluem peças de reposição ou produtos acabados, e as demandas dependentes são aquelas ligadas à programação da produção, ou seja, são demandas por matérias-primas e componentes.

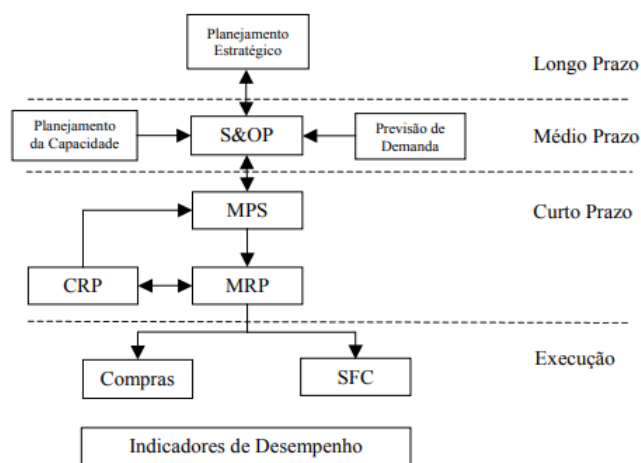
Uma vez definido o programa mestre de produção dos diferentes produtos, o próximo passo consiste na explosão ou cálculo de necessidades de materiais. Dados o programa de produção e a estrutura de materiais dos produtos, calculam-se as necessidades de materiais para execução da produção. Descontando-se eventuais itens em estoque e levando-se em consideração os tempos de produção e compra (*lead times*), determinam-se as quantidades e os instantes em que devem ser produzidos ou comprados cada item. Laurindo (2000).

A evolução de MRP para MRPII consiste no acréscimo de outros dados como “(...) os roteiros de produção (sequências e tempos das diferentes tarefas das ordens de produção) e um cadastro dos centros de produção com as respectivas capacidades”. Laurindo (2000) destaca que a análise da capacidade é verificada em dois momentos diferentes no ciclo MRP. O *Rough Cut Capacity Planning* (RCCP) é um corte grosseiro de capacidade, e nesse momento já é possível perceber a viabilidade do programa mestre proposto. Já o *Capacity Requirement Planning* (CRP) analisa se há sobrecarga de trabalho em um dos centros. A figura 3 mostra como é feita a análise de capacidade no ciclo MRP.



**Figura 3:** Ciclo Fechado MRP (Fonte: Laurindo, 2000)

De acordo com Laurindo (2000), em 1981, Oliver Wight surge com o conceito de *Manufacturing Resources Planning*, MRPII. O MRPII além de trazer os módulos RCCP e CRP, permite considerar outros módulos como recursos de produção, controle da fábrica (*Shop Floor Control*) e *Sales & Operations Planning* conforme figura 4.



**Figura 4:** Modelo MRPII (Fonte: Laurindo, 2000)

## 2.4. Gestão de estoques

A área de estoques nas empresas precisa cada vez mais de atenção, pois elas podem prejudicar muito a competitividade já que afeta diretamente a produtividade e lucratividade. Rodrigues (2017) afirma que os estoques imobilizam capital (ativo circulante), alterando significativamente a rentabilidade da empresa e pontua como funções básicas dos estoques: “garantir a disponibilidade de insumos para a produção, atuar como amortecedor durante o período de ressurgimento, reduzir o custo do transporte, pela aquisição de maiores lotes, dispor

de produtos acabados para entrega a clientes.”

Podemos definir estoques como “acúmulos de recursos materiais entre etapas de um processo de transformação. Os níveis de estoques variam quando os fluxos de entrada e de saída da etapa variam, um em relação ao outro” (Corrêa, 2014).

Corrêa (2014) cita algumas razões para o surgimento dos estoques. São elas: falta de coordenação das fases do processo produtivo - muitas vezes pode ser impossível ou inviável coordenar as fases do processo de transformação seja por restrições tecnológicas ou custos de obtenção (lotes de produção) – incerteza de demandas e/ou suprimento e disponibilidade no canal de distribuição – alguns mercados necessitam que os produtos sejam disponibilizados perto dos mercados consumidores, como por exemplo produtos de consumo.

Segundo Corrêa (2014) os diferentes tipos de estoque que são: estoques de matérias-primas e suprimentos, estoques em processo, estoque de produtos acabados e estoques de materiais para manutenção, reparo, consumo e movimentação.

Para conseguirmos mensurar a eficiência da gestão de estoque contamos com alguns indicadores que mostram qual a situação real do estoque a fim de auxiliar nas tomadas de decisão. Alguns indicadores são: cobertura e giro de estoque, tempo de reposição, ponto de pedido e taxa de retorno.

A cobertura de estoque consegue dizer a média de tempo que conseguimos manter o negócio abastecido. Rodrigues (2017) afirma que a rotatividade ou giro do estoque indica se os estoques estão ou não dentro de limites de risco. Podemos definir giro de estoque como razão entre o total de vendas e o estoque médio.

