

**UNIVERSIDADE DE ARARAQUARA**  
**MESTRADO PROFISSIONAL EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**Wellington Francisco de Ázara**

**PROPOSTA DE UM MODELO DE SEQUENCIAMENTO DE TAREFAS,  
VOLTADO PARA INDÚSTRIAS COM SISTEMA DE PRODUÇÃO  
DISCRETO REPETITIVO**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Engenharia de Produção da Universidade de Araraquara – UNIARA – como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção, Área de Concentração: Gestão Estratégica e Operacional da Produção.

**Prof. Dr. Walther Azzolini Júnior**  
Orientador

Araraquara, SP – Brasil  
2018

## FICHA CATALOGRÁFICA

L699c ÁZARA, Welington Francisco de  
Proposta de um Modelo de Sequenciamento de Tarefas, Voltado para  
Indústrias com Sistema de Produção Discreto Repetitivo / Welington  
Francisco de Ázara – Araraquara: Universidade de Araraquara, 2018.  
91f.

Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de  
Produção – Universidade de Araraquara-UNIARA

Orientador: Prof. Dr. Walter Azzolini Junior

1. Sequenciamento de produção. 2. Estratégias PCP. 3. Sistema de Produção  
Repetitivo. 4. Ferramentas do PCP. 5. Sistema MRP.

CDU 62-1

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ÁZARA, W. F. de. **Proposta de um Modelo de Sequenciamento de Tarefas, Voltado para Indústrias com Sistema de Produção Discreto Repetitivo**. 2018. 91f. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção – Universidade de Araraquara, Araraquara-SP.

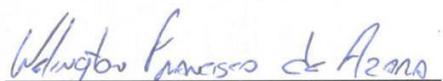
## ATESTADO DE AUTORIA E CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Welington Francisco de Ázara.

TÍTULO DO TRABALHO: Proposta de um modelo de sequenciamento de tarefas, voltado para indústrias com sistema de produção discreto repetitivo.

TIPO DO TRABALHO/ANO: Dissertação/2018.

Conforme LEI Nº 9.610, DE 19 DE FEVEREIRO DE 1998, o autor declara ser integralmente responsável pelo conteúdo desta dissertação e concede à Universidade de Araraquara permissão para reproduzi-la, bem como emprestá-la ou ainda vender cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte desta dissertação pode ser reproduzida sem a sua autorização.



---

**Welington Francisco de Ázara**

Universidade de Araraquara - UNIARA

Rua Carlos Gomes, 1217, Centro. CEP: 14801-340, Araraquara-SP

e-mail: [welington.azara@yahoo.com.br](mailto:welington.azara@yahoo.com.br)



UNIVERSIDADE DE ARARAQUARA - UNIARA  
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

FOLHA DE APROVAÇÃO

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Engenharia de Produção da Universidade de Araraquara – UNIARA – para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção.

Área de Concentração: Gestão Estratégica e Operacional da Produção.

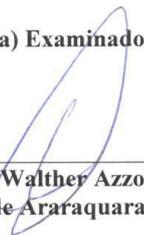
NOME DO AUTOR: **WELINGTON FRANCISCO DE ÁZARA**

TÍTULO DO TRABALHO:

**"PROPOSTA DE UM PROCEDIMENTO DE SEQUENCIAMENTO DE TAREFAS, VOLTADO PARA INDÚSTRIAS COM SISTEMA DE PRODUÇÃO DISCRETO REPETITIVO."**

Assinatura do(a) Examinador(a)

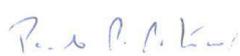
Conceito

  
\_\_\_\_\_  
Prof(a). Dr(a). **Walther Azzolini Júnior** (orientador(a))  
Universidade de Araraquara - UNIARA

Aprovado ( ) Reprovado

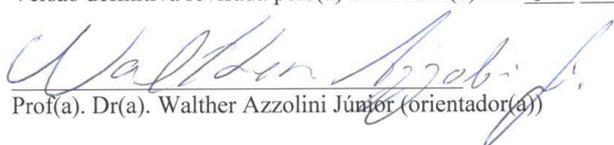
  
\_\_\_\_\_  
Prof(a). Dr(a). **Carlos Magno de Oliveira Valente**  
Universidade de Araraquara - UNIARA

Aprovado ( ) Reprovado

  
\_\_\_\_\_  
Prof(a). Dr(a). **Paulo Rogério Politano**  
Universidade Federal de São Carlos - UFSCAR

Aprovado ( ) Reprovado

Versão definitiva revisada pelo(a) orientador(a) em: 05/09/2018

  
\_\_\_\_\_  
Prof(a). Dr(a). **Walther Azzolini Júnior** (orientador(a))

Quase tudo é possível quando se tem dedicação e habilidade. Agradeço à minha família por acreditar na minha capacidade e investir em mim. Mãe, seu cuidado e dedicação foram o que deram, em alguns momentos, a esperança para seguir. Pai, sua presença significou segurança e certeza de que não estou sozinho nessa caminhada.

## RESUMO

Dentro do escopo de um sistema de planejamento, a programação da produção deve contribuir com a minimização do impacto das flutuações de demanda de uma determinada variedade dos produtos sobre os resultados do desempenho do sistema de manufatura. Tal desafio, diante da incerteza de demanda e da variedade de produtos, requer um processo de fabricação apoiado por uma capacidade de recursos balanceada e finita, com base nos roteiros de fabricação e um modelo de sequenciamento, que além de incorporar as regras do uso eficiente dos recursos, faça uso de um modelo capaz de relacionar as variáveis e suas restrições, de modo a ser capaz de reorganizar a sequência de execução das ordens de produção e atender os prazos de entrega podendo minimizar o tempo de *setup*, aumentar a produtividade e eficiência. O método utilizado no presente trabalho é de natureza aplicada, com abordagens qualitativas e quantitativas e os procedimentos de pesquisa sem enquadram no contexto de pesquisa-ação, pois possui a participação do autor em todo o processo. O presente trabalho tem como objetivo desenvolver e propor um modelo de sequenciamento de tarefas de uma indústria fornecedora de autopeça do setor automotivo de motocicletas, a partir da definição das estratégias de PCP por parte da indústria e, por conseguinte, através destas estratégias, propor um modelo de sequenciamento com o propósito de minimizar o tempo de *setup*, o tamanho do lote e, contudo, a cobertura do estoque. Como resultados alcançados, observou-se uma redução na mão de obra direta de 17 pessoas e mesmo sofrendo essa redução, a produção total de cabos teve um ganho de 81.374 cabos por mês, ou seja as linhas de produção estão produzindo mais com menos pessoas, além de diminuir de 5% a 0,78% o planejado *vs* o realizado, tornando o planejamento mestre de produção do mês mais confiável.

**Palavras-chave:** Sequenciamento de Produção. Estratégias PCP. Sistema de Produção Repetitivo. Ferramentas do PCP. Sistema MRP.

## ABSTRACT

*Within the scope of a planning system, the production must contribute to the minimization of the impact of fluctuations in demand for a particular variety of products on the results of the performance of the manufacturing system. Such a challenge, given the uncertainty of demand and the variety of products, requires a manufacturing process supported by a balanced and finite resource capacity, based on scripts of manufacturing and a sequencing model, which also incorporate the rules of the efficient use of resources, make use of a model able to relate the variables and their restrictions in order to be able to rearrange the sequence of execution of production orders and meet the deadlines and can minimize the setup time, increase productivity and efficiency. The method used in this work is applied in nature, with qualitative and quantitative approaches and the research procedures was an action research, as has the author's participation in the entire process. The present work aims to develop and propose a task sequencing model of an industry supplier of automotive motorcycles auto part, from the definition of the strategies of PCP by industry and, therefore, through these strategies propose a sequencing model to minimize setup time, the lot size and However, the coverage of stock. As achievements there was a decrease in direct labour of 17 people and even suffering this reduction, the total production of cables had a gain of 81,374 cables per month, i.e. the production lines are producing more with fewer people, besides decrease of 5% to 0.78% planned vs. actual, making the master production planning of the month more reliable.*

**Keywords:** *Sequencing Production. PCP Strategies. System Repetitive Production. Tools of PCP. MRP System.*

## Lista de Figuras

Figura 1 - Estrutura do Processo Decisório do PCP.....	17
Figura 2 - Estrutura do Controle da Produção.....	19
Figura 4 - Relações entre itens “pai” e itens “filhos”.....	25
Figura 5 - Princípio Básico de Funcionamento do MRP.....	26
Figura 6 - O Sistema MRP. ....	26
Figura 7 - Desperdício da produção .....	39
Figura 8 - Esboço do modelo novo da linha de produção .....	50
Figura 9 - Modelo novo da linha de produção .....	51
Figura 32 - Fluxo do Processo de Planejamento .....	53
Figura 33 - Ordem de Produção .....	54
Figura 10 – Planilha de lista de tempos (todos os tempos estão em segundos). ....	57
Figura 11 - Fluxo dos dados de entrada e saída da planilha lista de tempos.....	58
Figura 12 - Cabo de comando de motocicleta.....	59
Figura 13 - Cabo com um terminal.....	60
Figura 14 - Cabo com dois terminais. ....	60
Figura 15 – Planilha de lista de Ferramentas e Dispositivos.....	62
Figura 16 - Fluxo dos dados de entrada e saída da planilha lista de ferramentas.....	63
Figura 17 - Previsões e confirmação de vendas. ....	64
Figura 18 - Fluxo dos dados da planilha previsão e confirmação de vendas .....	65
Figura 19 - Planilha de Estoque e Ordenado.....	66
Figura 20 - Fluxo dos dados de entrada e saída da planilha estoque e ordenado .....	67
Figura 21 – Planilha de Reposição dos itens .....	69
Figura 22 - Fluxo dos dados de entrada e saída da planilha reposição.....	70
Figura 23 - Planilha curva ABC .....	70
Figura 24 - Definição da curva ABC.....	71
Figura 25 - Desativa ou ativa calculo .....	71
Figura 26 – Planilha de Montadora. ....	73
Figura 27 - Fluxo dos dados de entrada e saída da planilha Montadora .....	74
Figura 28 – Planilha do <i>Mix</i> de produção.....	76
Figura 29 - Fluxo dos dados de entrada e saída da planilha de mix de produção .....	77
Figura 30 - Sequenciamento de Produção .....	78
Figura 31 - Fluxo dos dados da planilha sequenciamento de produção .....	79

Figura 34 - Planilha de total de horas disponíveis.....	80
Figura 35 - Indicador de 2016 .....	81
Figura 36 - Indicador de 2017 .....	82
Figura 37 - Estoque de Dezembro/2016 no modelo antigo. ....	83
Figura 38 - Estoque Dezembro/2017 no modelo proposto.....	83

## **LISTA DE QUADROS**

Quadro 1 – Resumo da caracterização da pesquisa.....	53
--	----

## **Lista de Abreviaturas e Siglas**

- APS - *Advanced Planning and Scheduling Systems.*
- ATO - *Assembly To Order.*
- BOM - *Bill of Materials.*
- BOP - *Bill of Process.*
- CAPP - *Computer Automated Process Planning.*
- CNE - *Controlados pelo Nível de Estoque.*
- CP - *Controle de Produção.*
- CQ - *Controle de Qualidade.*
- Datasul-SEM - *Enterprise Management System.*
- DPs - *Design Parameters.*
- EDI - *Intercâmbio Eletrônico de Dados.*
- ERP - *Enterprise Resource Planning.*
- ETO - *Engineering To Order.*
- HMS - *Holonic Manufacturing Systems.*
- IMS - *Intelligent Manufacturing Systems.*
- IPPS - *Integrated Process Planning and Scheduling.*
- MPS - *Master Production Schedule.*
- MRP - *Material Requirement Planning.*
- M-Ser - *Manufacturing-Services.*
- M-Ser Class - *Manufacturing-Service Class.*
- MTO - *Make To Order.*
- MTS - *Make To Stock.*
- NLPP – *Non-Linear Process Plans.*
- OC - *Ordens de Compra.*
- OP - *Ordens de Produção.*
- OPT - *Optimized Production Technology.*
- PCP - *Planejamento e Controle de Produção.*
- PDPS - *Product Driven Production Systems.*
- PPCP - *Planejamento, Programação e Controle de Produção.*
- QRTS - *Quick Response To Stock.*
- RCCP - *Rough Cut Capacity Planning.*
- RTO - *Resources To Order.*

SCO - Sistema de Coordenação de Ordens.

SOHMS - *Service Oriented Holonic Manufacturing Systems.*

SP - Sistema de Produção.

UML - *Unified Modelling Language.*

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>12</b>
1.1 ..... Questões de pesquisa .....	12
1.2 ..... Objetivo .....	13
1.3 ..... Justificativa .....	13
1.4 ..... Classificação Metodológica .....	14
1.5 ..... Estrutura do trabalho.....	15
<b>2 O PLANEJAMENTO E O CONTROLE DA PRODUÇÃO (PCP) .....</b>	<b>16</b>
2.1 Sistemas de Produção .....	20
2.2 Sistemas de Coordenação de Ordens .....	21
2.3 Sistema <i>KANBAN</i> .....	22
2.4 Sistema MRP .....	23
2.4.1 Os Principais Parâmetros do MRP .....	24
2.5 O Sistema OPT ( <i>Optimized Production Technology</i> ) .....	27
2.5.1 As Dez Regras do OPT.....	28
2.5.2 O sistema DBR .....	29
2.5.2.1 Teoria das restrições .....	32
2.5.2.2 Passo a passo da teoria das restrições .....	34
2.6 Controle de Estoque .....	35
2.7 <i>Lean Manufactory</i> .....	36
2.7.1 Mecanismos da produção .....	38
2.7.2 Os 5 princípios do pensamento enxuto.....	40
2.8 Sistema APS ( <i>Advanced Planning Systems</i> ) .....	42
2.8.1 Vantagens do sistema APS .....	43
<b>3 METODOLOGIA.....</b>	<b>44</b>
<b>4 APRESENTAÇÃO DA EMPRESA DE CABOS DE MOTOCICLETA .....</b>	<b>48</b>
4.1 Linha de produção (Modelo antigo) .....	49
4.1.1 Linha de produção (Modelo novo) .....	49
4.2 Fluxo do Processo de Planejamento .....	52
4.2.1 Procedimento do Sequenciamento da Produção.....	53
4.3 Desenvolvimento do Sequenciamento da Produção.....	55
4.4 Lista de Ferramentas e Dispositivos .....	61
4.5 Previsões e Confirmações de Vendas .....	63

4.6 Estoque e Ordenado (Ordens de Produção).....	65
4.7 Reposição .....	68
4.8 Montadora.....	72
4.9 <i>Mix</i> de Produção .....	75
4.10 Sequenciamento de Produção .....	77
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>80</b>
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>84</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>85</b>

# 1 INTRODUÇÃO

O processo de tomada de decisão do sistema de planejamento e controle da produção (PCP) tem como ponto de partida a proposta de um procedimento de sequenciamento de tarefas, a qual se pretende atender, como por exemplo, a minimização do tempo de *setup*, o uso eficiente dos recursos de manufatura a partir da minimização ou adequação do tamanho do lote de produção.

Trata-se, portanto, da definição de regras de sequenciamento definidas a partir do desenho do fluxo de produção com as suas restrições e variáveis de processo que o modelo deve considerar. A partir da interdependência entre as variáveis do sistema, deve gerar como resultado um plano de produção executável, dentro dos limites das variáveis de contorno definidas.

Dessa forma, isso torna o processo de programação da produção um enorme desafio para as indústrias, devido à mudança nos planos de produção, que pode ser muitas vezes, imprevisível, pois o *mix* de produtos pode mudar com determinada frequência quanto a determinadas particularidades do produto, além da possibilidade do aumento da variedade e da redução dos volumes de unidades a serem produzidas.

Em linhas gerais, o problema de sequenciamento e de programação de lotes (*sequencing and scheduling*) consiste em determinar em qual ordem devem ser produzidos os lotes de forma a minimizar os tempos de preparação, que diminuem a capacidade produtiva (JOHNSON; MONTGOMERY, 1974).

