

FUNDAÇÃO DE ENSINO “EURÍPIDES SOARES DA ROCHA”  
CENTRO UNIVERSITÁRIO EURÍPIDES DE MARÍLIA – UNIVEM  
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

**NÍVIA TOGNI CÊGA DOS SANTOS**

**ANÁLISE DO SISTEMA DE ACIONAMENTO DA PRODUÇÃO: UM  
ESTUDO DE CASO EM UMA EMPRESA DE MÁQUINAS AGRÍCOLAS**

MARÍLIA  
2014

FUNDAÇÃO DE ENSINO “EURÍPIDES SOARES DA ROCHA”  
CENTRO UNIVERSITÁRIO EURÍPIDES DE MARÍLIA – UNIVEM  
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

**NÍVIA TOGNI CÊGA DOS SANTOS**

**ANÁLISE DO SISTEMA DE ACIONAMENTO DA PRODUÇÃO: UM  
ESTUDO DE CASO EM UMA EMPRESA DE MÁQUINAS AGRÍCOLAS**

Plano de Trabalho apresentado ao Núcleo de Apoio à Pesquisa e Extensão da Fundação de Ensino “Eurípides Soares da Rocha”, mantenedora do Centro Universitário Eurípides de Marília – UNIVEM, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Produção.

Orientador:  
Prof. Fábio Marciano Zafra

MARÍLIA  
2014

Santos, Nívia Togni Cêga

Análise do sistema de acionamento da produção: um estudo de caso em uma empresa de máquinas agrícolas / Nívia Togni Cêga dos Santos; orientador: Fábio Marciano Zafra. Marília, SP: [s.n.], 2014.  
60 f.

Trabalho de Curso (Graduação em Engenharia de Produção) - Curso de Engenharia de Produção, Fundação de Ensino “Eurípides Soares da Rocha”, mantenedora do Centro Universitário Eurípides de Marília –UNIVEM, Marília, 2014.

1. Produção. 2. Estoque. 3. Planejamento

CDD: 658.56

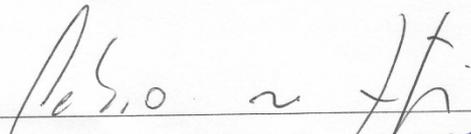


FUNDAÇÃO DE ENSINO "EURÍPIDES SOARES DA ROCHA"  
Mantenedora do Centro Universitário Eurípides de Marília - UNIVEM  
Curso de Engenharia de Produção.

**ATA DE SESSÃO DE DEFESA DO TRABALHO DE CURSO**

O Trabalho do Curso de Graduação em Engenharia de Produção intitulado "Análise do sistema de acionamento da produção: um Estudo de Caso em uma empresa de máquinas agrícolas", elaborado por Nívia Togni Cêga dos Santos, RA nº. 34280-7, 5ª A Noturno foi apresentada e defendida em sessão de arguição e avaliação, em 11 de dezembro de 2014, nas dependências desta instituição de ensino, perante a banca examinadora formada pelos membros abaixo assinados, tendo obtido aprovação com a nota 10,0 (Dez) e sido julgada adequada para o cumprimento do requisito legal previsto no artigo 9º da Resolução CNE/CES n. 4 de 13 de julho de 2005 regulamentado no Curso de Engenharia de Produção da Fundação Eurípides - Univem pelo Regulamento do Trabalho de Conclusão do Curso de Graduação em Engenharia de Produção.

Marília, 11 de dezembro de 2014.

  
Prof. Orientador(a): Fabio Marciano Zafra

Examinador(a) 1 : Jose Antonio Poletto Filho

  
Examinador(a) 2 : Fabio Piola Navarro

*Dedico este trabalho a minha família, meu noivo e amigos que muito me  
incentivaram durante esses anos de estudo e sempre me apoiaram  
incondicionalmente.*

## AGRADECIMENTOS

*Agradeço primeiramente à minha família, pelo incentivo e compreensão durante todos esses anos de faculdade.*

*Agradeço em especial o meu noivo, por me apoiar em tudo e facilitar as coisas durante as semanas de provas e meses do TCC.*

*Agradeço ao meu orientador Fábio Marciano Zafra pelo ensinamento, estímulos e conhecimentos transmitidos durante a orientação deste trabalho.*

*Aos colegas de trabalho pelo auxílio durante a elaboração deste estudo e às amizades incondicionais que sempre estiveram ao meu lado quando precisei.*

*"O sucesso nasce do querer, da determinação e persistência em se chegar a um objetivo.  
Mesmo não atingindo o alvo, quem busca e vence obstáculos, no mínimo fará coisas  
admiráveis."*

JOSÉ ALENCAR

SANTOS, Nívia Togni Cêga dos. **Análise do método de acionamento da produção: um estudo de caso em uma empresa de máquinas agrícolas.** 2014. 60 f. Trabalho de Curso (Bacharelado em Engenharia de Produção) – Centro Universitário Eurípides de Marília, Fundação de Ensino “Eurípides Soares da Rocha”, Marília, 2014.

## RESUMO

O objetivo deste trabalho é analisar o sistema utilizado para o acionamento da produção de uma empresa de máquinas agrícolas, comparando-o com o que a literatura propõe, de acordo com as características dos materiais fabricados na empresa. O acionamento de um material significa o momento em que o material deve ser fabricado para uso no processo seguinte. Existem vários sistemas que podem ser utilizados, mas para ambientes com alta variedade de itens e lead time, estruturas complexas e demanda flutuante há uma grande dificuldade para definir a melhor estratégia de acionamento da produção. Será utilizada pesquisa aplicada com uma abordagem combinada de pesquisa quantitativa e qualitativa e pesquisa exploratória, foi buscado levantar conhecimentos que dessem uma visão geral do problema objeto de estudo e foram utilizadas referências bibliográficas de conteúdos da área de administração da produção, gestão de estoque e planejamento e controle da produção como base para tomada de decisões.

**Palavras-chave:** Produção. Estoque. Planejamento.

SANTOS, Nívia Togni Cêga dos. **Análise do método de acionamento da produção: um estudo de caso em uma empresa de máquinas agrícolas.** 2014. 60 f. Trabalho de Curso (Bacharelado em Engenharia de Produção) – Centro Universitário Eurípides de Marília, Fundação de Ensino “Eurípides Soares da Rocha”, Marília, 2014.

## ABSTRACT

The objective of this paper is to analyze the system used to drive the production of farm machinery, comparing it to what the literature suggests, according to the characteristics of materials manufactured in the company. The drive of a material means the time the material must be manufactured for use in the following process. There are several systems that can be used, but for environments with high variety of items and lead time, complex and fluctuating demand structures there is a great difficulty to define the best strategy to drive production. Applied research will be used with a combined approach of quantitative and qualitative research and exploratory research was sought to raise knowledge that gave an overview of the problem object of study and references to the content area of production management, inventory management and planning have been used and control of production as a basis for decision making

**Keywords:** Production. Inventories. Planning.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Metodologia científica .....	18
Figura 2 – Representação do sistema de produção.....	20
Figura 3 –As quatro classificações do estoque .....	23
Figura 4 - Fórmula do lote mínimo de fabricação.....	25
Figura 5 - Sistemas de Programação Empurrados.....	27
Figura 6 - Sistemas de Programação Puxados.....	28
Figura 7 - Diferenças entre programação puxada x programação empurrada.....	29
Figura 8 - Condições desfavoráveis ao sistema <i>kanban</i> .....	31
Figura 9 - Visão Geral do MRP.....	32
Figura 10 - Estrutura analítica de uma caneta esferográfica .....	33
Figura 11 – Modelo do Ponto de Reposição .....	35
Figura 12 – Cálculo do Ponto de Reposição .....	36
Figura 13 - Relação entre demanda e flutuação .....	37
Figura 14 – Símbolos padrão de um fluxograma .....	39
Figura 15 – Folha de verificação .....	40
Figura 16 – Gráficos demonstrativos .....	40
Figura 17 – Diagrama de Pareto .....	41
Figura 18 – Fluxo básico de fabricação dos materiais.....	43
Figura 19 – Quantidade de peças fabricadas em cada processo .....	45
Figura 20 – Tipo de acionamento por processo.....	45
Figura 21 – Peças afetadas devido acionamento incorreto na Prensa/Guilhotina.....	46
Figura 22 – Amostra da relação de peças a serem analisadas .....	48
Figura 23 – Classificação da demanda e flutuação das peças analisadas.....	49
Figura 24 – Classificação do acionamento correto das peças analisadas .....	50
Figura 25 – Enquadramento dos materiais no gráfico <i>Kanban</i> x MRP.....	51
Figura 26 – Critério para análise caso a caso .....	51
Figura 27 – Resultado após análise caso a caso .....	52
Figura 28 – Comparativo do resultado da análise do método de acionamento .....	53
Figura 29 – Fluxograma para definição do método de acionamento .....	55
Figura 30 – Plano de ação.....	56

## LISTA DE ABREVIATURAS

ATO: *Assembly To Order*

BOM: *Bill Of Materials*

CPM: *Critical Path Method*

DM: Demanda Média

ERP: *Enterprise Resource Planning*

ES: Estoque de Segurança

LM: Lote Mínimo

LR: Lote de Reposição

MIT: *Massachusetts Institute of Technology*

MP: Matéria Prima

MRP: *Material Requirements Planning*

MRPII: *Manufacturing Resources Planning*

MTS: Make To Stock

OPT: *Optimized Production Technology*

PA: Produto Acabado

PA: Produto Acabado

PBC: *Period Batch Control*

PCP: Planejamento e Controle da Produção

PERT: *Program Evaluation and Review Technique*

PPCP: Planejamento, Programação e Controle da Produção

PR: Ponto de Reposição

SPCP: Sistemas de Planejamento e Controle da Produção

STP: Sistema Toyota de Produção

TPM: Manutenção Produtiva Total

TQC: Controle da Qualidade Total

TR: Tempo de Reposição

## ÍNDICE

INTRODUÇÃO.....	13
CAPÍTULO 1 – CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO .....	15
1.1. Delimitação do tema.....	15
1.2. Objetivo .....	15
1.3. Justificativa.....	15
1.4. Metodologia.....	16
1.4.1. Estruturação do trabalho .....	19
CAPÍTULO 2 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	20
2.1. Administração da Produção.....	20
2.1.1. Sistemas de produção.....	20
2.2. Gestão de estoques e materiais .....	22
2.3. Planejamento dos lotes mínimos de fabricação .....	24
2.4. O Sistema Toyota de Produção .....	26
2.5. Sistemas de programação da produção puxados x empurrados .....	27
2.5.1. Sistemas empurrados .....	27
2.5.2. Sistemas puxados.....	28
2.5.3. Diferenças entre sistemas empurrados x puxados .....	29
2.6. Sistemas de planejamento e controle da produção (SPCP).....	29
2.6.1. <i>Kanban</i> .....	30
2.6.2. MRP (Material Requirements Planning) .....	31
2.7. Ponto de Reposição .....	35
2.8. <i>Kanban X MRP</i> .....	36
2.9. Classificação ABC.....	37
2.10. Ferramentas da qualidade .....	38
2.10.1. Fluxograma.....	39
2.10.2. Folha de verificação .....	39
2.10.3. Gráficos demonstrativos.....	40
2.10.4. Diagrama de Pareto .....	41
2.10.5. Método 5W + 1H .....	41
CAPÍTULO 3 – ESTUDO DE CASO.....	43
3.1. Descrição do processo atual .....	44
3.2. Análise do método de acionamento.....	47

3.2.1. Coleta de Dados .....	47
3.2.2. Análise do método do acionamento da produção .....	47
3.2.3. Proposta de método para definição do tipo de acionamento.....	53
CONCLUSÃO.....	57
REFERÊNCIAS .....	59

## INTRODUÇÃO

O estudo de sistemas de planejamento e controle da produção (PCP) é um dos assuntos mais debatidos na área de engenharia da produção. A sua importância para as empresas já foram inúmeras vezes temas de trabalhos e discussões na indústria.

Como consequência da nacionalização de produtos e processos e do aumento do volume, surge a necessidade de adaptar o processo produtivo a algum método de controle de produção.

Pode-se dizer que o sistema *kanban* é o método mais conhecido para o controle e processamento de materiais no chão de fábrica, devido à sua simplicidade e importância competitiva na dentro do Sistema Toyota de Produção (STP) (SERENO ET AL.; 2011).

O objetivo de um sistema de controle de produção é possuir o melhor nível de serviço ao cliente, contudo, sem aumentar os estoques. Porém, escolher o sistema mais adequado para a produção de itens na prática ainda é um desafio. Nas empresas onde há alta variedade de produtos e demanda flutuante, a definição desse sistema é cada vez mais complexa e difícil.

O primeiro problema com a alta variedade de produtos é que eles são compostos por uma grande quantidade de peças ainda mais quando não há projetos modulares que simplifiquem a estrutura do produto. O segundo problema é que, devido talvez a estratégia, cada vez mais existem produtos com frequência de demanda baixa e baixo volume de produção, o que torna mais difícil o desafio da empresa ser “enxuta”.

A adoção da produção enxuta iniciou-se no Japão no final da década de 40, mas foi após o lançamento do livro “A máquina que mudou o mundo” de James Womack que a parte “ocidental” do mundo despertou para esses conceitos. O livro retrata os resultados obtidos depois de uma pesquisa realizada pelo Massachusetts Institute of Technology (MIT) sobre o desempenho superior das empresas automotivas japonesas, especificamente da Toyota Motor Company.

O STP propõe que existem sete desperdícios que devem ser combatidos para que se obtenha uma produção enxuta: superprodução, espera, fabricação de produtos defeituosos, transporte; movimentação; processamento, estoque. (GHINATO, 1994).

Neste trabalho é apresentado o caso de uma empresa no ramo de fabricação de máquinas agrícolas, cujo portfólio de produtos é muito variado e conseqüentemente, há alto número de componentes. A demanda da empresa é muito variável, devido esta ser muito influenciável pelas épocas de plantio e colheitas da agricultura. Com este cenário, é necessário

adotar sistemas de planejamento e controle da produção cada vez mais consistentes, pois há muitas chances de ocorrerem desperdícios no processo produtivo como mencionado anteriormente.

Na empresa estudada não existe um método formal para determinar qual será o tipo do acionamento da produção de cada material e alguns materiais possuem demanda mais estável, e a complexidade é menor, diferente do restante dos materiais citados acima. Então como trabalhar com esse mix de produtos e demanda? Qual seria o melhor sistema para acionamento da produção, *kanban*, MRP (Material Requirements Planning)? O método de acionamento dos materiais foi definido de que maneira? São essas perguntas a serem respondidas nesse trabalho.

## **CAPÍTULO 1 – CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO**

### **1.1. Delimitação do tema**

O tema escolhido tratará sobre a análise do sistema de acionamento da produção dos materiais fabricados em uma empresa de máquinas agrícolas.

### **1.2. Objetivo**

O objetivo geral do trabalho é analisar qual o sistema utilizado para o acionamento da produção, comparando-o com o que a literatura propõe, de acordo com as características dos materiais fabricados na empresa.

