

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DIGITE AQUI O NOME DO DEPARTAMENTO OU COORDENAÇÃO  
ENGENHARIA MECÂNICA**

**MURILO DE SOUSA PRADELA**

**REDUÇÃO DE ESTOQUES INTERMEDIÁRIOS EM UMA LINHA  
DE PRODUÇÃO DE TRINCHAS COM A APLICAÇÃO DE UMA  
FERRAMENTA DE SEQUENCIAMENTO FINO DA PRODUÇÃO**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**PONTA GROSSA**

**2021**

**MURILO DE SOUSA PRADELA**

**REDUÇÃO DE ESTOQUES INTERMEDIÁRIOS EM UMA LINHA DE  
PRODUÇÃO DE TRINCHAS COM A APLICAÇÃO DE UMA FERRAMENTA  
DE SEQUENCIAMENTO FINO DA PRODUÇÃO**

**Reduction of decoupling stock on a production line of professional paint  
brush with an application of a production thin sequencing tool**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado  
como requisito parcial à obtenção do título de  
Bacharel em Engenharia Mecânica, do  
Departamento Acadêmico de Engenharia  
Mecânica da Universidade Tecnológica Federal  
do Paraná.

Orientador: Prof. Juan Carlos Claris Garcia

**PONTA GROSSA**

**2021**



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)

Esta licença permite download e compartilhamento do trabalho desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es), sem a possibilidade de alterá-lo ou utilizá-lo para fins comerciais.

Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença



Ministério da Educação  
**Universidade Tecnológica Federal do Paraná**  
Câmpus Ponta Grossa  
Diretoria de Graduação e Educação Profissional  
Departamento Acadêmico de Mecânica  
Bacharelado em Engenharia Mecânica



## **TERMO DE APROVAÇÃO**

**REDUÇÃO DE ESTOQUES INTERMEDIÁRIOS EM UMA LINHA DE  
PRODUÇÃO DE TRINCHAS COM A APLICAÇÃO DE UMA FERRAMENTA DE  
SEQUENCIAMENTO FINO DA PRODUÇÃO**

por

**MURILO DE SOUSA PRADELA**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado em 12 de maio de 2021 como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Mecânica. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

**Prof. Dr. Juan Carlos Claros Garcia**  
Orientador

**Prof. Dr. Fabio Jose Ceron Branco**  
Membro Titular

**Prof. Me. Antonio Luiz Fernandes Marinho**  
Membro Titular

**Prof. Dr. Marcos Eduardo Soares**

Responsável pelos TCC

**Prof. Dr. Marcelo Vasconcelos de  
Carvalho**

Coordenador do Curso

## **AGRADECIMENTOS**

À minha família, por todo amor, confiança, apoio e que sempre trabalharam duro para me proporcionar as melhores oportunidades.

À minha namorada, por toda paciência, carinho, amor e conselhos e que estive do meu lado em todas as situações.

À empresa apresentada no estudo de caso, pela oportunidade, parceria e imensurável aprendizado que obtive.

Ao meu orientador, Prof. Juan Carlos Garcia, pela cooperação e por acreditar em mim

Ao corpo docente do Departamento de Engenharia Mecânica, por todo o conhecimento proporcionado durante o curso.

Aos meus amigos, pelo auxílio, confiança, incontáveis momentos de alegria e por fazerem parte dessa conquista.

## RESUMO

Pradela, Murilo. **Redução de estoques intermediários em uma linha de produção de trinchas com a aplicação de uma ferramenta de sequenciamento fino da produção**. 2020. 78 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Mecânica) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2020.

O presente trabalho teve como objetivo analisar se a utilização de uma ferramenta voltada para o sequenciamento fino da produção possibilitaria a redução de estoques de produtos semiacabados. A ferramenta utilizada para sequenciar a produção em uma linha de manufatura de pincéis imobiliários foi o *software* denominado *Preactor*. Após a implantação do *Preactor*, em abril de 2018, foi analisado a evolução dos estoques intermediários na linha de produção de trinchas com a finalidade de comparar o estado antes e após o *go live* do *software*. Foi possível identificar com o estudo que os estoques semiacabados obtiveram uma redução, desde abril até dezembro de 2018, de 39% em peças e 36% em valor monetário em comparação ao mês que houve a implantação do *software*.

**Palavras-chave:** Sequenciamento da produção. Estoque. *Preactor*.

## ABSTRACT

Pradela, Murilo. Title of the work: **Reduction of decoupling stock on a production line of professional paint brush with an application of a production thin sequencing tool**. 2020. 78 p. Final Paper. Bachelor's Degree in Mechanical Engineering – Federal Technology University – Paraná. Ponta Grossa, 2020.

The present work had as objective analyze if the use of a tool aimed at the fine sequencing of production would allow the reduction of stocks of semi-finished products. The tool used to sequence production in a professional paint brush manufacturing line was the software called Preactor. After the implementation of Preactor, we analyzed the evolution of intermediate stocks in the professional paint brush production line in order to compare the state before and after go live software. It was possible to identify with the study that the semifinished stocks had a reduction, since April until December 2018, of 39% in pieces and 36% in monetary value compared to the month that the software was implemented.

**Keywords:** Production sequencing. Stock. Preactor.

## LISTA DE FIGURAS E GRÁFICOS

<b>Figura 1 - Ilustração dos inputs e outputs do MRP</b> .....	17
<b>Figura 2 - Ilustração da estrutura de uma trincha</b> .....	19
<b>Figura 3 - Imagem do sequenciamento feito pelo Preactor</b> .....	21
<b>Figura 4 - Mapeamento do processo de fabricação das trinchas</b> .....	24
<b>Figura 5 - Imagem do procedimento do estudo</b> .....	25
<b>Figura 6 - Imagem da Matriz de Setup</b> .....	28
<b>Figura 7 - Imagem do Preactor</b> .....	29
<b>Gráfico 1 - Exemplo de curva ABC</b> .....	11
<b>Gráfico 2 - Ponto de pedido</b> .....	14
<b>Gráfico 3 - Variáveis do LEC ideal</b> .....	15
<b>Gráfico 4 - Aderência da linha de produção de pincel imobiliário</b> .....	30
<b>Gráfico 5 - Evolução do estoque de folhas metálicas</b> .....	32
<b>Gráfico 6 - Evolução do estoque de cabeças de trinchas</b> .....	33
<b>Gráfico 7 - Evolução do estoque de cabos</b> .....	34
<b>Gráfico 8 - Evolução do estoque de tampões</b> .....	35
<b>Gráfico 9 - Evolução do estoque total com itens injetados em valor monetário</b> .....	36
<b>Gráfico 10 - Evolução do estoque total com itens injetados em peças</b> ....	36
<b>Gráfico 11 - Evolução do estoque total sem os itens injetados em valor monetário</b> .....	37
<b>Gráfico 12 - Evolução do estoque total sem os itens injetados em peças</b>	38
<b>Gráfico 13 - Evolução do estoque total sem os itens injetados em valor monetário</b> .....	39

## DE SIGLAS

PMP	Plano Mestre de Produção
MAD	Desvio Absoluto Médio
TR	Tempo de Reposição
Qmax	Quantidade Máxima do Material
PP	Ponto de Pedido
LEC	Lote Econômico de Compra
MRP	Planejamento de Necessidade de Materiais
FIFO	First In First Out
LIFO	Last In First Out
SPT	Shortest Processing Time
LPT	Longest Processing Time
EDD	Earliest Due Date
LS	Least Slack
SIPT	Shortest Imminent Processint Time
DLS	Dynamic Least Slack
CR	Critical Radio
PCP	Planejamento e Controle da Produção
LWQ	Least Work Next Queue
LIPT	Longest Imminent Processint Time

## Sumário

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>5</b>
<b>1.1 OBJETIVOS .....</b>	<b>6</b>
1.1.1 OBJETIVO GERAL.....	6
1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	6
<b>1.2 JUSTIFICATIVA DO ESTUDO .....</b>	<b>6</b>
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>8</b>
<b>2.1 ESTOQUES .....</b>	<b>8</b>
<b>2.1.2 CLASSIFICAÇÃO DOS ESTOQUES .....</b>	<b>9</b>
<b>2.2 MÉTODOS DE CONTROLE DE ESTOQUE.....</b>	<b>10</b>
2.2.1 CURVA ABC.....	10
2.2.2 ESTOQUE DE SEGURANÇA.....	11
2.2.3 PONTO DE PEDIDO .....	13
2.2.4 TAMANHO DE LOTE.....	14
<b>2.3 MRP .....</b>	<b>16</b>
2.3.1 PLANO MESTRE DE PRODUÇÃO .....	17
2.3.2 PREVISÃO DE DEMANDA.....	18
2.3.4 ESTRUTURA DO PRODUTO .....	19
<b>3.3 SEQUENCIAMENTO DA PRODUÇÃO .....</b>	<b>19</b>
<b>3 METODOLOGIA.....</b>	<b>23</b>
3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA .....	23
3.2 DESCRIÇÕES DO PROCESSO .....	23
3.3 PROCEDIMENTOS.....	25
<b>4 RESULTADOS .....</b>	<b>27</b>
<b>4.1 ANÁLISES OBTIDAS .....</b>	<b>30</b>
4.3.1 FOLHAS METÁLICAS.....	31
4.3.2 CABEÇAS DE TRINCHAS .....	33
4.3.3 CABOS .....	34
4.3.4 TAMPÕES.....	35
4.3.5 ANÁLISES DA EVOLUÇÃO DO ESTOQUE TOTAL .....	36
<b>5 CONCLUSÃO.....</b>	<b>40</b>
<b>REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO .....</b>	<b>41</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Com a alta competitividade dos dias atuais as empresas estão sempre buscando a redução de custo para melhorar o resultado operacional. Segundo Christopher (2002), em uma empresa industrial os custos dos estoques podem superar 15% dos ativos, assim, um dos principais motivos para se ter um bom planejamento e controle de estoques é o alto impacto financeiro que é possível alcançar através do aumento da eficácia e eficiência das operações da organização (BORGES et al, 2010). A gestão de estoque visa manter seus níveis o mais baixo possível sem afetar o atendimento, dessa forma, garantindo que as necessidades dos clientes serão supridas (BALLOU, 2006).

Existem várias técnicas de gestão que visam otimizar os níveis de estoque, dentre elas: previsão de demanda, política de estoque e classificação ABC. Segundo Correa et al. (2007), outra forma de reduzir os níveis de estoques é com o sequenciamento da produção, que consiste em decidir quais itens vão ser produzidos, e em quais máquinas e o momento de início ideal visando atender o PMP (Plano Mestre de Produção) da maneira mais eficaz.

Planejar e programar a fábrica se tornou atividade necessária para manter a competitividade, pois todos os trabalhos em um ambiente de manufatura necessitam de planos e controles. O objetivo do planejamento é garantir a programação e mantê-la (LOPES, 2008). Todavia, com a necessidade de melhorias nos processos atuais, o planejamento não se restringe somente em programar a fábrica, mas também em garantir a sincronização dos itens da maneira mais eficaz.

Em empresas menores o sequenciamento da produção é realizado pelos próprios operadores, porém com a alta competitividade nos dias atuais, há a necessidade de uma manufatura sincronizada buscando melhores performances na gestão de estoque, produção mais enxuta, movimentações de materiais e atendimento ao cliente mais eficiente (TORRES et al., 2003).

Vista a importância do sequenciamento da produção para a redução dos níveis de estoque, este trabalho consiste em aplicar um *software* de sequenciamento da produção, chamado *Preactor*, em uma linha de produção de trincas, buscando reduzir os estoques intermediários para garantir a competitividade da empresa no atual cenário.

Diante desse contexto, o trabalho visa atender a seguinte problemática: como reduzir estoques intermediários em uma linha de produção através do sequenciamento fino da produção?

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 Objetivo Geral

O objetivo geral deste trabalho é reduzir os níveis de estoques intermediários em uma linha produção de trinchas por meio de uma ferramenta de sequenciamento da produção

### 1.1.2 Objetivos Específicos

- i. Identificar o estado atual de estoques intermediários.
- ii. Implementar o *software* de sequenciamento fino da produção.
- iii. Identificar o estado dos estoques intermediários, após a implementação do *software*.
- iv. Comparar o estado dos estoques intermediários antes e após a implantação do *software*.

## 1.2 JUSTIFICATIVA DO ESTUDO

Os clientes estão sempre buscando empresas que forneçam produtos de qualidade, com baixo custo e que atenda o prazo de entrega. E para se manter no mercado as empresas estão constantemente buscando melhorias para garantir a satisfação dos consumidores (CORRÊA, 2008). O sequenciamento da produção garanti melhorias na fábrica sobre o aspecto de produção mais enxuta e atende o prazo do comprador e principalmente na redução de estoques.