O presente trabalho tem como objetivo desenvolver um procedimento de sequenciamento de tarefas de uma indústria fornecedora de autopeça do setor automotivo de motocicletas, a partir da definição das estratégias de PCP por parte da indústria e, por conseguinte, através destas estratégias propor um modelo de sequenciamento com o propósito de minimizar o tempo de *setup*, o tamanho do lote e, contudo, a cobertura do estoque.

## 1.1 Questões de pesquisa

A partir do modelo proposto, pretende-se responder às seguintes questões de pesquisa:

- 1) Houve ganhos de produtividade e eficiência nas células produtivas?
- 2) Os estoques se tornaram mais confiáveis?
- 3) Houve redução significativa nos estoques, principalmente nos itens de baixo volume?

4) É possível produzir mais com o mesmo efetivo de recursos?

## **1.2 Objetivo**

Com base na revisão da literatura apresentada neste trabalho foi investigado neste projeto as principais propostas de integração do fluxo de informações das funções planejamento, programação e controle da produção para sistemas de produção repetitivos.

Contudo, o principal objetivo do desenvolvimento do presente trabalho consiste na construção de um procedimento de sequenciamento de tarefas para aplicação em um caso específico de indústria do setor metal mecânico, autopeças.

## **1.3 Justificativa**

A empresa objeto do estudo é um fornecedor de autopeças para o setor de montadoras de motocicletas com cerca de 60% dos produtos comercializados voltados para o mercado de reposição e 40% dos produtos voltados para as grandes montadoras.

Tal cenário requer da empresa uma maior capacidade de fornecimento de componentes em um horizonte de tempo cada vez menor dentro de um contexto de incerteza de demanda e grande variedade de produtos diferentes, o que requer um fluxo de produção ordenado e capaz de responder às solicitações de demanda com lead times de produção reduzidos, sem impactar no nível de utilização dos seus equipamentos de modo a onerar os custos da operação.

Atualmente, o mercado passou a apresentar oscilações, exigindo do segmento uma readequação com redução de custos, o que requereu das empresas da cadeia providências relativas à ampliação da sua competitividade. Nesse contexto, justifica-se o desenvolvimento de uma proposta de modelo de sequenciamento que possa, ao relacionar as variáveis inerentes à programação da produção, indicar o plano de produção que melhor atende a essas premissas.

## 1.4 Classificação Metodológica

Com base na literatura o presente trabalho foi conduzido durante o seu desenvolvimento, quanto a metodologia de pesquisa, a partir da contemplação de quatro tópicos fundamentais, que são: natureza da pesquisa, objetivo, abordagem e procedimentos (MIGUEL et al., 2012), ou seja:

- 1) **Natureza da pesquisa:** é aplicada, pois gera conhecimento com finalidade de aplicação do conhecimento básico.
- 2) **Objetivo da pesquisa:** trata-se de pesquisa exploratória, pois visa à melhoria do desempenho de sistemas e processos com a proposta de um procedimento de sequenciamento da produção, a partir da revisão bibliográfica e aplicação.
- 3) **Abordagem da pesquisa:** é tanto quantitativa, pois apresenta objetividade, análise de números e busca por generalizações; quanto qualitativa, pois apresenta subjetividade, síntese, participação do pesquisador no processo e busca de particularidades.
- 4) **Procedimentos de pesquisa:** trata-se de pesquisa-ação que é um tipo de pesquisa social que é concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo e no qual os pesquisadores e os participantes representativos da situação da realidade a ser investigada estão envolvidos de modo cooperativo e participativo, pois o autor do trabalho conduziu toda a implantação e elaboração do procedimento de programação com efetiva aplicação e mensuração dos resultados que o procedimento proporcionou durante o tempo de experimentação.

Dessa forma, a dissertação se apresenta com características da pesquisa-ação dado o objetivo proposto e o respectivo intuito do autor de apresentar uma solução para um problema, contribuindo para o aumento do conhecimento dos pesquisadores e dos grupos envolvidos, pois foi necessária a cooperação entre os colaboradores da organização industrial objeto do estudo e dos pesquisadores que colaboraram indiretamente, através das respectivas publicações do tema de pesquisa, para se obter uma visão aprofundada de como o procedimento pode colaborar com o melhor uso dos recursos de manufatura.

## 1.5 Estrutura do trabalho

Este trabalho é dividido em cinco seções:

- Iniciando pela 1 Introdução.
- 2 Revisão Bibliográfica (ênfase no planejamento e controle da produção (PCP), considerando os sistemas de produção, o controle da produção e as estratégias inerentes as funções do PCP em indústrias com sistemas de produção repetitivos e com uma variedade de *mix* de produtos);
- 3 Descrição da empresa objeto do estudo.
- 4 Resultados obtidos através da aplicação do procedimento proposto.
- 5 Conclusão.

## **2 O PLANEJAMENTO E O CONTROLE DA PRODUÇÃO (PCP)**

De acordo com Slack, Chambers e Johnston (2009), que diz que o planejamento é a formalização, no presente, do que se pretende que aconteça em determinado momento no futuro.

Conforme Fleury, Wanke e Figueiredo (2000), o planejamento nas organizações é composto por uma série de processos e atividades que permeiam estes níveis. De acordo com Ballard (2000), o Planejamento e Sequenciamento da Produção, ou Planejamento e Controle da Produção (PCP) é um destes vários processos.

Vollmann et al. (2006) salientam a importância do PCP na organização por se ocupar do planejamento e controle de todos os aspectos da produção, inclusive do gerenciamento de materiais, da programação de máquinas e pessoas, da coordenação de fornecedores e de clientes-chave. Essas atividades mudam ao longo do tempo e reagem de forma diferente, a diferentes mercados e estratégias da empresa, assim o desenvolvimento de um sistema de planejamento e controle da produção eficaz contribui para o sucesso de qualquer organização.

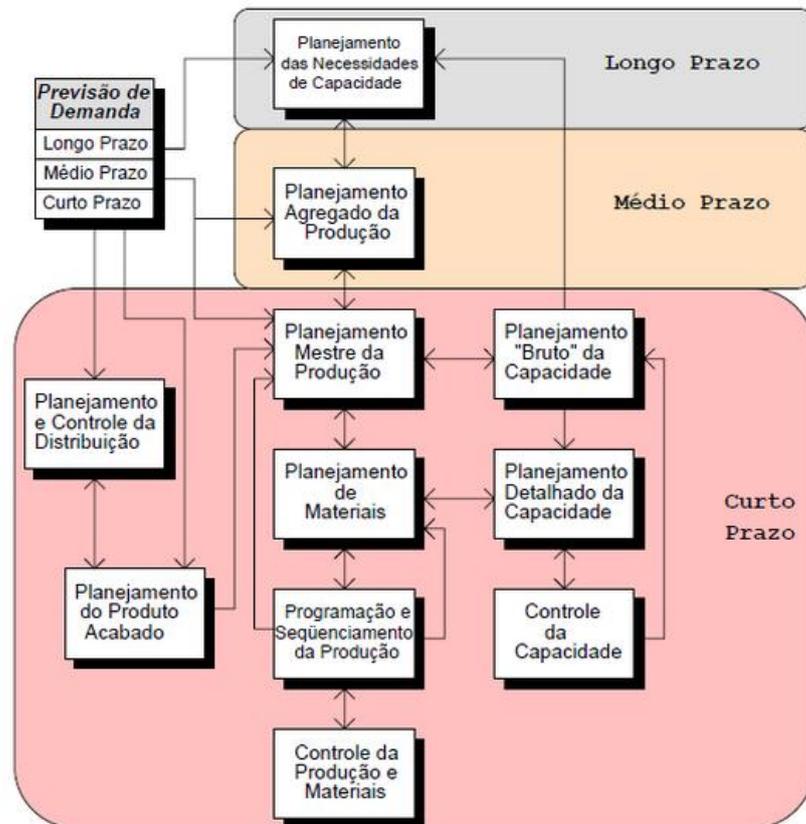
Para Corrêa, Giansesi e Caon (2007), o Planejamento e Controle da Produção (PCP) é parte nuclear dos sistemas de administração da produção e pode ser entendido como o processo de maior criticidade e impacto no valor do negócio para as indústrias de transformação.

Ao tratarem da dinâmica do processo de planejamento, Corrêa, Giansesi e Caon (2007) destacam que esse processo deve ser contínuo, envolvendo um conjunto de passos que formam um ciclo, tendo como passo inicial o levantamento da situação presente, seguido do desenvolvimento e reconhecimento da visão de futuro, passando pela comparação entre a situação presente e a visão de futuro desejada, pela tomada de decisão gerencial e pôr fim a execução e acompanhamento do plano.

Conforme a Figura 1, o PCP envolve um conjunto de decisões que seguem uma estrutura hierarquia, de curto prazo, médio prazo e longo prazo. As atividades são tomadas com base em previsões de demanda. Atividades como a gestão financeira de médio prazo não faz parte das atividades do PCP, porém em conjunto com a gestão de demanda, são as bases para desenvolver um plano agregado de produção, que é um planejamento contínuo caracterizado por revisões mensais e contínuas, ajustes dos planos da empresa conforme as irregularidades da demanda, da disponibilidade dos recursos internos, serviços externos e suprimento de materiais.

Para que isso aconteça, é necessário realizar o planejamento da capacidade que deve suportar o planejamento agregado. O planejamento agregado da produção vai fazer a ligação entre a produção, e as decisões estratégicas da empresa (TUBINO, 2007). Sua função principal é conciliar a capacidade de fornecimento da produção, com a demanda de mercado, obtendo o menor custo possível, e atendendo os objetivos e as estratégias gerais da organização. Para isso, o planejamento agregado combina alternativas de custos, capacidades e estocagem, da melhor maneira possível.

Figura 1 - Estrutura do Processo Decisório do PCP.



Fonte: Miana (2007).

Para Fernandes e Godinho Filho (2010) Controle de Produção (CP) possui entradas como: carteira de pedidos, previsão de demanda de curto prazo, plano agregado da produção, lista de materiais, roteiros de fabricação, as quais permitem realizar as cinco grandes atividades do CP, conforme mostrado na Figura 2. A saber, são elas:

- Programar a produção em termos de itens finais;
- Programar ou organizar/explodir as necessidades em termos de componentes;
- Controlar a emissão/liberação de ordens;
- Programar/sequenciar as tarefas nas máquinas;
- Analisar a capacidade de curto prazo.

Essas atividades são acompanhadas por meio dos níveis de estoque e de produção. Se for igual ao planejado/esperado, as regras de controle são mantidas ou a programação é realizada novamente apenas no próximo período. Caso contrário, são realizadas reprogramações em função dos imprevistos, programações ruins e surgimento de ordens urgentes ou inesperadas.

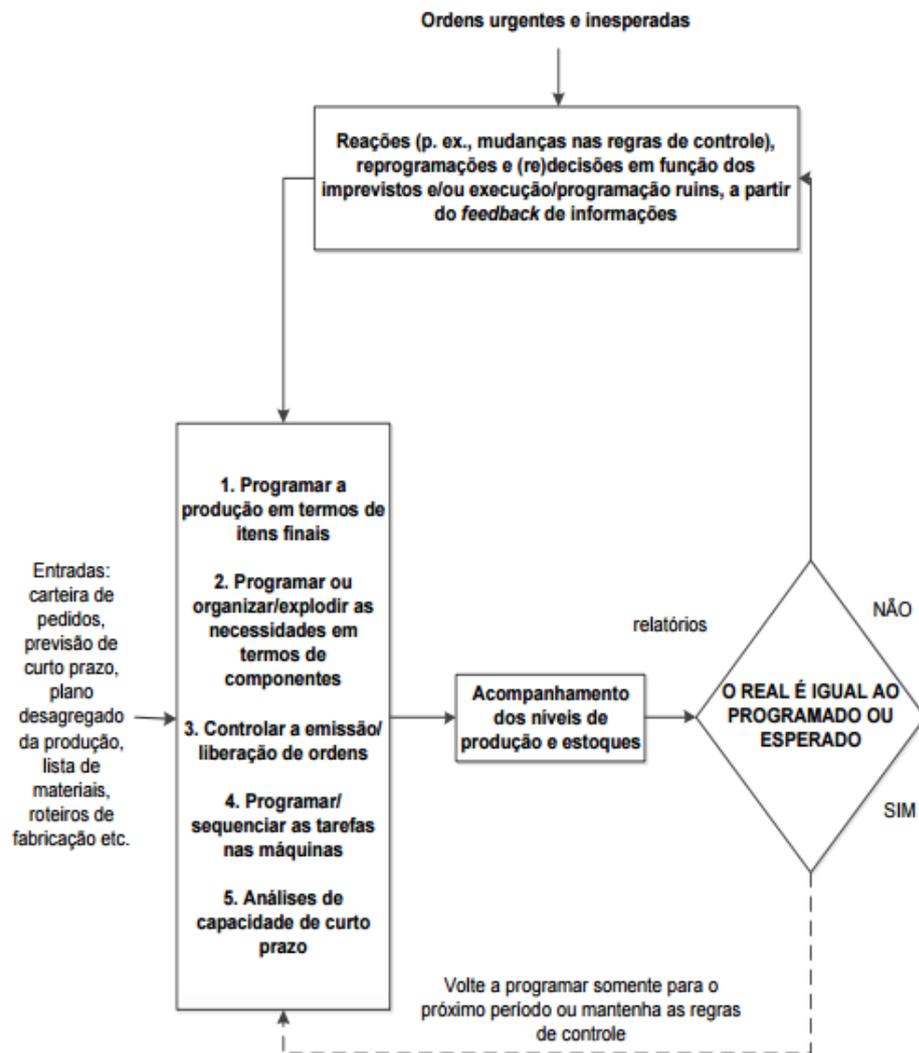
Segundo Corrêa, Gianesi e Caon (2007), pode-se colocar o PCP como um setor de vendas dentro da empresa, pois os envolvidos do setor têm que saber datas, prazos de entrega dos produtos aos clientes.

Normalmente a produção de qualquer fábrica requer grandes lotes e necessita antecipar para não correr riscos de perda de produção. Já o setor de vendas quer maior flexibilidade e diversidade para atender às constantes mudanças do mercado.

O PCP é um setor instável devido às enormes mudanças que ocorrem no dia-a-dia das empresas, além de ser muitas vezes obrigado a produzir mais com menos, já que algumas vezes o prazo chega ao limite e, não podendo realizar hora extra, acaba tendo que produzir muito mais com menos recursos, jamais deixando de atender os clientes.

Uma das grandes dificuldades do PCP refere-se ao planejamento de matéria-prima, pois a falta de algum material para a produção pode gerar muitos transtornos e muitas vezes parar a produção.

Figura 2 - Estrutura do Controle da Produção.



Fonte: Fernandes e Godinho Filho (2010).

A programação da produção nada mais é do que realizar o planejamento mestre de produção, também conhecido como MPS (*Master Production Schedule*) que tem como objetivo principal estabelecer quais produtos finais serão fabricados em um determinado período de tempo e as respectivas quantidades. Outra atividade realizada neste nível é a análise grosseira de capacidade RCCP (*Rough Cut Capacity Planning*) que é uma análise em nível de recurso crítico ou gargalo.

A principal diferença entre controle da produção e planejamento da produção está relacionada ao tempo, enquanto o primeiro trata de itens individuais o segundo trata de família de produtos.

## 2.1 Sistemas de Produção

Um Sistema de Produção pode ser definido como um “conjunto de atividades inter-relacionadas envolvidas na produção de bens (caso de indústrias) ou de serviços” (MOREIRA, 2012).

O sistema de produção (SP) é o conjunto de elementos inter-relacionados que são projetados para gerar produtos finais, cujo valor total supere os custos totais incorridos para obtê-los. O SP pode ser um sistema de manufatura, quando produz bens, ou sistema de serviço, quando produz serviços.