Com relação ao tempo de reposição ou também conhecido tempo de ressuprimento é um dos pontos críticos pois quanto maior o *lead time* mais criteriosamente devemos obedecer ao *dead line* para colocação de pedido a fim de evitar o risco de ruptura do estoque, com a consequente paralisação da produção (Rodrigues, 2017).

Faz-se necessário, além desses indicadores, analisar a taxa de retorno ao estoque, ou seja, a quantidade de produtos que são vendidos, mas que por algum motivo retornam devido a trocas ou avarias.

#### 2.4.1. Modelo de planejamento de estoques

Como modelos de planejamento de estoque podemos citar o modelo de reposição e “lote econômico”, o modelo de revisão periódica e o modelo de ponto de reposição escalonado no tempo (*time phased order point*). Corrêa (2017) explica o funcionamento do modelo do ponto de reposição da seguinte forma: Todas as vezes que determinada quantidade do item é retirada do estoque é feita a verificação da quantidade restante. Se esta quantidade restante for menor que o ponto de reposição faz-se necessário a compra do lote de ressuprimento.

Para alguns casos é preciso considerar um estoque de segurança para que seja evitado a ruptura do mesmo prejudicando a entrega do produto ao consumidor final. Para os casos em que forem definidos que não haverá estoque de segurança, significa será colocado um pedido de compra quando houver uma quantidade em estoque equivalente à demanda durante o *lead time*. Porém,



como a demanda não é estável é possível que haja uma variação para maior ocasionando na falta do produto. Deveríamos manter uma quantidade de estoque de segurança proporcional ao nível de incerteza da demanda, “ou seja, de quanto a demanda real terá probabilidade de variar em torno da média assumida” (Corrêa, 2017).

Quando há a possibilidade de a empresa receber uma demanda maior do que o esperado ou quando temos um item dentro da estrutura de produtos que possui um alto índice de perda e alto *lead time*, é interessante que a empresa adote uma definição de política de estoque para esse item. Corrêa (2014) afirma que estoques são necessários para suprir as incertezas de demanda e/ou suprimento. As incertezas de demanda são aquelas em que as demandas pelos seus produtos são pouco previsíveis e as incertezas de suprimentos acontecem quando por exemplo, as entregas de um certo fornecedor têm *lead time* e/ou níveis de qualidade pouco previsíveis.

O desafio, porém, é definir quando e quanto manter de estoque de segurança. Podemos utilizar para essa decisão a fórmula de estoque de segurança representada pela função objetivo (1):

$$Eseg = FS\sigma \sqrt{\frac{LT}{PP}} \quad (1)$$

em que Eseg = Estoque de segurança;

FS = Fator de serviço;

$\sigma$  = Desvio padrão;

LT = *Lead time*;

PP = Período.

O outro modelo de planejamento de estoque é o modelo de revisão periódica. No modelo de revisão periódica, é verificado periodicamente o nível de estoque do item e, baseados no nível de estoque encontrado, é determinado a quantidade de ressurgimento. Desse modo quando recebemos o material é atingido um nível de estoque predeterminado. Corrêa (2017) aponta como principal diferença entre esse modelo e o modelo de ponto de reposição, a incerteza da demanda. No modelo de ponto de reposição é considerado somente o *lead time* enquanto no modelo de revisão periódica é considerado o *lead time* mais o período de revisão.

O modelo de *time-phased order point* tem a mesma mecânica, mas o ponto de reposição se distribui de forma diferente em virtude de as taxas de consumo do estoque variarem ao longo do período analisado. Após as definições dos parâmetros necessários, o sistema irá gerenciar e sugerir as emissões de pedido de forma escalonada no tempo de forma que os estoques de segurança não sejam infringidos (Corrêa, 2017).

#### 2.4.2. Custos de estoques

Rodrigues (2017) afirma que a “atual tendência é analisar as variáveis de estoques ligadas à problemática logística como um todo e não apenas sob o ponto de vista da guarda dos produtos.” Por esse motivo é preciso entender os diferentes tipos de custos que incidem sobre os estoques.

Alguns custos são: aquisição, administrativo, manutenção de estoques, embalagem, armazenagem, ruptura, transporte e obtenção de qualidade. Os custos de aquisição são decorrentes do capital imobilizado referentes aos bens adquiridos como matéria-prima, insumos

etc.; os custos administrativos são referentes à mão e obra e encargos somado aos custos de materiais de escritório, sistemas de informação etc. Já o custo de oportunidade do capital, seguros e armazenagem se encaixam nos custos para manter os estoques; os custos de armazenagem são relativos ao capital investido na conservação dos imóveis, equipamentos e instalações de armazenagem. O custo de ruptura representa as vendas perdidas pelo cancelamento do pedido do item faltante e as multas e atrasos. Os custos da obtenção da qualidade são custos referentes a prevenção, inspeções, emissões de relatórios, entre outros (Corrêa, 2017).