Os objetivos específicos deste trabalho são:

- ✓ Analisar os sistemas de acionamento existentes atualmente na empresa;
- ✓ Procurar na literatura e em estudos de casos qual o melhor sistema para acionamento da produção conforme a demanda e características de cada material;
- ✓ Propor um método para determinar o sistema que será utilizado para o acionamento da produção de cada material;

### **1.3. Justificativa**

As organizações de manufatura precisam planejar suas atividades produtivas. O planejamento das atividades de produção é bastante complexo e precisa ser muito bem pensado o que será produzido em longo prazo, o que será produzido em médio prazo e o que será produzido em curto prazo (PEINADO, GRAEML, 2007).

Para ambientes com alta variedade de itens, estruturas complexas variedade de lead times e demanda flutuante existe uma grande dificuldade para definir a melhor estratégia para adotar um sistema de planejamento e controle da produção.

Como dito anteriormente, um dos sistemas mais conhecidos é o *Kanban*, porém para determinadas situações ele não é tão eficiente quanto parece (LAGE JUNIOR; GODINHO FILHO, 2008). Uma alta variedade de produtos que compartilham a mesma linha de produção torna a programação mais complexa. Nesse caso, os resultados obtidos seriam altos níveis de estoque, redução da taxa de produção, aumento dos custos de armazenagem e nível de serviço insatisfatório (SERENO ET AL.; 2011).

Já os sistemas MRP tem maior facilidade para trabalhar com produtos mais complexos, pois permite um planejamento mais detalhado dos materiais necessários à produção, porém são muito sensíveis às variabilidades de lead time. Se o lead time muda com frequência, as ordens na fábrica também sofrerão mudanças.

O acionamento de um material significa a forma utilizada para solicitar a produção de determinado material para uso no processo seguinte. Existem vários sistemas que podem ser utilizados para fazer este acionamento, sendo determinado através da estratégia de planejamento e controle da produção de cada empresa.

De acordo com Nazareno (2008) apud Duggan (2002), as empresas com grande variedade de itens com diferentes demandas precisam ter uma abordagem híbrida de planejamento para se tornarem cada vez mais enxutas. Porém não existem critérios claros para a definição de forma híbrida da melhor forma de acionar cada item ao longo da cadeia de valor.

Essa falta de critérios para acionamento dos materiais pode levar a empresa a ter um alto custo de fabricação e um estoque muito elevado, causando perda de eficiência e competitividade.

Devem ser levadas em consideração os seguintes itens na hora de acionar o material: se a produção é puxada ou empurrada, qual o estoque de material e matéria prima disponível, qual a quantidade de peças que deverá ser fabricada, quando deverá estar disponível para o processo seguinte e se há maquinário disponível.

## **1.4. Metodologia**

A metodologia se refere ao caminho escolhido para se chegar ao fim proposto pelo trabalho. É a escolha que o pesquisador realizou para abordar o objeto de estudo.

Segundo Gil (1994), “pode se definir pesquisa como o processo formal e sistemático de desenvolvimento do método científico” .

Do ponto de vista da sua natureza, (SILVA; MENEZES, 2005) pode ser:

Pesquisa Básica: objetiva gerar conhecimentos novos para avanço da ciência sem aplicação prática prevista.

Pesquisa Aplicada: objetiva gerar conhecimentos para aplicações práticas dirigidas à solução de problemas específicos.

Do ponto de vista da forma de abordagem do problema (SILVA; MENEZES, 2005):

**Pesquisa Quantitativa:** considera que tudo pode ser quantificável, e que seja possível traduzir em números opiniões e informações para poder classificá-las e analisá-las. Utiliza de técnicas estatísticas, tais como percentagem, média, moda, mediana, desvio-padrão, coeficiente de correlação, análise de regressão, etc.

**Pesquisa Qualitativa:** Neste tipo de pesquisa, a interpretação dos fenômenos e a atribuição de significados são básicas e o foco principal de abordagem é o processo e seu significado. Não utiliza técnicas estatísticas. O ambiente natural é a fonte utilizada para coleta de dados. Os pesquisadores analisam seus dados indutivamente.

Do ponto de vista de seus objetivos Silva e Menezes (2005) apud Gil (1991) classifica em:

**Pesquisa Exploratória:** busca constatar algo em determinado fenômeno de maneira a se familiarizar com o fenômeno investigado para que o próximo passo da pesquisa possa ser mais bem compreendido e com maior precisão. Envolve levantamento bibliográfico, entrevistas com quem teve experiências com o problema pesquisado. Em geral, se transformam em Pesquisas Bibliográficas e Estudos de Caso.

**Pesquisa Descritiva:** seu objetivo é descrever as características de uma determinada população ou fenômeno e estabelecer relações entre as variáveis. Utiliza técnicas padronizadas de coleta de dados, como questionários e observação sistemática. Em geral, tem a forma de Levantamento.

**Pesquisa Explicativa:** procura saber quais os fatores que determinam ou contribuem para a ocorrência dos fenômenos, aprofundando o conhecimento da realidade porque explica a razão das coisas. Assume, em geral, as formas de Pesquisa Experimental e Pesquisa Expost-facto.

Do ponto de vista dos procedimentos técnicos, Silva e Menezes (2005) apud Gil (1991), dizem que podem ser:

**Pesquisa Bibliográfica:** é elaborada a partir de material já publicado, principalmente de livros, artigos de periódicos e atualmente com material disponibilizado na Internet.

**Pesquisa Documental:** elaborada a partir de materiais que não receberam tratamento analítico.

**Pesquisa Experimental:** é determinado um objeto de estudo, e depois se selecionam quais variáveis podem ser capazes de influenciá-lo, e observa-se os efeitos que a variável produz no objeto.

**Levantamento:** quando envolve a interrogação direta das pessoas cujo comportamento se deseja conhecerem.

Estudo de caso: quando se utiliza do estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetos de maneira para se obter um amplo e detalhado conhecimento.

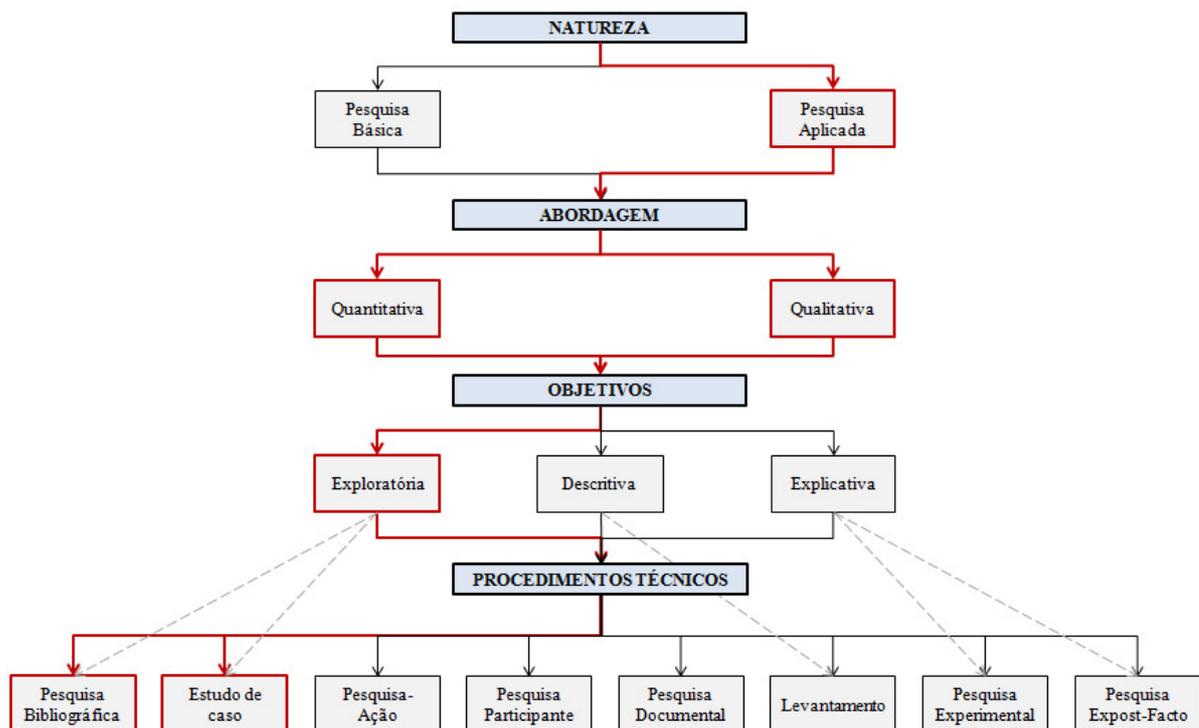
Pesquisa Expost-Facto: quando o “experimento” se realiza depois dos fatos.

Pesquisa-Ação: quando desenvolvida e realizada em associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo. Os pesquisadores e participantes estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo.

Pesquisa Participante: quando é realizada a partir da interação entre pesquisadores e membros das situações investigadas.

De acordo com o apresentado, podemos dizer que a metodologia utilizada neste trabalho será a representada pelo caminho na Figura 1:

Figura 1 – Metodologia científica



Fonte: Adaptado de Silva e Menezes (2005)

Está sendo utilizada a pesquisa aplicada, pois tem como característica fundamental o interesse na aplicação e utilização dos conhecimentos adquiridos, direcionados para resolver um problema específico, neste caso, o sistema de acionamento dos materiais, utilizando uma abordagem combinada de pesquisa quantitativa e qualitativa. De acordo com os objetivos, a pesquisa será exploratória, pois foi buscado levantar conhecimentos que dessem uma visão

panorâmica da problemática tomada como objeto de estudo e foram utilizadas referências bibliográficas com conteúdos da área de administração da produção, gestão de estoque e planejamento e controle da produção como referencia para tomada de decisões.

### **1.4.1. Estruturação do trabalho**

Abaixo é demonstrado as etapas de desenvolvimento no qual o trabalho será estruturado:

1. Identificação do problema
  - ✓ Abordagem e introdução sobre o problema encontrado na empresa.
2. Levantamento e estudos bibliográficos
  - ✓ Revisão bibliográfica sobre o assunto.
3. Análise da situação atual
  - ✓ Coleta dos dados
  - ✓ Quais tipos de acionamentos estão sendo utilizados?
  - ✓ Quais as características de cada material?
  - ✓ Analisar os resultados encontrados comparando cada acionamento de cada material com o proposto pela literatura e pelos estudos levantados com o objetivo de identificar os melhores metodos de acionamento de cada material
4. Elaboração de proposta futura
  - ✓ Elaboração da proposta de um procedimento para definir o melhor metodo de acionamento para cada material e um plano de ação com as atividades a serem executadas com o objetivo de atingir a situação ideal.

## CAPÍTULO 2 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. Administração da Produção

Segundo Martins e Laugeni (2005), o objetivo da Administração da Produção é a gestão eficaz das atividades das empresas, atendendo os objetivos de curto, médio e longo prazo, e que são muito complexas. Muitas vezes essas atividades não agregam valor ao produto final e consomem muitos recursos, tais como matéria-prima, produtos acabados e serviços. Por isso é muito comum encontrarmos a Administração da Produção em várias áreas de atuação dos diretores, gestores e até qualquer colaborador da empresa.

Um sistema de produção, representado na Figura 2, segundo Martins e Laugeni (2005) significa “[...] o conjunto de atividades que levam à transformação de um bem tangível em um outro com maior utilidade” pode ser descrita como um processo de transformação, onde entram recursos como matéria-prima, mão de obra, insumos, entre outros e tem como saída produtos e serviços.

Figura 2 – Representação do sistema de produção



Fonte: Adaptado de Martins e Laugeni (2005)

#### 2.1.1. Sistemas de produção

Segundo Moreira (1998), um sistema de produção pode ser classificado como Tradicional ou Cruzada de Schroeder.

A classificação Tradicional, agrupa os sistemas de produção em três categorias:

a) Sistemas de produção contínua ou de fluxo em linha

- produção contínua: funcionam por longos períodos de tempo, com alto volume e variedade de produtos baixíssima. São “contínuos” pelo fato do processo ser em um fluxo

ininterrupto. Atendem a um alto grau de automatização e a produzem produtos altamente padronizados;

- produção em massa: identificado pela produção em elevadas quantidades de produtos padronizados por meio de linhas de montagem. Oferece aos consumidores poucas opções de produtos e com pequeno grau de diferenciação. A sua fabricação ocorre em uma sucessão de um posto de trabalho para outro. Exemplo: as fábricas de automóveis;

b) Sistemas de produção intermitente

- por lotes: ao término da fabricação de um produto outros produtos tomam seu lugar nas máquinas; não existe um único sequenciamento de procedimentos, e o arranjo físico é funcional sendo definido segundo o processo de produção;

- por encomenda: o cliente apresenta seu próprio projeto do produto, devendo ser de acordo com o pedido. Exemplo: gráficas.

c) Sistemas de produção de grandes projetos: Cada projeto é um produto único que obedece às necessidades individuais dos clientes, não há um fluxo do produto, existe uma sequencia de atividades que devem ser seguidas, com pouca ou nenhuma repetitividade.

A classificação Cruzada de Schroeder considera duas dimensões, o tipo de fluxo de produto, semelhante à classificação tradicional e a dimensão tipo de atendimento ao consumidor, onde há duas classes:

- Sistemas orientados para estoque: o produto é fabricado e estocado antes da demanda. Este tipo de sistema oferece atendimento rápido e a baixo custo, porém a desvantagem é a que o cliente tem pouca escolha;

- Sistemas orientados para a encomenda: os processos são de um cliente específico e as condições do negócio (como prazo de entrega e preço) são discutidas e negociadas com o próprio cliente.

Por último, temos a produção enxuta, também conhecida como Sistema Toyota de Produção. É um sistema produtivo cujo objetivo principal é eliminar ou minimizar as atividades que não agregam valor ao produto final. Para isso, deve ocorrer a implantação de algumas ferramentas e sistemas de melhorias, tais como Just in Time, 5S, Seis Sigma, *pokayokes*, *kanbans*, *kaizens*, TPM (Manutenção Produtiva Total), *benchmarking*, TQC (Controle da Qualidade Total), entre outras.

## 2.2. Gestão de estoques e materiais

Ao adotar o sistema de produção mais adequado às suas necessidades cada empresa deve procurar fazê-lo funcionar da melhor maneira possível.

Para que a produção possa acontecer, as entradas e insumos dos fornecedores externos entram no sistema de produção por meio do almoxarifado de matérias-primas (MPs), ficando estocados até seu uso no processo produtivo. A produção processará e transformará os materiais e matérias-primas em produtos acabados, que são estocados no depósito de produtos acabados até sua entrega aos clientes e consumidores (CHIAVENATO, 2005).

Segundo Chiavenato (2005), o estoque é composto de materiais como: MPs, materiais em processamento, materiais semi-acabados, materiais acabados, ou seja, são materiais que a empresa possui e utiliza no processo de produção de seus produtos/serviços ou que não são utilizados em determinado momento na empresa, mas que precisa existir em função de futuras necessidades.