Os elementos inter-relacionados que geram produtos finais são denominados de processos, que é um conjunto de atividades com metas que, se atingidas, auxiliam o sistema de produção a atingir pelo menos um de seus objetivos.

Segundo MOREIRA (2012) Um SP pode ser eficaz, se os objetivos são de fato atingidos; eficiente, se os recursos são utilizados da melhor forma possível; e efetivo, se for ao mesmo tempo eficaz e eficiente. Por exemplo, considere um jogo de futebol: ser eficiente é jogar futebol com arte e ser eficaz é ganhar o jogo.

Os sistemas de produção ainda podem ser repetitivos, se apresentarem pelo menos 75% dos itens de produção repetitivo; não repetitivo, se apresentarem pelo menos 75% dos itens não repetitivos; semi repetitivo, se apresentarem pelo menos 25% dos itens repetitivos e pelo menos 25% não repetitivos; produção em massa, se a grande maioria dos itens é repetitiva.

Para Maccarthy e Fernandes (2000) quando se trata de SP, pode-se ressaltar alguns pontos importantes, como:

- Distingão: onde o SP responde às mudanças no *mix* de produtos, dentro de uma família de produtos muito similares;
- Diversificação: é a habilidade do SP responder a grandes mudanças no *mix* de produtos dentro de uma família de produtos muito diferentes entre si;
- Diferenciação: quando não existe nenhum produto similar no mercado;
- *Lead time*: é o tempo decorrido entre liberar uma ordem e o momento em que os itens de tal ordem tenham sido disponibilizados para uso;
- Tempo de resposta: é o tempo em que o cliente vai esperar, contabilizado entre colocar um pedido e recebê-lo.

Segundo Maccarthy e Fernandes (2000) os SP podem ainda ser classificados quanto a estratégia de resposta à demanda, em seis tipos:

- *Make to Stock* (MTS): produção para estoque com base em previsão de demanda, cujo tempo de resposta é igual ao *lead time*;
- *Quick Response to Stock* (QRTS): produção para estoque com base numa rápida reposição de estoque, sendo o tempo de resposta igual ao *lead time* de distribuição;
- *Assembly to Order* (ATO): montagem sob encomenda, sendo o tempo de resposta igual ao *lead time* de montagem somado ao *lead time* de distribuição;
- *Make to Order* (MTO): fabricação sob encomenda, cujo tempo de resposta é igual ao *lead time* de fabricação de componentes somado ao *lead time* de montagem e distribuição;
- *Resources to Order* (RTO): recursos de insumos sob encomenda, cujo tempo de resposta é igual ao *lead time* de suprimento somado aos *lead time* de fabricação de componentes, montagem e distribuição;
- *Engineering to Order* (ETO): projeto sob encomenda, sendo o tempo de resposta igual ao *lead time* de projeto somado aos *lead times* de suprimento, fabricação de componentes, montagem e distribuição.

## 2.2 Sistemas de Coordenação de Ordens

O planejamento da produção envolve a atividade de controlar por meio de regras de controle ou programar as necessidades de componentes e materiais; controlar a emissão/liberação das Ordens de Produção (OP) e Ordens de Compra (OC), determinando se e quando liberar as ordens; programação/sequenciamento das tarefas nas máquinas. Muitos sistemas se propõem a realizar uma, duas ou até mesmo três atividades.

Segundo Fernandes e Godinho Filho (2010), esses sistemas são denominados de *Ordering Systems*. Dada sua importância para o controle da produção, os *Ordering Systems* são denominados, muitas vezes, de Sistemas de Controle da Produção.

Fernandes e Godinho Filho (2007) propõem um nome que espelhe melhor o que fazem os *Ordering Systems* nos sistemas de produção atuais, sendo mais adequado sistema de coordenação de ordens de produção e compra ou, simplesmente, Sistema de Coordenação de Ordens (SCO).

O SCO programa ou organiza as necessidades que surgem dos componentes e materiais, podendo controlar a emissão/liberação das ordens de produção e compra e/ou programa/sequência das tarefas nas máquinas, controlando como as ordens circularão no processo produtivo.

Portanto, um SCO basicamente coordena as ordens de produção e de compra no chão de fábrica e, na medida do possível, nos fornecedores.

Um SCO pode ser um sistema que “puxa” a produção, quando a informação caminha em sentido oposto ao fluxo de materiais, ou “empurra” a produção, quando a informação e o fluxo de materiais caminham na mesma direção.

Os SCO podem ser classificados em quatro grupos:

- Sistemas de pedido controlado: quando não é possível manter estoque de produto acabado;
- Sistemas controlados pelo nível de estoque (CNE): quando as decisões são baseadas no nível de estoque, o qual puxa a produção;
- Sistemas de fluxo programado: quando realiza a explosão do MPS, convertendo as necessidades do MPS em necessidades de itens componentes. Em geral, esses sistemas “empurram” a produção;
- Sistemas híbridos: quando possuem características dos sistemas controlados pelo nível de estoque e de fluxo programado.

### **2.3 Sistema *KANBAN***

Este sistema foi desenvolvido por Ohno (1997), que define kanban como instruções colocadas em um plástico transparente para repassar informações rápidas às estações de trabalho.

De acordo com Graves, Konopka e Milne (1995), kanban é um sistema de coordenação de ordens de produção e compra definido como um mecanismo de controle de fluxo de materiais, baseado na produção, que controla a quantidade apropriada e o tempo adequado da produção de produtos necessários. Tem sido amplamente utilizado com o significado de cartão, porque utiliza cartões para gerir o fornecimento ou a produção de peças, itens ou matérias-primas.

De acordo com Marçola, Tonetto e Andrade (2009), o sistema *kanban* possui mais de uma função nas empresas, enquadrando-se dentro de diversos objetivos empresariais.

A implantação de um sistema *Kanban* é um trabalho que demanda muito tempo, pois se exige uma grande mudança de cultura interna e a quebra de velhos e poderosos paradigmas na empresa. De modo geral, o cartão do *kanban* tem quatro funções no chão de fábrica, sendo elas: identificar o item, acionar a fabricação, autorizar a movimentação e controlar o nível de estoque. O número de cartões *kanban* limita os lotes a serem produzidos e não permite que dois ou mais lotes de um mesmo produto sejam produzidos simultaneamente (MARÇOLA; TONETTO; ANDRADE, 2009).

Segundo Peinado (1999 apud Adlmaier e Silva, 2007), se o *kanban* for considerado como apenas uma forma de controle de estoques, seu projeto de implantação terá grande chance de ser tratado de maneira isolada, deixando de considerar a existência ou até a necessidade de outros projetos atuando em paralelo e em conjunto.

Conforme Aguiar e Peinado (2007 apud Marçola, Tonetto e Andrade, 2009), o número de cartões *kanban* está diretamente relacionado com a velocidade de consumo na linha de montagem e com o tempo de reposição necessário para suprimento dos lotes.

O sistema *Kanban* possui algumas restrições bastante tratadas nas literaturas. Seu uso não é recomendado em casos de produção desnivelada, operações despadronizadas, demanda instável, grande variedade de itens, entre outras. Essas condições aparecem cada vez mais nas empresas, devido à competitividade e às transformações do ambiente corporativo. Ademais, Godinho Filho e Cestario (2008 apud Almeida et al., 2011) destacam que esse SCO pode ser utilizado em ambientes de produção celular, *job shop* e *flow shop*, cada um respeitando o nível desejado de repetitividade e de volume de produção unitária.

## **2.4 Sistema MRP**

O sistema MRP (*Material Requirement Planning*) foi criado por Orlicky, e é indicado para sistemas de produção não repetitivos. Para o seu bom funcionamento é necessário que sejam definidos de forma consistente alguns parâmetros, como: tamanho do lote, estoque de segurança e *lead times*.

O MRP possui três informações de entrada (*input*): o MPS; estoques disponíveis; e o BOM (*Bill Of Material* - Lista de Materiais) ou a estrutura do produto.

O MPS é a força-motriz do MRP. Os registros de estoque devem refletir a quantidade exata de cada item em estoque, levando em conta a movimentação do estoque. A estrutura do produto é descrita como um diagrama que mostra a sequência na qual as matérias-primas, os componentes e submontagens, são produzidos/montados para formar o produto final.

#### 2.4.1 Os Principais Parâmetros do MRP

Tamanho do lote: é um parâmetro de grande importância no sistema MRP, pois uma vez que o tamanho do lote em um nível determina a necessidade do nível imediatamente inferior. Esta definição do tamanho do lote deve-se dar em função da análise de uma série de custos: custo de preparação; custo de estocagem; custo de variação da carga de trabalho; custo verdadeiro da ociosidade.

Estoque de segurança: tem o objetivo de amenizar as incertezas da demanda e do suprimento. Para a definição dos estoques de segurança deve usar uma abordagem probabilística.

**Lead times:** é definido pelo tempo decorrente entre a liberação de uma ordem e o material correspondente estar pronto e disponível para uso. Os componentes do *lead time* que devem ser levados em consideração são: tempo de emissão física da ordem, tempo de transporte, tempo de fila, tempo de preparação e produção propriamente ditos, tempos com inspeção. Um erro bastante frequente na determinação do *lead time* é a desconsideração dos tempos de fila, o que leva a um subdimensionamento (prazos não cumpridos). Outro erro bastante comum é o superdimensionamento, no qual tempos maiores do que os reais são colocados no sistema.

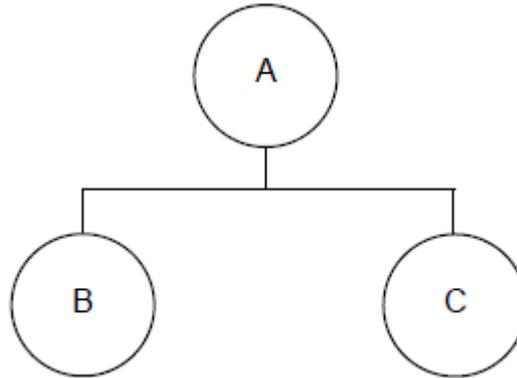
**Conceitos usados no MRP:** O sistema MRP foi concebido, segundo Swann (1983 apud Moura Junior, 1996), a partir da formulação dos conceitos desenvolvidos por Joseph Orlicky, que afirma a existência de itens em estoque divididos em duas categorias: itens de demanda dependente e itens de demanda independente.

Os itens de demanda independente são aqueles itens cuja demanda não depende de nenhum outro item. Itens de demanda dependente, cuja demanda depende de outro algum outro item. Sendo assim, os itens de produtos acabados possuem uma demanda independente que deve ser prevista com base no mercado consumidor. Os itens dos materiais que compõem o produto acabado, chamados de itens “filhos”, possuem uma demanda dependente de algum outro item, chamado de item “pai”, podendo ser calculada com base na demanda deste.

A relação entre tais itens pode ser estabelecida por uma lista de materiais que definem a quantidade de componentes que serão necessários para se produzir um determinado produto (CORRÊA; GIANESI, 1996).

A Figura 4 ilustra o conceito descrito.

Figura 3 - Relações entre itens “pai” e itens “filhos”.



Fonte: Adaptado de Corrêa e Gianesi (1996).

Um item “pai” A é composto por dois itens “filhos”, B e C. Segundo Corrêa e Gianesi (1996) de posse dos dados de estrutura do produto e lead time dos itens, além das necessidades de quantidades e datas de produtos finais, é possível calcular as necessidades de todos os itens finais.

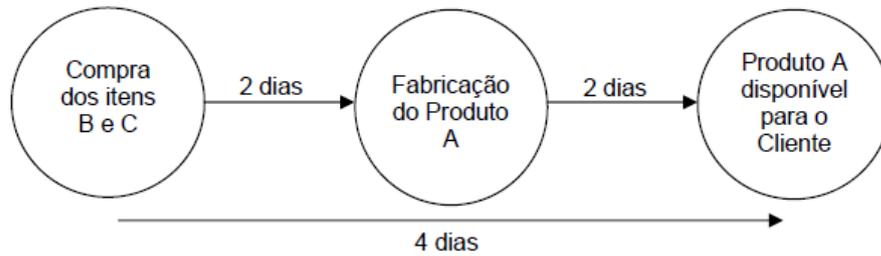
O conceito de necessidades brutas e líquidas também é utilizado no sistema MRP da seguinte forma: quando se entra com um pedido no sistema ele informa a necessidade bruta, ou seja, quanto de material será necessário para produzir aquele pedido.

Se no estoque tem-se o material necessário para produção desse pedido, conhece-se a necessidade líquida desse material descontando da necessidade bruta a quantidade em estoque. A equação 1 ilustra a explicação acima.

$$\text{Necessidade líquida} = \text{Necessidades brutas} - \text{Quantidade em estoque} \quad (1)$$

**Princípio Básico de Funcionamento do MRP:** o princípio básico do sistema MRP é o cálculo das necessidades, uma técnica de gestão que permite o cálculo, viabilizado pelo uso do computador, das quantidades e dos momentos em que são necessários os recursos de manufatura para que se cumpram os prazos de entrega de produtos, com um mínimo de formação de estoque (CORRÊA; GIANESI, 1996).

Figura 4 - Princípio Básico de Funcionamento do MRP.

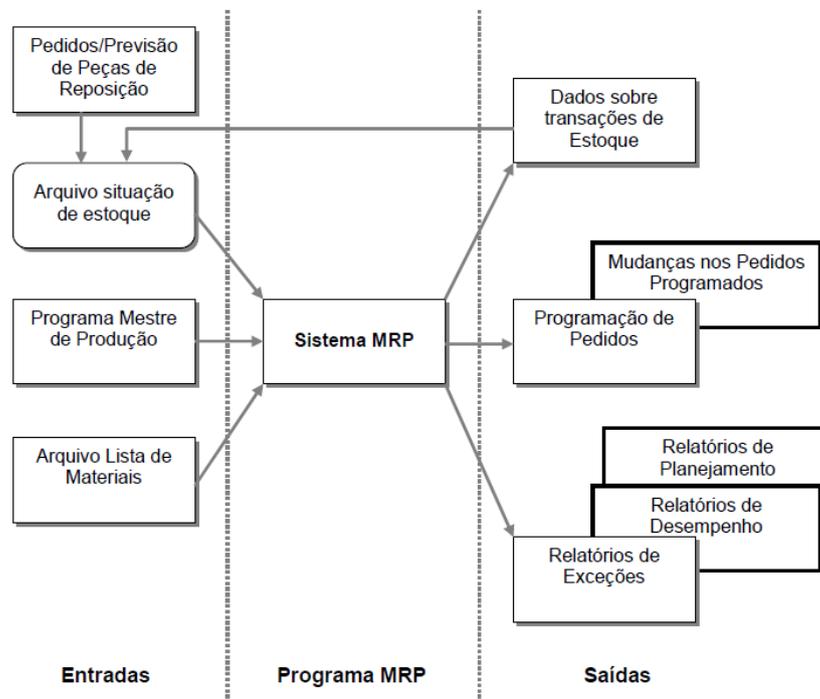


Fonte: Adaptado de Corrêa e Giansesi (1996).

A Figura 5 ilustra tal princípio. Por exemplo, um produto A (item pai), composto por duas peças, B e C (itens filhos), que são compradas de um fornecedor que demora dois dias para entregar tais peças, mais dois dias de produção do item A, podemos considerar um *lead time* de 4 dias, para que o produto pronto esteja disponível para o cliente.

A Figura 6 apresenta graficamente as entradas necessárias no sistema MRP e quais as saídas que tal sistema fornece.

Figura 5 - O Sistema MRP.



Fonte: Gaither e Frazier (2001).

O MRP requer entradas como programa mestre de produção, lista de materiais e *status* do estoque.

O MPS fornece para o sistema MRP quais os produtos serão produzidos no horizonte de planejamento para o qual se calculará a necessidade de recursos. A lista de materiais nos fornece quais são os itens “pais” e itens “filhos” a serem produzidos de acordo com o MPS, a demanda bruta de cada item, e nos fornece ainda o lead time de produção e de entrega dos fornecedores. O arquivo sobre a situação do estoque nos fornece qual é a quantidade em estoque de cada item para ser subtraída da necessidade bruta e encontrada a necessidade de material para produção durante o horizonte de planejamento adotado.