Viana (2000) afirma que “em qualquer empresa, os estoques representam componentes extremamente significativos, seja sob aspectos econômicos financeiros ou operacionais críticos”. Segundo Lopes e Lima (2008) o custo de possuir estoques dentro de uma empresa pode ser tão relevante quanto ao custo de não possuir e atrasar a entrega para o cliente. Por isso há a necessidade de sequenciar a fábrica e garantir a máxima eficiência em todos os processos, principalmente na quantidade armazenada de itens semiacabados.

Assim, este trabalho tem como objetivo identificar, na prática, as oportunidades de reduções de estoques intermediários através do sequenciamento da produção, buscando a excelência na gestão de estoques.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 ESTOQUES

Segundo Moreira (2008) e Assaf Neto (2009), estoques são todos os produtos que ficam disponíveis fisicamente, de forma improdutivo por determinado tempo, em uma empresa. Estes produtos possuem finalidade de participar em alguma etapa do processo produtivo ou de serem comercializados. O termo estoque é muito abrangente, de uma forma mais tradicional, podemos categorizar como estoque em uma indústria: os produtos acabados, que são os itens disponíveis para a venda; produtos semiacabados, os materiais que ainda necessitam passar por alguma etapa do processo produtivo; os componentes para montagem; sobressalentes; matéria-prima; materiais administrativos e suprimentos variados (VIANA, 2010).

A administração dos estoques possibilita a sua redução de forma a mantê-los os mais baixos possíveis, mas dentro dos níveis de segurança para garantir o atendimento do cliente (BORGES, 2010). Os estoques apresentam um alto custo e impactam fortemente no capital de giro da empresa. Mantê-los apresenta riscos, pois materiais em estoque podem se tornar obsoletos para o mercado ou até mesmo perder sua validade. Outro problema do estoque são os espaços significativos que eles ocupam, porém, proporcionam certo nível de segurança para que as empresas atendam a demanda (SLACK, 2009).

Segundo Chiavenato (2005), o capital de giro é formado por ativos circulantes, investimentos realizados no curto prazo de acordo com as operações da empresa. A quantidade mantida em estoque influencia vigorosamente o capital de giro, pois os investimentos realizados pela empresa ficam concentrados em produtos armazenados no almoxarifado que deveriam ser vendidos para o cliente, logo existe um alto valor imobilizado que poderia estar impactando positivamente o capital de giro se o material tivesse seguido o fluxo produtivo.

### 2.1.2 Classificação dos Estoques

De acordo com Slack, Chambers e Johnston (2002) é possível classificar os estoques em cinco categorias:

1. **Estoque de segurança:** forma de garantir o atendimento do cliente, é uma proteção contra os problemas ocorridos entre fornecimento, demanda e a produção. Ou seja, manter em estoque itens ou matérias primas necessárias para cobrir uma alta demanda que não estava prevista ou uma ruptura na produção.
2. **Estoque de ciclo:** ocorre nas linhas de produção, pois determinado estágio do processo produtivo não consegue fornecer todos os itens que são fabricados neste centro de trabalho de uma maneira simultânea, logo se mantém o estoque de ciclo para suprir esse problema e garantir a diversidade de itens nesta linha de produção.
3. **Estoque de desacoplamento:** quando a fabricação de um produto apresenta um alinhamento físico por processo, os itens fabricados movem-se irregularmente entre áreas especializadas ou departamentos, que executam operações similares. O estoque de desacoplamento possibilita oportunidades na programação da produção e o aumento da velocidade de processamento independentes entre as linhas de produção.
4. **Estoque de antecipação:** é consumido para absorver rupturas de demanda, que as empresas possam classificar como demandas sazonais, irregulares ou previsíveis. Este tipo de estoque possibilita que a organização negocie com o fornecedor com mais tranquilidade quando ocorre ameaça de greve ou limitações de capacidades (KRAJEWSKI, 2009; SLACK, 2009).
5. **Estoque no canal de distribuição:** é preciso devido a existir materiais que não podem ser transportados prontamente entre o fornecimento e o cliente. No instante em que o estoque é alocado (logo, passa a estar bloqueado para qualquer outro consumidor) até o momento em que se torna disponível para o cliente é considerado o estoque no canal de distribuição.

## 2.2 MÉTODOS DE CONTROLE DE ESTOQUE

### 2.2.1 Curva ABC

A análise ABC foi fundamentada no estudo do economista Vilfredo Pareto no século XIX, no estudo sobre riqueza e nação. Pareto analisou que 20% da população concentrava 80% da renda nacional. Análise ABC é um método estatístico para garantir o foco e controle em um número reduzido de produtos, variáveis ou eventos. Ela garante uma classificação das variáveis de acordo com sua relevância baseada nas quantidades vendidas e no seu valor. Pode ser implantada na gestão da qualidade, administração de estoque, gestão da manutenção, administração do tempo e também é aplicada para categorizar clientes de acordo com a quantidade de itens comprados ou através do valor monetário obtido com a venda para este consumidor (MARTINS E CAMPOS, 2009)

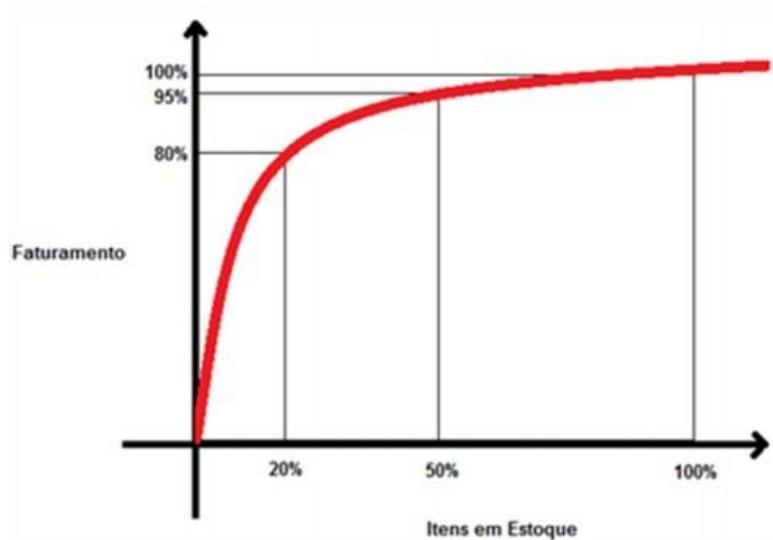
A curva ABC proporcionou melhorias dos fornecedores, após a implantação da análise a qualidade dos produtos e serviços ofertados melhoraram aproximadamente 30%, onde garante a finalidade das ferramentas de gestão e da curva ABC. A utilização de ferramentas da gestão de estoques dentro de uma organização traz benefícios a todos os departamentos da empresa (SANTOS, 2012).

De acordo com Dias (2012), as categorias da curva ABC podem ser resumidas da seguinte forma:

- Categoria A: conjunto de produtos que representam o maior faturamento da empresa, logo precisam de uma atenção mais apurada. Refletem 20% dos itens e no quesito vendas totalizam 80% da demanda.
- Categoria B: Conjunto de produtos que representam uma parcela intermediária no faturamento empresarial. Refletem 30% dos itens e no quesito vendas totalizam 15% da demanda.
- Categoria C: Conjunto de produtos que apresentam uma pequena parcela no faturamento da empresa. Refletem 50% dos itens e no quesito vendas totalizam 5% da demanda.

O Gráfico 1 exemplifica cada categoria da curva ABC.

Gráfico 1 - Exemplo de curva ABC



Fonte: Letti; Gomes, 2014

### 2.2.2 Estoque de Segurança

Estoque de segurança é definido como a quantidade ideal do material para suprir a demanda em vista da sazonalidade na demanda e da *variação do lead time*. É de suma importância que as indústrias indiquem com precisão a quantidade ideal de mercadoria em estoque. Para entender melhor o conceito é preciso compreender que em uma empresa o aumento de estoque gera capital imobilizado e que jamais poderá faltar material. Os produtos acabados possuem demandas diferentes, e o objetivo da administração de estoque é que nunca falte material. A reposição dos estoques é feita visando nunca “zerar” o estoque quando se é implantado o estoque de segurança. Logo, a empresa nunca deixará de produzir devido à falta de material em estoque (BALLOU, 2006).

De acordo com Fleury, Wanke e Figueiredo (2000), para determinar o estoque de segurança em uma empresa é necessário ter as seguintes informações de cada produto: quanto pedir; quando pedir; quando manter estoques e onde localizar. Para que o estoque de segurança seja integrado é preciso possuir padrões de controle que possuam as informações necessárias. As organizações devem implantar estrategicamente políticas de estoques alinhadas com toda a cadeia

produtiva do item final. O estoque de segurança deve manter o controle de estoques orientado para reduzir custos, e também deve-se assegurar que não haverá ausência de materiais, visando o atendimento do cliente.

Chan (1999) afirma que, em muitas empresas, os estoques de segurança estão diretamente relacionados ao desvio padrão da previsão, há vários estudos que combinam diferentes modelos de previsão visando a obtenção de melhores resultados. De acordo com Krupp (1997), quando as distribuições normais são desconhecidas, o que é comum, é utilizado algum método para compreender a demanda no período. Com esta metodologia de cálculo o sistema pode computar os erros médios absolutos da previsão (MAD) em relação à demanda real e usá-los para definir os estoques de segurança, calculado da seguinte maneira:

$$ES = k(MAD) * \sqrt{LT} \quad (1)$$

Onde:

$LT$  = Tempo de reabastecimento

$k$  = coeficiente de proporcionalidade do estoque de segurança

Sendo que:

$$MAD = \frac{\sum_{i=1}^n |x_i - u_i|}{n} \quad (2)$$

Em que:

$u_i$  = Previsão para o período  $i$

$x_i$  = Demanda real para o período  $i$

$n$  = Total de períodos considerados

Segundo Inderfurth e Minner (1998), usualmente, a proteção contra as incertezas não é conseguida somente com os estoques de segurança, mas pelo esforço gerencial, da flexibilidade e da capacidade de resposta dos processos para reagir a uma situação inesperada.

### 2.2.3 Ponto de Pedido

Segundo Pozo (2010), o ponto de pedido é um método que verifica a redução da quantidade de material em estoque até o ponto determinado, quando esta situação ocorre é gerado automaticamente um pedido de compra. Trata-se da quantidade de estoques e pedidos versus o controle da empresa que é todo monitorado. O ponto de pedido é calculado através do conhecimento do estoque de segurança do material, do consumo médio e também do tempo de reposição (SLACK, 2009).

De acordo com Brandalise (2017), tempo de reposição (TR) é o prazo para a chegada do material suprido pelo fornecedor, abrange desde a entrada do pedido da compra até o recebimento da mercadoria. O TR engloba as seguintes variáveis:

1. Analisar se é necessário a reposição do estoque e fazer uma emissão de compra para o departamento responsável.
2. Prazo em que o fabricante irá produzir o material e entregar para o cliente.
3. Por fim, o recebimento do produto com a devida inspeção de qualidade e quantidades que foram solicitadas.

Para o cálculo do ponto de pedido é utilizado a seguinte equação:

$$PP = (C * TR) + ES \quad (3)$$

Onde:

$PP$  = Ponto de pedido

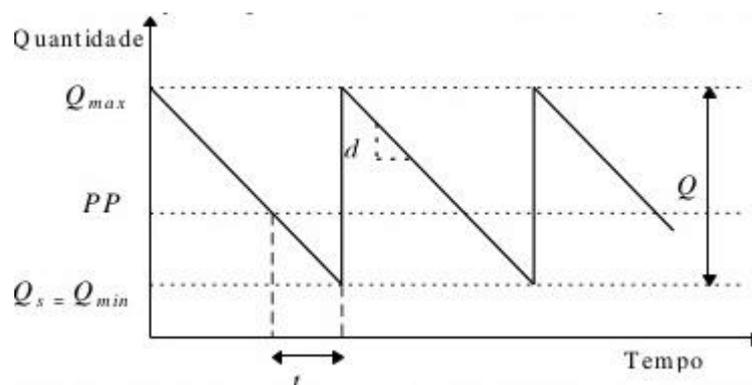
$C$  = Consumo médio do item

$TR$  = Tempo de reposição

$ES$  = Estoque de segurança

O Gráfico 2 mostra o exato momento no tempo do ponto de pedido de um item, onde  $Q_{max}$  é a quantidade máxima do material,  $PP$  o ponto de pedido e  $Q_s$  é a quantidade de segurança. Quando o nível de estoque for menor que o ponto exemplificado, é necessário fazer a reposição.