A acumulação de estoques em níveis adequados é uma necessidade para o bom funcionamento do sistema produtivo, porém representam um grande investimento financeiro. Por isso, a administração dos estoques exige um inter-relacionamento com a área de finanças, pois enquanto a administração de materiais está voltada para a facilitação do fluxo dos materiais e o abastecimento adequado à produção, a área financeira está preocupada com o lucro, liquidez da empresa e a boa aplicação de todos os recursos empresariais (CHIAVENATO, 2005).

Ainda segundo Chiavenato (2005) as principais funções do estoque são:

1. Garantir o abastecimento de materiais à empresa, neutralizando os efeitos de:
  - a) Demora ou atraso no fornecimento de materiais;
  - b) Sazonalidade no suprimento;
  - c) Riscos de dificuldade no fornecimento.
2. Proporcionar economias de escala:
  - d) Por meio da compra ou produção em lotes econômicos;
  - e) Pela flexibilidade do processo produtivo;
  - f) Pela rapidez e eficiência no atendimento às necessidades.

Os estoques podem ser classificados como (CHIAVENATO, 2005):

Estoques de matérias-primas: São os insumos e materiais básicos que ingressam no processo produtivo, essenciais para a produção dos produtos e serviços da empresa.

Estoques de materiais em processamento (ou em vias): são os materiais que serão processados nos diversos setores da empresa, ou estão em vias de serem processados. Não estão mais nos almoxarifados porque não são mais matérias-primas e também não estão nos depósitos, pois não são produtos acabados ainda.

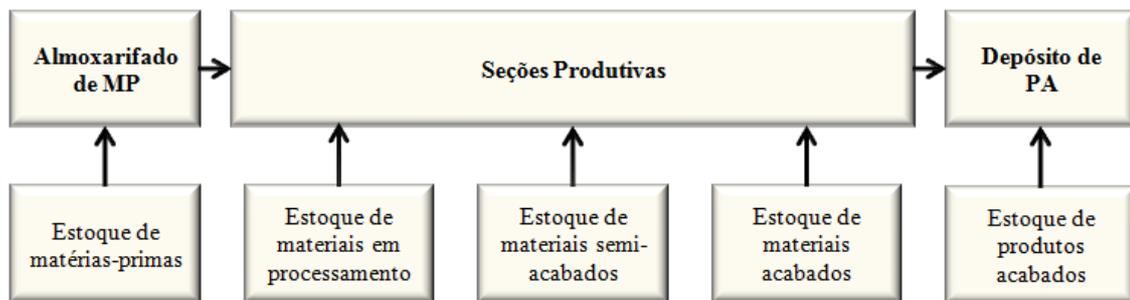
Estoques de materiais semi-acabados: referem-se aos materiais parcialmente acabados, cujo processamento está em algum estágio intermediário de acabamento e que estão também ao longo das diversas áreas de processamento. São diferentes dos materiais em processamento devido ao seu estágio mais avançado, faltando apenas mais algumas etapas do processo produtivo para se transformarem em materiais ou produtos acabados.

Estoques de materiais acabados (ou componentes): referem-se a peças ou componentes já acabados e prontos para serem anexados ao produto. São, partes prontas que, quando juntadas, constituirão o produto acabado.

Estoques de produtos acabados (PAs): São os produtos já prontos e acabados. É o estágio final do processo produtivo e já passou por todas as fases, como matéria-prima, materiais em processamento, materiais semi-acabados e materiais acabados.

A figura abaixo representa as quatro classificações ao longo da cadeia produtiva:

Figura 3 –As quatro classificações do estoque



Fonte: Adaptado de Chiavenato (2005)

Segundo Santos e Rodrigues (2006), a utilização de estoques, seja de segurança ou de cobertura para atender à demanda média durante o lead time é muito importante porque melhora o nível de atendimento ao cliente e também a competitividade da empresa em relação aos concorrentes.

Santos e Rodrigues (2006) apud Partovi e Anandarajan (2002), afirmam: “em ambientes com centenas de itens de estoque para controle, o gerenciamento se torna mais complexo devido à diversidade”. Ou seja, se a empresa tem uma grande variedade de itens no

estoque aumenta consideravelmente a complexidade do seu gerenciamento, e assim cria-se a necessidade de classificá-los com critérios variados. Esses critérios podem ser vários, tais como: lead time, existência de atributos comuns, obsolescência, facilidade de substituição, escassez, durabilidade, distribuição de demanda, dentre outros. (SANTOS; RODRIGUES, 2006).

Costa (2009) apud Ballou (2001) diz “O gerenciamento de estoques envolve equilibrar a disponibilidade do produto, ou do serviço ao cliente, por um lado, com os custos do fornecimento em um dado nível de disponibilidade do produto, ou outro”.

Ainda segundo ele, o controle de estoques tem como meta principal a determinação do “quanto” se deve adquirir de materiais de estoque, e “quando” adquiri-los, a fim de permitir a continuidade operacional de uma organização.

Costa (2009) explica que as decisões de estoque referem-se à maneira através da qual os estoques são gerenciados. Empurrar ou puxar estoques para os pontos de estocagem representam duas estratégias; localizar vários itens selecionados na linha de produção, no armazém ou campo, e gerenciar níveis de estoques por vários métodos de revisão contínua de estoque, são outras estratégias. A empresa deve levar em consideração a sua política de uso na hora de implantar seu modelo de gestão.

Os principais modelos de gestão de estoque estão baseados em fatores como custo de aquisição, custo de manutenção de estoque, custo de oportunidade e fatores de gestão como lote econômico de compras, estoque de segurança, cobertura de estoque, rotatividade (COSTA, 2009). No entanto, esses modelos não garantem que as peças disponíveis no estoque são realmente as necessárias, porque não conhecem a relação entre processos, equipamentos e peças sobressalentes. Estabelecer essa relação contribui de forma efetiva para a manutenção do estoque e, conseqüentemente, elevam os níveis de serviços para os clientes externos e internos.

### **2.3.Planejamento dos lotes mínimos de fabricação**

Não é difícil encontrar empresas onde o planejamento da produção é ineficiente ou inexistente. O que mais se costuma acontecer é a falta da medição da capacidade por meio da quantidade de produtos que a fábrica consegue produzir no período, que geralmente é mensal, sem considerar o grau de dificuldade ou tempo de produção entre os diversos tipos ou modelos. (PEINEDO; GRAEML, 2007)

Quando a área de planejamento comercial solicita à área de produção alguma alteração no planejamento é comum o planejamento precisar ser redefinido, em comum acordo entre as áreas. Apesar da resistência inicial da área comercial em se comprometer com um planejamento comercial, com o passar do tempo, o atendimento aos pedidos melhora e a área de vendas, percebe o benefício, passando a ver o planejamento comercial como uma poderosa ferramenta para aumentar ainda mais as vendas.

Outra variável a ser considerada é o tempo de preparação (*set-up*), que corresponde ao tempo quando se troca o tipo ou modelo de produto a ser produzido. Segundo Peinedo e Graeml (2007), *set-up* é o trabalho necessário para se mudar uma máquina específica, recurso, centro de trabalho ou linha de produção.

O lote mínimo de fabricação corresponde ao menor lote possível de ser produzido pela empresa de forma que o aumento do tempo dos *set-ups* não ultrapasse a capacidade disponível (PEINEDO; GRAEML, 2007). O número de ciclos representa a quantidade de vezes que uma “rodada” de peças é feita no período.

Os lotes mínimos de fabricação são calculados por meio da equação mostrada na Figura 4:

Figura 4 - Fórmula do lote mínimo de fabricação

$$LM = \frac{D}{N^{\circ} \text{ de ciclos}}$$

$$N^{\circ} \text{ de ciclos} = \frac{\text{Capacidade disponivel} - \text{Capacidade efetiva}}{\sum \text{set} - \text{ups}}$$

Fonte: Peinedo e Graeml (2007)

Onde:

LM = lote mínimo de fabricação do produto

D – demanda do produto ao período

Nº de ciclos = quantidade de rodadas completas de fabricação

Segundo Peinedo e Graeml (2007), podemos diminuir o lote mínimo por meio da redução do tempo de *set-up*. Quanto menos tempo são necessário para a realização de cada *set-up* individual, mais ciclos poderão ser feitos, ou seja, teremos a diminuição do lote mínimo de fabricação. Do mesmo modo que, quanto mais *set-ups* puderem ser feitos, menores

serão os lotes mínimos dos produtos. Isto significa uma vantagem importante para a redução dos níveis de estoque.

## 2.4.O Sistema Toyota de Produção

A Toyota desenvolveu uma metodologia de mapeamento simples, chamada de análise do fluxo de valor, que foca o fluxo de material e informação, facilitando a identificação dos desperdícios que impedem esse fluxo (NAZARENO, 2008).

O STP propõe que existem 7 desperdícios que devem ser combatidos para que se obtenha uma produção enxuta, que são os seguintes (NAZARENO, 2008):

Superprodução: produzir além do necessário ou cedo demais;

Espera: períodos longos de ociosidade de pessoas, máquinas, peças e informações;

Produtos defeituosos: problemas frequentes no processo, qualidade dos produtos ou baixa performance;

Transporte excessivo: excesso de movimentação de pessoas, peças ou informações;

Movimentação desnecessária: Ambiente desorganizado, com baixa performance ergonômica e perda frequente de itens;

Processos inadequados: utilização errada de ferramentas ou procedimentos onde sistemas mais simples seriam suficientes;

Estoque: Armazenamento em excesso, falta de informação e de produtos certos.

Um fluxo de valor corresponde a todas as ações, que agregam ou não valor ao produto final que são exigidas para compor este produto. Inclui também as ações de processamento de informações vindas do cliente e informações para transformar o produto no caminho do seu fluxo. (NAZARENO apud LEAN INSTITUTE)

Segundo Nazareno (2008), um fluxo de valor ideal é aquele que possui, fluxo abaixo, o maior fluxo contínuo o mais próximo do cliente possível e, fluxo acima, série de fluxos puxados abastecendo o fluxo contínuo.

O fluxo inicia com um processo que chamamos de “processo puxador” que é disparado através do pedido do cliente. O fluxo contínuo é controlado por uma política de estoque, que pode ser *Assembly To Order* (ATO – Montar Sob Pedido) ou *Make To Stock* (MTS – Produzir Para Estoque), sendo que este último é utilizado sempre quando necessita de um supermercado de peças para atender o cliente. Já o sistema de produção puxada fluxo acima é controlado geralmente por *kanban*, que é a melhor ferramenta para sistemas MTS.

Este tipo de estrutura é mais adequado para alta variedade de produtos finais com baixo número de componentes, viabilizando um atendimento do tipo ATO. (NAZARENO apud RENTES et al., 2005).

## 2.5. Sistemas de programação da produção puxados x empurrados

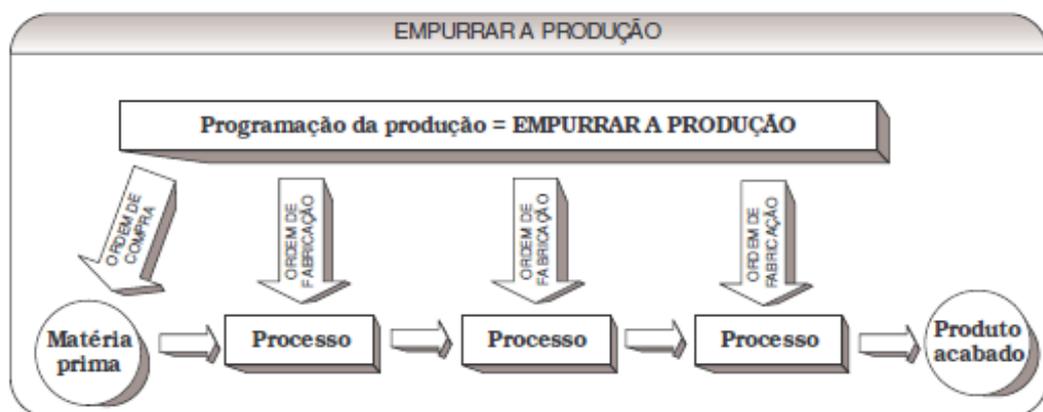
### 2.5.1. Sistemas empurrados

Os processos de produção industrial tradicionais são empurrados. Isto significa que cada processo da cadeia de suprimentos, após ter realizado sua atividade passa o resultado do seu trabalho para o próximo processo da cadeia, independentemente de ter havido um pedido para isso. Um dos problemas de ser empurrado é quando há crescimento lento, e a demanda exige lotes menores de produção com maior variedade, e o sistema tradicional de produção, deixa de ser prático.

As desvantagens deste método tradicional são: falhas na previsão, erros no preenchimento de formulários, problemas com o equipamento, com a qualidade e outras dificuldades no abastecimento. (PEINADO, GRAEML 2007).

A Figura 5 mostra como é a programação empurrada. Neste tipo de programação, o plano mestre de produção elabora um programa de produção, emitindo ordens de fabricação. O próximo período de programação considera os estoques remanescentes ou por vir, incorporando-os de forma natural. Como mencionado anteriormente, é como se os estoques empurrassem a produção (PEINADO, GRAEML 2007).

Figura 5 - Sistemas de Programação Empurrados

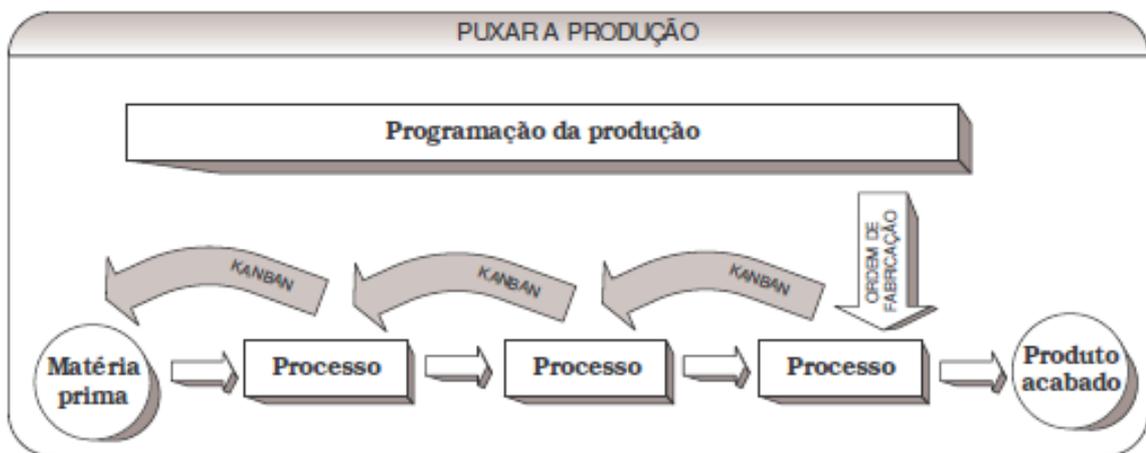


Segundo Peinado e Graeml (2007) “[...] De uma forma mais direta e incisiva, poder-se-ia dizer que no sistema tradicional o estoque comanda a produção enquanto no sistema *kanban* a produção comanda o estoque”.