### 3. MÉTODO

#### 3.1. Abordagem metodológica

A abordagem utilizada neste artigo pode ser classificada como exploratória com aplicação prática. Podemos classificar como exploratória pois avança sobre um terreno pouco conhecido no processo de *rework*. Além disso é possível classificar o trabalho como de natureza aplicada e abordagem quantitativa.

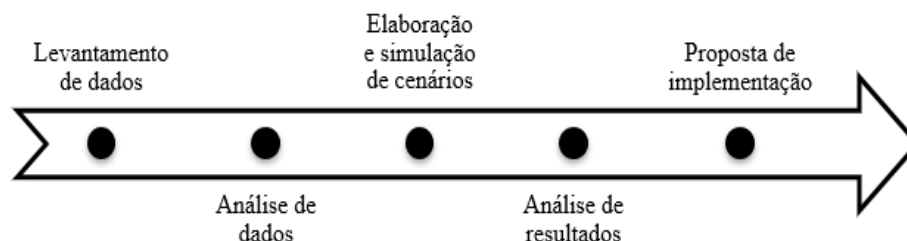
De acordo com Gil (2002), as pesquisas exploratórias têm como objetivo “proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a construir hipóteses. Pode-se dizer que estas pesquisas têm como objetivo principal o aprimoramento de ideias ou a descoberta de intuições.”

Este trabalho surgiu da insatisfação da área gerencial de materiais da empresa em relação ao modelo que está sendo praticado para compra de módulos de *rework*. O processo que atualmente é feito o planejamento de compra desses itens têm-se mostrado ineficaz ao processo gerando alto custo de estoque e/ou riscos de parada de linha devido à falta de componentes.

Com o objetivo de solucionar esse problema ficou sobre responsabilidade desse estudo selecionar um dos projetos que a empresa possui atualmente e se aprofundar em duas falhas que ocorrem no processo produtivo, para que seja possível realizar um levantamento de dados sobre o consumo desses componentes de *rework* em um período de 12 meses.

#### 3.2. Fluxograma de atividades

No fluxograma 2 é apresentado os passos para a realização deste trabalho.



**Fluxograma 2:** Fluxograma com etapas sugeridas para estudo (Fonte: Autor)

Como levantamento de dados podemos destacar a análise de quais são as duas falhas mais relevantes para o processo produtivo que neste trabalho chamaremos de falhas X e Y. Com as duas falhas de estudo já definidas, levantamos o histórico de consumo dos itens das BOMs de *rework* relativos ao ano de 2018.

Com relação a análise de dados que seria o próximo passo, podemos destacar a análise do consumo médio mensal dos itens de *rework* comparado com o estoque médio mensal mantido para esses itens em 2018. Além dessa análise foi feita uma verificação se as BOMs das falhas X e Y foram carregadas e parametrizadas corretamente no sistema.

Para elaboração e simulação de cenários realizamos os cálculos de estoque mínimo e máximo com base na fórmula de estoque de segurança, uma vez que já possuímos os dados de histórico de consumo. Para a análise do estoque de segurança resolvemos trabalhar com 3 percentagens de nível de serviço para garantir três cenários diferenciados: otimista (90%), moderado (95%) e conservador (98%).

Após a análise dos resultados e em posse dos valores de estoque mínimo e máximo podemos fazer uma proposta de implementação e realizar o carregamento desses valores no sistema. Dessa forma, o processo de MRP seria automático e direto do sistema não sendo mais necessário a utilização de planilhas de Excel.

## 4. APLICAÇÃO PRÁTICA

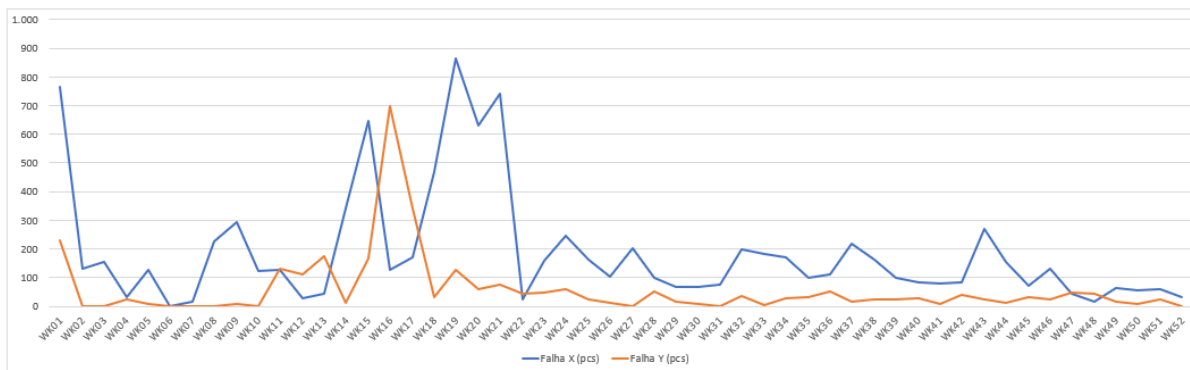
### 4.1. Perfil da empresa

A empresa envolvida no trabalho caracteriza-se por ser uma fabricante de produtos eletrônicos com presença internacional na Europa, Ásia e Américas. Possui 45 anos de atividade e no Brasil está situada no estado de São Paulo. Atualmente essa planta é responsável pela produção de *smartphones* e tem como missão ser líder na fabricação de produtos para o segmento eletrônico.