**Gráfico 2 - Ponto de pedido**



Fonte: Ross, Westerfield e Jordan, 2002

De acordo com Ballou (2006), para garantir o dimensionamento ideal do ponto de pedido é necessário considerar que o nível de estoques em um determinado ponto no tempo é a quantidade disponível somado à quantidade que o fornecedor irá entregar, subtraído quaisquer comprometimentos do estoque, tais como pedidos em carteira ou alocações à produção ou a clientes. A quantidade de material suprida pelo fornecedor chega num determinado tempo. Entre o momento que se faz o pedido de reposição no ponto de pedido e o momento que ele chega no estoque existe um risco de que a demanda venha a exceder o estoque restante. A probabilidade de que isso venha a ocorrer é controlada mediante um aumento ou redução do ponto de pedido

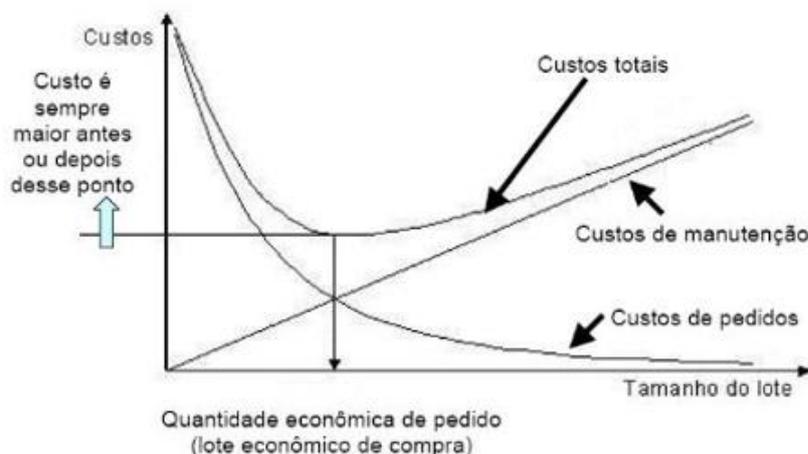
#### 2.2.4 Tamanho de Lote

O conceito de Lote Econômico é a quantidade ideal do produto a ser obtida quando ocorre o processo de reabastecimento de estoque. Para o dimensionamento do tamanho do lote são levadas em consideração diversas variáveis de custos, como custo de estocagem, custo logístico, custo da ociosidade do material, custo de preparação e custo da mudança do item na linha de produção (GONÇALVES, 2004; FERNANDES & GODINHO FILHO, 2010). Existem dois modelos de lotes que são os

mais utilizados na indústria, o lote econômico de produção e o lote econômico de compra (LEC).

Segundo Gitman (2002) e Bertaglia (2009), o lote econômico de compra é uma das técnicas fundamentais para determinar a quantidade ideal que deve ser feita na aquisição de materiais visando a otimização dos custos citados. Gitman (2002) diz que o lote econômico de compra “[...] leva em conta vários custos operacionais e financeiros envolvidos, com o fim de determinar a quantidade do pedido que minimize os custos totais de estocagem”. O objetivo do LEC é buscar sempre o equilíbrio nas vantagens e desvantagens de se manter os estoques. O gráfico abaixo mostra exatamente o equilíbrio entre os custos totais, manutenção de estoque e o custo de pedido para encontrar o lote econômico de produção ideal que proporcione a quantidade que irá favorecer à empresa.

**Gráfico 3 - Variáveis do LEC ideal**



**Fonte: Machline, Claude. Inflação e lote econômico de compra.**

Os custos estão próximos do ótimo desde que a quantidade requisitada de cada material seja semelhante ao valor encontrado no lote econômico de compra, portanto, pequenos erros nos *inputs* para o cálculo do lote econômico de compra ainda irão proporcionar resultados à empresa (SLACK, 2009). Segundo Ching (2001), quanto maior a quantidade pedida, maiores os custos para armazenar o material, porém menos pedidos serão realizados fazendo com que o custo de pedir seja menor. Corrêa (2008) afirma que os custos mínimos de operação do sistema ocorrem quando o custo de armazenagem se iguala ao custo de pedido.

## 2.3 MRP

O MRP (Planejamento de Necessidades de Materiais), criado entre 1960 e 1970, é um método que possui como finalidade determinar ordens de compra ou produção de materiais através da análise da previsão de demanda, carteira atual de pedidos, a lista de materiais e a quantidade atual de estoques. O MRP utiliza o Plano Mestre de Produção (PMP) como base para gerar automaticamente, para cada produto acabado, diretrizes das quantidades que precisam ser produzidas, no período em que é necessário ser produzido, e também ressalta a compra de itens semiacabados, matérias primas e componentes (FERNANDES e GODINHO FILHO, 2010).

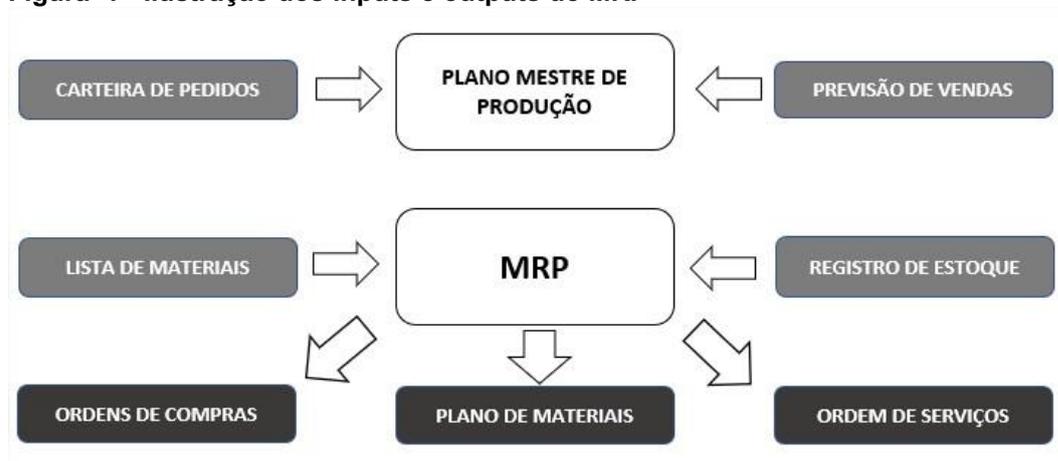
Segundo Davis et al. (2001), o MRP ajuda ao planejador a adquirir e gerar ordens de produção de somente o que é essencial e no momento ideal, a fim de eliminar possíveis paradas por insuficiências de peças nas linhas de produção. O MRP utiliza como variáveis os tempos de operações e o *lead time* de cada processo, calculando os prazos necessários para a utilização de cada material. As imprecisões quanto ao *lead time* de um material podem causar prejuízos devido à demora para o atendimento do cliente (LOULY E DOLGUI 2013). A demanda por uma maior produtividade fabril, melhoria da qualidade do produto acabado e envolvimento dos fornecedores na participação de projetos em conjunto com clientes gerou a necessidade da criação do sistema MRP (BRAGLIA E PETRONI, 1999).

O MRP possibilita que a empresa saiba quais materiais, a quantidade necessária e o momento ideal para ser feita uma nova requisição de compra através da explosão do plano de produção utilizando a lista de materiais. O MRP proporciona verificar as quantidades previstas de consumo e as quantidades que irá serem entregues de cada componente que são necessários para completar o produto acabado e também averigua a disponibilidade de itens para analisar se já possui o item em estoque, garantindo que seja comprado somente o necessário a tempo para a utilização (SLACK, 2009). As principais vantagens do MRP são: calcular o tempo certo e a quantidade ideal a ser produzida, sequenciamento das operações, cálculo da necessidade automaticamente, redução dos custos fixos, redução dos estoques, capacidade de atender às mudanças de volume de produção, auxílio no planejamento da capacidade fabril, cumprimento do plano de produção, diminuição do tempo de processamento das informações, confiabilidade

dos cálculos, possibilidade de diversas simulações, agilidade na reprogramação e diminuição do *lead time* do produto (CORRÊA, 1996; GUERRA 2013).

Segue figura 1 que mostra a estrutura de *inputs* e *outputs* do MRP.

**Figura 1 - Ilustração dos inputs e outputs do MRP**



Fonte: Autoria própria

### 2.3.1 Plano Mestre de Produção

De acordo com Sipper e Bulfin (1997), e Corrêa (2010), o objetivo do Plano Mestre de Produção (PMP) é estabelecer quais itens e a quantidade que deve ser produzido de cada material afim de guiar toda a operação fabril. O PMP é gerado a partir da carteira de pedidos, previsão de demanda e estoque atual de produto acabado.

Para a elaboração do PMP é possível levar em consideração duas dimensões para a variável de tempo: a primeira dimensão pode variar entre as empresas que é o intervalo de tempo em que é gerado as ordens de produção através de um novo PMP. A segunda dimensão é para quanto tempo de produção o PMP abrange. É utilizado duas dimensões de tempo para o PMP, para que as linhas de produção possam se organizar e cumprir o plano da maneira mais eficaz (LANDMANN, 2005).

Segundo Slack (2009), é necessário gerar um PMP que seja factível à realidade da empresa para não gerar situações desconcertantes entre o planejamento e a fábrica. Visando a acuracidade do plano, todas as demandas são

cuidadosamente analisadas para que haja o mínimo de pedidos entrando de última hora.

Segundo Slack (2002) e Corrêa (2012), o PMP é variável importante na melhoria da empresa, pois é possível cumprir de forma mais assertiva as quantidades e as datas de cada pedido, possibilita melhorias da gestão de estoques de produtos finais, na gestão da capacidade fabril e auxilia nas tomadas de decisões estratégicas. É o pilar da elaboração do dimensionamento de mão de obra e máquinas da fábrica, apoiando então a quantidade de capital que será investido na empresa.

### 2.3.2 Previsão de Demanda

Segundo Mancuzo (2003) e Slack (2002), a previsão de demanda é frequentemente empregada para apoiar a tomada de decisão nas empresas, se tornou um dos essenciais fatores para a análise de gestão de estoque. As previsões de demanda possuem um papel na definição de quais itens são imprescindíveis entrar no processo produtivo e quais matérias primas devem ser compradas, portanto com a previsão é possível a gestão de estoques de maneira mais assertiva (VOLLMAN et al., 2006).

As previsões de demanda são classificadas em quantitativas e qualitativas. As previsões quantitativas são feitas através de equações matemáticas que podem ser a análise de série temporal ou método causal. O método causal busca ligações causais entre variáveis que determinam a demanda de um item, como, promoções e condições de pagamento. Este método utiliza informações históricas para os fatores que são independentes e dependentes. As ligações entre as variáveis que podem impactar na demanda são apresentadas por estatísticas e equações matemáticas (RITZMAN E KRAJEWSKI, 2004). Já a análise da série temporal utiliza informações históricas da demanda, buscando sazonalidades, que podem apoiar na projeção do consumo.

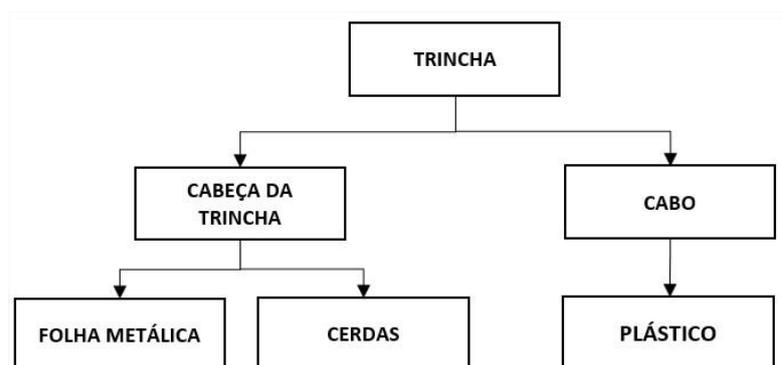
As Previsões qualitativas são determinadas por profissionais que possuem conhecimento no produto a ser analisado e conseguem elaborar projeções de demanda através da intuição e julgamento, estas previsões podem estabelecer aumento ou redução da produção através da experiência obtida (MOREIRA, 2001).

Como exemplo de projeção qualitativa: ponto de vista de coordenadores e analistas e conversas com os clientes.

#### 2.3.4 Estrutura do Produto

Segundo Lustosa (2008) e Corrêa (2012), para o bom funcionamento do MRP é necessário o mapeamento das estruturas de cada material. A estrutura do material é como uma árvore do produto que estará registrado toda a composição do produto acabado até a matéria prima, e os itens são agrupados em subconjuntos que compõe o produto e são organizados em diferentes níveis. Todos os produtos da linha de fabricação devem ser "explodidos" em todos os seus componentes, subcomponentes e peças. A Figura 2 mostra a estrutura de uma trincha.

**Figura 2 - Ilustração da estrutura de uma trincha**



**Fonte: Autoria própria**

Um alto número de empresas que utilizam o MRP acaba não dando o valor necessário à estrutura do produto, o que gera um grande desperdício da ótima ferramenta e não utilizam plenamente a capacidade do MRP. Outra dificuldade é manter atualizada a lista de material, o que normalmente é uma atribuição da engenharia.