### 2.5.2. Sistemas puxados

A Figura 6 mostra o funcionamento dos sistemas puxados. Os sistemas puxados de programação da produção são sistemas onde os clientes se abastecem de itens em um estoque básico apenas no momento e nas quantidades necessárias (o que é chamado de *just-in-time*), a partir daí gerando sua reposição. Este sistema, em geral operacionalizado com a ferramenta *Kanban*, segundo Tubino (1997), é historicamente recomendado para sistemas de produção repetitivos em lotes.

Figura 6 - Sistemas de Programação Puxados



Fonte: Tubino (1997)

No sistema *Kanban*, os estoques de materiais só entram na empresa ou são produzidos por um processo interno anterior de acordo com o que as linhas de produção subsequentes podem absorver. É como se a produção puxasse os estoques. (PEINADO, GRAEML 2007).

### 2.5.3. Diferenças entre sistemas empurrados x puxados

Segundo Peinado e Graeml (2007), a distinção básica entre operações empurradas e operações puxadas é se é o fornecedor ou o cliente que controla o fluxo produtivo. Em operações empurradas, o fornecedor envia o resultado do seu trabalho sem que o receptor tenha feito alguma solicitação. Já em operações puxadas, o receptor precisa sinalizar para que o fornecedor lhe envie o resultado do seu trabalho. A Figura 7 abaixo mostra as principais distinções entre os dois sistemas.

Figura 7 - Diferenças entre programação puxada x programação empurrada

Programação Puxada	Programação Empurrada
Produção de acordo com a demanda real	Produção de acordo com a previsão e demanda
Sem estoque intermediário	Com estoque intermediário
Menor utilização da capacidade de produção	Mais produção em cada estágio
Ex: Kanban	Ex: MRP

Fonte: adaptado de Pereira, Barbosa e Drohomeretski (2012)

## 2.6. Sistemas de planejamento e controle da produção (SPCP)

Godinho Filho, Campanini e Vita (2004) apud Corrêa e Gianesi (2001):

“[...] Eles são o coração dos processos produtivos [...]. Ou seja, os SPCP são sistemas que proveem informações que suportam o gerenciamento eficaz do fluxo de materiais, da utilização de mão-de-obra e equipamentos, a coordenação das atividades internas com as atividades dos fornecedores e distribuidores e a comunicação/interface com os clientes no que se refere a suas necessidades operacionais”.

Alguns dos principais e mais utilizados SPCP são o *Kanban*, o MRP (*Material Requirements Planning*), o MRPII (*Manufacturing Resources Planning*), o PBC (*Period Batch Control*), o OPT (*Optimized Production Technology*), e o PERT (*Program Evaluation and Review Technique*) / CPM (*Critical Path Method*) (GODINHO FILHO; CAMPANINI; VITA, 2004). Para este trabalho, vamos dar ênfase aos dois primeiros citados.

### 2.6.1. Kanban

Segundo Lage Junior e Godinho Filho (2008), o *kanban* é um sistema desenvolvido pela Toyota usado para controlar os estoques em processo, a produção e o suprimento de componentes e, em alguns casos, de matérias-primas. O sistema *kanban* controla a produção dos produtos necessários, na quantidade e na hora necessárias.

*Kanban* significa anotação visível, ou sinal. Encontra-se na literatura esta palavra com o significado de cartão, devido o sistema *kanban* é utilizar determinados cartões para informar a necessidade de entregar e/ou produzir uma quantidade de peças ou matéria-prima. Neste trabalho iremos utilizar os termos “cartões” no sentido de que eles são os “sinalizadores”, e a palavra *kanban* ao sistema como um todo.

A implantação do sistema *kanban* nas indústrias foi pesquisado por Lage Junior e Godinho Filho (2008). Nessas empresas, é predominante o uso de adaptações, onde o sistema *kanban* com somente sinalizador de ordem de produção é o mais frequente.

Para a utilização do *kanban*, pressupõe-se que há estoque dos materiais entre os processos de fabricação para a formação do produto. O processo cliente deve ir ao processo fornecedor buscar as peças necessárias. O processo seguinte, por sua vez, produzirá a quantidade exata que foi retirada, reabastecendo o estoque, entendido como um “supermercado”. (LAGE JUNIOR; GODINHO FILHO, 2008).

O *kanban* é um sistema que possui as seguintes características: uso de dois cartões, um como ordem de produção e outro como autorização para a transferência de materiais; puxar a produção; controle descentralizado; e limitação do nível máximo de estoque (LAGE JUNIOR; GODINHO FILHO, 2008). Abaixo segue explicação sobre cada um deles.

Utilização de dois cartões: um cartão de ordem de produção e um cartão de requisição. O cartão de ordem de produção autoriza a produção de peças para repor as requisitadas (utilizado apenas no centro de trabalho que produz a peça). O cartão de requisição autoriza o transporte de peças do supermercado às estações de uso, funcionando como uma espécie de informativo do que ser deve ser repostado;

Puxar a produção: a produção é puxada por meio do controle do nível dos estoques finais ou pela programação do último estágio produtivo.

Controle descentralizado: o processo é realizado de forma descentralizada, por meio do controle visual realizado pelos próprios operários do processo em cada etapa produtiva;

Limitação do nível máximo de estoque: os estoques são limitados em cada estação de trabalho, ou seja, possuem capacidade determinada pelo número de cartões.

O sistema *kanban* foi criado para atender a um momento e condições específicas do momento, no caso, da empresa Toyota, porém na literatura existem vários exemplos de limitações desse sistema e condições desfavoráveis. Lage Junior e Godinho Filho (2008) resumiram estas condições no quadro mostrado na Figura 8:

Figura 8 - Condições desfavoráveis ao sistema *kanban*

Condição desfavorável	Motivo
Produção desnivelada	Cria intervalos irregulares entre as ordens controladas pelo sistema <i>kanban</i> e a necessidade de manter níveis de estoque maiores
Instabilidade dos tempos de processamento	Ocasiona a escassez de certos itens e excesso de outros, a menos que se mantenham níveis altos de estoque;
	O sistema produtivo é constantemente interrompido, a menos que se mantenham níveis altos de estoque
Não padronização das operações	Gera um alto grau de variação nos tempos de processamento, tempo de espera, tempos de setup e de operação dos trabalhos realizados em cada estágio produtivo, gerando, portanto, instabilidade e necessidade de manter altos níveis de estoque.
Tempos de setup grandes e/ou lote mínimo de produção com muitas peças	Geram aumento dos estoques em função do aumento do lote de produção e consequentemente desregula o nivelamento.
Grande variedade de itens	Aumenta a complexidade do fluxo de materiais, dificulta a adaptação dos painéis de cartões, cria irregularidades nos tempos e diminui a repetibilidade do sistema produtivo.
Demanda instável	Cria a necessidade de manter altos níveis de estoque, gera instabilidade interna nas operações e dificulta o nivelamento da produção.
Incertezas no abastecimento de matérias-primas	Impõem a necessidade de manter altos níveis de estoque de matérias-primas.

Fonte: adaptado de Lage Junior e Godinho Filho (2008)

### 2.6.2. MRP (Material Requirements Planning)

Segundo a definição de Peinado e Graeml (2007), “O MRP (*Material Requirements Planning*) ou Planejamento das Necessidades de Materiais é uma técnica que permite determinar as necessidades dos materiais que serão utilizados na fabricação de um produto.” Foi desenvolvido devido à produção em larga escala que exigia o controle de um número muito grande de informações sobre os materiais produtivos, envolvendo a determinação, com precisão, das quantidades e das datas de entrega dos materiais necessários para a produção.

Ainda segundo Peinado e Graeml (2007), as funções básicas do MRP são:

- a) Cálculo das necessidades brutas e líquidas dos itens de demanda dependente ao longo do tempo;
- b) Cálculo dos lotes de fabricação e aquisição dos itens de demanda dependente;
- c) Recomendações de revisão de ordens em aberto (já liberadas);
- d) Recomendações de emissão de novas ordens (planejadas).

As necessidades brutas são as necessidades obtidas diretamente da "explosão" das necessidades de materiais. As necessidades líquidas referem-se às necessidades brutas decrescidas da quantidade dos itens em questão existentes em estoque.

Podemos dizer que, observando essas funções, o MRP é apenas uma ferramenta de planejamento de materiais e prioridades. Ele não permite a verificação da exequibilidade do Programa Mestre de Produção, devido a não ser sensível à capacidade. O MRP não é uma ferramenta de execução, pois ele apenas recomenda ações que os planejadores podem ignorar ou não, a seu critério.

Na Figura 9, conseguimos ter uma visão geral do MRP e entender como ele funciona.

Figura 9 - Visão Geral do MRP



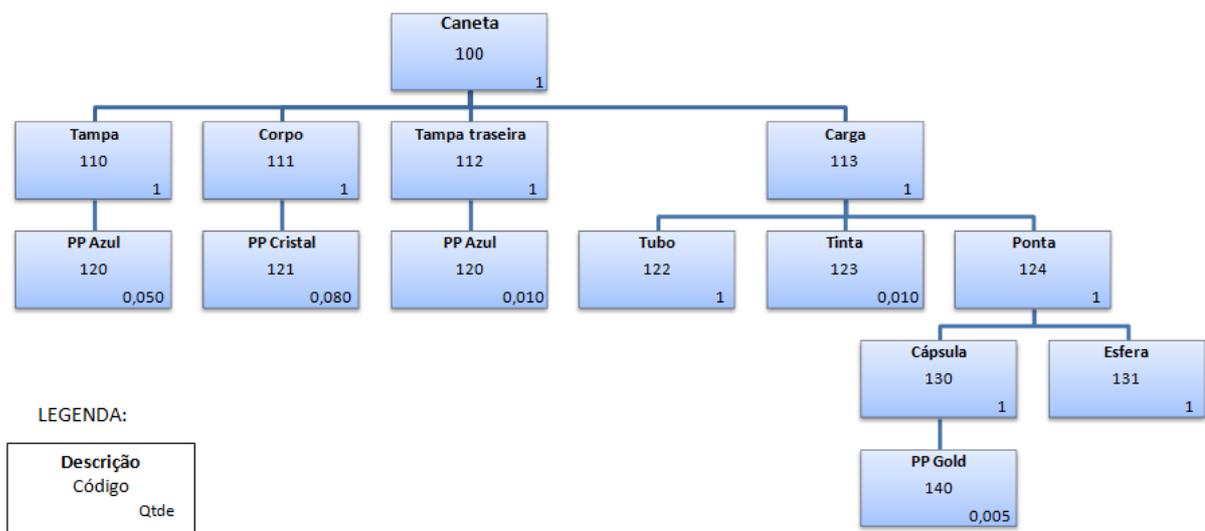
O MRP necessita da chamada estrutura de produtos, ou seja, uma estrutura que detalha os componentes e as quantidades necessárias para formar um produto. Esta estrutura é conhecida por *bill of materials* (BOM) ou Lista de Materiais.

Segundo Peinado e Graeml (2007), “[...] A estrutura do produto contém a lista e a quantidade de cada material que compõe o produto e a sequência que os componentes, formados por esses materiais obedecem, durante sua manufatura em produto acabado”. Ou seja, esta estrutura mostra que alguns itens formam sub-montagens, que, por sua vez, formam outras sub-montagens maiores, de acordo com o nível em que se encontram na estrutura da estrutura (PEINADO; GRAEML, 2007). Os cálculos das quantidades de cada item que compõe o produto final desejado só ocorrem de maneira correta se a BOM for precisa e atualizada.

Para esclarecer o funcionamento do MRP com a estrutura de produto vamos utilizar o exemplo de uma caneta esferográfica, composta de 14 itens, em uma estrutura de cinco níveis, conforme mostrado na Figura 10.

Esta estrutura da Figura 10 chamada de estrutura analítica, mostra como a caneta deve ser fabricada. Podemos ver que alguns itens formam outros, que, por sua vez, formam terceiros. No MRP, isto é chamado de níveis de estrutura. O produto final, a caneta esferográfica, é considerado como o item de nível zero. Portanto, os materiais no nível subsequente é nível um, os abaixo desse nível é dois e assim por diante.

Figura 10 - Estrutura analítica de uma caneta esferográfica



Fonte: Peinado e Graeml, (2007).

A estrutura decompõe o produto, nível por nível, e termina quando se chega a itens que não são fabricados pela empresa, que são comprados de terceiros, por exemplo, o polipropileno granulado nas cores azul, cristal e *gold* e a esfera da ponta da caneta. De modo que, sabendo a quantidade de canetas que se pretende produzir, esta informação alimenta o “plano mestre de produção”, determinando então as quantidades e prazos para a obtenção dos materiais necessários à produção. O plano mestre de produção informa ao sistema quais produtos acabados devem ser produzidos, em que quantidade e quando devem estar prontos.

Segundo Peinado e Graeml, (2007), o produto final é chamado “item de demanda independente” e os seus componentes, que dependem da quantidade de canetas a ser produzida, são chamados de “itens de demanda dependente”. Ou seja, se a demanda de um item depende apenas e diretamente do mercado, o item possui demanda independente. Quando a demanda de um item depende diretamente da demanda de outro item, então o item possui demanda dependente. No caso da estrutura da Figura 10, o item “Caneta” possui demanda independente. Os componentes da caneta (Tampa, Corpo) possuem demanda dependente. A demanda dependente é sempre calculada a partir da demanda independente, alimentando o plano mestre de produção.

Sistemas que adotam o MRP no seu planejamento são fortemente baseados em previsões de demanda e nos níveis de estoque disponíveis para funcionar. Períodos sucessivos de produção são determinados a partir de informações padronizadas, na forma de ordens de compra e ordens de fabricação preparadas para cada etapa da produção. Concluída cada etapa, a produção é, normalmente, “empurrada”, sequencialmente, do primeiro ao último estágio produtivo, ou seja, quando o processamento é concluído em um determinado posto de trabalho, o item em produção é enviado imediatamente ao posto seguinte, independentemente de qualquer solicitação.

Segundo Peinado e Graeml (2007), à medida que se forma uma “pilha” de itens a ser processada em um posto de trabalho, a tendência é o ritmo aumentar, para poder compensar o “atraso”. Quando há poucos itens a serem processados, os funcionários respiram aliviados, sabendo que podem trabalhar mais calmamente. Ou seja, na lógica de produção empurrada, pouca consideração é dada à ociosidade ou sobrecarga dos processos, toda a atenção se concentra nos processos fornecedores.