Em suma, de acordo com Corrêa e Giansesi (1996) os principais aspectos do funcionamento do MRP são:

- Parte-se das necessidades de entrega dos produtos finais (quantidades e datas);
- Calculam-se, para trás, no tempo, as datas em que etapas do processo de produção devem começar e acabar;
- Determinam-se os recursos, e respectivas quantidades, necessários para que se executem cada etapa.

## 2.5 O Sistema OPT (*Optimized Production Technology*)

De acordo com Corrêa, Giansesi e Caon (2007), OPT é a sigla para *Optimized Production Technology*, uma técnica de gestão da produção baseada no uso de um *software*, desenvolvida por um grupo de pesquisadores israelenses, do qual fazia parte o físico Eliyahu Goldratt, que se tornou o principal divulgador dos princípios desta técnica.

Na abordagem OPT defende-se que o objetivo básico de uma empresa é ganhar dinheiro e, para isso, o fluxo de manufatura deve ser o maior possível, e o estoque e as despesas operacionais os menores possíveis (CASTRO, 2005; CORRÊA; GIANESI; CAON, 2007). Porém, na abordagem OPT esses três termos – fluxo, estoque e despesas operacionais – recebem significado diferenciado em relação ao usual, os quais são (CORRÊA; GIANESI; CAON, 2007; JUNQUEIRA, 2003; VOLLMANN et al., 2006):

– Fluxo ou ganho (*throughput*): é a taxa segundo a qual o sistema gera dinheiro pela venda de seus produtos. Diferencia-se da visão tradicional, pois considera como fluxo apenas os produtos que estão vendidos. Aqueles não vendidos são considerados ainda como estoque e, desta forma busca-se, maximizar o ganho e não simplesmente a produção.

– Estoque ou inventário (*inventory*): trata-se do dinheiro empregado pela empresa nos bens que pretende vender. Refere-se ao valor das matérias-primas envolvidas.

– Despesas operacionais (*operating expenses*): todo dinheiro que o sistema gasta para transformar estoque em fluxo/ganho.

Os conceitos básicos que formam a base do OPT, e popularizados pelo livro “A Meta”, tomaram forma como pensamento sistêmico, ganhando corpo no que foi batizado como Teoria das Restrições, onde se combina a aplicação de conceitos matemáticos e heurísticos a uma série de preceitos que já haviam aparecido sob a filosofia Just in time (JUNQUEIRA, 2003).

### 2.5.1 As Dez Regras do OPT

Segundo Vollmann et al. (2006) e Corrêa, Gianesi e Caon (2007), os princípios básicos envolvidos no método de programação da produção da Teoria das Restrições e dos Sistemas OPT são os seguintes:

**1 – Balancear o fluxo e não a capacidade:** o balanceamento da capacidade significa manter uma carga de trabalho 100% em todos os recursos produtivos, mantendo um alto volume de estoque em processo adiantando a fabricação de peças que só serão vendidas num futuro incerto. Já balancear o fluxo significa usar a capacidade de acordo com as necessidades exatas, dessa forma ela só será 100% nos gargalos.

**2 – Utilização dos não gargalos é determinada pelas restrições:** os gargalos marcam o passo de todos os recursos do sistema produtivo, ou seja, o nível de utilização de um recurso não gargalo é determinado pelas necessidades dos recursos gargalos que restringem o volume da produção.

**3 – Ativar nem sempre é igual a utilizar:** se o recurso não gargalo produz e puder ser aproveitado por um recurso gargalo, então se diz que o recurso não gargalo foi utilizado, senão, o recurso não gargalo foi apenas ativado, mas não utilizado.

**4 – Uma hora perdida em um gargalo é uma perda em todo o sistema:** À hora perdida em um gargalo jamais será recuperada, houve um volume de produção do sistema como um todo que simplesmente deixou de ser produzido.

**5 – Uma hora economizada num recurso não gargalo é uma miragem: a economia de um recurso não gargalo** acaba sendo utilizada na produção de itens que não podem ser absorvidos pelos gargalos, ou acaba aumentando o tempo ocioso do não gargalo – para Goldratt (2009), tempo ocioso é aquele gasto na produção de itens que não serão utilizados pelos recursos gargalos.

**6 – Gargalos governam o volume de produção e o volume de estoques em processo:** É um corolário dos princípios anteriores.

**7 – Lote de transferência nem sempre é igual ao lote de processo:** em outras palavras pode-se utilizar a sobreposição de operações. Conforme a conveniência, para se manter o fluxo contínuo nos gargalos os lotes de processo e de transferência podem e devem assumir valores diferentes.

**8 – Os lotes de processos devem ser variáveis e não fixos.**

**9 – A lei de MURPHY (se algo de errado puder ocorrer, ele vai ocorrer):** é conhecida e seus transtornos podem ser isolados e minimizados, usando-se capacidade e estoques de segurança em pontos estratégicos para imunizar o programa de produção contra refugos e quebra de máquinas.

**10 – A soma dos ótimos locais no geral não é igual ao ótimo global:** essa máxima de enfoque sistêmico no CP significa que todas as restrições e objetivos devem ser levados em conta simultaneamente. Uma consequência dessa regra é que o lead time dos itens advém da programação feita considerando-se todas as restrições e não podem ser pré-determinados.

### **2.5.2 O sistema DBR**

Os métodos Tambor-Pulmão-Corda (DBR, do inglês Drum-Buffer-Rope) e Gerenciamento do Pulmão (BM) foram objetos de estudo em diversos trabalhos científicos e livros didáticos escritos nas mais variadas línguas.

O texto que segue é um fundamentado nos conceitos mais fundamentais destes métodos. Seu conteúdo, assim como detalhes aqui não tratados, está baseado em Goldratt (1990, 2003, 2009), Schragenheim e Dettmer (2001), Souza (2005) e Schragenheim, Dettmer e Patterson (2009). O método DBR inicia sua lógica localizando o elemento mais restritivo do sistema, denominado gargalo ou recurso com restrição de capacidade (RRC) (as diferenças entre ambos serão oportunamente tratadas), e estabelece que o ritmo de produção de todo o sistema deve estar subordinado à taxa deste elemento restritivo. Por esta razão, o programa de produção do RRC (ou gargalo) é chamado de Tambor, estabelecendo a velocidade máxima que o sistema produtivo é capaz de manter sobre as melhores condições, ou seja, sobre baixos níveis de variabilidade ou interrupção. O Tambor é, portanto, um programa de produção formal e estabelecido segundo algoritmos criados para explorar a capacidade limitada do RRC.

O entendimento do conceito de Tambor traz algumas implicações. Uma delas é que, com exceção do RRC, todos os demais recursos devem operar abaixo de sua capacidade máxima, isto é, para estes recursos, a eficiência deixa de ser uma medida crítica.

Um corolário desta conclusão é que tempo ocioso na maioria dos recursos passa a ser não só aceitável, mas desejado. Enquanto as eficiências locais perdem relevância, o DBR considera que o principal objetivo da manufatura é maximizar a velocidade do fluxo de produção, ao mesmo tempo que reduz a quantidade de estoque em processo a um mínimo consistente com elevados níveis de cumprimento de entregas no prazo prometido.

Uma vez que os ambientes produtivos estão sempre sujeitos a variações, uma proteção deve ser fornecida ao programa estabelecido no RRC. A esta proteção ao Tambor dá-se o nome de Pulmão, o qual, para o DBR clássico, é sempre definido na forma de tempo (*time buffer*). O tamanho do pulmão não é uma função da capacidade do RRC, mas do tempo necessário para que o material, uma vez liberado ao chão de fábrica, alcance o RRC a despeito das eventuais variações nos processos produtivos e das filas delas resultantes.

Desta forma, o pulmão estabelece quanto tempo antes do programado pelo Tambor deve-se liberar material para atender a uma determinada ordem de produção.

Para todos os propósitos práticos, o pulmão de tempo é uma função da incerteza total no sistema, incluindo erros humanos, quebras de equipamentos, ausência de mão de obra, problemas de qualidade, flutuações na demanda e de seus impactos nos tempos de fila.

Este tipo de pulmão recebe o nome de Pulmão de Recurso, mas não é o único sugerido pelo DBR. Um Pulmão de Mercado é estabelecido para que todo pedido seja programado no Tambor um pulmão de tempo antes da sua data de entrega ao cliente. Este Pulmão de Mercado deve incorporar, portanto, as operações localizadas após o RRC (excluindo este) até a conclusão e embarque do pedido ao cliente. O terceiro tipo de pulmão existe para as situações nas quais há uma operação de montagem após o RRC no roteiro de produção. Denominado de Pulmão de Montagem, este pulmão visa garantir que as peças provenientes do RRC possam ser imediatamente montadas com aquelas que não passaram pelo RRC, evitando atrasos que poderiam colocar em risco as datas de entrega acordadas com os clientes.

Estabelecidos e dimensionados os pulmões, estes irão determinar o comprimento das Cordas a eles associadas. A Corda sinaliza às operações iniciais do roteiro de fabricação para que elas ajustem suas taxas de liberação de matéria-prima ou componentes ao sistema produtivo em um ritmo estabelecido no Tambor. Ao contrário das programações tradicionais, a Corda programa as liberações de material na forma de “não libere antes de determinada data”, evitando que desnecessário excesso de estoque em processo entre no sistema, mesmo quando as operações iniciais estão ociosas.

A aplicação do método DBR estabelece um plano de produção que visa explorar a capacidade do RRC e assegurar entregas no prazo. O BM é o mecanismo de controle e execução deste plano. O BM divide o pulmão de tempo em três partes iguais, cada uma delas correspondendo a uma categoria de prioridade.

Durante a primeira parte do pulmão (passados um terço do pulmão de tempo), denominada de região verde, não se espera que a ordem já tenha chegado a seu destino (RRC, expedição ou montagem, dependendo do tipo de pulmão). Contudo, durante a segunda parte, ou região amarela, a expectativa é que a ordem já tenha chegado. Caso contrário, o gestor deve localizá-la e monitorá-la, porém não há necessidade de apressá-la. Entretanto, se mais de dois terços do pulmão se passaram, a região vermelha foi alcançada e a não chegada da ordem no seu destino deve levar o gestor a tomar uma atitude imediata: fazer o que for possível para acelerar a ordem.

Vale lembrar que uma premissa deste mecanismo é que o tempo efetivo de processamento das ordens (composto apenas pelo tempo de toque nas peças, isto é, pelo tempo de transformação dos produtos ou de agregação de valor) não é maior que 10% do *lead time* de produção. Devido aos demais fatores que constituem este lead time, em especial aos tempos de fila, esta premissa é válida para a grande maioria dos ambientes de manufatura (GOLDRATT, 2009).

Assim, ordens de cor vermelha têm ainda 33,3% do *lead time* para ser concluída, um tempo maior que o tempo de processamento propriamente dito.

Tal sistema de prioridade, segundo o qual ordens que penetram a região vermelha do pulmão recebem prioridades sobre as amarelas e estas sobre as verdes, permite que os tempos de fila sejam minimizados para as ordens vermelhas, viabilizando sua conclusão no prazo.

Uma forma mais precisa de se identificar a real situação de uma ordem é calcular o *status* de seu pulmão. O *Status do Pulmão (SP)* mede o nível de penetração no pulmão de uma determinada ordem de produção. Um SP de 15% significa que 15% do tempo do pulmão foi consumido sem que esta alcançasse seu destino, sua cor é, portanto, verde.

Um SP entre 33,3% e 66,7% implica na cor amarela e, se este estiver maior que 66,7%, a cor é vermelha.

Um SP maior que 100% significa que a ordem está atrasada e sua cor é preta; se negativo, a ordem de produção foi liberada antes do previsto, significando que a Corda não foi seguida.

Por fim, o dimensionamento do pulmão é definido na fase de planejamento, mas o BM deve dinamicamente ajustá-lo. Uma regra efetiva para se fazer isso, sem pôr em risco o desempenho nas entregas, é diminuí-lo quando o número de ordens vermelhas é menor que 5% do número total de ordens liberadas e aumentá-lo quando o número de ordens vermelhas é maior que 10%.

### **2.5.2.1 Teoria das restrições**

Uma das principais mensagens deixadas pelo livro “A Meta”, dos autores Goldratt e Cox (2003), está relacionada com aquilo que o autor denomina como a meta de toda a empresa. Segundo os autores, a meta de toda a empresa é ganhar dinheiro hoje e sempre. Talvez por uma questão de dificuldade de tradução, o uso da palavra “ganhar” (tradução de *to make*, na língua inglesa) costuma ser muitas vezes confundida com aumentar o lucro hoje e sempre. Porém, há uma importante consideração de ênfase que parece ter escapado da compreensão de muitos pesquisadores do assunto. Goldratt e Cox (2003) sugerem que o lucro líquido operacional de uma empresa pode ser descrito como o ganho total por ela obtido subtraído de suas despesas operacionais totais. De acordo com os autores, ganho é definido como a taxa na qual a empresa gera dinheiro a partir das vendas, enquanto a despesa operacional é definida como todo o dinheiro gasto na transformação dos investimentos da empresa em Ganho.

No entanto, uma importante mensagem que os autores procuraram transmitir é que aceitar que a meta de uma empresa é “ganhar dinheiro hoje e sempre” implica em que as empresas deveriam buscar aumentos de lucratividade prioritariamente por meio do aumento do ganho, e não pela via da redução de custos (ou das despesas operacionais).

Como aumentar o ganho significa necessariamente priorizar ações que visem o aumento das vendas, a relação entre a TOC e a gestão da demanda parece ser evidente.

Quando do seu surgimento, muitas das práticas e abordagens derivadas da TOC estavam voltadas a questões da manufatura, tratadas pelos métodos Tambor-Pulmão-Corda (DBR) e Gerenciamento do Pulmão (BM) (GOLDRATT; COX, 2003; GOLDRATT, 1990). Conviver com um gargalo no sistema não era visto necessariamente como algo ruim, desde que devidamente gerenciado.

O método DBR tradicional foi projetado para situações nas quais a demanda frequentemente excedia a capacidade da companhia de atendê-la. O S-DBR, por sua vez, reconhece que para um grande número de empresas, durante ao menos parte do tempo, a demanda não consome toda a capacidade de produção.

O S-DBR permite suavizar a carga sobre os recursos mesmo quando a pressão da demanda é muito alta (SCHRAGENHEIM; DETTMER; PATTERSON, 2009).

Schragenheim e Dettmer (2001) fazem uma discussão sobre o papel estratégico que a restrição coloca sobre os sistemas organizacionais e sustentam a tese de que o mercado deve ser sempre encarado e priorizado como uma restrição, pois, com exceção dos monopólios, o mercado dita certas necessidades que a companhia deve satisfazer. Caso contrário, o mercado (ou os clientes) irá se deslocar para os competidores, prejudicando a meta da empresa.

Entretanto, enquanto a demanda de mercado deve ser entendida como uma permanente restrição do sistema, a existência de recursos gargalos (recursos cujas capacidades são insuficientes para atender às necessidades impostas pela demanda) limita a exploração da restrição de mercado, impedindo a expansão do mercado atual.

Além disso, ao se aceitar que o mercado é sempre uma restrição do sistema (um impedimento para se obter mais unidades de medida da meta do sistema), se está afirmando que ele é parte do sistema cujo propósito é, dentre outros, fazer mais dinheiro.

Restrições de capacidade, portanto, devem ser entendidas como restrições interativas à restrição principal do mercado, enfraquecendo o sistema como um todo (SCHRAGENHEIM; DETTMER; PATTERSON, 2009).