#### 2.3.5 Sequenciamento de Produção

Segundo Pinedo (2012), o sequenciamento da produção é um método para priorizar a realização de uma série de atividades em recursos produtivos, levando em conta que estes possuem capacidade limitada. É um modo de tomada de

decisão que trabalha com a alocação de recursos para as atividades em determinado período de tempo e seu objetivo é a otimização na programação de operações. Segundo Girotti et al (2011), a dificuldade em sequenciar as operações fabris está alinhada com a quantidade de processos para uma única linha de produção. É possível definir vários objetivos e métodos de sequenciamento, como reduzir *setup* e minimizar atrasos entre outros (WATANABE; IDA; GEN, 2005).

Para Pedroso e Correa (1992), o sequenciamento da produção baseado em capacidade finita é aquele em que o usuário:

- a) Modela o sistema produtivo: Cria toda a estrutura de máquinas, mão de obra e procedimentos que estão alinhado com o produto em análise;
- b) indica a demanda proveniente do Plano Mestre de Produção PMP;
- c) Confirma a condição real da linha de produção, como parada de máquina, manutenção preventiva e corretiva.
- d) Modela algumas variáveis para a tomada de decisões (regras de liberação, restrições, entre outros).

Restrição é qualquer atividade que impeça a produtividade da empresa, portanto o plano de produção deve estar alinhado com as condições específicas da fábrica, porém sempre buscando aumentar a eficácia da linha através de uma programação otimizada que possibilite aos colaboradores um aumento da produção (WATANABE; IDA; GEN, 2005).

Logo, o sequenciamento da produção vem a ser a alocação das atividades elementares (operações) nos recursos escassos (máquinas) com determinações de prazos de início e término de cada operação (FUCHIGAMI, 2013). Contudo, a dificuldade para sequenciar a produção é proporcional ao número de processos e máquinas. Segundo Kan (1976), é possível determinar a quantidade de possibilidades no sequenciamento da produção através da equação a seguir:

$$P = n!^m \quad (4)$$

Onde:

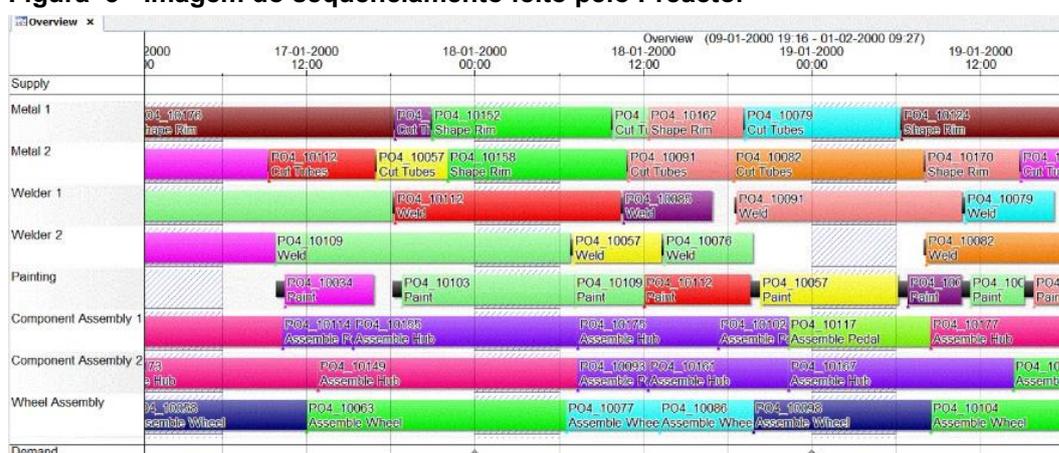
$P$  = possibilidades de sequenciamento

$n$  = número de processos

$m$  = número de máquinas

Para facilitar as análises do sequenciamento da produção, alguns *softwares* utilizam o gráfico de Gantt, que proporciona, através da gestão visual, o que deveria e o que está realmente acontecendo na operação e ajuda a realocar as operações caso seja necessário (SLACK, CHAMBERS, JOHNSTON, 2002). A Figura 3 mostra um exemplo de gráfico de Gantt.

**Figura 3 - Imagem do sequenciamento feito pelo Preactor**



Fonte: Mezasoft

### 3.3.1 Regras de Sequenciamento

Visando a criação de padrões para estruturar o sequenciamento, Mesquita (2008), Tubino (2007), Suresh e Sridharan (2007), Chan e Chan, (2004) e Gaither e Frazier (2002), criaram regras de sequenciamento definidas como sendo formas de realizar o sequenciamento, através de meios lógicos para saber qual lote terá prioridade. Estas regras podem ser combinadas em duas ou mais, o qual varia de acordo com o tipo de produção de cada empresa:

1. *FIFO (First In, First Out)*: os itens que entram primeiro no sistema produtivo devem ser os primeiros a sair. A prioridade é dada de acordo com a sequência em que as tarefas chegam ao sistema. Portanto, essa regra procura minimizar o tempo de permanência nas máquinas ou na fábrica.

2. *LIFO (Last In, First Out)*: a última peça a entrar no sistema produtivo deve ser a primeira a sair. Por ser adversa e negativa no que tange à confiabilidade e

rapidez de entrega e não ter uma sequência baseada em qualidade, flexibilidade ou custo, essa regra é pouco utilizada.

3. *SPT (Shortest Processing Time)*: Os itens são incorporados no processo em ordem crescente de tempo, logo a prioridade é dada pelo menor tempo de processamento total. Sua utilização visa reduzir o tamanho das filas e o aumento do fluxo.

4. *LPT (Longest Processing Time)*: Os itens irão participar do processo em ordens decrescentes de tempo. Esta regra é contrária à regra *SPT*. Sua utilização visa à redução de troca de máquinas.

5. *EDD (Earliest Due Date)*: Os itens que são classificados como urgentes entrarão primeiro no processo produtivo. A finalidade é reduzir atrasos.

6. *LS (Least Slack)*: a prioridade é dada pela menor folga entre a data de entrega e o tempo total de processamento entre as tarefas que estão à espera. É classificada por prazo de entrega e visa reduzir atrasos.

7. *SIPT (Shortest Imminent Processing Time)*: a prioridade é dada pelo menor tempo de processamento individual. Semelhante a *SPT*.

8. *LIPT (Longest Imminent Processing Time)*: a prioridade é dada pelo maior tempo de processamento individual. Semelhante a *LPT*.

9. *LWQ (Least Work Next Queue)*: o item que na máquina seguinte não possuir fila entrará primeiro no processo. Essa regra objetiva evitar a parada de um processo subsequente.

10. *CR (Critical Ratio)*: a prioridade é dada pela menor razão crítica (tempo até a data de vencimento dividido pelo tempo total de produção restante) entre as tarefas à espera. Essa é uma regra dinâmica que procura combinar a *EDD* com a *SPT*, que considera apenas o tempo de processamento.

11. *DLS – (Dynamic Least Slack)*, a prioridade é dada à menor folga (diferença entre a data prometida de entrega e o tempo total restante de processamento). Essa regra prioriza as tarefas mais urgentes, visando reduzir atrasos, todavia é um pouco mais complicada de aplicar que a *LS* por se tratar de uma regra dinâmica

### 3 METODOLOGIA

#### 3.1 Classificação da Pesquisa

Segundo Barros e Lehfeld (2000), classifica-se o método da abordagem dessa pesquisa como quantitativa, devido os dados utilizados no trabalho serem numéricos, de uma empresa do ramo de ferramentas para pintura, isto é, este estudo trabalha com dados quantitativos reais. De acordo com seus objetivos esta pesquisa é descritiva, pois iremos observar a evolução dos estoques e analisá-los para determinar se houve a redução dos itens semiacabados. Analisando os procedimentos, este trabalho se classifica como pesquisa ação, visto que será investigado profundamente a prática da empresa de uma forma crítica e reflexiva buscando atingir o resultado do estudo. Do ponto de vista de sua natureza, é uma pesquisa aplicada, pois gera conhecimentos para aplicações práticas voltadas à solução de problemas de estoques em excesso (EL ANDOLOUSSI, 2004).

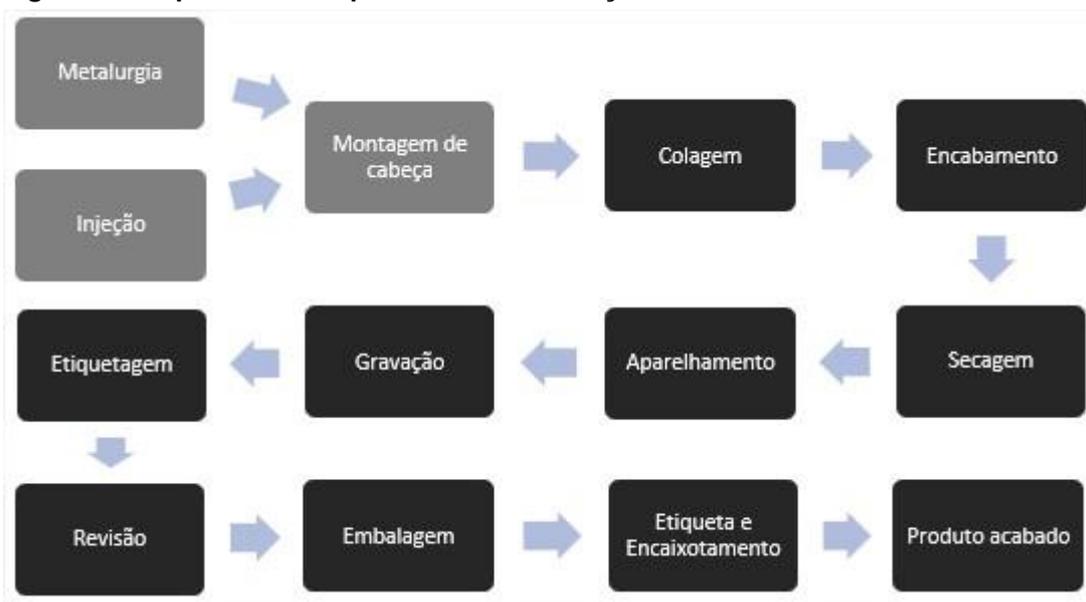
#### 3.2 Descrições do Processo

O processo produtivo das trinchas inicia-se paralelamente no setor de injeção, onde são produzidos os cabos plásticos e tampão, e na metalurgia, que produz as folhas (suporte metálico), componentes básicos para a montagem do pincel imobiliário.

Em seguida, é executado a montagem da cabeça da trincha, o equipamento recebe as folhas metálicas e as cerdas e/ou filamentos para que a máquina realize o processo de inserir automaticamente os filamentos sintéticos e/ou cerdas nas folhas.

Estes quatro componentes, que são produzidos nos centros de trabalhos pintados em cinza na Figura 4, geram estoques intermediários que serão analisados no estudo.

**Figura 4 - Mapeamento do processo de fabricação das trinchas**



Fonte: Autoria própria

Conforme Figura 4, as cabeças confeccionadas seguem para o processo de colagem das cerdas e/ou filamentos. Após esta etapa é gerado um novo estoque intermediário formado pelas cabeças de trinchas prontas.

Logo após a colagem, os produtos seguem para a máquina que insere o cabo na cabeça das trinchas. Imediatamente, o pincel imobiliário é enviado para um magazine onde ocorrerá a cura da cola.

Após a secagem da cola a trincha segue para o processo de limpeza, onde um equipamento remove o excesso de cerdas ou filamentos do produto, garantindo a qualidade da trincha durante o uso.

Na sequência, o pincel imobiliário é encaminhado para o aparelhamento, esta máquina realiza o corte das rebarbas das cerdas ou filamentos.

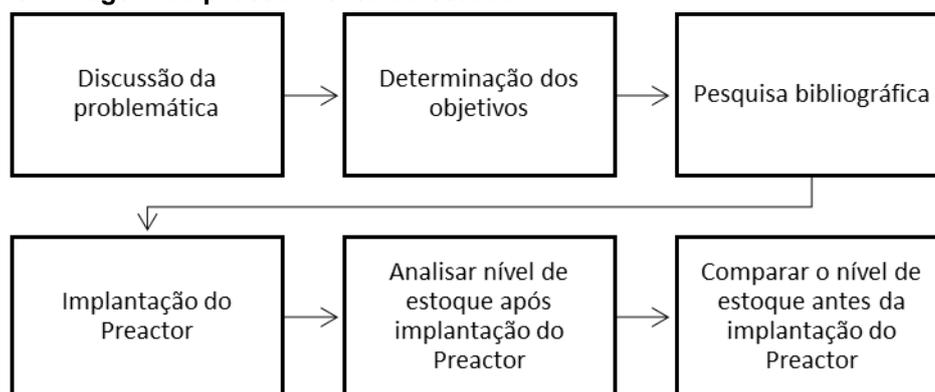
Em seguida, a trincha recebe o logo da empresa pela máquina que realiza a gravação; imediatamente segue para o equipamento que etiqueta todos os pincéis imobiliários.