Uma das vantagens do sistema empurrado pelo MRP seria a previsibilidade da programação de produção, mas a execução do plano raramente funciona exatamente como planejado, na prática, porque a previsão de vendas é aproximada, o lead time de entrega pode variar, máquinas podem quebrar, funcionários podem faltar ao trabalho e, no fim, o número

de produtos fabricados varia de um dia para o outro, fazendo com que o resultado obtido seja diferente do planejado. (PEINADO;GRAEML, 2007). Algumas desvantagens:

Estoques como forma de reduzir a incerteza: como resultado obtido do planejamento é imprevisível, muitas empresas optam por manter estoques, sendo utilizados para compensar as diferenças entre o que foi planejado e o que foi executado, assim o cliente não deixa de ser atendido. O MRP busca manter os estoques necessários para a realização da produção, mas, por mais que se busque trabalhar com níveis baixos de armazenamento, o sistema MRP acaba por gerar estoques.

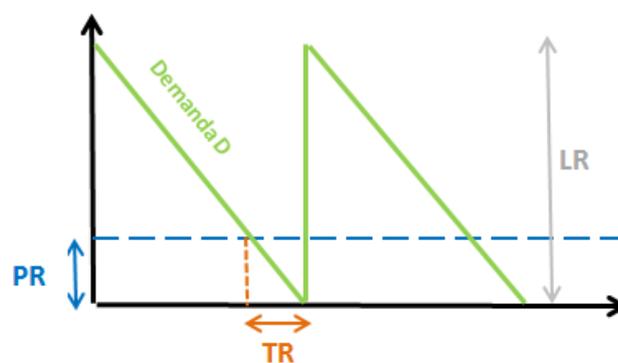
Necessidade de organização e precisão nos dados: Os sistemas MRP, naturalmente, precisam de um alto nível de organização, pois é totalmente dependente da precisão dos dados relacionados às estruturas dos produtos, registros de estoques, lead times, entre outros.

Outro problema dos sistemas MRP é que eles assumem um ambiente de produção imutável, utilizando lead times fixos para calcular os materiais que devem ser comprados ou produzidos. Porém na prática, diversos fatores fazem com que o lead time seja bastante variável e os sistemas MRP têm dificuldade em lidar com lead times variáveis (PEINADO;GRAEML, 2007).

## 2.7.Ponto de Reposição

Em alguns sistemas de reposição de estoques, a solicitação de produção não é disparada em função do tempo necessário para o processamento do pedido, produção e envio, a reposição acontece quando o estoque cai abaixo de uma determinada quantidade de peças.

Figura 11 – Modelo do Ponto de Reposição



Fonte: adaptado de Peinado e Graeml, (2007).

Para se determinar quanto seria esse ponto de reposição, utiliza-se a fórmula mostrada na Figura 12:

Figura 12 – Cálculo do Ponto de Reposição

$$PR = D \times TR + ES$$

Fonte: Peinado e Graeml, (2007).

Onde:

D = quantidade da demanda prevista

PR= ponto de reposição

ES = estoque de segurança

TR = tempo de ressurgimento

## **2.8.Kanban X MRP**

Por mais que pareça que MRP e *kanban* são sistemas opostos, uma vez que o *kanban* incentiva sistemas puxados e MRP empurrados, as duas filosofias devem existir no mesmo sistema produtivo, desde que suas respectivas vantagens sejam preservadas.

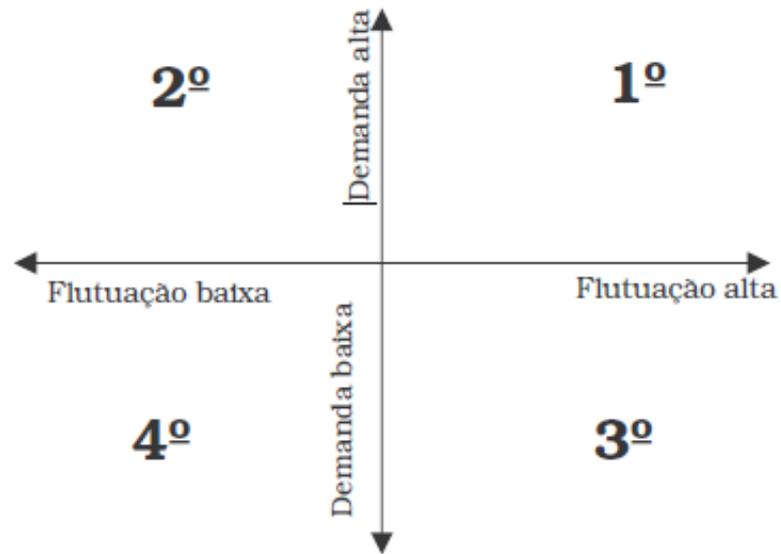
Dependendo do volume e variação da demanda pode-se identificar qual método utilizar, *kanban* ou MRP. A Figura 13, proposta por Peinado e Graeml (2007) pode ajudar com essa identificação.

Podemos ver que a figura está separada em quatro quadrantes, sendo que cada um é o mais adequado para um tipo de demanda e outro de flutuação.

A Figura 13 representa um gráfico, que significa no eixo vertical, o volume de demanda e, no eixo horizontal, a flutuação que esta demanda apresenta. Quanto menor for a flutuação, mais constante é a demanda no decorrer do tempo. Assim sendo, tem-se quatro situações distintas:

No primeiro quadrante estão os itens que possuem demanda alta, que é uma característica favorável ao sistema *kanban*, mas com alta flutuação, que é uma característica favorável ao sistema MRP. Assim, tem-se que os itens deste quadrante devem ser estudados caso a caso para se definir qual o melhor sistema de abastecimento.

Figura 13 - Relação entre demanda e flutuação



Fonte: Peinedo e Graeml (2007)

No segundo quadrante o item apresenta alta demanda com baixa flutuação, ou seja, é um item que se utiliza muito e sempre. Neste caso, a técnica recomendada é o *kanban*. O sistema *kanban* deve ser utilizado em um ambiente que permita entregas frequentes, em lotes pequenos, no mínimo uma vez por dia.

No terceiro quadrante os itens possuem demanda baixa com flutuação alta. Trata-se de itens que se usa pouco e só de vez em quando. Para estes casos, o sistema recomendado é o tradicional MRP.

Por fim, no quarto quadrante encontram os itens que possuem demanda baixa, que é uma característica favorável ao sistema MRP, mas com baixa flutuação, que é uma característica favorável ao sistema *kanban*. Também para itens que se encontram nesse quadrante é necessário estudar, para cada caso, qual sistema de abastecimento adotar.

Portanto, se conseguirmos encaixar cada material em um quadrante acima, podemos determinar o melhor método de acionamento da produção.

## 2.9. Classificação ABC

Segundo Silva, Ganga e Junqueira (2009) apud Slack et al. (1999), a classificação ABC dos itens de uma empresa, pode ser feita da seguinte maneira: itens classe A são aqueles 20% de itens de alto valor que representam cerca de 80% do valor total do estoque; itens

classe B são aqueles de valor médio, geralmente os seguintes 30% dos itens que representam cerca de 10% do valor total; itens classe C são aqueles itens de baixo valor que, apesar de compreender cerca de 50% do total de tipos de itens, provavelmente só representam cerca de 10% do valor total de itens estocados.

Silva, Ganga e Junqueira (2009) propõe que a partir da classificação dos itens em A, B ou C podemos definir os tipos de sistemas de controle que serão utilizados. Os itens que possuem valor alto precisam de controle cuidadoso, enquanto aqueles com valor baixo, não precisam ser controlados com tanto rigor. A classificação segundo eles pode ser feita da seguinte maneira:

Itens classe C: não é necessário um controle muito acurado devido ao seu baixo valor financeiro, baixo valor agregado e, portanto, seus lotes de produção podem ser dimensionados com folgas. Para esses itens é recomendado utilizar um sistema *Kanban* mais simples. Não é necessário e nem é recomendável dispensar muito tempo e esforço para controlá-los.

Itens classe B: São itens intermediários, onde o controle do volume em estoque não precisa ser tão rígido como para os itens A, mas deve ser mais preciso do que os itens classe C. Então é recomendado utilizar um sistema *kanban* tradicional.

Itens classe A: Por ter um valor alto, não é bom ter um grande volume desses itens em estoque. Nesse caso, é preciso realizar um controle rígido de compra ou produção desses itens. Podem-se produzir esses mediante ordem de fabricação (ou MRP) ou realizar um sistema *conwip*. Os itens classe A devem ser controlados de forma precisa e por ser um volume pequeno de itens devem ser monitorados constantemente. Seus estoques devem ser minimizados, tentando, se possível, não criar estoques desses itens dentro da fábrica. Podemos observar que o MRP se ajusta bem a esse critério.

## **2.10. Ferramentas da qualidade**

A questão da qualidade nas empresas passou de simples diferenciador para requisito indispensável para se manter no mercado. Desde então, diversas técnicas foram criadas com o intuito de auxiliar nessa questão e melhorar os processos produtivos.

Segundo Peinado e Graeml (2007), a maioria dos problemas das empresas pode ser analisada e resolvida com a utilização das ferramentas da qualidade. A literatura técnica sobre qualidade identifica que há sete ferramentas básicas a serem utilizadas para auxiliar a identificação, entendimento e eliminação de problemas que afetam a qualidade do produto ou do serviço. As consideradas mais relevantes para este trabalho serão apresentadas a seguir.

### 2.10.1. Fluxograma

O fluxograma nada mais é que um diagrama utilizado para representar a sequência de passos de um processo, fazendo o uso de símbolos gráficos para ilustrar melhor seu funcionamento. Segundo Peinado e Graeml (2007), o fluxograma tem as seguintes aplicações:

- Melhorar a compreensão do processo de trabalho;
- Mostrar como o trabalho deve ser feito;
- Criar um padrão de trabalho ou uma norma de procedimento.

Um fluxograma é desenhado utilizando-se vários símbolos padronizados, conforme mostrado na Figura 14:

Figura 14 – Símbolos padrão de um fluxograma

	Indica o início ou fim do processo.		Indica os documentos utilizados no processo.
	Indica cada atividade que precisa ser executada.		Indica espera. No interior do símbolo é apresentado o tempo aproximado de espera.
	Indica um ponto de tomada de decisão (Testa-se uma afirmação. Se verdadeira, o processo segue por um caminho, se falsa, por outro).		Indica que o fluxograma continua a partir deste ponto em outro círculo com a mesma letra ou número, que aparece em seu interior.
	Indica a direção do fluxo de um ponto ou atividade para outro.		

Fonte: adaptado de Peinado e Graeml (2007)

Utilizando a simbologia mostrada da forma acima, fica mais fácil fazer uma análise do fluxograma, identificando se existe alguma deficiência ou algum ponto que pode ser melhorado no processo.

### 2.10.2. Folha de verificação

É a mais simples das ferramentas e apresenta uma maneira de se organizar e apresentar os dados em forma de um quadro ou tabela, sendo utilizada em grande maioria para levantamento e verificação de dados e fatos. Após a coleta dos dados a serem verificados, ela possibilita realizar uma análise para solução dos possíveis problemas. A folha de verificação acima nos possibilita verificar a quantidade de biscoito produzido em cada

semana, e comparar as produções semanais para identificar algum problema envolvendo a fabricação de biscoitos.

Figura 15 – Folha de verificação

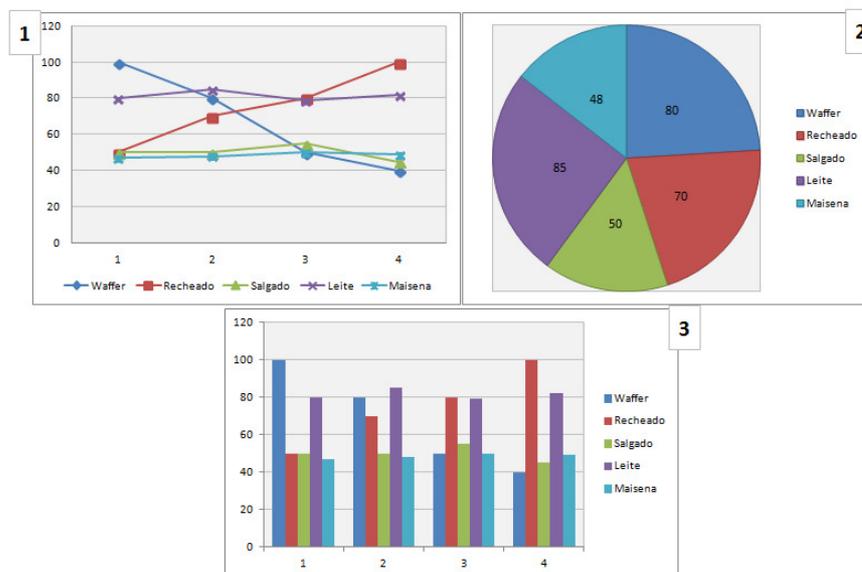
Produto	Semana				Total
	1	2	3	4	
Waffer	100	80	50	40	270
Recheado	50	70	80	100	300
Salgado	50	50	55	45	200
Leite	80	85	79	82	326
Maisena	47	48	50	49	194

Fonte: Peinedo e Graeml (2007)

### 2.10.3. Gráficos demonstrativos

Os dados apresentados em forma de tabela podem dificultar a visualização com a clareza necessária do comportamento e tendência do processo. Para contornar esse problema, podemos apresentar os dados por meio de gráficos demonstrativos. Utilizando a forma gráfica de apresentação teremos visualização mais rápida e abrangente dos dados da folha de verificação. Os gráficos podem ser elaborados de várias formas. Abaixo podemos ver as mais usuais o gráfico de curvas (1), o gráfico circular (2) e o gráfico de barras (3).

Figura 16 – Gráficos demonstrativos



Fonte: adaptado de Peinedo e Graeml (2007)

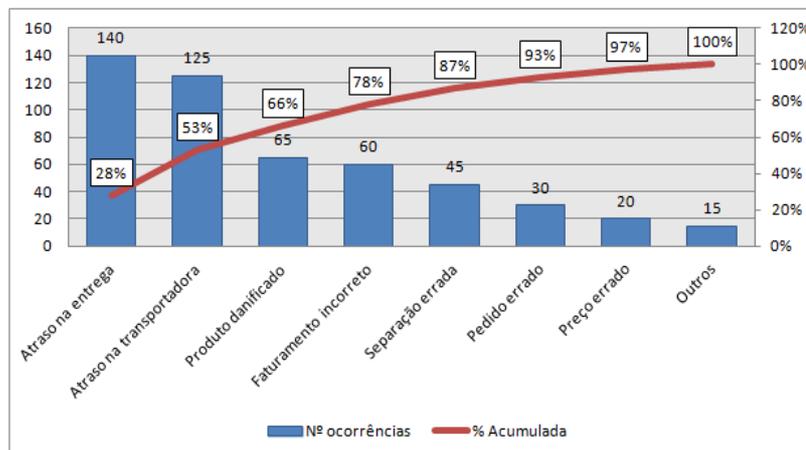
#### 2.10.4. Diagrama de Pareto

O diagrama de Pareto mostra a importância relativa das variáveis de um problema. Ele indica o quanto cada variável representa, percentualmente, do problema geral.