São várias as implicações destas observações. A primeira é que, para que um sistema atinja plenamente seu propósito, é imperativo que este tenha apenas uma única restrição permanente (GOLDRATT; COX, 2003). Como o mercado é sempre uma restrição, todos os recursos devem ter capacidade suficiente para atender às necessidades do mercado. Mesmo o Recurso com Restrição de Capacidade (RRC), recurso mais sobrecarregado da empresa, deve ter suficiente capacidade para suprir toda a demanda atual nele imposta.

Devido às variabilidades internas e às incertezas inerentes a qualquer demanda de mercado, torna-se impossível e contra produtivo balancear as capacidades internas às necessidades do mercado. Assim, todos os recursos produtivos, incluindo o RRC, devem possuir uma considerável capacidade além do estritamente estabelecido pela demanda atual. A este excesso de capacidade que todos os recursos devem possuir dá-se o nome de capacidade protetiva (GOLDRATT, 1990; SCHRAGENHEIM; DETTMER, 2001).

A necessidade de existência de capacidade protetiva em todos os recursos da empresa trouxe a segunda grande implicação desta nova visão da TOC, qual seja, uma readequação do próprio método DBR, que passa a ser denominado DBR Simplificado (SDBR) (SCHRAGENHEIM; DETTMER, 2001).

### 2.5.2.2 Passo a passo da teoria das restrições

1- Identificar as restrições: encontrar o posto gargalo e postos que tem a capacidade muito próxima da capacidade do posto gargalo, chamados de recursos de capacidade restritiva. Caso a sua indústria não tenha um software que apoie a identificação das restrições, uma dica é verificar qual o posto de trabalho ou equipamento com o maior investimento na sua indústria, pois provavelmente ele será o gargalo.

2- Explorar as restrições ao máximo: utilizar toda a capacidade do posto gargalo, impedindo que a operação seja paralisada neste posto. Por exemplo, caso o gargalo seja o equipamento que demandou o maior investimento, algumas medidas para aumentar sua utilização incluem ter funcionários em horário de refeição intercalados para que o operador de um recurso não gargalo possa trabalhar no gargalo no horário de almoço do operador principal; implantar um programa de manutenção preventiva fora dos horários de turno etc.

3- Subordinar os demais recursos: sequenciar todos os recursos a partir do posto gargalo. Vou mostrar mais detalhes de como fazer isso logo abaixo, na explicação do que são tambor, pulmão e corda. Resumidamente, para as etapas anteriores ao gargalo, estabeleça um controle puxado. Para as etapas posteriores, estabeleça um controle empurrado.

4- Aumentar a capacidade das restrições: conforme destacado, a capacidade total do sistema produtivo será determinada pelo recurso de menor capacidade. Assim, para aumentar a capacidade do sistema como um todo deve-se elevar a capacidade do posto gargalo. Ainda pensando no gargalo como sendo o recurso de maior investimento, para aumentar sua capacidade você pode, por exemplo, realizar horas extras ou criar um turno adicional para este equipamento. Caso o gargalo não seja o recurso de maior investimento, considere a possibilidade de investir na aquisição de outro equipamento para aumentar a capacidade do gargalo.

5- Quando o recurso restritivo mudar, voltar para o passo 1: na medida em que se eleva a capacidade do posto gargalo (passo 4), outro posto gargalo irá surgir, pois quando a capacidade do posto gargalo for elevada até ultrapassar o 2º recurso com menor capacidade, este passará a ser o posto gargalo. Neste momento, retoma-se o passo 1. Este é um processo de melhoria contínua, que deve ser repetido até que a capacidade do sistema produtivo seja totalmente suficiente para atender a demanda do mercado.

## 2.6 Controle de Estoque

Os estoques são itens guardados por um tempo para posterior consumo de clientes internos ou externos, ou seja, é um *buffer* entre o suprimento e a demanda. Caso o *buffer* seja suficientemente grande, ele passa a ser um estoque isolador de processos.

As famosas decisões de gestão de estoque, o que, quando, quanto pedir na forma de ordens, quanto manter de estoque de segurança, onde localizar os estoques de produto acabados e onde colocar o ponto de desacoplamento; impactam o risco da empresa, os custos e lucros da empresa, nível de serviço, receitas, imagem e satisfação dos clientes.

Existem inúmeras razões para reduzir os estoques, como: produzir em lotes pequenos com vista em diminuir os estoques, bem como diminuir os estoques em processo também se diminui o *lead times* de processamento; diminuir os custos de manter estoque; aumento do número de itens com ciclo de vida curto; ambiente com alta distinção ou alta diversificação é proibitivo ter altos estoques.

Os estoques podem ser classificados em três grupos: estoque de insumos, que são subdivididos em matérias-primas, componentes comprados, materiais de consumo e materiais auxiliar; estoque que estão sendo processados, que podem ser produtos semiacabados ou estoque em processo; e estoques de itens finais, que podem ser produtos acabados e peças de reposição.

Controlar estoque significa decidir com base em informações o que, quanto e quando estocar, monitorar e realimentar as informações sobre os níveis de estoque. A principal variável não controlável é a demanda estocástica (ou demanda aleatória), já que a demanda determinística (é aquela que se pode conhecer com certeza) é rara de ocorrer.

Para Corrêa, Gianesi e Caon (2007), os estoques surgem quando as taxas ou momentos de demanda e suprimentos são diferentes, ou seja, servem para acomodar a diferença entre a taxa de oferta e a taxa de demanda.

Os estoques apresentam custos, como: custo de aquisição, é o que é pago pelo item; custo de pedido, é o custo de preparar e monitorar cada pedido; custo de manter o estoque, já que estoque requer capital, espaço, manutenção; custo de falta, pois uma falta pode ser postergada ou perdida; custo de operação do sistema de controle de estoques.

As duas principais medidas de desempenho de controle de estoque são nível de serviço, e custo do sistema de estoque (ou volume de estoques ou giro anual de estoques).

## 2.7 *Lean Manunfactory*

Segundo Carvalho (1993) o elevado grau de competição imposto pelo mercado tem gerado nas empresas uma maciça movimentação em busca de melhorias contínuas e radicais nos processos de produção. Desta forma a busca de identificação de oportunidades de melhorias constitui-se em importante mecanismo de aumento do desempenho e potencial competitivo. No entanto a sistematização desse procedimento esbarra na imaginária complexidade das ferramentas ainda desconhecidas por muitos empresários e que atualmente estão disponíveis para aplicação rotineira dos processos produtivos.

Toda essa correria para participar do mercado muda sua essência com o passar dos anos, e passa de um quadro alucinante por produção em massa para uma produção enxuta e eficiente, abrangendo todas as áreas da empresa.

Surge então uma nova técnica para administração dos processos de manufatura conhecida como *Lean Manunfactory* que consiste em organizar o trabalho e atender o cliente em requisitos como qualidade elevada, custo reduzido e agilidade de resposta para fazer melhor que os concorrentes. Fazer melhor significa fazer certo, fazer rápido, fazer barato, ser pontual e ter processos flexíveis. Para o atual empresário é de extrema importância o conhecimento e a aplicação do pensamento *Lean* em sua essência, pois os sistemas de produção precisam ser otimizados, devendo as melhorias ser planejadas e executadas a partir da identificação de perdas.

Para que a empresa se enquadre ao conceito *Lean* vários aspectos devem ser considerados. O primeiro deles é chamado de Cadeia de Fluxo de Valores e Processos, que consiste em literalmente mapear toda a cadeia de movimentação de materiais abrangendo desde fornecedores, rotas e períodos de entrega, recebimento, processos de manipulação de matéria prima, manufatura, embalagem, expedição até chegar ao cliente assim como todos os valores agregados a cada uma das etapas citadas. Todo esse procedimento se torna base para implantação, pois assim é possível visualizar os pontos de desperdício, processos e movimentações desnecessárias que serão atacados em próximo plano.

Com a cadeia em mãos é hora de construir um mapa do estado futuro contendo todas as alterações e sugestões de melhorias já visualizadas, rearranjando as etapas para o fluxo contínuo.

Uma vez identificados os pontos críticos é hora de atacá-los através de ferramentas de organização e planejamento, dentre elas destacam-se:

**5S:** consiste em uma sistemática de organização aplicada em todas as áreas e traz a ideia de que podemos ter um só lugar pra cada coisa e cada coisa deve estar em seu lugar;

**Kaizen:** processo de melhoria continua que geralmente se dá através de grupos de melhoria trabalhando em reuniões periódicas ou tempo integral para discutir e atuar em gargalos otimizando o fluxo, isto é, repensar processos e *setup's* demorados.

**Kanban:** sistema de gestão visual de estoque que visa controlar as quantidades em estoque e a serem produzidas através de cartões coloridos de disparo utilizando cores como interface de atuação.

A sistemática de *kanban* aplicado ao estoque de produto acabado é sem duvida indispensável a implantação do sistema *Lean*, pois com o estoque calculado para os níveis corretos (não ao estoque estufado) a empresa atende o mercado sem correr risco e não produz mais que o necessário, isto é, não dispõe de grandes armazéns que em geral causam avarias, desperdício do produto acabado, movimentação excessiva de cargas, além de periódicas administrações intra-logísticas trabalhosas. Para facilitar o entendimento podemos tomar como exemplo grandes indústrias como a Coca-Cola que ao termino de seu processo produtivo o produto é instantaneamente alocado nos caminhões que partem para entrega.

Com estoques enxutos e organizados toda essa nova sistemática se torna fácil, uma vez que o sistema *kanban* disponibiliza o que há de melhor na administração do estoque, algo conhecido como gestão visual. Como o nome já diz, a gestão visual é de fácil entendimento e elimina administrações complexas e burocráticas como por exemplo o Inventário ou balanço ainda muito comum nas empresas brasileiras.

Outra vantagem explicita em relação a produção em massa está no balanceamento da produção através do estudo de tempos e métodos que estão totalmente incorporados ao pensamento *Lean*, através de estudos de cronoanálise que consiste em tomar tempo das operações detalhando cada sub elemento que as compões. Com o estudo em mãos podemos ter certeza de quanto a empresa aplica em mão de obra além de organizar melhor a quantidade de operadores em cada operação e com isso eliminamos os estoques intermediários no processo. A análise detalhada de cada processo torna a empresa mais eficiente e assim mais competitiva.

Com todo o conceito aplicado, temos uma empresa que gerencia suas áreas com organização mantendo os estoques e produção enxutos, com poder de resposta às oscilações de demanda e com altos ganhos de produtividade, eficiência e competitividade.

Segundo Carvalho (1993 apud Wastowski, 2001), a competitividade pode ser definida como a capacidade de uma empresa ser bem-sucedida em mercados em que existe concorrência. Há poucos anos era apenas um fator de diferenciação, hoje é um fator de sobrevivência.

### **2.7.1 Mecanismos da produção**

Shingo e Dillon (1989) define a produção como uma rede funcional de processos e operações. Para a aplicação de melhorias na produção, a compreensão desses dois conceitos é essencial.

De acordo com Shingo e Dillon (1989), processo é o fluxo de materiais no tempo e no espaço, é a transformação da matéria-prima em componentes semi-acabados e posteriormente em produto final. Já operação, é o trabalho realizado para efetivar essa transformação. Pode-se entender, portanto, que o fluxo do material como um todo dentro da empresa é o processo. Enquanto, a operação é a ação em si, é o trabalho realizado por homens e máquinas para a transformação dos produtos.

Segundo Shingo e Dillon (1989) para que se possa realizar melhorias significativas no processo da produção, a diferença entre processos e operações deve ser bem entendida, pois eles devem ser analisados separadamente, para que a melhoria seja efetiva. Percebe-se então, que para se realizar a análise e melhorias na produção, deve-se ter dois âmbitos, duas direções diferentes, a análise dos processos e a análise das operações.

Shingo e Dillon (1989) também define os elementos do processo e das operações. O referido autor afirma que o processo é formado por cinco elementos, e são eles:

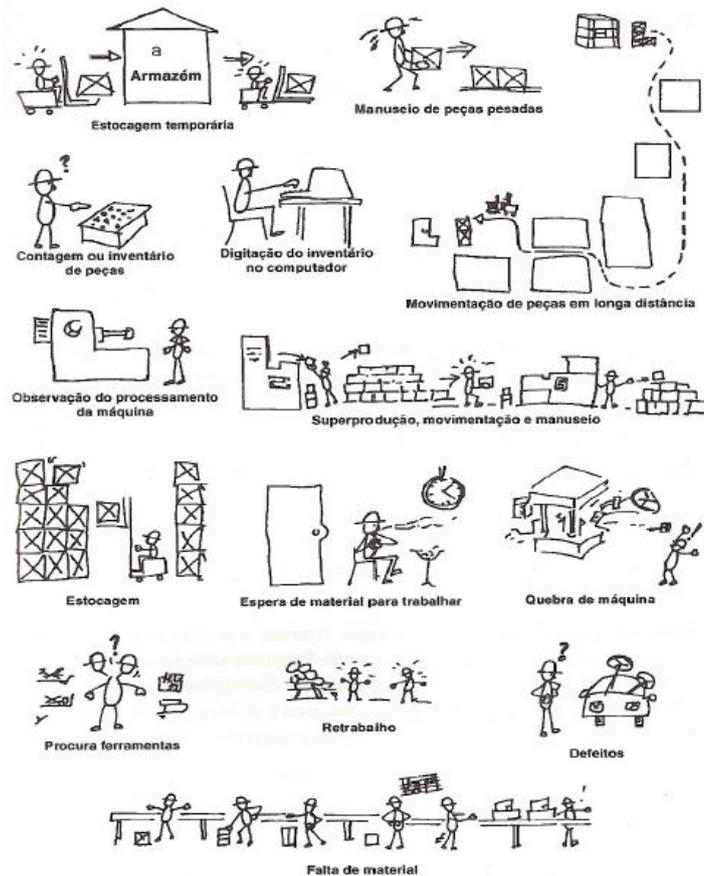
- a) Processamento: mudança física no material;
- b) Inspeção: comparação com o padrão estabelecido;
- c) Transporte: movimentação de material;
- d) Espera do processo: lotes inteiros de produtos que aguardam para serem inspecionados, processados ou transportados.
- e) Espera do lote: durante as operações de um lote, enquanto uma peça é processada, as outras ficam na espera.

Já as operações podem ser classificadas como, operações de *setup* e operações principais.

a) Operações de *setup*: são consideradas as preparações antes e depois das operações.

b) Operações principais: é execução do trabalho em si, são as ações necessárias e essenciais para cada processo.

Figura 6 - Desperdício da produção



Fonte: SUZAKI (1996).

1. Superprodução: produzir além do que se precisa gera estoques, aumentando o custo da produção e armazenamento, isto significa dinheiro parado.

2. Espera: as esperas são decorrentes da falta de materiais para serem processados, e causam a ociosidade. Podem ser provocadas pela falta de matéria-prima ou ainda pela falta de transporte ou permissão para a movimentação de um posto de trabalho para outro.

3. Transporte: o deslocamento do produto não gera nenhuma criação de valor, e ainda sistemas inadequados de transporte podem não atender a demanda requerida pelo fluxo de produção ou danificar os produtos.

4. Estoque: o estoque requer investimento, muitos produtos quando ficam por muito tempo em estoques, podem se deteriorar ou ainda serem obsoletados.

5. Processamento: algumas operações do processo são desnecessárias e também não agregam valor ao produto.

6. Movimentação: neste caso a movimentação está associada ao esforço desnecessário do operário, ocasionado por métodos inadequados de trabalho. Os movimentos desnecessários podem ocasionar refugos e retrabalhos.

7. Defeitos: ocasionam desperdício de material e mão-de-obra. Os refugos geram custos e perdas de tempo para a empresa.

### **2.7.2 Os 5 princípios do pensamento enxuto.**

Nos trabalhos de Womack e Jones (1998), os autores definiram com precisão cinco princípios do pensamento enxuto que oferecem uma valiosa colaboração para a gestão de processos:

1. Especificação do Valor: Definir o que é valor é o ponto de partida para a Mentalidade Enxuta. O valor do produto deve ser especificado pelo cliente final, e não pela empresa. E para isso, este produto deve ter requisitos que atendam às necessidades do cliente, com um preço específico e entregue em um prazo adequado à ele. Quaisquer características ou atributos do produto ou serviço que não atendam as percepções de valor do cliente representam oportunidades para racionalizar. A empresa cria este valor que concebe, projeta, produz, vende e entrega o produto ao cliente final.