Após a etiquetagem é realizada a revisão manual de todas as trinchas com a finalidade de garantir a qualidade do produto. Na sequência as trinchas são enviadas para a máquina de embalagem, onde são embalados em múltiplos de doze. Por fim, os pacotes são encaixotados, etiquetados e encaminhados para o centro de distribuição da fábrica.

### 3.3 Procedimentos

Os procedimentos metodológicos para a realização do estudo da redução dos estoques intermediários em linha de produção de trinchas com a utilização de uma ferramenta de sequenciamento fino da produção foram realizados conforme mostra a Figura 5.

**Figura 5 - Imagem do procedimento do estudo**



Fonte: Autoria própria

- Etapa 1: Esta etapa teve como objetivo a discussão do problema da empresa com a quantidade de estoques em excesso de produtos semiacabados. Nesta etapa foi definido o fundamento do estudo, juntamente com o levantamento de dados da quantidade de itens em estoque.
- Etapa 2: Nesta etapa foi determinado o objetivo geral do estudo. Isto é, a quantidade de produtos semiacabados que a empresa deve reduzir para garantir um bom capital de giro no fechamento anual.
- Etapa 3: Estudo de materiais relacionados com MRP, gestão de estoques e sequenciamento fino da produção juntamente com seus impactos para redução de estoques de itens semiacabados. Esta etapa foi essencial para garantir a escolha do *software* ideal para a empresa, realizando pesquisas para efetivar a viabilidade e conhecer organizações que já o utilizam.
- Etapa 4: Esta etapa envolveu todos os procedimentos necessários para a implantação do *Preactor*, *software* escolhido para a redução de estoques através do sequenciamento fino da produção.

Após a implantação do *software*, o PCP da fábrica gerou ordens de produção semanalmente, isto é, toda semana foi gerado um novo plano mestre de produção de produto acabado. E este PMP foi gerado através do *Preactor*, que possui ligação com o *SAP* (sistema interno de informações e gestão empresarial). O *Preactor* analisou a estrutura de cada produto acabado gerando a explosão de materiais e abrindo as ordens de itens semiacabados direto no *SAP*. E com o tamanho de lote implantado o *Preactor* abriu ordens somente da quantidade múltipla de cada material.

O *Preactor* analisou o estoque de segurança dos materiais abrindo ordens automaticamente de itens que estão abaixo do nível determinado. Esta análise ocorreu também para insumos. Se para a produção de um produto acabado houve falta de algum insumo, o *Preactor* gerou uma ordem de compra no *SAP*.

O *Preactor* possibilitou ao programador formas de sequenciar a fábrica permitindo que haja um foco nos itens que possuem um maior impacto caso faltassem na gôndola.

- Etapa 5: Através de relatórios de estoques extraídos do *SAP* no fechamento do mês, foi analisado a quantidade em estoques de cabo, cabeça, tampão e folha metálica dos pincéis imobiliários abrindo os materiais através da classificação ABC.
- Etapa 6: Após um ano da implantação do *Preactor* foi feita a comparação mês a mês da quantia em estoques, para apurar o comportamento dos itens semiacabados e verificar se houve redução de estoques com a utilização do *software*, visando o resultado operacional da empresa.

## 4 RESULTADOS

Nesta seção é apresentado como era realizada a programação da produção antes da *go live* (*software* fica disponível ao usuário) *Preactor*, todas as mudanças que ocorreram após a implantação do *software*, a evolução do estoque de cada subcomponente da trincha e o comportamento da quantidade total de trincha acabada produzida *versus* a evolução total de estoque semiacabado de pincel imobiliário, entre outras análises para melhor compreensão dos resultados do estudo.

### 4.1 PROGRAMAÇÃO DA PRODUÇÃO ANTES DO *PREACTOR*

Anteriormente à implantação do *Preactor*, a programação da produção era mensal, isto é, uma vez por mês o setor de PCP (Planejamento e controle da produção) gerava o PMP (Plano mestre de produção) onde continha todos os produtos acabados que precisavam ser produzidos para atender o mercado. Não era gerado um PMP para os produtos semiacabados, logo ficava sob responsabilidade de cada supervisor de produção realizar o sequenciamento para todas as etapas do processo de manufatura do produto final. Devido a não existência de ordens de produção para produtos semiacabados, havia a possibilidade de produzir itens que já existiam em estoque, acarretando um aumento desnecessário dos níveis de estoque. Era papel do supervisor sequenciar a sua linha de produção visando o aumento da performance da fábrica, mas com a alta gama de produtos na unidade, se tornou uma tarefa impossível, devido ao número de variáveis que impactam no processo, como o *setup*, tempo de produção, quantidade de produtos e tempo de entrega para o cliente, entre outras. Com o PMP sendo mensal existia também a possibilidade de a demanda do mercado mudar e acarretar a desprogramação da fábrica, gerando também o aumento de estoques de produtos acabados e semiacabados que já haviam sido produzidos.

### 4.2 MUDANÇAS COM O *PREACTOR* NA FÁBRICA

Com o *Preactor* na fábrica o PMP passou a ser semanal, isto é, toda semana é gerado um novo plano mestre com o objetivo de atender a demanda do mercado. Esta mudança possibilitou a redução da probabilidade de produzir itens que o mercado não deseja devido à alteração da demanda. O *software* de

sequenciamento fino da produção gera ordens de produção para produtos acabados e semiacabados, logo o supervisor recebe a quantidade de produtos que é necessário produzir em cada etapa do processo, e para gerar as ordens de produtos semiacabados, o *Preactor* analisa se existe o item em estoque e também se a fábrica possui matéria prima para a produção; caso não tenha, o *Preactor* irá gerar ordens ou manterá a ordem de acordo com o *lead time* de entrega do fornecedor. Visando o aumento da performance da fábrica, o *Preactor* considera um alto número de variáveis para sequenciar a produção, tais como a Matriz de *setup*. Segue a Figura 6 que mostra uma imagem da matriz de *setup*.

**Figura 6 - Imagem da Matriz de Setup**

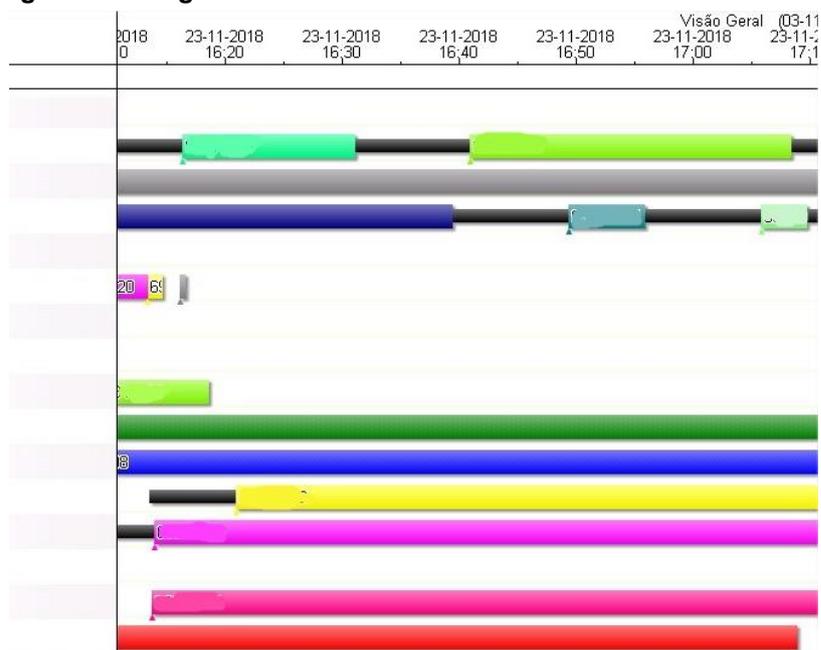
Centro de Trabalho	De	Para	Tempo Setup (mi)
PA100102	Produto 01	Produto 01	0
PA100102	Produto 01	Produto 02	10
PA100102	Produto 01	Produto 03	10
PA100102	Produto 01	Produto 04	10
PA100102	Produto 01	Produto 05	15
PA100102	Produto 01	Produto 06	20
PA100102	Produto 01	Produto 07	25
PA100102	Produto 01	Produto 08	10
PA100102	Produto 01	Produto 09	10
PA100102	Produto 01	Produto 10	5
PA100102	Produto 01	Produto 11	5
PA100102	Produto 01	Produto 12	30
PA100102	Produto 01	Produto 13	35
PA100102	Produto 01	Produto 14	5
PA100102	Produto 01	Produto 15	10

**Fonte: Autoria Própria**

Esta matriz considera todos os tempos de *setups* quando mudamos a produção de um determinado item A para outro item B; na imagem é possível analisar o tempo de *setup* quando saímos do componente Produto 01 para outros itens, esta matriz foi elaborada para todas as etapas do processo produtivo. O *Preactor* programa a fábrica visando otimizar o tempo de *setup*. O *software* considera outras variáveis visando o aumento da eficiência da linha de produção como o lote de transferência e quantidade mínima de produto que é necessário para iniciar a produção na etapa seguinte na linha. Considera também a quantidade de pessoas que é preciso para a manufatura de cada componente; o *Preactor* analisa

também o tempo de produção de todos os itens visando gerar uma programação factível para a semana. Na Figura 7 é mostrado uma imagem do sequenciamento elaborado pelo *Preactor*.

**Figura 7 - Imagem do Preactor**



**Fonte: Autoria própria**

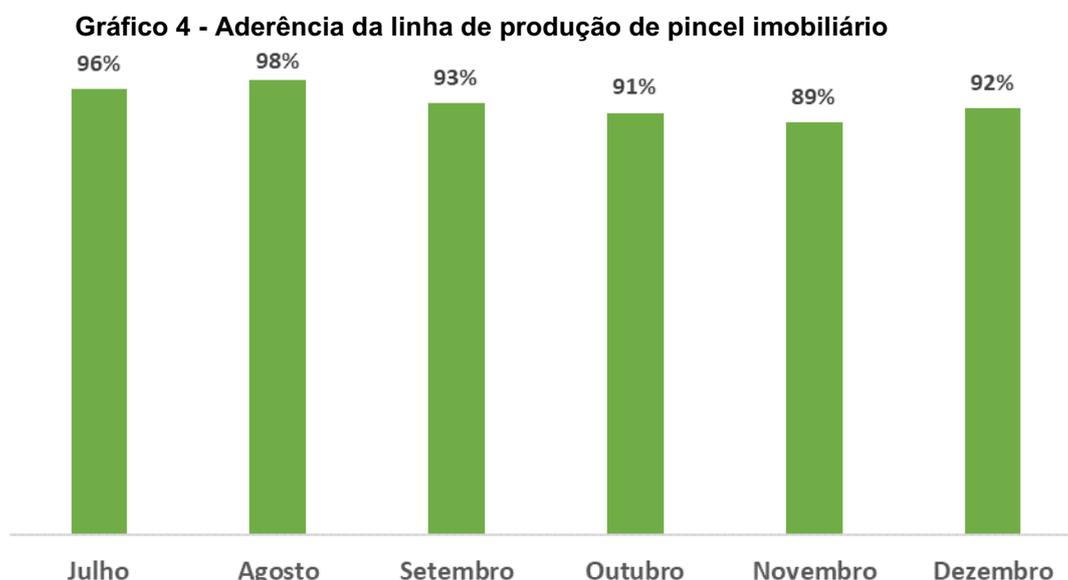
Na Figura 7 podemos ver o tempo para produzir os componentes em cada etapa do processo produtivo, mostrado no gráfico com as barras coloridas, as pretas são o tempo de *setup*. Já nos espaços em branco, de acordo com o PMP não é necessário que tenha produção nestes períodos. Este *layout* do *Preactor* utiliza o gráfico de *Gantt* para melhor compreensão do sequenciamento da produção pelo usuário. Através do gráfico é possível também realizar sequenciamento manual visando qualquer dificuldade no processo produtivo não mapeada no algoritmo do *software*. Este gráfico de *Gantt* possibilita também encontrar baixas performances de produção de uma forma mais direta, através de barras que se estendem demais atrasando o início da produção para outros centros de trabalho. O *Preactor* realiza o sequenciamento para todos os equipamentos da linha de produção, e no *layout* é possível verificar o horário que a produção em determinado equipamento irá finalizar, com o intuito de possuir o setor de manufatura mais alinhado com a área de Planejamento e Controle da Produção. A aderência de produção, quantidade de ordens produzidas sobre a quantidade de ordens programadas na semana, passou

a ser um indicador com uma relevância ainda maior, já que o *Preactor* gera ordens para todos os componentes produzidos.

#### 4.3 ANÁLISES OBTIDAS

Com os objetivos determinados, revisão bibliográfica e o fluxo do processo para maior compreensão dos dados, esta seção aborda os resultados obtidos no trabalho para estudar a viabilidade do sequenciamento fino da produção com o objetivo de reduzir estoques intermediários.