### 4.2. Levantamento e análise de dados

Conforme mencionado anteriormente, no processo produtivo são utilizados itens SKD e alguns desses módulos apresentam falhas e necessitam ser reparados. Como forma de análise e estudo foram consideradas as duas falhas mais relevantes para o processo produtivo no total de 5 falhas de um único projeto com base na porcentagem fornecida pelo time de engenharia, que chamaremos neste trabalho de falhas X e Y.

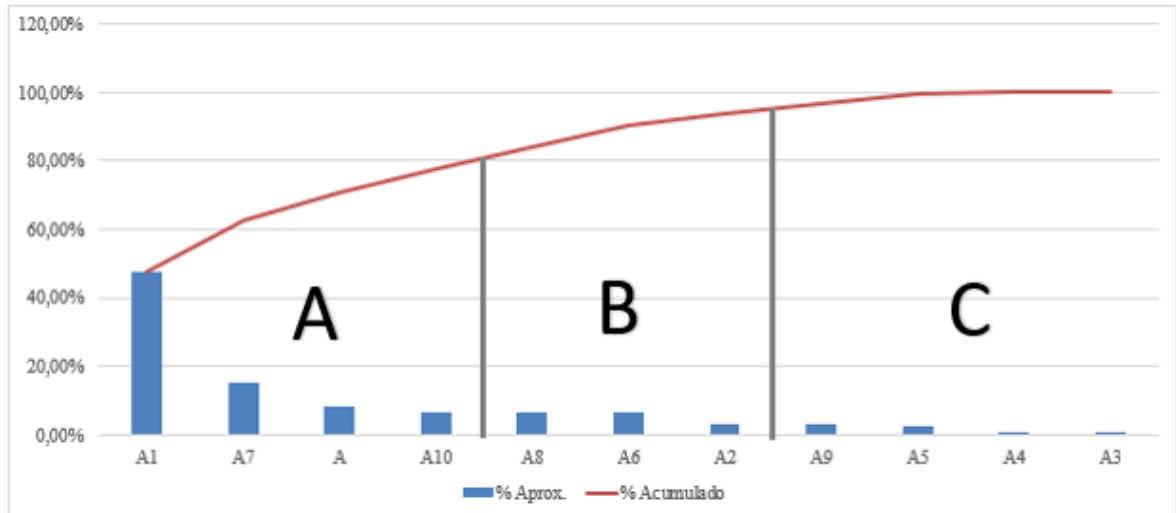
A falha X possui uma representatividade de 48% e a falha Y 22% dentre as 5 falhas. Os dados apresentados por engenharia são dados retirados de um sistema paralelo pois atualmente não é feito esse controle via sistema ERP. O gráfico 1 apresenta as quantidades de falhas relativas ao ano de 2018 para as falhas X e Y.



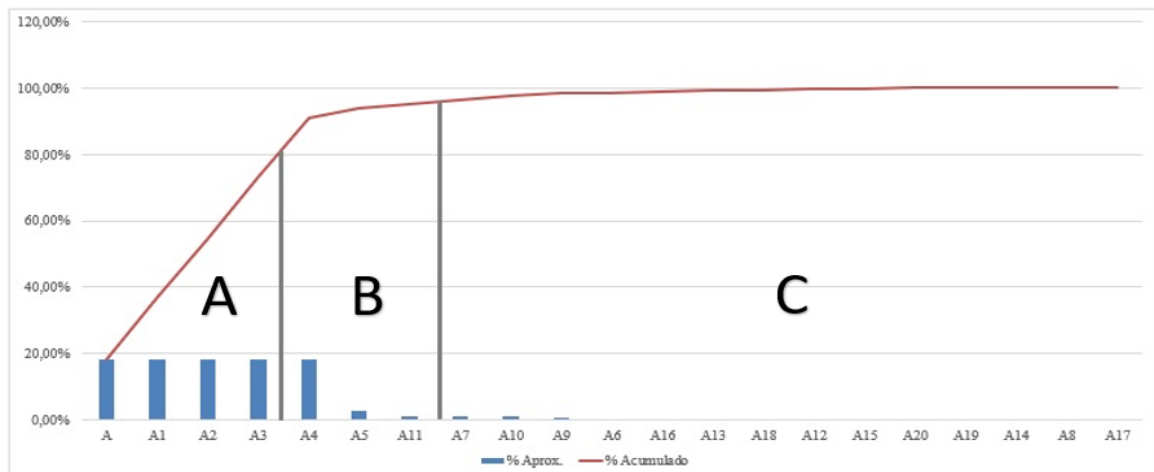
**Gráfico 1:** Total de falhas relativo ao ano 2018 – Falhas X e Y (Fonte: Autor)

Na BOM da falha X temos 276 *part numbers* considerando itens *primes*. Após análise notamos que somente os itens *primes* estavam sendo consumidos, portanto, as análises que seguem são referentes aos itens que de fato possuíram consumo acima de zero. Na BOM da falha Y temos 29 *part numbers* considerando itens *primes* e *alternates*. A mesma análise que fizemos para a falha X foi feita para a falha Y e o resultado foi o mesmo, somente os itens *primes* estavam sendo consumidos.