2. Identificação da Cadeia de Valor: Cadeia ou fluxo de valor é o conjunto de todas as ações específicas necessárias para se levar um produto a passar pelas três tarefas gerenciais críticas de qualquer negócio:

- Tarefa de solução de problemas: vai da concepção até o lançamento do produto, passando pelo projeto detalhado e pela engenharia de processo;
- Tarefa de gerenciamento da informação: vai do recebimento do pedido até a entrega, seguindo um cronograma detalhado;
- Tarefa de transformação física: vai da matéria prima ao produto acabado nas mãos do cliente.

Identificar e mapear com precisão o fluxo de valor completo do produto é tarefa fundamental para enxergar os desperdícios em cada processo e implementar ações para eliminá-los, criando assim um novo fluxo de valor otimizado (ROTHER; SHOOK,1999).

Assim a identificação da cadeia de valor consiste em mapear o conjunto de todas as atividades. Nesta fase é importante separar os processos em três categorias: os que efetivamente geram valor, aqueles que não geram valor, mas são importantes para a manutenção dos processos e da qualidade, e aqueles que não agregam valor, devendo ser eliminados.

### 3. Fluxo de Valor:

Uma vez que, para determinado produto o valor tenha sido especificado com precisão, o fluxo de valor mapeado, as etapas que não agregam valor eliminadas, é fundamental que o valor em processo flua, suave e continuamente, dentro das três tarefas gerenciais críticas: solução de problemas, gerenciamento da informação e transformação física (WOMACK; JONES, 1998).

Dessa forma, após identificado o valor de acordo com o primeiro princípio, mapeada a cadeia de valor do produto e eliminados os desperdícios de acordo com o segundo princípio, o passo seguinte do pensamento enxuto é fazer com que o fluxo otimizado de valor flua de forma harmônica até a chegada do produto ao cliente final, redefinindo-se as funções e os departamentos, permitindo que estes contribuam para a criação de valor para o cliente.

4. Produção Puxada: Consiste em produzir apenas aquilo que é necessário e quando for necessário. Os autores ressaltam para não fabricar nenhum produto, a menos que seja necessário, e neste caso, fabrique o produto rapidamente. Dessa forma, este princípio visa evitar a acumulação de estoques de produtos mediante a produção e fornecimento daquilo que o cliente deseja quando o cliente precisar, nem ante nem depois. Ou seja, o cliente "puxa" a produção, eliminando estoques, dando valor ao produto e acarretando ganhos em produtividade.

5. Busca da Perfeição: A Perfeição deve ser o objetivo constante de todos envolvidos nos fluxos de valor. Após a implementação dos quatro princípios anteriores, especificando o valor do produto a partir do cliente, identificando a cadeia de valor como um todo, fazendo com que o fluxo de valor flua e com que os clientes puxem o valor da empresa, a produtividade empresarial consequentemente aumenta e os custos diretos e indiretos diminuem. Ao intensificar a aplicação dos quatro princípios de forma interativa, surgem novos desperdícios e novos obstáculos ao fluxo de valor, criando-se oportunidades de melhoria e permitindo sua eliminação. Trata-se de um processo contínuo de aumento de eficiência e eficácia, em busca da perfeição. Para isso, a empresa pode contar com metodologias de melhoria contínua (*Kaizen*), como ciclo PDCA, entre outras.

A partir do conceito dos cinco princípios descritos acima, observa-se que a força de transformação da iniciativa enxuta está na especificação correta do valor para o cliente final, acabando com a tradicional forma de cada membro da cadeia de valor especificar de forma diferente; na identificação de todas as ações que levam um produto da concepção ao lançamento, do pedido a entrega, da matéria-prima às mãos do cliente. Além disso, o pensamento enxuto está focado na eliminação das atividades que não agregam valor e na estimulação de ações que adicionam valor a ocorrerem em um fluxo contínuo e puxado pelos clientes; e finalmente na análise dos resultados e na criação de um novo processo.

## **2.8 Sistema APS (*Advanced Planning Systems*)**

Os sistemas de planejamento avançado (APS) baseiam-se na implementação dos conceitos de planejamento anteriores a partir de padrões industriais e bases algorítmicas. Dessa maneira, a arquitetura de um sistema APS é aberta, de maneira a contemplar novos modelos e algoritmos.

Segundo a APICS (2008), um sistema APS pode ser definido como qualquer programa de computador que se utiliza de algoritmos matemáticos avançados, ou lógica, para realizar a otimização ou a simulação de capacidade finita, previsão e gerenciamento de demanda, planejamento de recursos, outsourcing, entre outras atividades. Um sistema APS, frequentemente gera e avalia múltiplos cenários, cabendo à liderança de uma organização selecionar um destes e assim, torná-lo o “plano oficial”.

Ainda segundo a APICS (2008), um sistema APS deve apresentar as seguintes características

- 1) Utilizar operações matemáticas avançadas para realizar otimizações e simulações;
- 2) Considerar recursos finitos;
- 3) Incluir, pelo menos, um dos seguintes componentes:
  - Planejamento de demanda;
  - Planejamento da produção;
  - Programação da produção;
  - Planejamento da distribuição;
  - Planejamento do transporte.

Existem, atualmente, diversos pacotes de softwares que contemplam modelos e soluções algorítmicas, atribuídas pela pesquisa operacional, entretanto, um sistema APS, independentemente do desenvolvedor, apresenta uma arquitetura comum.

Segundo diversos autores, um sistema APS apresenta diversos grupos de funcionalidades, denominados “níveis de planejamento” ou “módulos” (VIDONI; VECCHIETTI, 2015).

Assim, os níveis de planejamento são definidos segundo Fleischmann e Meyr (2003 apud Vidoni e Vecchietti, 2015):

- Planejamento Estratégico;
- Planejamento Agregado;
- Gestão da Demanda;
- Planejamento de Materiais e Compras;
- Programação Mestre da Produção;
- Programação Detalhada;
- Planejamento da Distribuição;
- Programação das Entregas;
- Gerenciamento de Pedidos e Estoques.

### **2.8.1 Vantagens do sistema APS**

A literatura apresenta alguns benefícios potenciais, os quais podem ser atingidos ao utilizar sistemas de planejamento avançados (APS) em processos de planejamento. Segundo Jonsson, Kjellsdotter e Rudberg (2007), o uso de sistemas de suporte à decisão tem gerado diversos benefícios, tais quais: melhorias no processo de programação de transportes resultaram em redução de custos de frete; e a existência de um plano estratégico de manufatura, podendo economizar ainda mais, de forma geral.

Entretanto, segundo os autores, os maiores benefícios identificados foram os intangíveis, dentre os quais podemos citar: auxílio à gerência no entendimento das implicações de custos e serviços causadas por propostas alternativas de redes; e o aumento do nível de consciência e habilidades das pessoas envolvidas para resolução de problemas da cadeia de suprimentos.

Jonsson, Kjellsdotter e Rudberg (2007) exploraram como sistemas APS podem ser utilizados de maneira a solucionar problemas de planejamento nos níveis tático e estratégico. Os efeitos principais percebidos em seu trabalho foram: redução total de custo; diminuição do custo de produção; menor quantidade de capital atrelada ao inventário; e efeitos positivos em relação à performance de entrega de produtos. Também foram identificados redução do tempo médio de planejamento e aumento de controle do fluxo de materiais e comunicação entre diferentes funções.

Além destes fatores, é importante ressaltar que a visibilidade de demanda e promessas de entrega foram positivamente afetadas, enquanto que incertezas de demanda e de processamento sofreram redução.

De maneira geral, o estudo conduzido por Jonsson, Kjellsdotter e Rudberg (2007), foi importante para a determinação que um sistema APS facilita o processo de alocação de demanda, além de permitir comunicação oportuna com outros aplicativos de tecnologia de informação da organização.

### 3 METODOLOGIA

O propósito desta seção é descrever os métodos e técnicas utilizadas para o desenvolvimento do projeto de pesquisa que deu origem a esta dissertação, assim como a sua caracterização de modo complementar ao abordado na Introdução deste trabalho, partindo de um resumo da caracterização da pesquisa exposto no Quadro 1.

Quadro 1 – Resumo da caracterização da pesquisa.

<b>RESUMO DA CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA</b>		
<b>Suporte Teórico</b>	Livros, Artigos publicados em periódicos, Publicações em anais e congressos, Dissertações de mestrado e doutorado	Turrione e Mello (2012)
<b>Finalidade</b>	Pesquisa Aplicada	Lakatos e Marconi (2012)
<b>Objetivo</b>	Descritivo e Exploratório	Lakatos e Marconi (2012)
<b>Abordagem</b>	Quantitativa	Turrione e Mello (2012)
<b>Temporalidade</b>	Longitudinal	Turrione e Mello (2012)
<b>Método</b>	Pesquisa Ação e Estudo de Caso	Yin (2001)
<b>Universo da Pesquisa</b>	Empresa do ramo metalúrgico, do setor de autopeças para motocicletas, situada na cidade de São Carlos.	-----
<b>Coleta de Dados</b>	Observação e Análise documental	Oliveira (2011)

Fonte: Elaboração Própria.

Como classificação adicional ao resumo do Quadro 1, e anterior a descrição dos tópicos indicados, o autor do presente trabalho considera relevante, com base na literatura, afirmar que o presente trabalho foi conduzido durante o seu desenvolvimento a partir da contemplação de quatro tópicos fundamentais: natureza da pesquisa, objetivo, abordagem e procedimentos (MIGUEL et al., 2012).

**1) Natureza da pesquisa:** é aplicada, pois gera conhecimento com finalidade de aplicação do conhecimento básico.

**2) Objetivo da pesquisa:** trata-se de pesquisa exploratória, pois visa à melhoria do desempenho de sistemas e processos com a proposta de um procedimento de sequenciamento da produção, a partir da revisão bibliográfica e aplicação.

**3) Abordagem da pesquisa:** é tanto quantitativa, pois apresenta objetividade, análise de números e busca por generalizações; quanto qualitativa, pois apresenta subjetividade, síntese, participação do pesquisador no processo e busca de particularidades.

**4) Procedimentos de pesquisa:** trata-se de pesquisa-ação que é um tipo de pesquisa social que é concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo e no qual os pesquisadores e os participantes representativos da situação da realidade a ser investigada estão envolvidos de modo cooperativo e participativo, pois o autor do trabalho conduziu toda a implantação e elaboração do procedimento de programação com efetiva aplicação e mensuração dos resultados que o procedimento proporcionou durante o tempo de experimentação. Podendo também ser considerada como um Estudo de Caso quanto ao olhar do pesquisador quanto a possibilidade de análise do objeto do estudo: a empresa estudada.

Dessa forma, a dissertação se apresenta com características da pesquisa-ação dado o objetivo proposto e o respectivo intuito do autor de apresentar uma solução para um problema contribuindo para o aumento do conhecimento do pesquisador e dos grupos envolvidos, pois foi necessária a cooperação entre os colaboradores da organização industrial objeto do estudo e dos pesquisadores que colaboraram indiretamente, através das respectivas publicações do tema de pesquisa, para se obter uma visão aprofundada de como o procedimento pode colaborar com o melhor uso dos recursos de manufatura, também com viés para Estudo de Caso. A pesquisa bibliográfica neste trabalho foi realizada por meio de livros, artigos publicados em periódicos, publicações em anais e congressos, dissertações de mestrado e doutorado, todos relacionados com a área de atuação da empresa e/ou ao tema programação da produção e *Lean Manufacturing*.

Turrione e Mello (2012) consideram a revisão bibliográfica como fundamental para que o autor do trabalho adquira o embasamento teórico que o permite explicar as relações entre diferentes trabalhos e apresentar as contribuições que estes deram a pesquisa realizada.

A natureza pode ser classificada como pesquisa aplicada, pois será validado dentro de uma empresa, em que o interesse do autor está voltado para a compreensão dos processos que ocorrem em um contexto industrial. Segundo Lakatos e Marconi (2012), os resultados de uma pesquisa aplicada podem ser utilizados na solução de problemas que ocorrem na realidade. O objetivo pode ser classificado como descritivo e exploratório, pois tem como finalidade descrever, interpretar e analisar os resultados da implantação de um procedimento de programação da produção. Segundo Lakatos e Marconi (2012), a pesquisa exploratória descritiva ocorre no início do estudo sobre um determinado fenômeno. A abordagem é de natureza quantitativa, que segundo Turrione e Mello (2012), este método refere-se que há a possibilidade de transformar dados em números.

A temporalidade é classificada como longitudinal, pois ocorreu o acompanhamento do comportamento das variáveis em momentos anteriores ao levantamento de dados. Turrione e Mello (2012), classificam a temporalidade como longitudinal, quando se é acompanhado o comportamento das variáveis estudadas, durante certo período de tempo. O método utilizado na pesquisa pode ser classificado como um estudo de caso, considerando que tem o objetivo de analisar o impacto de técnicas e ferramentas em um ambiente de aplicação real.

Complementar a estes autores, há que se considerar ainda de acordo com Yin (2001), que um estudo de caso é uma investigação empírica que desvenda um fenômeno contemporâneo dentro do seu contexto da vida real, especialmente quando os limites entre fenômeno e o contexto não estão claramente definidos na sua plenitude.

Quanto ao universo da pesquisa, a mesma acontece em uma empresa do ramo metalúrgico, do setor de autopeças para motocicletas, localizada no interior do estado de São Paulo. De modo que, a seleção da empresa foi intencional tendo em vista que a organização no momento da estruturação do projeto de pesquisa que deu origem a esta dissertação as condições de aplicação do procedimento de programação da produção se ser estruturado como proposta. Outro fator para a seleção foi a de acessibilidade à empresa, bem como a facilidade de contato com os funcionários e a disponibilidade da empresa em apoiar tal iniciativa.

Segundo Oliveira (2011), diferentes técnicas podem ser utilizadas para coleta de dados, as mais utilizadas são: entrevista, questionário, observação e pesquisa documental. As ferramentas para coleta de dados utilizadas neste trabalho foram: observação e análise documental. Cabe, nesta seção, descrever as etapas do desenvolvimento desta pesquisa, sendo:

**ETAPA 1** - seções 1, 2 e 3 - introdução e definição da estrutura conceitual e teórica - nesta etapa da pesquisa foi realizada a revisão bibliográfica com ênfase na função programação da produção, *Lean Manufacturing* e as principais particularidades do sistema de produção da empresa a ser explorado para a concepção do procedimento a ser proposto e posteriormente aplicado.

**ETAPA 2** - seção 4 - descrição do processo produtivo da empresa e coleta de dados – sendo realizado o levantamento dos dados históricos dos anos de 2016 e 2017, com o intuito de entender e classificar o processo do planejamento, programação e controle da produção da empresa objeto do estudo e o entendimento do fluxo de informações relacionado, assim como o *mix* de produtos fabricados com os respectivos roteiros de fabricação, lista de materiais, recursos produtivos utilizados com o dimensionamento da capacidade produtiva, fluxo de produção e dimensionamento da demanda a ser atendida.

**ETAPA 3** - seção 5 - análise dos resultados. Validação da adequação do procedimento de programação da produção proposto a partir da mudança de *layout* a empresa executou.

**ETAPA 4** - seção 6 - considerações finais do trabalho – foi realizada uma análise pontual dos resultados obtidos quanto a efetividade do procedimento proposto. Além da implementação do procedimento através da realização de alguns ajustes a fim de garantir o resultado final do projeto.

## 4 APRESENTAÇÃO DA EMPRESA DE CABOS DE MOTOCICLETA

A empresa em estudo é uma empresa de cabos de comando de motocicleta que está a 15 anos no mercado de trabalho, situado na cidade de São Carlos – São Paulo. A empresa tem 40% de sua carteira de clientes voltada para as maiores organizações de moto peças do Brasil e 60% para sua parceira que atende o mercado de distribuição.