É representado na forma um gráfico de barras, que mostra visualmente o impacto de cada um dos eventos que estão sendo apresentados. Aqueles que têm maior participação nos problemas (maior porcentagem) devem ser resolvidos em primeiro lugar. Se há várias causas para um problema, normalmente, uma ou duas destas causas são responsáveis pela maior parte do problema. Portanto, se ao invés de buscar a eliminação de todas as causas, inicialmente, agirmos para eliminar apenas a causa principal, a maior parte do problema é rapidamente resolvida.

No exemplo da Figura 17, pode-se observar que as quatro primeiras causas correspondem a quase 80% dos problemas exemplificados. Portanto, deve-se buscar resolver primeiro essas causas, assim, a maioria dos problemas serão resolvido mais rapidamente.

Figura 17 – Diagrama de Pareto



Fonte: o autor

#### 2.10.5. Método 5W + 1H

Segundo Peinedo e Graeml (2007), o método 5W e 1H consiste em elaborar um formulário para cada proposta de ação, contendo as respostas para as seguintes seis questões:

*WHAT* (O quê?) Qual a tarefa? O que será feito? Quais são as contramedidas para eliminar as causas do problema?

*WHERE* (Onde?) Onde será executada a tarefa?

*WHY* (Por quê?) Por que esta tarefa é necessária?

*WHO* (Quem?) Quem vai fazer? Qual departamento?

*WHEN* (Quando?) Quando será feito? A que horas? Qual o cronograma a ser seguido?

*HOW* (Como?) Qual o método? De que maneira será feito?

Ou seja, o método 5W + 1H nada mais é do que um check list utilizado para garantir que as ações determinadas sejam realizadas sem nenhuma dúvida por parte dos executores. Este método recebeu este nome devido às letras iniciais de algumas perguntas em inglês (descrito acima) que ajudam a esclarecer situações, eliminando dúvidas que podem ser extremamente prejudiciais a qualquer atividade empresarial.

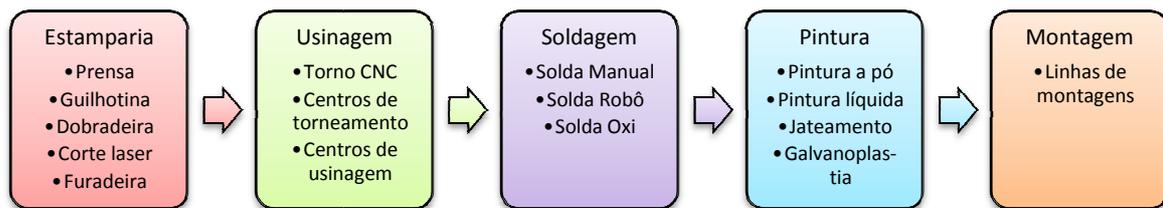
## CAPÍTULO 3 – ESTUDO DE CASO

O estudo de caso foi realizado em uma empresa de máquinas agrícolas localizada na cidade de Pompéia. A empresa tem como principal foco o mercado de pulverizadores (automotrizes, tratorizadas e costais), além de atender aos mercados de colhedoras de café.

A empresa se baseia em cinco pilares que norteiam os seus processos principais e os processos de apoio e juntos visam atender as expectativas de todas as partes interessadas, sendo: segurança, custo, moral, entrega e qualidade.

O fluxo produtivo da empresa varia conforme cada linha de produto, mas basicamente subdivide-se conforme está representado na Figura 18:

Figura 18 – Fluxo básico de fabricação dos materiais



Fonte: o autor

Os processos de fabricação são realizados em barracões separados, onde cada barracão recebeu um nome de referência de acordo com o que produz.

O setor Estrutura é responsável pela estamparia e soldagem; o setor de Usinagem faz toda a operação de usinagem; a Pintura faz todo tratamento de superfície das peças e na Montagem são onde os produtos são montados. As linhas de montagem são organizadas por tipo de produto e possui mais de um barracão, onde cada um produz um tipo de produto ou produtos semelhantes, o que chamamos de plataforma de produtos. As plataformas estão separadas em: pulverizadores automotrizes, pulverizadores tratorizados, adubadoras e colhedoras.

O layout da empresa está engessado, e existem muitos problemas devido à falta de espaço, tanto para entrada de novos produtos como para armazenagem de peças já produzidas, o que acaba atrapalhando bastante as melhorias que deveriam ser realizadas. Devido isso, o

fluxo produtivo também não é dos melhores, já que existem muito contrafluxos, desperdícios de movimentação e espera e estoques desnecessários.

Para este estudo de caso, foi escolhido o setor Estrutura, onde é a etapa inicial da fabricação de todas as peças que compõe o produto final.

### **3.1. Descrição do processo atual**

Como dito anteriormente, o acionamento da produção é a forma utilizada para solicitar a produção da peça para uso no processo seguinte.

Para melhor entendimento, nesta estrutura existem as peças ou partes, que juntas formam conjuntos de peças, denominados simplesmente conjuntos, e se essas peças forem soldadas entre si, denomina-se conjunto soldado.

No setor em questão, os métodos existentes são o *kanban* e o MRP, porém são executados de formas específicas.

O *kanban* é executado de forma eletrônica, semelhante ao *kanban* tradicional, porém sem utilização de cartões. Utilizado para “partes”, que tem alta demanda e estoque definido. Ao atingir um ponto de reposição determinado, gera uma ordem para a fabricação da peça. Os pontos de reposição são determinados pelos programadores, que utilizam a previsão de demanda para prever quanto será necessário.

Já o acionamento via MRP pode ser 2 tipos:

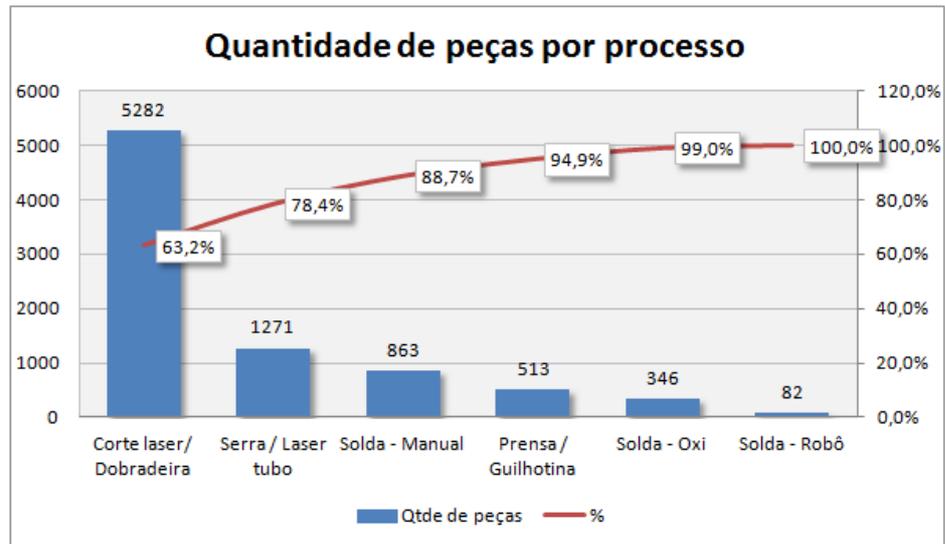
Disparo: conhecido também como lista de abastecimento, é gerado pelo MRP, porém é adaptado na própria área para se adequar aos processos de apontamento utilizados. É utilizado para conjuntos soldados e que necessitam ser produzidos diariamente. Geralmente são peças grandes que não possuem armazenamento intermediário. Estas peças não podem possuir tempo de *set-up*.

Ordem MRP: é utilizado para fabricação por lotes de peças (lotes mínimos de fabricação) e que passam de um dia de fabricação. Estas peças possuem tempo de *set-up*, e a quantidade do lote é calculada baseada nisso. É gerada automaticamente através do sistema MRP da empresa e enviada aos setores diariamente.

Para fins de estudo, iremos classificar e dividir o acionamento somente em MRP e *Kanban*.

Cada processo de fabricação possui uma quantidade de peças alta, devido à quantidade de variações de produtos fabricados, conforme pode ser visto na Figura 19:

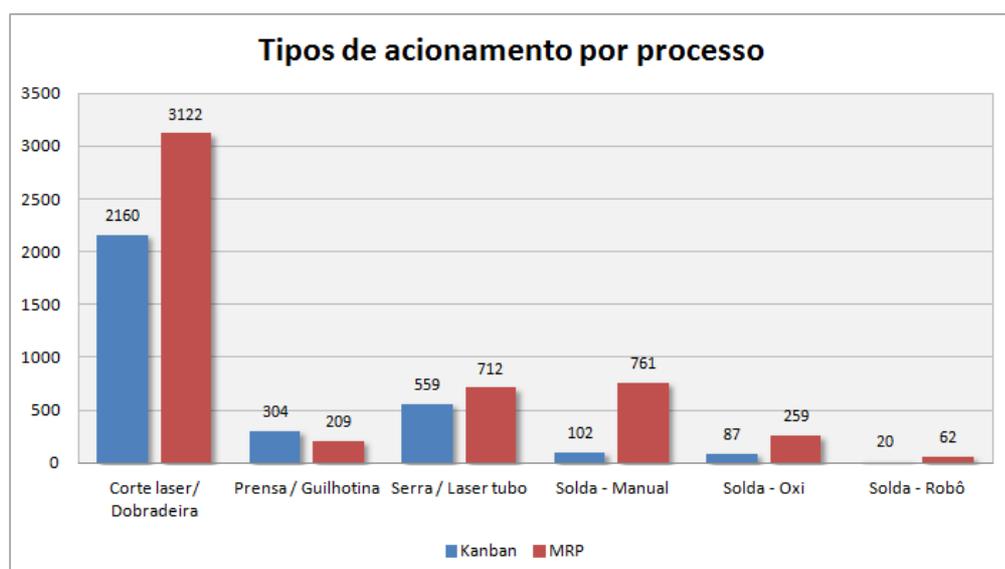
Figura 19 – Quantidade de peças fabricadas em cada processo



Fonte: o autor

Pode-se ver que em torno de 63% das peças estão concentradas em corte laser e dobradeira. Pelo pareto, deve-se concentrar esforços no Corte laser e dobradeira, porém foi decidido realizar o estudo em todas as 8357 peças com o intuito de obter o máximo de melhorias possíveis. A Figura 20 mostra como é dividido o acionamento em cada processo.

Figura 20 – Tipo de acionamento por processo



Fonte: o autor

Observamos que o acionamento por MRP é o mais utilizado no setor Estrutura.

Alguns problemas quanto ao método de utilização atual dos acionamentos demonstrados foram levantados:

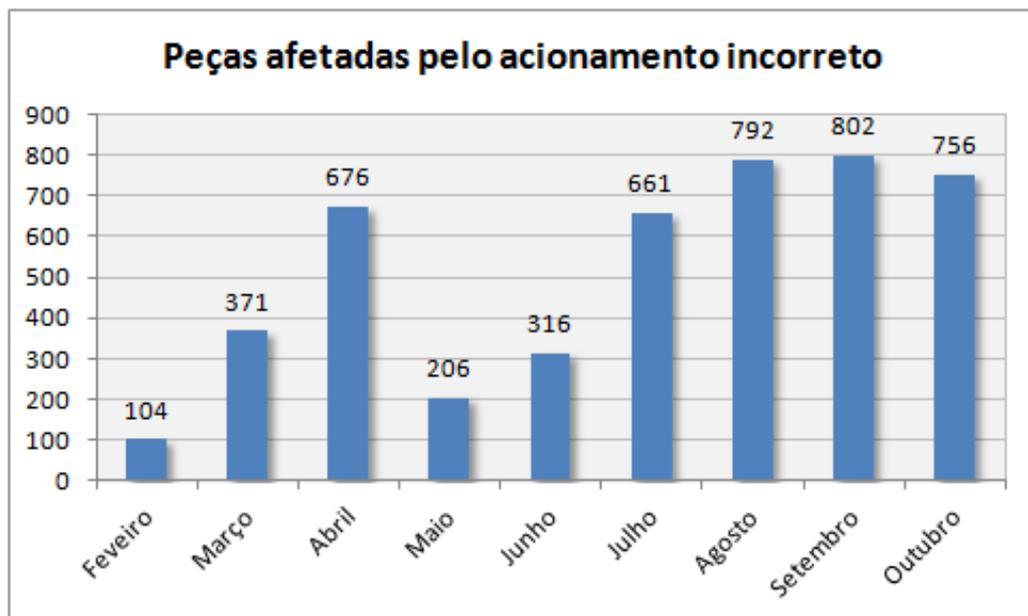
- o método de acionamento é determinado sem nenhum procedimento formal: não existem parâmetros bem definidos quando um material deve ser acionado via MRP ou via *Kanban*;

- sem critério para alteração: os planejadores podem solicitar alterações sempre que acharem necessário, sem passar por alguma alçada de aprovação ou análise detalhada;

- sem revisões periódicas: não há disciplina para revisão dos acionamentos caso haja alguma alteração de demanda, a revisão é feita mediante percepção dos planejadores;

Essa falta de métodos e critérios faz que os processos de fabricação se tornem lentos ou que não produzam a quantidade necessárias de peças e surjam a seguinte situação, apresentada na Figura 21.

Figura 21 – Peças afetadas devido acionamento incorreto na Prensa/Guilhotina



Fonte: o autor

A Figura 21 mostra quantas peças deixaram de ser fabricadas nos meses de fevereiro a outubro no setor de soldagem manual devido ao acionamento incorreto das peças do setor de prensa e guilhotinas. Portanto iremos analisar o acionamento existente nesse setor e procurar melhorias que buscam auxiliar nesse caso.

## 3.2. Análise do método de acionamento

### 3.2.1. Coleta de Dados

A primeira etapa para a realização da análise é a coleta dos dados das peças a serem analisadas por meio de fontes confiáveis. As peças a serem analisadas foram escolhidas a partir da listagem de todos os materiais da empresa.

As peças escolhidas foram aquelas fabricadas no setor Estrutura e são enviadas para outros setores como Pintura e Usinagem. Dessas peças, eliminamos aquelas que são fornecidas por terceiros ou que não possuem previsão de consumo por mais de um ano.

Para a realização da análise foi extraído do sistema ERP da empresa as informações referente às peças escolhidas, tais como: tipo de acionamento, lead time, valor da peça e demanda prevista. Estes dados foram dispostos numa tabela para serem trabalhados conforme a seguir.

### 3.2.2. Análise do método do acionamento da produção

A análise do acionamento consiste em saber se o acionamento do material que está sendo analisado está consistente com o que temos de referencia neste estudo.

O objetivo é conseguir enquadrá-lo em uma das categorias propostas no gráfico de Peinedo e Graeml (2007).

O gráfico propõe determinar o acionamento por *kanban* ou MRP de acordo com a flutuação e demanda de cada peça.

Para isso precisamos saber se a peça tem flutuação alta ou baixa, e demanda alta ou baixa.

Para isso vamos utilizar o seguinte critério:

$DM \geq Desvpad =$  Flutuação baixa

$DM < Desvpad =$  Flutuação alta

1

Sendo que:

$DM =$  demanda média mensal e

$Desvpad$  é o desvio padrão da demanda média mensal.