A aderência de produção, indicador que mede a porcentagem de aderência do que foi produzido dividido pelo que estava no plano, na linha de trinchas, após a implantação do *Preactor*, obteve bons resultados. Este indicador mostra a eficiência do plano de produção, gerando um plano factível e otimizado para a realização dentro da semana e que também atenda a demanda do mercado, juntamente com a alta performance alcançada pelo setor de manufatura. A implantação do *Preactor* foi em abril de 2018, todavia a medição do indicador de aderência de produção a partir do mês de julho, devido a adaptações com o novo *software*. O Gráfico 4 mostra a aderência de produção do mês de julho até o fechamento do ano de 2018.



Fonte: Autoria própria

No Gráfico 4 é possível analisar que a aderência de produção com a implantação do *Preactor*, entre os meses de julho e dezembro, teve uma média de

93,2%, resultados que alavancaram a performance da fábrica e possibilitaram a redução de estoques intermediários, pois o setor de produção passou a ser mais alinhado com a área de PCP, anteriormente ao *software* de sequenciamento as linhas de manufatura não recebiam ordens de produção para itens semiacabados, logo era frequente a produção excessiva de produtos que geravam estoques intermediários impactando no capital de giro da empresa.

O *Preactor* foi definitivamente implantado na empresa no final do mês de abril e através de dados gerados no sistema SAP foi analisado a variação dos estoques intermediários, durante o ano todo, na linha de produção de Trinchas.

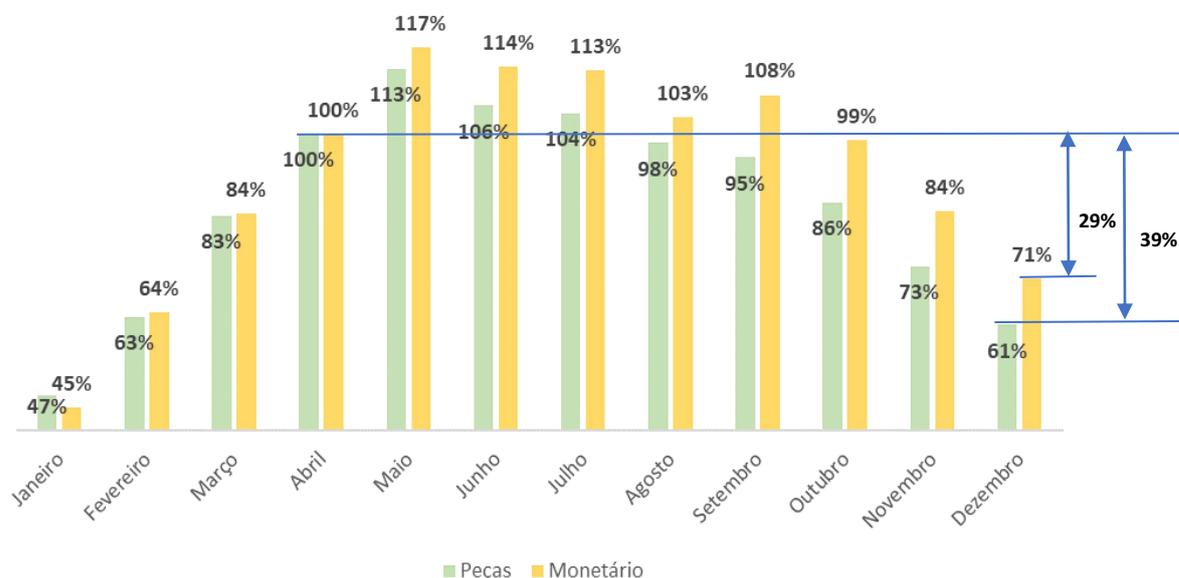
Devido às informações da empresa serem sigilosas, os dados estão em porcentagem em relação ao mês de abril, que foi o *go live* do *Preactor*.

Foi analisado o comportamento do estoque em valor monetário e em peças, visando a compreensão do impacto financeiro na empresa que é possível alcançar com o sequenciamento fino da produção. O primeiro componente a ser analisado é a folha metálica.

#### 4.3.1 Folhas Metálicas

No Gráfico 5 é mostrado a evolução do estoque de folhas metálicas, é possível analisar o período antes e depois da implantação do *Preactor*.

Gráfico 5 - Evolução do estoque de folhas metálicas



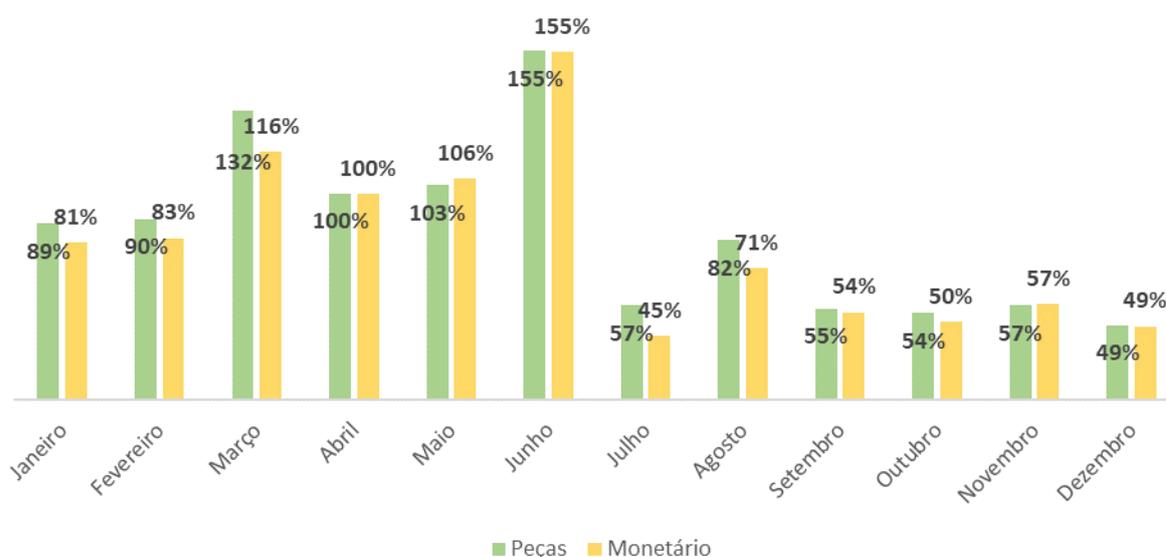
**Fonte: Autoria própria**

Após o *go live* do *Preactor*, as folhas metálicas apresentaram uma redução no estoque, em peças, de 39% e em valor monetário de 29%, até o fechamento do ano de 2018. Entre os meses em que a empresa não possuía o *Preactor* o estoque médio era de 73%. Com o alto custo deste componente essencial para a trincha, esta redução no valor do estoque, mantendo o atendimento do cliente, trouxe bons resultados para o capital de giro da empresa. Esta redução no estoque de folhas ocorreu principalmente com o recurso do *Preactor* que garante a abertura de ordens para somente os produtos que estão no plano de produção. Com o Gráfico 5 é possível analisar a crescente quantidade do estoque de folhas metálicas durante os meses em que a empresa não trabalhava com o sequenciamento da produção, e a redução durante os meses seguintes, após a implantação do sequenciamento. No mês de maio houve um aumento do estoque em comparação ao mês de abril pois a fábrica ainda estava em processo de adaptação com a nova metodologia de ordens semanais que o *Preactor* proporcionou.

### 4.3.2 Cabeças de Trinchas

Segue o Gráfico 6 com a evolução do estoque de cabeças de pincéis imobiliários. No gráfico é possível analisar o comportamento do estoque no ano de 2018.

**Gráfico 6 - Evolução do estoque de cabeças de trinchas**



**Fonte: Autoria própria**

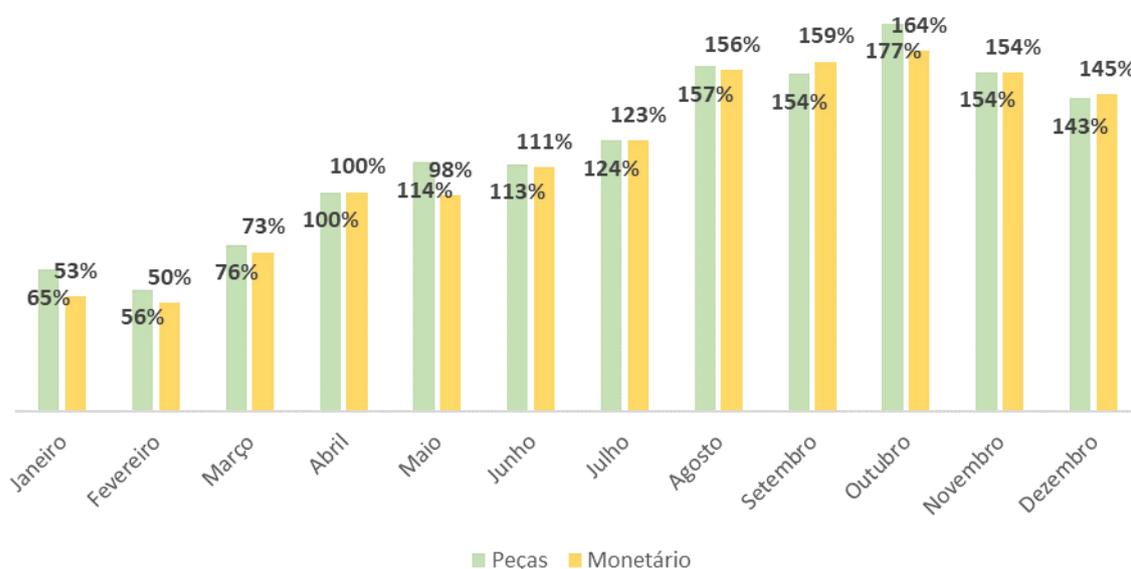
Este gráfico mostra a evolução do estoque da cabeça do pincel imobiliário. Em comparação ao mês de abril, o estoque no fechamento do ano houve uma redução de 51% do estoque em peças e em valor monetário. Nos meses em que a empresa ainda não trabalhava com o *Preactor*, o estoque médio estava em 103%. Após o *go live* do *software* até o fechamento do ano de 2018 o estoque médio passou a ser 77%, obtendo uma redução de 26%. Em uma das etapas do sequenciamento da produção, o *Preactor* analisa se já existe em estoque os semiacabados antes de abrir ordem de produção, esta ferramenta possibilitou uma grande redução de estoque devido à garantia de produzir somente os componentes em que os produtos acabados estão no plano de produção. E para verificar que é necessário de determinada cabeça da trincha, o *Preactor* realiza a explosão da lista de materiais, reduzindo a possibilidade da programação do item errado. No mês de junho houve o pico de produção de cabeça de trinchas pois houve a necessidade de atendimento de um nicho específico do mercado com um novo produto da linha de

pincéis imobiliários, logo houve o aumento de estoque de cabeça de trinchas no mês de junho.

#### 4.3.3 Cabos

No Gráfico 7 é analisado a evolução do estoque de cabos de pincéis imobiliários de janeiro até dezembro de 2018.

**Gráfico 7 - Evolução do estoque de cabos**



**Fonte: Autoria própria**

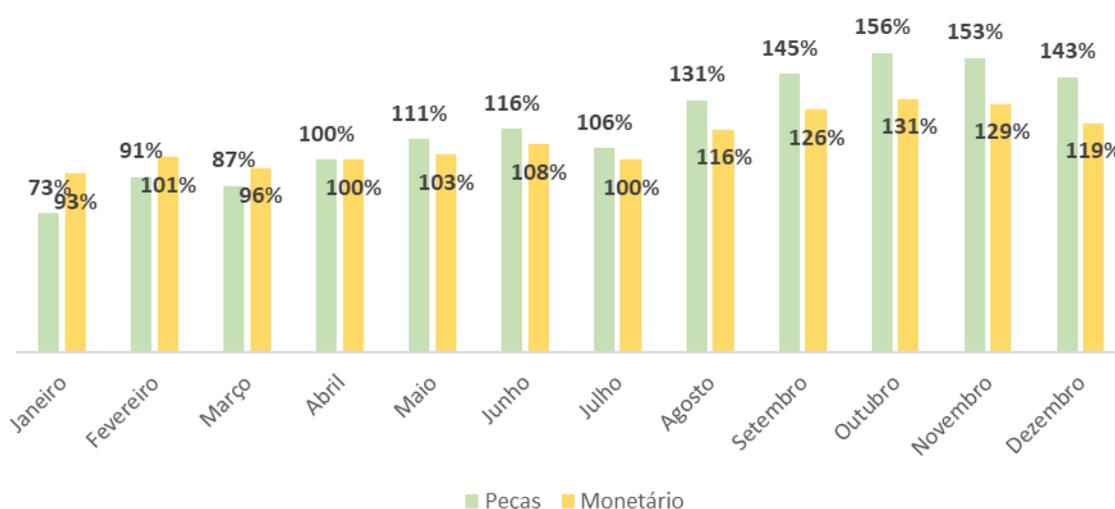
Como mostra o Gráfico 7, houve um aumento no estoque de itens produzidos pelo processo de injeção (Cabos e tampões). Porém, este aumento ocorreu devido à manutenção de vários moldes de itens que são injetados no 2º semestre do ano, a manutenção destes moldes demorou mais tempo do que era planejado devido a um problema com o fornecedor. Com a ausência desse molde, e alinhado com a alta direção, foi necessário o aumento de produção de outros componentes injetados visando não interromper a manufatura. Com este aumento foi produzido itens que não estavam no plano mestre de produção (PMP), com o intuito de, após os moldes retornarem da oficina, a produção produzir os itens faltantes e os que estavam em excesso, os quais não seriam produzidos até que os estoques entrassem em equilíbrio e atingissem níveis saudáveis. Este problema na manutenção dos moldes impossibilitou a análise de redução de estoque de cabos

com o sequenciamento fino da produção. O estoque de cabos em peças e valor monetário aumentou, respectivamente, 43% e 45%. Os moldes retornaram para à fábrica no mês de outubro, e com todas as ferramentas na unidade o sequenciamento da produção passou a ser mais efetivo, pois após o mês de outubro os estoques começaram a reduzir com o efeito do *Preactor* de garantir a abertura de ordens de produção para itens semiacabados e sequenciar a produção de somente itens que são necessários ao plano mestre de produção. Em comparação dos meses de outubro e dezembro o estoque de cabos em peças e valor monetário reduziu, respectivamente, 34% e 19%.