A mesma está sempre investindo em pesquisas de novos materiais e processo de fabricação e constante treinamento de seus colaboradores. Todo esse empenho fez com que a empresa fosse umas das primeiras do setor a obter a certificação ISO 9001 em todos os setores e processos.

Atualmente a empresa possui cerca de 145 funcionários e possui mais de 20 clientes distribuídos no ramo de motocicleta, agrícola e náutico. Seus produtos são considerados itens de segurança os mesmos são classificados como cabos de aceleradores, freio, velocímetro, travas e embreagem.

Os componentes de montagem do cabo, possuem um *lead time* de aproximadamente 30 dias uteis e passam por diversos processos como usinagem, injeção plástica, tratamento de zincagem e estamparia. A política da empresa na escolha de seus fornecedores é sempre pelo menor preço, entendendo que as questões de qualidades e entregas são obrigações dos fornecedores e não são utilizados como um diferencial de mercado, também são feitas auditorias no processo do mesmo e solicitado que a empresa possua o certificado da ISO 9001.

Tendo sido aprovado nos requisitos citados, a mesma passa por todo o processo de aprovação e fornecimento, onde as amostras passam por rigorosos testes de qualidade. Os fornecedores são medidos através de indicadores rigorosos de qualidade e entrega, onde o mesmo recebe os resultados mensalmente, caso aja algum demérito no indicador o fornecedor deve apresentar um plano de ação do mesmo, para que não ocorra mais o demérito no próximo mês, se o problema persistir e não houver mais nenhuma ação do fornecedor o mesmo terá seu fornecimento cortado.

A empresa em estudo também é medida pelos indicadores das maiores montadoras de motocicletas do Brasil, a mesma está a 10 anos com 100% de atendimento no prazo liderando todos os *rankings* dos clientes, na parte de qualidade a mesma se encontra a 2 anos sem nenhum problema encontrado, tanto nas montadoras como no mercado de reposição.

#### 4.1 Linha de produção (Modelo antigo)

No modelo antigo de produção a mesma possuía grandes estoques de partes dos cabos de motocicleta, pois a mesma era dividida em células de pré-montagem, ou seja, se estocava todas as partes dos cabos seja ele de freio, embreagem, acelerador, trava, afogador e velocímetro.

Com isso acarretava grandes problemas de mistura dos componentes, falta de espaço em nosso estoque, mistura de lotes sendo que os mesmos possuíam um alto grau de dificuldades devido aos grandes estoques.

Além de todos os problemas citados acima, não tínhamos uma cotação precisa do custo de nosso produto, devido não termos os tempos de montagem total de cada produto pois não havia um acompanhamento do pessoal da cronoanálise para medição dos tempos ou eficiência de cada pré-montagem.

Cada célula de pré montagem produzia uma parte do produto final.

**Pré montagem do espiral:** a mesma cortava o espiral conforme o tamanho especificado pelo desenho e inseria o tubo de PVC.

**Pré montagem da cordoalha:** a mesma cortava a cordoalha conforme especificado pelo desenho e formava a cabeça para a injeção.

**Prensagem:** encaixa a capsula ou terminal no espiral pré montado e prensava o mesmo.

**Injeção:** injetava a cabeça de zamak na cordoalha pré montada.

**Montagem:** era a célula que montava todos os componentes e fecha a outra ponta do cabo.

**Embalagem:** a célula era responsável pela embalagem de todos os cabos montadoras e reposição.

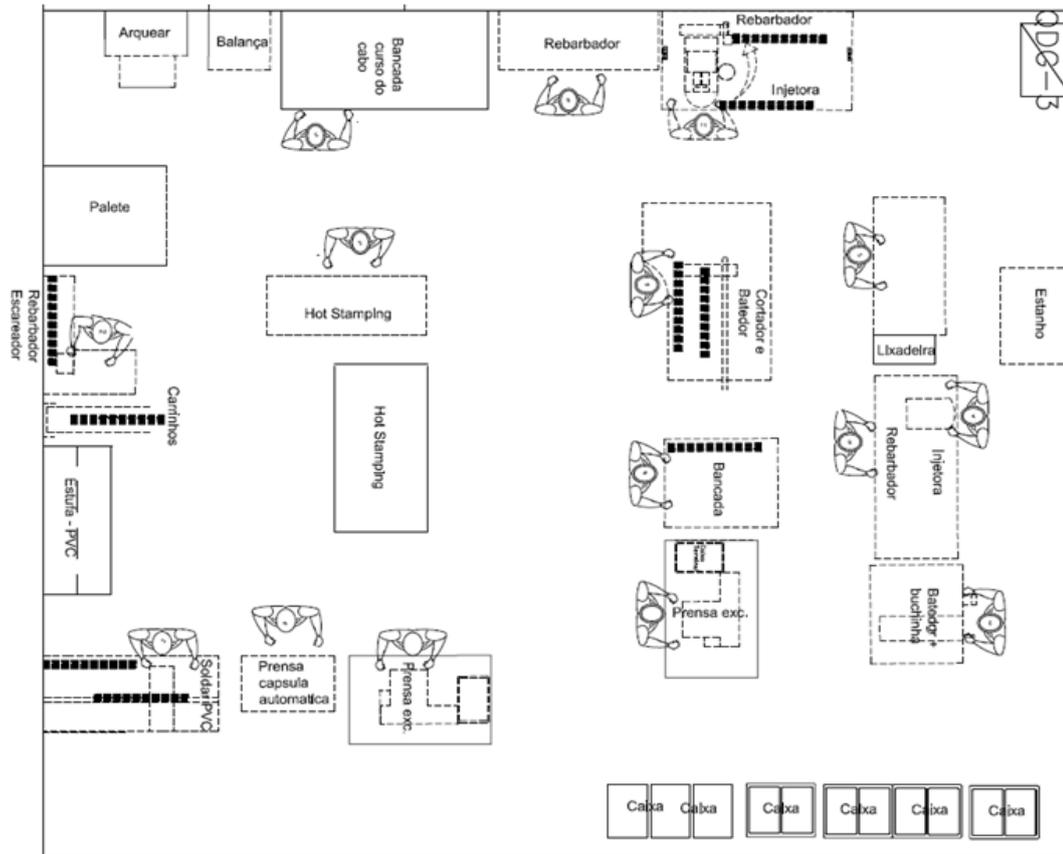
##### 4.1.1 Linha de produção (Modelo novo)

Para implantação da nova linha de produção baseado nas ferramentas do *lean*, resolvemos acabar com as pré montagens e passar a produzir o cabo do início ao fim, ou seja, estamos acabando com os estoques de sub montagem e produzindo somente o produto final que será estocado na prateleira, então dividimos as células pela família de produtos e pela similaridade de processo de fabricação do produto, então criamos as seguintes células:

**Célula de Embreagem:** são todos os cabos de embreagem com ate dois terminais.

**Célula de Freio:** são todos os cabos de freio com ate dois terminais.





Fonte: Elaborado pelo autor.

Abaixo seguem os processos:

- Montar tubo PVC;
- Soldar tubo de PVC;
- Prensar cápsula;
- Rolear cápsula;
- Prensar;
- Montar e prensar terminal;
- Pré montagem da cordoalha;
- Formação da cabeça;
- Injeção do terminal;
- Rebarbação e travamento das buchas;
- Lubrificar cordoalha;
- Montar cordoalha no espiral;
- Cortar e formar cabeça;
- Injeção do segundo terminal;
- Rebarbar segundo terminal;
- Dimensionar e contar;

A empresa tem capacidade produtiva para uma média de 45.000 cabos por dia, atualmente trabalha com aproximadamente 20.000 cabos dias devido à carteira de pedidos.

Com a implantação da nova linha de produção tivemos os seguintes ganhos:

- Aumento de produtividade.
- Redução do tempo de produção de 7 dias para 6 horas (Tempo médio).
- Respostas aos clientes em 24 horas.
- Flexibilidade no MIX de produção.
- Melhoria da Qualidade.
- Redução de refugos e retrabalhos.
- Redução nos custos de produção.
- Redução na movimentação.
- Ganhos de área.
- Redução nos controles.

#### **4.2 Fluxo do Processo de Planejamento**

Com esse novo formato de modelo de programação da produção, tem-se como objetivo minimizar o tempo de *setup*, aumentar a produtividade de cada célula, reduzir o número de colaboradores de mão de obra direta, reduzir os custos para que a empresa possa ser competitiva no mercado e aumentar o número de informações, para que o planejador consiga tomar a melhor decisão na hora de sequenciar a produção.

A figura 32 mostra o fluxo de planejamento proposto.

1º O Fluxo do processo de planejamento tem como início o recebimento da carteira de pedidos e previsões (o mesmo é recebido através de e-mail ou disponível pelo site do cliente), nesse arquivo estão as informações dos códigos dos produtos, quantidades, data de entrega e número do pedido de compra.

2º Com as informações recebidas pela carteira de pedidos, realizamos a importação dos dados através do nosso sistema operacional Datasul.

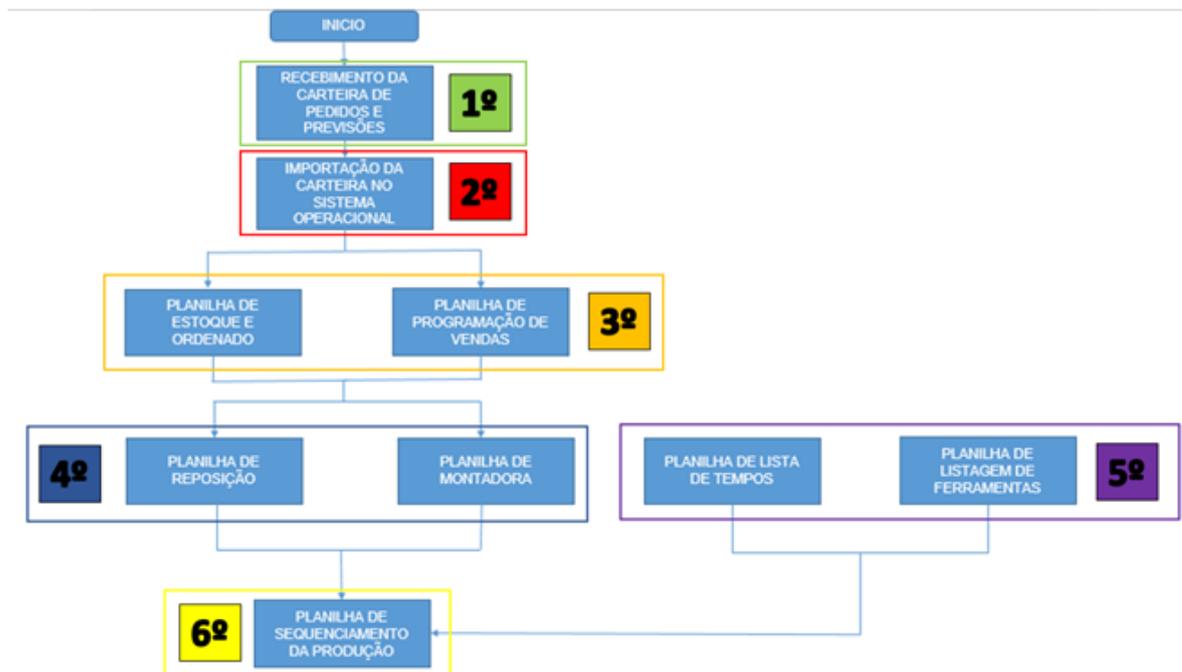
3º Extraímos os dados do sistema operacional (através de um documento tabulado por separação de vírgula) para alimentar as planilhas de Estoque e Ordenado e Programação de vendas.

4º As planilhas de Reposição e Montadora são atualizadas através das planilhas de Estoque Ordenado (disponibiliza as informações de saldo do componente e Ordens de produção em aberto) e Programação de vendas (disponibiliza a quantidade vendida, previsão de vendas futuras, data de entrega e o número dos pedidos).

5º As planilhas de Lista de tempos (todos os tempos tirados de cada processo que o produto final passa) e Listagem de ferramentas (descreve as ferramentas utilizadas em cada processo que o produto final passa) alimenta a planilha de Sequenciamento da produção.

6º A planilha de Sequenciamento da produção disponibiliza todas as informações necessárias para o planejador realizar o sequenciamento de cada célula produtiva da empresa.

Figura 9 - Fluxo do Processo de Planejamento



Fonte: Elaborado pelo autor.

#### 4.2.1 Procedimento do Sequenciamento da Produção

Conforme surge a necessidade de fabricação do produto, através das planilhas de reposição e montadora, gera-se uma ordem de produção conforme Figura 33, a mesma é encaminhada para o planejador realizar o sequenciamento da produção.

Através do código do produto identificado na ordem de produção, o planejador já consegue identificar as informações abaixo:

- Qual ferramenta utilizar para produção da mesma através das informações geradas pela planilha (Lista de Ferramentas e Dispositivos. Figura 15).
- O tempo total das operações dos cabos e a célula que será produzido (Lista de tempos. Figura 10).
- A cobertura de estoque do produto (Reposição. Figura 21 e Montadora. Figura 26)

- Quantidade total a ser produzida no dia de cada célula (Mix de produção. Figura 28).

Todas as informações descritas à cima alimentam a planilha de sequenciamento de produção (Figura 30) através da função de PROCV disponibilizada pelo EXCEL, que busca as informações com referência no código do produto. Com a planilha de sequenciamento de produção, o planejador possui todas as informações necessárias para que se consiga sequenciar manualmente a melhor opção de produção.

Figura 10 - Ordem de Produção

<b>Ordem de produção</b>			
			OP nº: 000002354 <b>1</b>
			Lote Produção: L001/12
<b>Data de emissão:</b>	xx / xx / xxxx	<b>2</b>	<b>Prazo de entrega:</b> xx / xx / xxxx
Cód.Prod.	Produto	Quantidade prevista	Quantidade realizada
476	Produto 1	40	<b>5</b> 36
Cód.Prod.	Matérias primas Utilizadas	Lote	Quantidade prevista
4	XXX 1kg	<b>4</b> 254	4
16	YYX 200g	365	2
25	ZZY 32x46x0,10cm	125	2
68	XYZ 50g	486	8
<b>Hora Início:</b>	08h : 45min	<b>6</b>	
<b>Hora Fim:</b>	16h : 30min		
<b>Observações Gerais (Informar parada de produção, produtos defeituosos e descartados):</b>			
Máquina montou 4 produtos com defeitos e ficou 30 min parada para manutenção.			<b>7</b>

Fonte: Elaborado pelo autor.

**1 – Número da ordem de produção e lote:** São códigos que permitem a rastreabilidade dos produtos produzidos.

**2 – Data de emissão da ordem e prazo de entrega:** Identificar a data que foi emitida a ordem e qual o prazo de conclusão da produção para entrega.

**3 – Produto e quantidade:** Identificar os tipos de produtos a serem produzidos e suas respectivas quantidades.

**4 – Matérias primas utilizadas:** Informar a fórmula de composição dos produtos acabados, demonstrando as quantidades de matérias primas a serem utilizadas com suas respectivas medidas.

**5 – Produto e quantidade:** São registradas as quantidades realmente produzidas de cada produto.

**6 – Hora de início e término da produção:** Caso ocorra, informar atraso no início da produção.

**7 – Observações Gerais:** Informar se teve parada de produção e por quanto tempo, se teve produtos defeituosos e rejeitados, dentre outras informações importantes sobre o processo de produção que ocorreu.

### 4.3 Desenvolvimento do Sequenciamento da Produção

Com o aumento da variedade de produtos (cabos de uso geral para o produto acabado motocicleta), a empresa na qual este projeto foi implantado resolveu elaborar um novo método de sequenciamento, com o objetivo de aumentar a sua eficiência, reduzir os tempos *setups* e tomar as decisões corretas, ou seja, produzir o item cabo, por exemplo, no momento certo e na quantidade certa para que não gere atraso na entrega do produto no durante o processo de atendimento à demanda.