O gráfico 2 apresenta a curva ABC dos itens referentes a falha X e o gráfico 3 é referente aos itens da falha Y.



**Gráfico 2:** Gráfico representando curva ABC – Falha X (Fonte: Autor)



**Gráfico 3:** Gráfico representando curva ABC – Falha Y (Fonte: Autor)

Levantamos também os dados de estoque médio mantido em 2018 para os componentes em questão conforme tabela 2.

**Tabela 2:** Estoque Médio Mensal de 2018 – Falhas X e Y (Fonte: Autor)

Falha X		Falha Y	
Material	Estoque Médio Mensal 2018 (pcs)	Material	Estoque Médio Mensal 2018 (pcs)
A	3.126	A	10.054
A1	1.547	A1	7.044
A2	500	A2	12.716
A3	3.544	A3	4.246
A4	648	A4	13.112
A5	37.440	A5	15.312
A6	49.920	A6	13.904
A7	72.000	A7	5.236
A8	37.517	A8	12.100
A9	4.858	A9	14.080
A10	6.636	A10	2.667
A11	61.920		
A12	26.112		
A13	24.864		
A14	29.146		
A15	1.584		
A16	4.800		
A17	38.400		
A18	12.355		
A19	30.240		
A20	166.896		

### 4.3. Elaboração e análise de cenários

Considerando a situação atual de planejamento e compras dos componentes de *rework* é possível notar que há uma oportunidade de melhoria de processo conforme já mencionado anteriormente. Atualmente o planejamento e a compra é baseado em uma porcentagem de falha informado pelo time de engenharia e essa porcentagem é aplicada sobre a demanda futura que temos do nosso cliente.

O modelo proposto nesse estudo é aplicar o conceito de estoque mínimo e máximo, definindo o estoque alvo ou *target stock*, utilizando a fórmula do estoque de segurança (equação 1). Será realizada a análise com base em três cenários de atendimento da demanda: otimista, moderado e conservador. Para os cenários serão considerados os seguintes intervalos para o nível de serviço otimista - 90%, moderado - 95% e conservador - 98%.

Serão utilizados os dados de consumo mensal de 2018 das falhas X e Y para termos a demanda média do ano de 2018 e com isso ser possível realizar o cálculo de estoque de segurança. Foram determinados para os itens em avaliação:

- O estoque mínimo seria o estoque de segurança;
- O estoque máximo seria o dobro do estoque mínimo. Nesse momento do trabalho foi utilizado como premissa que o estoque máximo seria o dobro do estoque mínimo. Como não foram revisados nesse primeiro momento o Lote Econômico de Compra (LEC), não utilizamos a fórmula tradicional do Estoque máximo representada pela função objetivo (2):

(2)

$$E_{max} = E_{seg} + LEC$$

em que  $E_{max}$ : Estoque máximo;

$E_{seg}$  = Estoque de segurança;

LEC = Lote Econômico de Compra.

- O *Target stock* seria a média entre os estoques mínimo e máximo.

Como exemplificação segue abaixo cálculo de estoque mínimo, máximo e *target stock* para 1 SKU, conforme figura 5:

Demanda - Ano 2018		Parâmetros			
jan	474	Demanda Média	Otimista	Moderado	Conservador
fev	210	Desvio Padrão	314	314	314
mar	125	Tempo de reposição (dias)	234	234	234
abr	685	Raiz LT	30	30	30
mai	881	Incerteza	1,00	1,00	1,00
jun	261	Nível de Serviço	234,29	234,29	234,29
jul	200	Constante Z-NS	1,282	1,645	2,054
ago	254	Estoque de Segurança	300,25	385,37	481,16
set	230	Estoque Mínimo (pcs)	300	385	481
out	261	Estoque Máximo (pcs)	600	771	962
nov	102	Target Stock (pcs)	450	578	722
dez	83				
<b>Total</b>	<b>3.766</b>				

**Figura 5:** Exemplo de cálculo de estoque mínimo, máximo e *target stock* para 1 SKU (Fonte: Autor)

#### 4.4. Análise de resultados

Com os cálculos do *target stock* em mãos foi possível comparar o estoque médio mensal no ano de 2018 e quanto deveria ter sido mantido para evitar falta ou excesso desses componentes. Analisando em um primeiro momento a falha X pode-se concluir o seguinte cenário como mostra a tabela 3:

**Tabela 3:** Análise comparativa entre *target stock* e estoque médio mensal de 2018 – Falha X (Fonte: Autor)

Material	Estoque Médio Mensal 2018 (pcs)	Otimista (pcs)	Otimista - Delta (pcs)	Moderado (pcs)	Moderado - Delta (pcs)	Conservador (pcs)	Conservador - Delta (pcs)
A	3126	1501	1625	1927	1199	2406	720
A1	1547	1501	45	1927	-380	2406	-859
A2	500	1501	-1001	1927	-1427	2406	-1906
A3	3544	1501	2043	1927	1617	2406	1138
A4	648	1501	-853	1927	-1279	2406	-1758
A5	37440	3903	33537	5010	32430	6255	31185
A6	49920	585	49335	751	49169	938	48982
A7	72000	1952	70048	2505	69495	3128	68872
A8	37517	450	37066	578	36939	722	36795
A9	4858	1501	3356	1927	2931	2406	2452
A10	6636	1501	5134	1927	4709	2406	4230
A11	61920	1501	60419	1927	59993	2406	59514
A12	26112	1501	24611	1927	24185	2406	23706
A13	24864	1501	23363	1927	22937	2406	22458
A14	29146	1952	27194	2505	26641	3128	26018
A15	1584	1952	-368	2505	-921	3128	-1544
A16	4800	1952	2848	2505	2295	3128	1672
A17	38400	1501	36899	1927	36473	2406	35994
A18	12355	1501	10854	1927	10428	2406	9949
A19	30240	585	29655	751	29489	938	29302
A20	166896	450	166446	578	166318	722	166174

Percebe-se que para alguns componentes o estoque médio mensal foi abaixo do *target stock* o que pode representar falta desses componentes e possível impacto no processo produtivo, ao mesmo tempo que para os demais componentes eles ficaram acima do *target stock* representando um possível excesso. Para conseguirmos ter uma real noção de valor de inventário, o quanto representaria esse excesso, multiplicou-se o valor do preço unitário pelos estoques médio e *target stock* conforme mostra a tabela 4:

**Tabela 4:** Valor comparativo entre estoques (%) – Falha X (Fonte: Autor)

Material	Estoque Médio Mensal 2018 (%)	Cenário Otimista (%)	Delta Cenário Otimista (%)	Cenário Moderado (%)	Delta Cenário Moderado (%)	Cenário Conservador (%)	Delta Cenário Conservador (%)
A	11,53%	18,22%	8,61%	18,22%	7,25%	18,22%	5,18%
A1	5,70%	18,22%	0,24%	18,22%	-2,30%	18,22%	-6,18%
A2	1,84%	18,22%	-5,31%	18,22%	-8,63%	18,22%	-13,71%
A3	13,07%	18,22%	10,83%	18,22%	9,78%	18,22%	8,19%
A4	2,39%	18,22%	-4,52%	18,22%	-7,74%	18,22%	-12,65%
A5	8,06%	2,76%	10,37%	2,76%	11,45%	2,76%	13,09%
A6	10,01%	0,39%	14,22%	0,39%	16,17%	0,39%	19,16%
A7	14,44%	1,29%	20,19%	1,29%	22,86%	1,29%	26,94%
A8	0,32%	0,01%	0,46%	0,01%	0,52%	0,01%	0,62%
A9	0,57%	0,58%	0,57%	0,58%	0,56%	0,58%	0,56%
A10	1,59%	1,18%	1,77%	1,18%	1,85%	1,18%	1,98%
A11	16,66%	1,33%	23,36%	1,33%	26,47%	1,33%	31,23%
A12	1,20%	0,23%	1,63%	0,23%	1,82%	0,23%	2,13%
A13	1,19%	0,24%	1,61%	0,24%	1,80%	0,24%	2,10%
A14	0,10%	0,02%	0,14%	0,02%	0,15%	0,02%	0,18%
A15	0,05%	0,20%	-0,02%	0,20%	-0,05%	0,20%	-0,10%
A16	0,22%	0,30%	0,19%	0,30%	0,17%	0,30%	0,15%
A17	0,04%	0,00%	0,05%	0,00%	0,06%	0,00%	0,07%
A18	0,58%	0,23%	0,73%	0,23%	0,80%	0,23%	0,91%
A19	1,18%	0,08%	1,67%	0,08%	1,89%	0,08%	2,24%
A20	9,23%	0,08%	13,22%	0,08%	15,08%	0,08%	17,92%
Total	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Pela análise abaixo de acordo com a tabela 5, todos os componentes apresentaram um estoque mensal médio acima do *target stock*.