#### 4.3.4 Tampões

A evolução do estoque de tampões para trinchas é analisada no Gráfico 8.

**Gráfico 8 - Evolução do estoque de tampões**



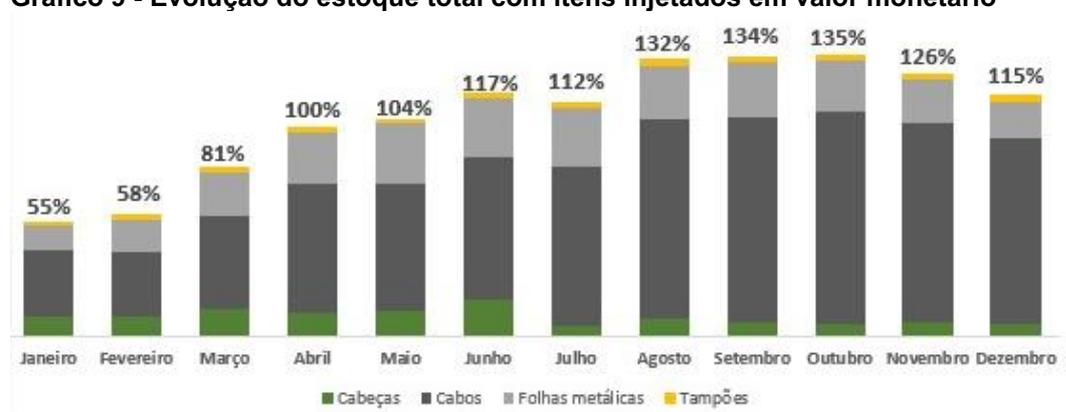
**Fonte: Autoria própria**

Devido à manutenção dos moldes de itens injetados o estoque de tampão cresceu 55% em peças e 29% em valor monetário. Com o baixo custo do tampão este aumento de 29% não acarretou uma alta perda de capital de giro. Após a chegada dos moldes que estavam em manutenção, no mês de outubro, pôde-se analisar que o estoque reduziu.

#### 4.3.5 Análises da Evolução do Estoque Total

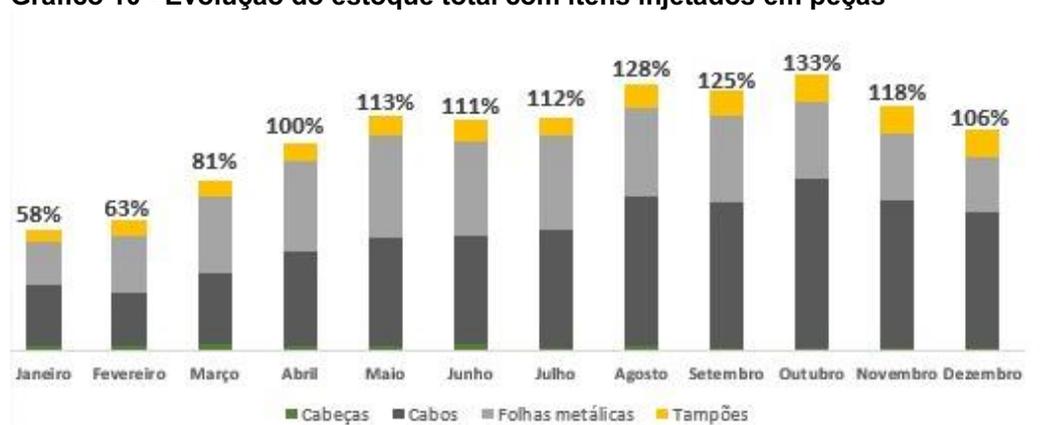
A evolução do estoque total dos itens semiacabados dos pincéis imobiliários são mostrada nos Gráficos 9 e 10, com a abertura do gráfico em estoque monetário e em peças.

**Gráfico 9 - Evolução do estoque total com itens injetados em valor monetário**



Fonte: Autoria própria

**Gráfico 10 - Evolução do estoque total com itens injetados em peças**



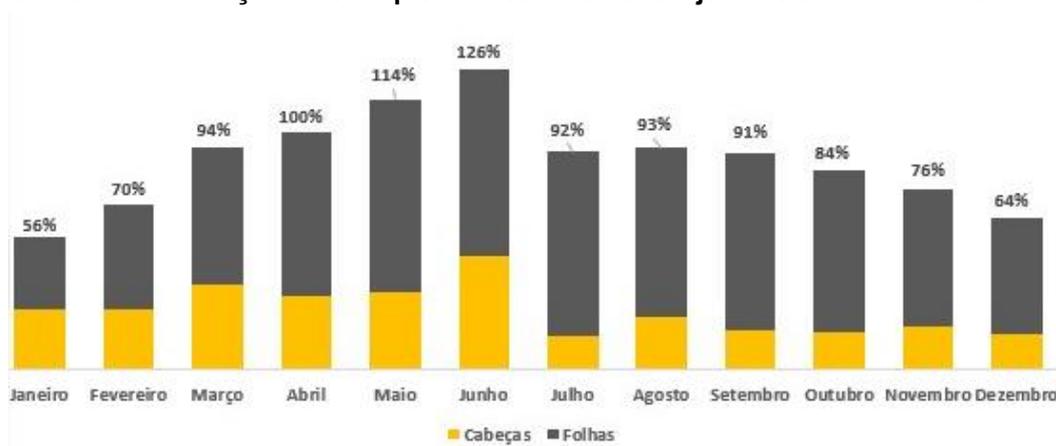
Fonte: Autoria própria

Como visto nos Gráficos 9 e 10, o estoque total dos componentes semiacabados da trincha, até o fechamento do ano de 2018, aumentou em peças e em valor monetário, respectivamente, 106% e 115% em relação ao mês de abril. É possível verificar que o aumento do estoque ocorreu nos componentes que são injetados e estes foram impactados com a manutenção dos moldes. Todavia, após o

molde retornar para a unidade, no mês de outubro, podemos verificar que no mês seguinte os estoques iniciaram a redução com o trabalho do *Preactor* de realizar o sequenciamento da produção. Entre os meses de outubro e dezembro o estoque em peças reduziu 20% e em valor monetário 27%. Para que o sequenciamento atue da melhor maneira possível é necessário que todas as ferramentas e equipamentos estejam disponíveis. Nos meses anteriores ao *go live* do *Preactor* houve um aumento de 45% em peças e 42% em valor monetário, esta expansão do estoque ocorreu principalmente à ausência de alinhamento entre a linha de produção e o setor de PCP que gerava um plano mestre de produção mensal, e após a implantação do *software* de sequenciamento o PMP passou a ser semanal, o que possibilitou o comprometimento maior entre o planejado e o realizado.

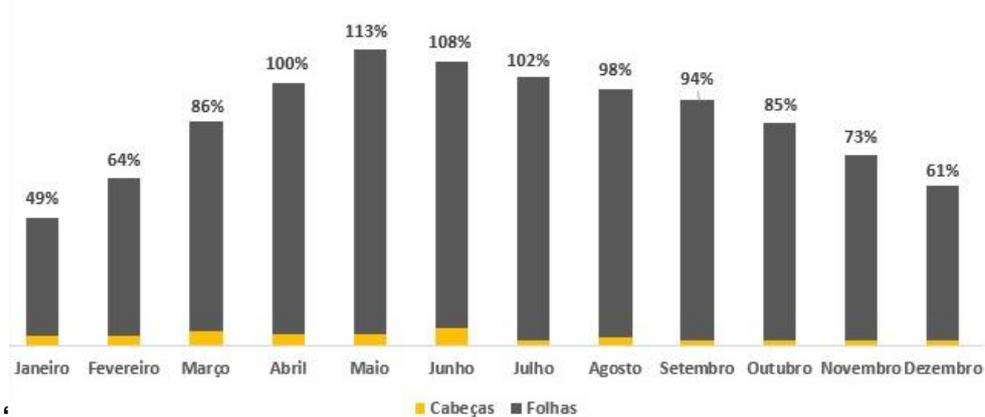
Nos gráficos 11 e 12 é possível observar a evolução do estoque total de itens semiacabados das trinchas desconsiderando os itens injetados.

**Gráfico 11 - Evolução do estoque total sem os itens injetados em valor monetário**



Fonte: Autoria própria

**Gráfico 12 - Evolução do estoque total sem os itens injetados em peças**

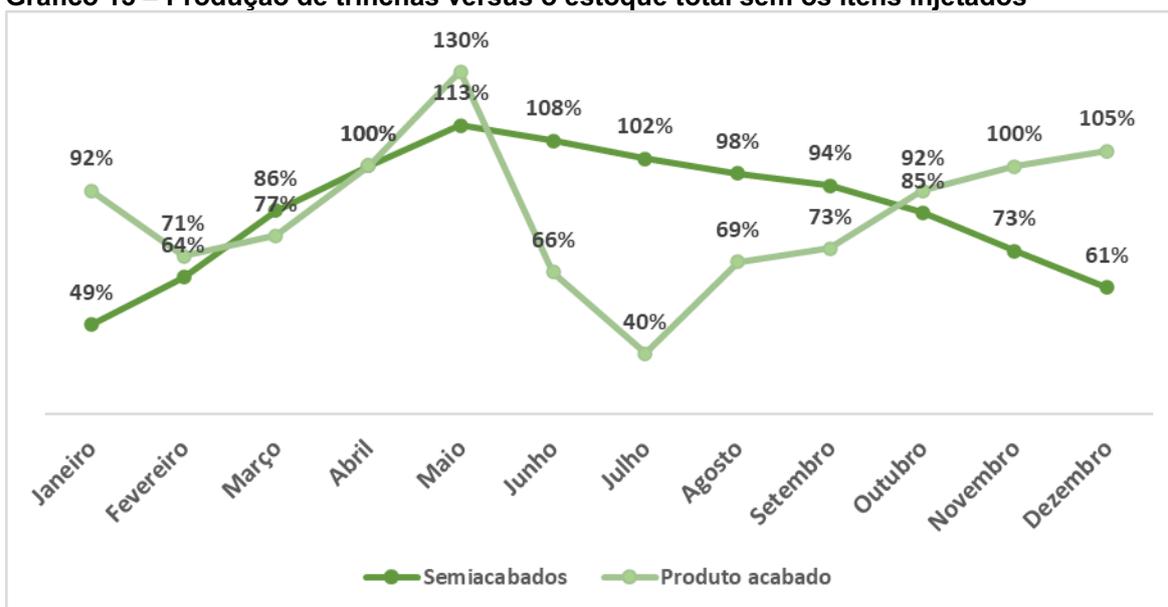


Fonte: Autoria própria

Os Gráficos 11 e 12 mostra que o estoque total de semiacabados, sem os itens injetados, reduziu em peças e monetário, respectivamente de 61% e 64%, no mês de dezembro. Com o sequenciamento da produção foi possível manter o nível de atendimento dos clientes e reduzir o estoque de intermediários. Nos meses antes de iniciar o *software* de sequenciamento da produção o estoque de semiacabados cresceu em peças 51% e em valor monetário 49%. Como esta análise exclui o problema ocorrido com a manutenção dos moldes de itens injetados, é possível verificar a eficácia na redução de estoque através de um *software* de sequenciamento fino da produção. A diminuição do estoque intermediário trouxe vários benefícios para a unidade como: sem impactar a entrega do produto para o cliente impacta positivamente no capital de giro da empresa; ganho de espaço para armazenamento de outros produtos; e redução da probabilidade de itens serem danificados pela ação do tempo, entre outros ganhos.