Para saber se o material tem demanda alta ou baixa, a empresa adota o seguinte critério:

DM/dia  $\geq$  20 pçs = Demanda alta

DM/dia  $<$  20 pçs = Demanda baixa

2

Sendo que:

DM/dia = a quantidade de demanda média por dia útil dentro do período analisado.

Para realizar esse cálculo, relacionamos todas as peças em uma planilha de Excel, que irá dar o suporte adequado para fazer a análise e todos os cálculos necessários. Como a tabela original possui 8357 itens, não é possível colocá-la na sua totalidade neste trabalho. Para fins de exemplificação dos cálculos realizados, selecionamos alguns itens aleatoriamente, que é apresentada na Figura 22:

Figura 22 – Amostra da relação de peças a serem analisadas

Cod	Material	Acionamento atual	Processo	Demanda												
				10/2014	11/2014	12/2014	01/2015	02/2015	03/2015	04/2015	05/2015	06/2015	07/2015	08/2015	09/2015	10/2015
919548	CHAVE COMBINADA - TAMPAS	Kanban	Corte laser/ Dobradeira	884	222	50	12	0	0	3	0	1	1	0	0	0
39362	BICO - 0 7,94 (5/16") X 38	Kanban	Solda - Oxi	558	298	100	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0
824003	PINO " T " - ENGATE P/CARRETA	Kanban	Solda - Manual	420	99	14	32	11	30	10	20	30	30	0	0	0
1193759	PLACA REFORÇO DO BRAÇO	Kanban	Corte laser/ Dobradeira	4	4	4	32	56	76	80	84	144	152	160	0	0
1185827	BASE DO PISO MÓVEL	Kanban	Corte laser/ Dobradeira	4	4	4	32	56	76	80	84	144	152	160	0	0
1193758	PLACA REFORÇO DO BRAÇO	Kanban	Corte laser/ Dobradeira	4	4	4	32	56	76	80	84	144	152	160	0	0
821249	SUPORTE DO ABASTECEDOR	Kanban	Corte laser/ Dobradeira	15	17	0	10	18	19	9	3	0	0	0	0	0
821132	SAPATA	Kanban	Prensa / Guillhotina	30	34	0	20	36	38	18	6	0	0	0	0	0
117507	GUIA DAS MANGUEIRAS	Kanban	Prensa / Guillhotina	30	34	0	20	36	38	18	6	0	0	0	0	0
50658	RAMAL DO INCORPORADOR	MRP	Solda - Manual	890	470	70	160	140	80	110	120	160	190	180	0	0
659102	TUBO 2450 - ESQUERDO	MRP	Solda - Oxi	16	8	2	2	2	6	2	6	6	8	2	0	0
764969	RAMAL " 1 " - DIREITO	MRP	Solda - Oxi	70	14	14	14	14	0	28	14	28	28	28	0	0
205401	SEGMENTO II	MRP	Solda - Manual	147	16	54	21	77	56	56	82	59	123	20	0	0
807222	ELEMENTO FILTRANTE	MRP	Solda - Oxi	168	100	57	77	74	57	108	20	0	37	20	0	0
21369	SUPORTE DA VALVULA BRAGLIA	MRP	Corte laser/ Dobradeira	169	53	3	68	47	80	142	119	159	204	223	0	0
984872	RAMAL DO INCORPORADOR	MRP	Solda - Manual	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1207994	QUADRO FIXO SOLDADO	MRP	Solda - Manual	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1190177	CONJUNTO DO PATIM	MRP	Solda - Manual	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fonte: o autor

A Figura 22 mostra as informações tabelas no Excel após a retirada dos dados do sistema ERP (*Enterprise Resource Planning*) da empresa. Buscamos relacionar as informações da demanda de 12 meses para frente, qual o acionamento atual e o processo onde a peça é fabricada.

Depois de relacionado todas as informações de cada peça, podemos fazer os cálculos necessários para saber qual tipo de demanda e flutuação de cada uma. Aplicamos para cada material em cada linha os critérios 1 e 2 apresentados anteriormente.

Obtém-se a tabela mostrada na Figura 23:

Figura 23 – Classificação da demanda e flutuação das peças analisadas

Cod	Material	Acionamento atual	Flutuação	Demanda
919548	CHAVE COMBINADA - TAMPAS	Kanban	Alta	Alta
39362	BICO - Ø 7,94 (5/16") X 38	Kanban	Alta	Alta
824003	PINO " T " - ENGATE P/CARRETA	Kanban	Alta	Alta
1193759	PLACA REFORÇO DO BRAÇO	Kanban	Baixa	Alta
1185827	BASE DO PISO MÓVEL	Kanban	Baixa	Alta
1193758	PLACA REFORÇO DO BRAÇO	Kanban	Baixa	Alta
821249	SUPORTE DO ABASTECEDOR	Kanban	Alta	Baixa
821132	SAPATA	Kanban	Alta	Baixa
117507	GUIA DAS MANGUEIRAS	Kanban	Alta	Baixa
50658	RAMAL DO INCORPORADOR	MRP	Alta	Alta
659102	TUBO 2450 - ESQUERDO	MRP	Baixa	Baixa
764969	RAMAL " 1 " - DIREITO	MRP	Baixa	Baixa
205401	SEGMENTO II	MRP	Baixa	Alta
807222	ELEMENTO FILTRANTE	MRP	Baixa	Alta
21369	SUPORTE DA VALVULA BRAGLIA	MRP	Baixa	Alta
984872	RAMAL DO INCORPORADOR	MRP	Alta	Baixa
1207994	QUADRO FIXO SOLDADO	MRP	Alta	Baixa
1190177	CONJUNTO DO PATIM	MRP	Alta	Baixa

Fonte: o autor

Se compararmos as colunas de flutuação e demanda e olhando o gráfico proposto por Peinedo e Graeml (2007), podemos determinar qual o tipo de acionamento mais adequado para cada material e comparar com o acionamento atual, verificando as diferenças que existem. Fazendo isso, obtém-se a tabela mostrada na seguinte Figura 24.

Na Figura 24 cada material foi enquadrado em um dos quadrantes propostos no gráfico de Peinedo e Graeml (2007) e anotamos o resultado na coluna “Acionamento Calculado”.

Comparando as colunas “Acionamento Atual” e “Acionamento Calculado” podemos ver que existem materiais sendo acionados incorretamente, como por exemplo, a peça “Sapata” que hoje o acionamento é por *kanban*, sendo que por sua demanda e flutuação

deveria ser MRP, e alguns casos devem ser analisados individualmente, como por exemplo, a peça “Ramal do Incorporador”.

Observando o gráfico quadrante proposto por Peinedo e Graeml (2007) podemos observar que é possível encaixar cada material no gráfico se utilizarmos coordenadas (x,y), sendo x a flutuação e y a demanda, num gráfico de dispersão. Para os valores de x, usaremos o valor do desvio padrão de cada material e para y, o valor da demanda por dia.

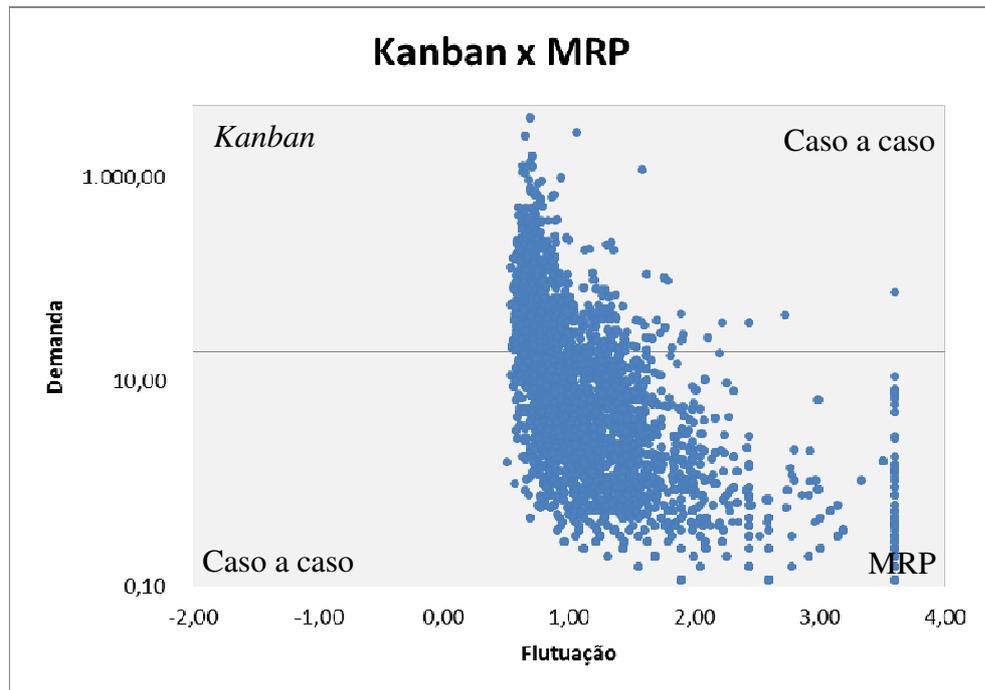
Figura 24 – Classificação do acionamento correto das peças analisadas

Cod	Material	Acionamento atual	Flutuação	Demanda	Acionamento calculado
919548	CHAVE COMBINADA - TAMPAS	Kanban	Alta	Alta	Caso a caso
39362	BICO - Ø 7,94 (5/16") X 38	Kanban	Alta	Alta	Caso a caso
824003	PINO " T " - ENGATE P/CARRETA	Kanban	Alta	Alta	Caso a caso
1193759	PLACA REFORÇO DO BRAÇO	Kanban	Baixa	Alta	Kanban
1185827	BASE DO PISO MÓVEL	Kanban	Baixa	Alta	Kanban
1193758	PLACA REFORÇO DO BRAÇO	Kanban	Baixa	Alta	Kanban
821249	SUORTE DO ABASTECEDOR	Kanban	Alta	Baixa	MRP
821132	SAPATA	Kanban	Alta	Baixa	MRP
117507	GUIA DAS MANGUEIRAS	Kanban	Alta	Baixa	MRP
50658	RAMAL DO INCORPORADOR	MRP	Alta	Alta	Caso a caso
659102	TUBO 2450 - ESQUERDO	MRP	Baixa	Baixa	Caso a caso
764969	RAMAL " 1 " - DIREITO	MRP	Baixa	Baixa	Caso a caso
205401	SEGMENTO II	MRP	Baixa	Alta	Kanban
807222	ELEMENTO FILTRANTE	MRP	Baixa	Alta	Kanban
21369	SUORTE DA VALVULA BRAGLIA	MRP	Baixa	Alta	Kanban
984872	RAMAL DO INCORPORADOR	MRP	Alta	Baixa	MRP
1207994	QUADRO FIXO SOLDADO	MRP	Alta	Baixa	MRP
1190177	CONJUNTO DO PATIM	MRP	Alta	Baixa	MRP

Fonte: o autor

Para a totalidade dos materiais analisados, obtemos o gráfico mostrado na Figura 25.

De acordo com a Figura 25, podemos notar uma grande concentração de peças com acionamento MRP bem distinguido. Podemos dizer também que, quanto mais próximos aos eixos horizontal e vertical, mais difícil fica determinar o melhor tipo de acionamento, pois as características de demanda e flutuação se tornam muito semelhantes uma das outras. Esses materiais próximos aos eixos deveriam ser enquadrados na análise caso a caso.

Figura 25 – Enquadramento dos materiais no gráfico *Kanban* x MRP

Fonte: o autor

Para os casos individuais, propomos analisá-los com outro método, separando primeiramente esses materiais de acordo com duas categorias.

A primeira categoria será dos materiais que possuem alta demanda e alta flutuação. Nesse caso, vamos sempre optar pelo MRP, pois altas flutuações não são compatíveis com sistema *kanban*.

A outra categoria será das peças que possuem demanda baixa e flutuação baixa. Para esses casos, vamos utilizar uma classificação ABC do valor do material para determinar qual será o acionamento, conforme critério a seguir:

Figura 26 – Critério para análise caso a caso

Classificação	Acionamento
A	MRP
B	Kanban
C	

Fonte: o autor

Na Figura 26, encontram-se os critérios para as peças cuja análise deve ser individual.

Itens classe A: por concentrar 80% do valor das peças, ou seja, serem os itens mais caros, deverá ser acompanhado de perto pelos planejadores e dispor de um estoque reduzido. Desse modo, o método mais adequado é o MRP.

Já os itens da classe C (5% do valor) podem ter controles mais simples e estoques ampliados, caso característico do método de acionamento *kanban*.

Por último, a classe B (15% do valor) pode ter uma estratégia intermediária de gerenciamento, mas para fins deste estudo, iremos considerar para essa classe B que o acionamento será o *kanban*.

Para poder realizar essa classificação, separamos todos os casos individuais e organizamos os dados de forma que fosse possível realizar uma classificação ABC adequada, calculando as porcentagens do valor de cada material em relação ao valor total dos materiais analisados e depois acumulando essas porcentagens em uma coluna. Por fim, classificamos em ordem crescente e aplicamos o pareto da classificação ABC.

A Figura 27 abaixo representa o resultado final:

Figura 27 – Resultado após análise caso a caso

Cod	Material	Acionamento atual	Flutuação	Demanda	Acionamento calculado	Acionamento correto
919548	CHAVE COMBINADA - TAMPAS	Kanban	Alta	Alta	Caso a caso	MRP
39362	BICO - Ø 7,94 (5/16") X 38	Kanban	Alta	Alta	Caso a caso	MRP
824003	PINO " T " - ENGATE P/CARRETA	Kanban	Alta	Alta	Caso a caso	MRP
1193759	PLACA REFORÇO DO BRAÇO	Kanban	Baixa	Alta	Kanban	Kanban
1185827	BASE DO PISO MÓVEL	Kanban	Baixa	Alta	Kanban	Kanban
1193758	PLACA REFORÇO DO BRAÇO	Kanban	Baixa	Alta	Kanban	Kanban
821249	SUPORTE DO ABASTECEDOR	Kanban	Alta	Baixa	MRP	MRP
821132	SAPATA	Kanban	Alta	Baixa	MRP	MRP
117507	GUIA DAS MANGUEIRAS	Kanban	Alta	Baixa	MRP	MRP
50658	RAMAL DO INCORPORADOR	MRP	Alta	Alta	Caso a caso	MRP
659102	TUBO 2450 - ESQUERDO	MRP	Baixa	Baixa	Caso a caso	Kanban
764969	RAMAL " 1 " - DIREITO	MRP	Baixa	Baixa	Caso a caso	Kanban
205401	SEGMENTO II	MRP	Baixa	Alta	Kanban	Kanban
807222	ELEMENTO FILTRANTE	MRP	Baixa	Alta	Kanban	Kanban
21369	SUPORTE DA VALVULA BRAGLIA	MRP	Baixa	Alta	Kanban	Kanban
984872	RAMAL DO INCORPORADOR	MRP	Alta	Baixa	MRP	MRP
1207994	QUADRO FIXO SOLDADO	MRP	Alta	Baixa	MRP	MRP
1190177	CONJUNTO DO PATIM	MRP	Alta	Baixa	MRP	MRP

Na Figura 27 pode-se ver qual o tipo de acionamento calculado puramente através da demanda e flutuação e o tipo de acionamento correto quando consideramos nos casos individuais utilizando a classificação ABC. Ao tabelarmos os resultados obtidos, podemos comparar o acionamento antes e depois da análise.