**Tabela 5:** Análise comparativa entre *target stock* e estoque médio mensal de 2018 – Falha Y (Fonte: Autor)

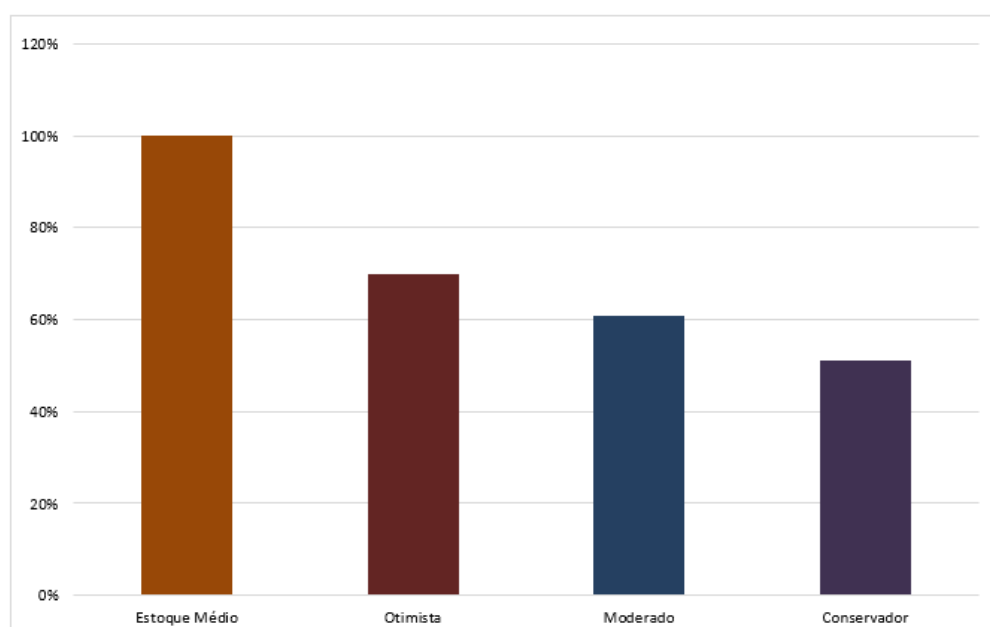
Material	Estoque Médio Mensal 2018 (pcs)	Otimista (pcs)	Otimista - Delta (pcs)	Moderado (pcs)	Moderado - Delta (pcs)	Conservador (pcs)	Conservador - Delta (pcs)
A	10.054	1.048	9.006	1.345	8.709	1.680	8.374
A1	7.044	806	6.238	1.035	6.009	1.292	5.752
A2	12.716	1.048	11.668	1.345	11.371	1.680	11.036
A3	4.246	806	3.440	1.035	3.211	1.292	2.954
A4	13.112	1.048	12.064	1.345	11.767	1.680	11.432
A5	15.312	1.048	14.264	1.345	13.967	1.680	13.632
A6	13.904	1.048	12.856	1.345	12.559	1.680	12.224
A7	5.236	806	4.430	1.035	4.201	1.292	3.944
A8	12.100	1.048	11.052	1.345	10.755	1.680	10.420
A9	14.080	1.048	13.032	1.345	12.735	1.680	12.400
A10	2.667	806	1.861	1.035	1.632	1.292	1.375

Com relação ao valor de inventário, segue tabela 6 que mostra esse comparativo:

**Tabela 6:** Valor comparativo entre estoques (%) – Falha Y (Fonte: Autor)

Material	Estoque Médio Mensal 2018 (%)	Cenário Otimista (%)	Delta Cenário Otimista (%)	Cenário Moderado (%)	Delta Cenário Moderado (%)	Cenário Conservador (%)	Delta Cenário Conservador (%)
A	8,63%	8,10%	8,69%	8,10%	8,72%	8,10%	8,74%
A1	46,11%	47,49%	45,93%	47,49%	45,88%	47,49%	45,81%
A2	4,51%	3,35%	4,66%	3,35%	4,71%	3,35%	4,76%
A3	0,01%	0,02%	0,01%	0,02%	0,01%	0,02%	0,01%
A4	1,09%	0,78%	1,13%	0,78%	1,14%	0,78%	1,15%
A5	3,93%	2,42%	4,12%	2,42%	4,18%	2,42%	4,26%
A6	9,41%	6,38%	9,79%	6,38%	9,91%	6,38%	10,06%
A7	10,97%	15,21%	10,44%	15,21%	10,27%	15,21%	10,06%
A8	8,24%	6,42%	8,46%	6,42%	8,54%	6,42%	8,63%
A9	4,64%	3,11%	4,83%	3,11%	4,89%	3,11%	4,97%
A10	2,47%	6,72%	1,94%	6,72%	1,76%	6,72%	1,55%
<b>Total</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