No gráfico 13 é possível observar a evolução da produção de trinchas e também o comportamento da evolução do estoque total de itens semiacabados dos pincéis imobiliários desconsiderando os itens injetados.

Gráfico 13 – Produção de trinchas versus o estoque total sem os itens injetados



Fonte: Autoria própria

Com o Gráfico 13 é possível verificar o aumento da produção de Trinchas e ao mesmo tempo o efeito positivo da redução de estoques intermediários gerados com o sequenciamento fino da produção. Sem os itens injetados, a partir do mês de abril a produção de pincéis imobiliários aumentou 5% e em contrapartida o estoque de semi-acabados reduziu 39%. Em relação aos meses de julho até dezembro, em nenhum momento a produção caiu; a produção cresceu 65% e o estoque de semi-acabados da linha trincha somente reduziu, caiu de 100% para 61%. A partir do mês do *go live* do *software*, somente no mês de maio os estoques de semi-acabados cresceram, o qual ocorreu devido à adaptação do setor de manufatura com a nova metodologia proposta pelo *software*, enquanto nos meses anteriores ao *Preactor* os estoques de folhas e cabeças de trinchas só aumentaram.

Pode-se verificar também que a partir do mês de julho houve um aumento gradativo de produção até o final do ano, devido à alta demanda, e mesmo com o aumento da produção os níveis de estoques intermediários reduziram, o que mostra a alta eficiência alcançada na redução de estoques de produtos semi-acabados com o sequenciamento fino da produção.

## 5 CONCLUSÃO

O *Preactor* é um *software* voltado para o aumento da eficiência da fábrica através do sequenciamento fino da produção, e o objetivo principal do estudo era analisar se o estoque intermediário em uma linha de produção de pincéis imobiliários poderia ser reduzido com o intuito de alavancar a performance fabril. Com o estudo foi possível observar que o objetivo principal do trabalho foi alcançado, pois os estoques intermediários da linha de produção de pincéis imobiliários reduziram, com a implantação de uma ferramenta de sequenciamento fino da manufatura. Durante os meses do estudo houve o imprevisto gerado com a manutenção de moldes que demoraram mais que o planejado, gerando um aumento do estoque de itens injetados. Os dados gerados da evolução do estoque de itens semiacabados que são produzidos pelo processo de injeção perderam a confiabilidade, pois nos meses em que os moldes estavam no fornecedor foi alinhado com a alta direção que os níveis de estoques intermediários iriam aumentar para não interromper a produção neste setor. Todavia após o retorno dos moldes da manutenção, o sequenciamento gerado pelo *software* entrou em ação e neste setor foi obtido uma redução em comparação ao mês de outubro, mês em que os moldes retornaram para a fábrica, de 27% em peças e 20% em valor monetário.

O estoque total de itens semiacabados, exceto os itens injetados, apresentou uma redução de 39% em peças e 36% em valor monetário. Esta redução dos níveis de estoque, sem comprometer o *lead time* de entrega do produto para o cliente, trouxe ótimos resultados para o capital de giro da empresa, ganho de espaço em armazenamento e aumento da produtividade do setor produtivo. Entre os meses de julho e dezembro houve um aumento da produção de trinchas de 65% e juntamente houve a redução de estoque intermediário em 41%. Nos meses anteriores ao *go live* do *Preactor*, é possível analisar que quando ocorria um aumento da produção de pincéis imobiliários gerava também um aumento de estoque de semiacabados.

Assim, todos os objetivos do estudo foram cumpridos, e foi possível analisar a eficácia de um *software* de sequenciamento fino da produção em reduzir o estoque intermediário em uma linha de manufatura de pincéis imobiliários com o intuito de gerar ganho no resultado operacional da empresa.

## REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

ASSAF NETO, A. **Finanças corporativas e valor**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2009

BALLOU, R. H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos: Planejamento organização e logística empresarial**. Tradução Elias Pereira. 5.ed. Porto Alegre: Bookman, 2006

BALLOU, R. H. **Logística empresarial: transportes, administração de materiais e distribuição física**. São Paulo: Atlas, 1993.

BARROS, A. J. S.; LEHFELD, N. A. S. **Fundamentos de Metodologia: Um Guia para a Iniciação Científica**. 2 Ed. São Paulo: Makron Books, 2000.

BERTAGLIA, PAULO ROBERTO. **Logística e gerenciamento da cadeia de abastecimento**. 2ª Edição Ver. e Atual. São Paulo: Saraiva, 2009.

BORGES C. T.; CAMPOS S. M.; BORGES C. E. **Implantação de um sistema para o controle de estoques em uma gráfica/editora de uma universidade**. Revista Eletrônica Produção & Engenharia, v. 3, n. 1, p. 236-247, Jul./Dez. 2010.

BRANDALISE, Loreni. **Administração de materiais e logística**. Simplissimo Livros Ltda , 2017

CHAN, F. T. S.; CHAN, H. K. **Analysis of dynamic control strategies of an FMS under different scenarios**. Robotics and Computer-Integrated Manufacturing, n. 20, p. 423-437, 2004

CHAN, C. K.; KINGSMAN, B. G.; WONG, H. **The value of combining forecasts in inventory management - a case study in banking**. European Journal of Operational Research, v. 117, p. 199-210, 1999.

CHIAVENATO, I. **Administração financeira: uma abordagem introdutória**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.

CHING, H. Y. **Gestão de Estoques na Cadeia de Logística Integrada - Supply Chain**. 2.ed. São Paulo: Atlas, 2001.

CHRISTOPHER, MARTIN. **Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos: estratégias para a redução de custos e melhorias dos serviços**. São Paulo: Pioneira, 2002.

CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. **Administração de produção e de operações. Manufatura e serviços: uma abordagem estratégica**. 1. ed. São Paulo: Atlas, 2012.

CORRÊA, H. L.; GIANESI, I. G. N.; CAON, M. **Planejamento, Programação e Controle da Produção**. 5.ed. São Paulo: Atlas, 2008.

CORRÊA, H., GIANESI, I. **Just in time, MRP II e OPT: um enfoque estratégico**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 1996.

CORREA, H. L. **Planejamento, Programação e Controle da Produção MRP II/ERP**. 5.ed. São Paulo: Atlas, 2007.

DAVIS, M. M.; AQUILANO, N. J.; CHASE, R. B. **Fundamentos da Administração da Produção**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman Editora, 2001

DIAS, M. A. P. **Administração de materiais: princípios, conceitos e gestão**, 6 ed. São Paulo: Atlas, 2012.

EL ANDALOUSSI, K. **Pesquisas-ações: ciências, desenvolvimento, democracia**. São Carlos: Edufscar, 2004

FLEURY, PAULO FERNANDO; WANKE, PETER; FIGUEIREDO, KLEBER FOSSATI. **Logística empresarial – A perspectiva Brasileira**. São Paulo: Atlas, 2000

FERNANDES, F. C. F. & GODINHO, F. M. **Planejamento e controle da produção: dos fundamentos ao essencial**. Editora Atlas. 2010.

FUCHIGAMI, H. Y. **Introdução ao Sequenciamento da Produção**. Material Didático. Catalão: UFG, 2012.

GAITHER, N.; FRAZIER, G. **Administração da Produção e Operações**. 8. ed. São Paulo: Pioneira, 2002

GIROTTI, L. J.; NISHIMURA V. S.; MESQUITA M. A. **Simulação em planilhas para programação de ordens de produção em sistemas job shop**. XXXI Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Belo Horizonte, 2011.

GITMAN, LAWRENCE J. **Princípios de Administração de Financeira**. 7ª Edição. São Paulo: Editora Harbra, 2002.

GUERRA, R. M. DE A; SCHUSTER, J. V; TONDOLO. V. A. G. **Implantação de um modelo de MRP em uma empresa de médio porte do setor moveleiro**. Revista Gestão Industrial, 2013.

GONÇALVES, P. S. **Administração de materiais**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004

INDERFURTH, K.; MINNER, S. **Safety Stocks in multistage inventory systems under different service measures**. European Journal of Operational Research, v. 106, p. 57-73, 1998.

KRAJEWSKI, L. J. **Administração de produção e operações**. 8 ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.

KRUPP, J. A. G. **Safety stock management**. **Production and Inventory Management Journal**, v. 38, n. 3, p. 11-18, 1997.

LANDMANN, R. **Um Modelo Heurístico para a Programação da Produção em Fundições com Utilização da Lógica Fuzzy**. 2005. 207f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. UFSC, Florianópolis.

LAWLER, E.L., LENSTRA, J.K., RINNOOY KAN, A.H.G., SHMOYS, D.B. (1989), **Sequencing and Scheduling: Algorithms and Complexity**. Report BS-R8909, Centre for Mathematics and Computer Science - Dep. of Oper. Research, Statistics and System Theory.

LETTI, G. C; GOMES L. C. **Curva ABC: Melhorando o gerenciamento de estoques de produtos acabados para pequenas empresas distribuidoras de alimentos**. Update, Porto Alegre, v. 1, n. 2, p. 66-86, jul. /dez. 2014.

LOULY M.A.; DOLGUI A. **Optimal time phasing and periodicity for MRP with POQ policy**. *International Journal of Production Economics*, v. 42, n. 4. .2010.

LOPES A. R. **Planejamento e Controle da Produção: Um Estudo de Caso no Setor de Artigos Esportivos de uma Indústria Manufatureira**. XXVIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. Rio de Janeiro, 2008.

LUSTOSA, L.; NANJI, L. C. **Planejamento Agregado e Planejamento Mestre da Produção**. In: LUSTOSA, L. et al. *Planejamento e Controle da Produção*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.

MANCUZO, F. **Análise e Previsão de Demanda: Estudo de Caso de uma Empresa Distribuidora de Rolamentos**. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Engenharia) – Departamento de Engenharia de Produção e Transportes. Porto Alegre - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2003.

MARTINS, P. G.; CAMPOS ALT, P. R. **Administração de Materiais e Recursos Patrimoniais**. São Paulo: Saraiva, 2009.

MESQUITA, M. **Programação detalhada da produção**. In: LUSTOSA, L. J. et al. Planejamento e Controle da Produção. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.

MOREIRA, D. **Administração da Produção e Operações**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2001

PEDROSO; C. **Sistemas de programação da produção com capacidade finita: uma decisão estratégica**. Artigo publicado na RAE da FGVSP v. 36, n. 4, 1992.

PINEDO, M. L. **Scheduling: Theory, Algorithms, and Systems**. New York: Springer. (2012).

POZO, H. **Administração de Recursos Materiais e Patrimoniais**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2010

RITZMAN, L. P.; KRAJEWSKI, L. J. **Administração da Produção e Operações**. São Paulo: Prentice Hall, 2004.

SLACK, N. **Administração da Produção**. 2.ed. São Paulo: Atlas, 2009.

MOREIRA, D. A. **Administração da Produção e Operações**. 2. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2008

SLACK, NIGEL; CHAMBERS, STUART; JOHNSTON, ROBERT. **Administração da produção**. 2 ed. São Paulo: Atlas, 2002.

SANTOS, J. A. A. DOS; GRANDER, G. **Análise e simulação do sistema de estocagem de uma indústria moveleira: um estudo de caso**. Periódico Eletrônico da FATEC, São Caetano do Sul, SP, v.1, n. 6, p. 64 a 76, Mar./Set. 2012.

SIPPER, D.; BULFIN JR.; R.L. **Production: Planning, Control and Integration**. New York: Mc Graw Hill, 1997.

SURESH, K.N.; SRIDHARAN, R. **Simulation modeling and analysis of tool sharing and part Scheduling decisions in single-stage multimachine flexible manufacturing systems**. Robotics and ComputerIntegrated Manufacturing, n. 23, p. 361-370, 2007

TORRES, MARCIO S.; LEITAO, FABIO; RODRIGUES, LUIS HENRIQUE; ANTUNES JR., JOSÉ ANTÔNIO V. **Os benefícios da manufatura sincronizada: uma aplicação prática em uma empresa metal-mecânica do setor de autopeças**. Porto Alegre: 2003.

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

VIANA, J. **Administração de Materiais**. São Paulo: Atlas, 2000.

VIANA, J. **Administração de materiais: um enfoque prático**. São Paulo: Atlas, 2010.

VOLLMANN, THOMAS E; BERRY, WILLAN L.; WHYBARK, D.CLAY; JACOBS, F.ROBERTS. **Sistemas de Planejamento & Controle da Produção para o**

**Gerenciamento da cadeia de Suprimentos.** 5ª Edição. Porto Alegre: Bookman, 2006.

**WATANABE, M.; IDA, K.; GEN, M. A genetic algorithm with modified crossover operator and search area adaptation for the job-shop scheduling problem.** Computer and Industrial Engineering, n.48 p. 743-752, 2005