A Figura 28 mostra o resultado da comparação:

Figura 28 – Comparativo do resultado da análise do método de acionamento

Acionamento Atual	Acionamento Correto	Quantidade	%
MRP	MRP	4454	53%
Kanban	Kanban	2307	28%
Kanban	MRP	925	11%
MRP	Kanban	671	8%
<b>Total</b>		<b>8357</b>	<b>100%</b>

Fonte: o autor

Portanto, ao realizar a análise de todos os materiais, conseguimos apurar que dos 8357 materiais analisados, 1596 possuíam acionamento incorreto (destacados na linha na figura acima pela coloração azul clara), que corresponde um total de 19% dos materiais.

O resultado da análise mostra que provavelmente, se o tipo de acionamento não for corrigido, continuaríamos a ter problemas com fabricação de peças devido ao acionamento incorreto.

Esses materiais devem ter seus parâmetros para acionamento da produção corrigidos no sistema e recalculados os estoques necessários.

Porém é necessário que revisões como essa sejam feitas de modo sistemático e contínuo, ou que a escolha do tipo de acionamento seja correta desde a primeira vez.

Para isso, propõe-se um método para definição do tipo de acionamento dos materiais, a seguir.

### 3.2.3. Proposta de método para definição do tipo de acionamento

Como dito anteriormente, não há um método formal para definição do melhor método de acionamento dos materiais.

A previsão da demanda na empresa estudada é pouco confiável e oscila muito ao longo do tempo (por acompanhar a colheita das safras de diversos grãos) e, portanto, algumas revisões seriam adequadas para manter o mesmo nível de serviço.

Com o objetivo de criar esse procedimento formal e deixar os critérios mais claros para todos, foi realizado um brainstorming com a equipe e a gerência de PPCP. Durante essa reunião, foram discutidos os seguintes assuntos:

- Frequência da análise do método de acionamento:

Foi considerada adequada uma frequência mensal para análise de uma amostra dos itens a ser realizada pela equipe de planejamento de materiais, uma vez que a quantidade de itens é muito grande e mais de uma análise por mês não seria viável. Espera-se que não haja muito materiais a serem alterados de uma só vez após implantar essa análise mensal.

- Aprovação das alterações:

Para não deixar o processo lento e burocrático, foi considerado que o gerente de PPCP deveria aprovar os critérios de definição do método de acionamento e a equipe de planejadores executaria as análises mensais sem necessidade de aprovação do nível superior.

- Definição dos critérios:

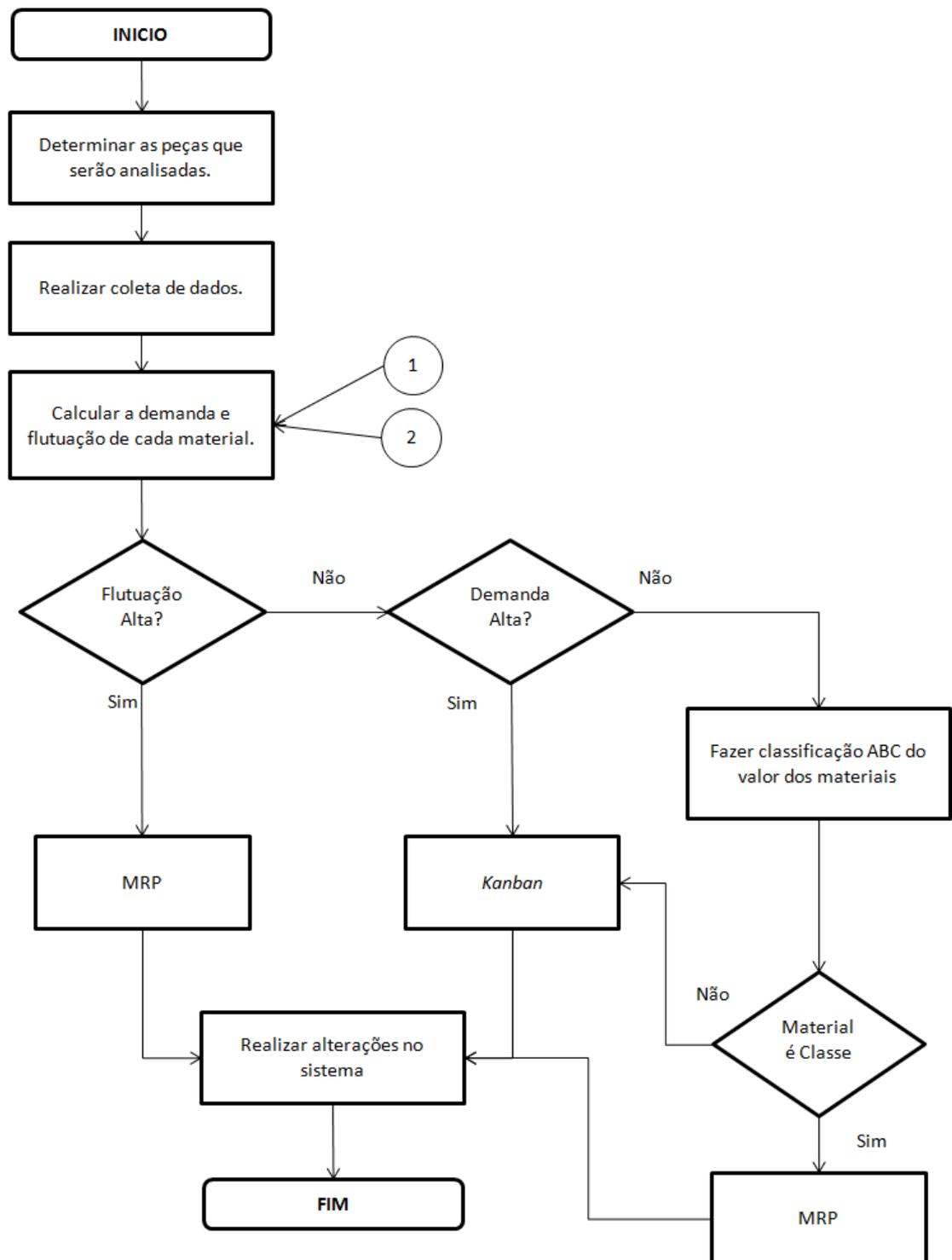
A utilização do valor de demanda e flutuação para determinação do método de acionamento passaria por aprovação da gerência, tanto como os cálculos utilizados para cálculo dessas mesmas medidas.

Portanto, ilustramos o processo que foi considerado como proposta para um método formal no fluxograma mostrado na Figura 29.

Para que o fluxo mostrado na Figura 29 aconteça de forma adequada, serão necessários esforços para centralizar as análises sempre na equipe de planejamento e não em cada setor.

Portanto foi elaborado o plano de ação apresentado na Figura 30, com o intuito de se conseguir realizar o fluxograma a contento.

Figura 29 – Fluxograma para definição do método de acionamento



Fonte: o autor

Figura 30 – Plano de ação

What (O que) ?	Where (Onde) ?	Why (Por quê) ?	Who (Quem) ?	When (Quando) ?	How (Como) ?
Definir responsável por executar as análises do acionamento	Setor de Planejamento	Para centralizar as análises em apenas um responsável	Gerente de PPCP	3 dias	Determinando uma pessoa que será responsável por executar a atividade
Aprovar os parâmetros utilizados para cálculos	Setor de Planejamento	Para verificar todos os cálculos utilizados e valores significativos para a empresa	Gerente de PPCP	1 semana	Checando os critérios e cálculos através de um plano piloto/amostragem
Treinar a equipe no novo método	Sala de treinamento	Para que todos possam executar a análise caso necessário	Chefe de planejamento	1 semana	Ensinando a equipe como será realizada a análise do acionamento
Divulgar o novo método de análise para a produção	Reunião de produção	Para que todos tenham ciência do assunto e saibam quem procurar quando necessário	Chefe de planejamento	1 semana (próx. reunião)	Comunicando durante a reunião como será realizada a análise

Fonte: o autor

## CONCLUSÃO

A realização deste trabalho foi muito importante para entendermos como a demanda e a flutuação podem influenciar no tipo de acionamento de um material. Como MRP e *kanban* são indicados para tipos diferentes de demanda e flutuação, em um ambiente onde a demanda não é estável e há muita flutuação dos materiais, devemos trabalhar em conjunto com os dois métodos. Calculou-se qual a demanda de cada material e qual a flutuação de cada um, de modo que conseguiu-se encontrar o melhor método para acionamento de cada um. Quando se encontrou um caso que deveria ser analisado individualmente, propõe-se utilizar a classificação ABC pelo preço do material, onde os materiais mais caros (classe A), que fariam o estoque ficar mais elevado, foram direcionados para o MRP e os demais (classe B e C) para *kanban*.

Após a realização deste trabalho, podemos dizer que atingimos os objetivos determinados no início deste estudo. Foi possível realizar a análise do acionamento dos materiais selecionados e uma proposta de um método formal para definir o melhor tipo de acionamento foi elaborada e apresentada para a equipe de planejamento.

Depois de realizada a análise do acionamento atual dos materiais chegou-se a conclusão que havia 20% das peças sendo acionadas de maneira incorreta de acordo com sua demanda e flutuação. Isso comprova o problema detectado das peças que não puderam ser fabricadas devido o acionamento incorreto no processo anterior. A correção do tipo do acionamento nem sempre significa uma redução nos níveis de estoque, uma vez que um material em MRP que deveria ser *kanban* geralmente precisará de mais estoque para o novo acionamento, porém com certeza terá um nível de serviço melhor e atenderá melhor os processos clientes.

A proposta de um método formal para determinação do tipo de acionamento foi apresentada em conjunto com a equipe de PPCP e foi elaborado um plano de ação com o objetivo de colocar o novo método em execução.

As principais dificuldades durante a realização deste trabalho foi o levantamento de dados, uma vez que o sistema é acessível somente para poucas pessoas e há uma demora considerável para se extrair informações de grande quantidade de dados do software ERP. Outra dificuldade encontrada e relevante de ser mencionada foi levantar a demanda prevista já que durante este estudo a previsão de demanda alterou três vezes e prejudicou o andamento do trabalho.

Existe um trabalho em andamento em conjunto com a diretoria comercial para melhorar a previsão de demanda, portanto os próximos estudos para este trabalho deveriam ser voltados para sistematização da definição do método de acionamento via próprio software ERP da empresa ou através de planilhas automáticas. Outro estudo interessante a ser realizado seria identificar qual porcentagem de alteração de estoque ou nível de serviço pode ser considerado aceitável a ponto de não ser necessária uma alteração do tipo de acionamento.

Os conhecimentos adquiridos durante o curso de Engenharia de Produção foram a base para compreender as interações entre produção e planejamento e o funcionamento do sistema produtivo em geral, o que nos levou a dar importância em ter um método de acionamento dos materiais adequado ao tipo de flutuação e demanda da empresa.

## REFERÊNCIAS

CHIAVENATO, Idalberto. **Administração de materiais: uma abordagem introdutória**. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005. 169 p.

CORRÊA, H.L.; GIANESI, I.G.N.; CAON, M. **Planejamento, Programação e Controle da produção**. 4a ed. São Paulo: Editora Atlas, 2001.

COSTA, Jener de Castro. **Gestão de Estoque de Materiais de Baixíssimo Giro Considerando Processos Críticos para a Organização**. 2009. 177 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.

FERNANDES, Flávio César Faria; GODINHO FILHO, Moacir. **Sistemas de coordenação de ordens: revisão, classificação, funcionamento e aplicabilidade**. Revista Gestão & Produção, v. 14, n. 2, 2007.

FERNANDES, Flávio César Faria; GODINHO FILHO, Moacir. **Planejamento e Controle da Produção**. São Paulo: Editora Atlas S.A., 2010.

GHINATO, P. **Elementos para a compreensão de princípios fundamentais do Sistema Toyota de Produção: Automação e Zero Defeitos**. Dissert. Mestrado PPGEP/uFRGS, Porto Alegre, 1994.

GIL, A.C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 4 ed. São Paulo: Atlas, 1994. 207p.

GODINHO FILHO, Moacir. CAMPANINI, Luciano; VITA, Romano Augusto S. Guerra. **A interação MRPII-CPM: estudo de caso e proposta de um sistema híbrido**. Revista Produção, v. 14, n. 1, 2004.

LAGE JUNIOR, Muris; GODINHO FILHO, Moacir. **Adaptações ao sistema *kanban*: revisão, classificação, análise e avaliação**. Gestão & Produção, São Carlos, v. 15, n. 1, p.173-188, 29 jan. 2008.

MARTINS, Petrônio G.; LAUGENI, Fernando Piero. **Administração da Produção**. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2005. 562 p.

MOREIRA, Daniel A. **Administração da Produção e Operações**. 3. Ed. São Paulo: Pioneira, 1998.

NAZARENO, Ricardo Renovato. **Desenvolvimento de sistemas híbridos de planejamento e programação da produção com foco na implantação de manufatura enxuta**. 2008. 314 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2008.

PEINADO, Jurandir; GRAEML, Alexandre Reis. **Administração da Produção: (Operações Industriais e de Serviços)**. Curitiba: Unicenp, 2007. 750 p.

PEREIRA, Gisele Regina; BARBOSA, Wagner Domingos; DROHOMERETSKI, Everton. **Planejamento e Controle da Produção: um estudo à luz da produção científica**. In: XXXII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 32., 2012, Bento Gonçalves.

SANTOS, Antônio Marcos dos. RODRIGUES, Iana Araújo. **Controle de estoque de Materiais com diferentes padrões de demanda: estudo de caso em uma indústria química**. Departamento de engenharia de Produção, Pavilhão Central de aulas – PCA, Campus da Pampulha, universidade federal de Minas Gerais – UFMG. 2006

SERENO, Bruno; SILVA, Daniel Sant Anna da; LEONARDO, Dênis Gustavo; SAMPAIO, Mauro. **Método híbrido CONWIP / KANBAN: um estudo de caso**. Gestão & Produção, São Carlos, v. 18, n. 3, p.651-672, 29 jan. 2011.

SILVA, Alessandro Lucas; GANGA, Gilberto Miller Devós; JUNQUEIRA, Roberta Pinezi. **Como determinar os sistemas de controle da produção a partir da lei de pareto**. In: XXIV ENCONTRO NAC. DE ENG. DE PRODUÇÃO, 24., 2004, Florianópolis.

SILVA, Edna Lúcia da; MENEZES, Eстера Muszkat. **Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação**. 4. ed. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina - Ufsc, 2005. 139 p

TUBINO, Dalvio Ferreira. **Manual de planejamento e controle da produção**. São Paulo: Atlas, 1997.