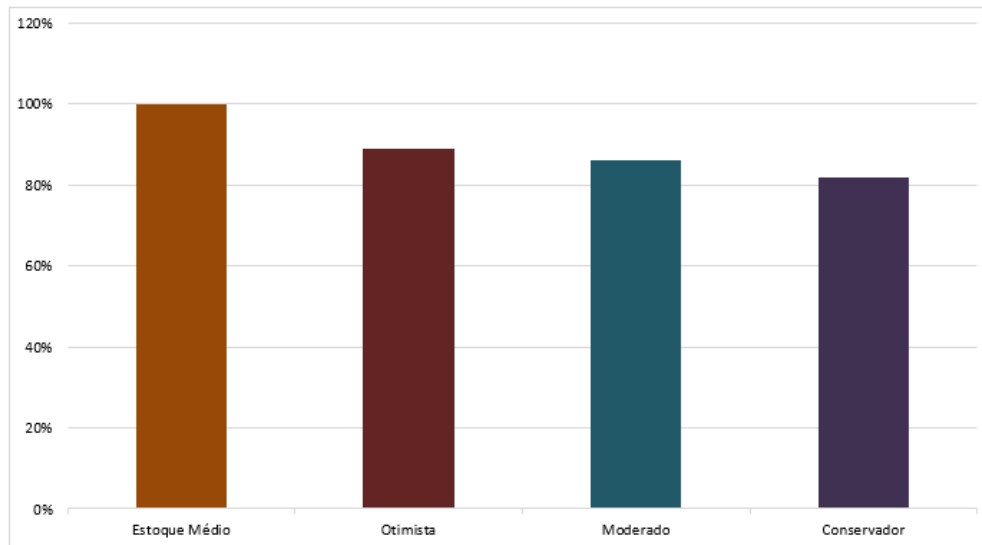
Pode-se notar um potencial de redução dos níveis de estoque para a falha X de 70% em um cenário otimista, 61% no moderado e 51% no conservador, conforme gráfico 4:



**Gráfico 4:** Potencial de redução para os cenários Otimista, Moderado e Conservador (%) – Falha X (Fonte: Autor)

Já para a falha Y, pode-se notar um potencial de redução de 89% em um cenário otimista, 86% no moderado e 82% no conservador, conforme gráfico 5:





**Gráfico 5:** Potencial de redução para os cenários Otimista, Moderado e Conservador (%) – Falha Y (Fonte: Autor)

## 5. CONCLUSÃO

O objetivo deste trabalho em rever a política de estoque dos itens de *rework* foi atingido com sucesso. Foi possível notar que para alguns itens o estoque médio estava muito acima ou abaixo do que deveria ter sido no ano de 2018. Com os cálculos feitos pudemos notar uma oportunidade de redução de estoque investido mesmo considerando o cenário conservador dado que existe uma dificuldade de mensuração do consumo. O estudo foi feito considerando as duas falhas com maior relevância para o processo produtivo, mas essa mesma análise de política de estoque será estendida para as demais falhas do processo.

Conforme mencionado anteriormente, atualmente a empresa não possui um controle real diário das baixas desses componentes, portanto como sugestão o time de tecnologia da informação está desenvolvendo um sistema onde teríamos esse controle diário, conseguiríamos saber o uso real dos componentes de *rework*, deixando nossas análises ainda mais acuradas.

Com o sistema tendo as informações mais acuradas e precisas pode-se automatizar o processo de rodada de MRP para itens de *rework* que atualmente são controlados via planilha em Excel.

Como sugestão de melhoria também está a revisão das estruturas de produto por parte do time de engenharia já que foram identificados alguns componentes que estão na estrutura de produto, mas não são utilizados e outros componentes que são utilizados de outros projetos, mas não se encontram nas devidas BOMs.

Conseguiu-se identificar por meio desse estudo uma oportunidade de controle de inventário para esses componentes de *rework* fazendo uso das políticas de estoque mínimo e máximo já que atualmente a porcentagem que nos é informada não está de acordo com o real.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica. *Desempenho Setorial. Desempenho do Setor – Dados atualizados em abril de 2018.*

- CAON, M.; CORRÊA, H.L.; GIANESI, I.G.N. *Planejamento, Programação e Controle da Produção: MRP II/ERP: conceitos, uso e implantação: base para SAP, Oracle Applications e outros softwares integrados de gestão*. 5.ed, São Paulo, Atlas, 2017.
- CORRÊA, H.L. *Administração da Cadeia de Suprimento e Logística: o essencial*. São Paulo, Atlas, 2014.
- GIL, A.C.; *Como elaborar projetos de pesquisa*. 4. ed. - São Paulo, Atlas, 2002.
- LAUREANO, Guilherme Linhares. *PCP como aliado a estratégia de redução do lead time de pedidos de venda*. 2017. 53f. Universidade do Sul de Santa Catarina, Palhoça, 2017.
- LAURINDO, F.J.B.; MESQUITA, M.A. *Material Requirements Planning: 25 anos de história; uma revisão do passado e prospecção do futuro*. Revista Gestão & Produção, v. 7, n. 3, p. 320-337, 2000.
- LUSTOSA, L.; MESQUITA, M.A; OLIVEIRA, R.; QUELHAS, O. *Planejamento e Controle da Produção*. Elsevier Editora Ltda, 2008.