Para o desenvolvimento do método de sequenciamento das ordens de produção a ser executado, como o objetivo de minimizar os tempos relacionados ao processo de fabricação que não agregam valor ao produto, foi realizado inicialmente o levantamento dos dados da operação da produção *in loco* de modo a identificar dados e informações de entrada, para que a planilha de sequenciamento (Figura 30) inicialmente estruturada pudesse ser utilizada com dados reais do processo, de modo a definir as variáveis relacionadas e mensurar o impacto dessas variáveis na execução do plano de produção a ser executado, de modo a auxiliar o planejador a tomar a melhor decisão quanto ao sequenciamento das operações.

As variáveis de entradas do processo de fabricação da empresa objeto do estudo, identificadas foram:

- Lista de tempos dos processos de fabricação envolvidos, assim como os tempos de *setup*;
- Lista de máquinas, ferramentas e dispositivos utilizados;
- Previsões e confirmações de pedidos de venda;
- Níveis de Estoque e controle de inventário;
- Frequência de reposição de matéria prima e componentes;
- Relação de clientes (Montadoras) com o respectivo volume de itens requerido e frequência da solicitação, assim como os planos de entrega definidos por cliente;
- *Mix* de produção.

Todas essas variáveis de entrada, foram tabuladas no *Excel*, a fim de alimentar a planilha de sequenciamento (Figura 30) a ser proposto.

Foi realizado um trabalho de cronoanálise para a coleta de todos os tempos de todos os processos que o roteiro de fabricação do produto requer dentro dos postos de trabalho até a montagem para determinar o grau de dificuldade ou restrições de processo.

Com este estudo, foi criada a planilha de lista de tempos, demonstrada na Figura 10, que foi atualizada uma vez por semana ou quando houve uma melhoria no processo como troca de ferramentas, eliminação de um processo ou incorporação de mais de um processo em um único, introdução no *mix* de novos produtos entre outras alterações.

Através destes tempos, é calculada e definida a relação de equivalência do processo de montagem quanto a determinar entre as prováveis células de montagem disponíveis qual contempla o menor tempo de processamento para um determinado tipo de produto do *mix* a ser montado.

Normalmente o cálculo é realizado a partir dos tempos de processamento por produto que teoricamente permite comparar e identificar em qual das células disponíveis o tempo de processamento ou montagem é o menor.

O processo de fabricação da empresa objeto do estudo no qual o procedimento deve ser aplicado contém 4 tipos diferentes de células de manufatura:

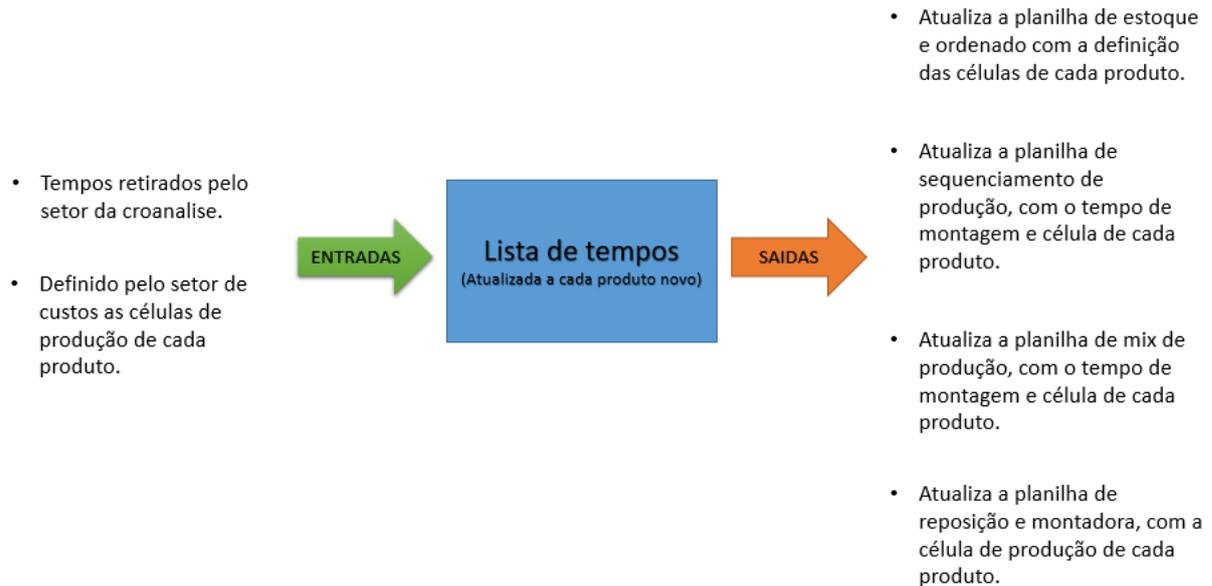
- 1) Célula de fabricação do cabo da embreagem CEM;
- 2) Célula de fabricação do cabo do acelerador CAC;
- 3) Célula de fabricação do cabo do velocímetro CVE;
- 4) Célula de fabricação de cabos diversos CDIV.

Figura 11 – Planilha de lista de tempos (todos os tempos estão em segundos).

Código	Cód.Real	Célula	Espiral	PVC	Terminal 1	Terminal 2	Corte	Montagem	TOTAL	Equiv. Mont.	Equiv. Gerol.
130236	10130236	Cel. Diversos	40712200	40036800	0,700	1,050	9,058	55,801	88,274	1,028	1,626
130260	10130260	Cel. Acelerador	40712300	40036700	0,650	0,767	7,889	65,367	95,626	1,204	1,761
130261	10130261	Cel. Acelerador	40712300	40036700	0,650	0,785	7,889	58,482	89,266	1,077	1,644
130292	10130292	Cel. Acelerador	40712400	40036600	0,350	0,794	7,889	73,507	100,759	1,354	1,856
130317	10130317	Cel. Acelerador	40712400	40036600	0,560	0,676	7,889	69,190	93,564	1,274	1,723
130331	10130331	Cel. Embreagem	40712200	40036800	0,450	0,907	3,601	54,125	77,952	0,997	1,436
130335	10130335	Cel. Embreagem	40712200	40036800	0,450	0,905	3,601	54,847	78,630	1,010	1,448
130337	10130337	Cel. Embreagem	40712200	40036800	0,750	0,955	3,601	53,838	78,736	0,992	1,450
130389	10130389	Cel. Acelerador	40712400	40037300	0,515	0,745	7,889	70,481	96,538	1,298	1,778
130260	11130260	Cel. Acelerador	40712300	40036700	0,650	0,767	7,889	63,839	94,098	1,176	1,733
130261	11130261	Cel. Acelerador	40712300	40036700	0,650	0,785	7,889	57,192	87,976	1,053	1,620
130292	11130292	Cel. Acelerador	40712400	40036600	0,350	0,794	7,889	72,217	99,469	1,330	1,832
130317	11130317	Cel. Acelerador	40712400	40036600	0,560	0,676	7,889	67,900	92,274	1,251	1,699
130331	11130331	Cel. Embreagem	40712200	40036800	0,450	0,907	3,601	54,312	78,139	1,000	1,439
130335	11130335	Cel. Embreagem	40712200	40036800	0,450	0,905	3,601	55,372	79,155	1,020	1,458
130337	11130337	Cel. Embreagem	40712200	40036800	0,750	0,955	3,601	54,363	79,261	1,001	1,460
130392	11130392	Cel. Acelerador	40712400	40036600	0,700	0,834	7,889	67,880	96,107	1,250	1,770
130274	20130274	Cel. Acelerador	40712400	40036600	0,350	0,794	7,889	70,150	97,402	1,292	1,794
130292	20130292	Cel. Acelerador	40712400	40036600	0,350	0,794	7,889	73,507	100,759	1,354	1,856
130314	20130314	Cel. Acelerador	40712400	40036600	0,350	0,794	7,889	71,843	99,095	1,323	1,825
130335	20130335	Cel. Embreagem	40712200	40036800	0,450	0,905	3,601	54,847	78,630	1,010	1,448
130357	20130357	Cel. Velocimetro	40711300	40037400	0,580	0,786	9,940	53,617	80,998	0,987	1,492
130314	21130314	Cel. Acelerador	40712400	40036600	0,350	0,794	7,889	70,553	97,805	1,299	1,801
130389	11130389	Cel. Acelerador	40712400	40037300	0,515	0,745	7,889	69,191	95,248	1,274	1,754
130292	2E130292	Cel. Acelerador	40712400			0,794	7,889	73,507	100,759	1,354	1,856
130335	2E130335	Cel. Embreagem	40712200			0,905	3,601	54,847	78,630	1,010	1,448

Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 12 - Fluxo dos dados de entrada e saída da planilha lista de tempos.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A planilha é atualizada a cada produto novo ou melhoramento em alguma eficiência no tempo do produto, lembrando que todos os cálculos de custos são baseados na célula de origem do produto, se o mesmo for feito em outra célula por motivos de urgência, o departamento de custos deve ser comunicado de imediato e recalculado os custos do mesmo.

**Código:** contém os códigos do produto.

**Código real:** foi utilizado o sistema de código inteligente, onde foi acrescentado dois dígitos no início do código do produto, sendo que, o primeiro dígito representa em qual revisão o produto se encontra, no segundo dígito é identificado o destino do produto, se ele é um produto voltado para o mercado de montadora ou para o mercado de reposição.

**Célula:** cada produto teve seu processo verificado e de acordo com o tipo do produto, foi definida a célula que será realizada a montagem do mesmo.

**Espiral:** tempo da formação do espiral (espiral é o tipo de capa que é revestido o produto conforme Figura 12, pois conforme o tipo do produto muda o formato da capa).

**Tubo de PVC:** tempo de corte do tubo de PVC (PVC é a capa que protege o espiral do cabo conforme Figura 12).

**Terminal 1 e Terminal 2:** este campo contém o tempo de prensagem dos terminais, o produto pode conter somente um terminal conforme Figura 12, ou pode conter dois terminais conforme Figura 14.

**Corte:** tempo total da operação de corte da cordoalha (cordoalha é um tipo de cabo de aço conforme Figura 12).

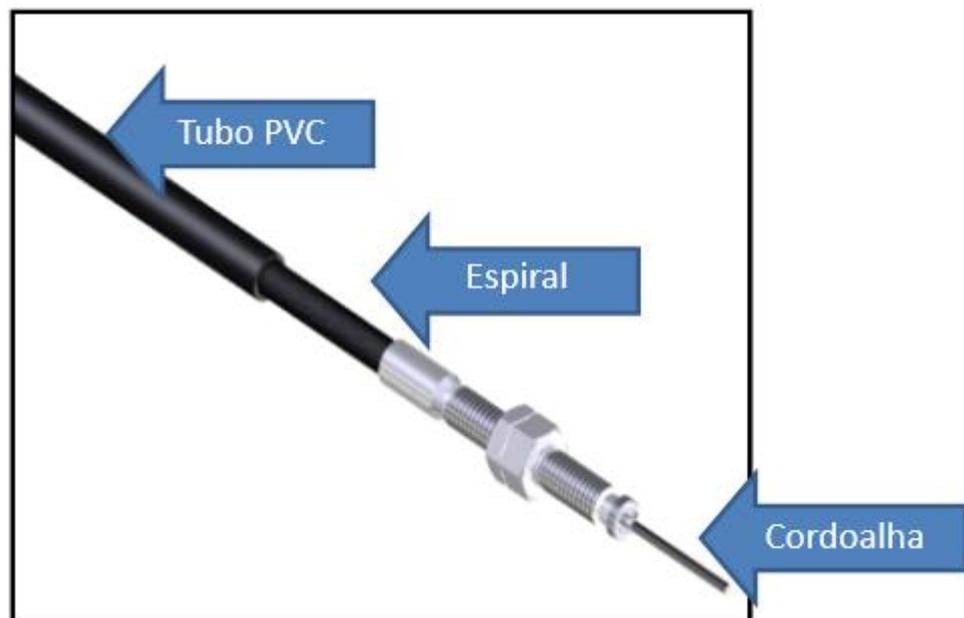
**Montagem:** tempo total de montagem do cabo.

**Total:** tempo da formação do espiral + tempo de corte do tubo de PVC + tempo de prensagem dos terminais + tempo de corte da cordoalha + tempo de montagem do cabo (ou seja, é a somatória dos tempos de cada operação, que o produto visita ao longo do seu processo).

**Equivalente de montagem:** Total / Menor tempo de montagem do produto entre as células de manufatura disponíveis.

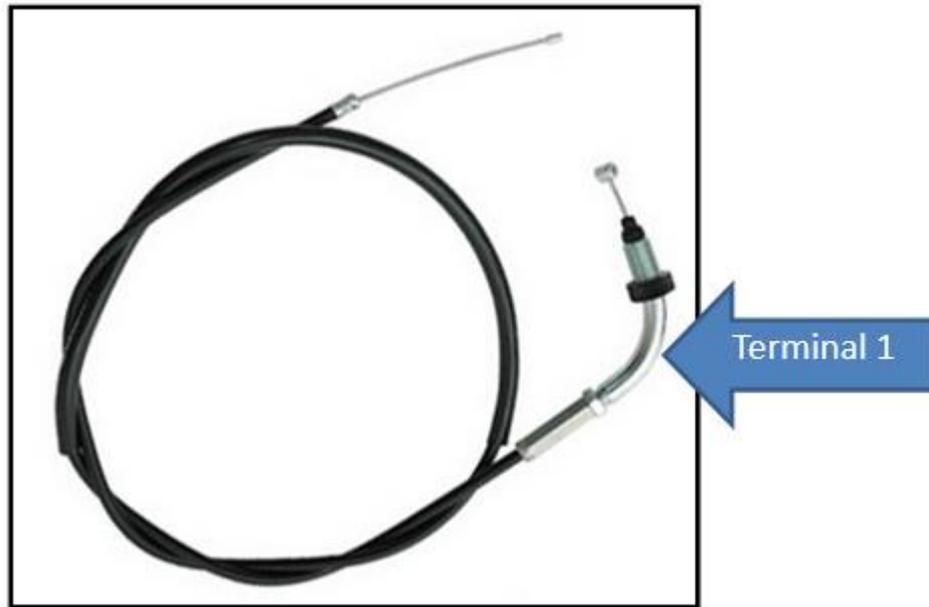
**Equivalente geral:** Total / Tempo do produto considerado o mais fácil de produzir.

Figura 13 - Cabo de comando de motocicleta.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 14 - Cabo com um terminal.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 15 - Cabo com dois terminais.



Fonte: Elaborado pelo autor.

#### **4.4 Lista de Ferramentas e Dispositivos**

Para a realização da Lista de ferramentas, foram coletadas todas as ferramentas e dispositivos que são utilizadas para a realização de cada produto. Através destas informações a Engenharia de Processos elaborou um estudo de agrupamento (este estudo foi realizado através das possibilidades de se utilizar uma única ferramenta para mais de um produto) das mesmas, reduzindo o número total de ferramentas quase pela metade, pois não havia a política de padronização a cada entrada de um novo projeto, a realização de estudos quanto à utilização de uma ferramenta e dispositivo existente e em uso para cada um dos processos.

Anteriormente todo produto novo acabava por gerar uma nova solicitação de projeto e execução do processo de confecção de uma nova ferramenta, o que ampliou demasiadamente a lista de ferramentas disponíveis.

A partir da identificação das ferramentas também foi definido um sistema de codificação das ferramentas e dispositivos disponíveis por tipo, ou seja, cada produto possui no seu cadastro a identificação do código da ferramenta ou dispositivo que deve ser utilizado. A Figura 15 apresenta a Lista de Ferramentas e Dispositivos.

Figura 16 – Planilha de lista de Ferramentas e Dispositivos.

SEQUENCIAMENTO	CABO	BUCHINHA	INJETADO	CAPSULA	PRENSAGEM	PRENSAGEM	CORDOALHA	INJETADO	REFERÊNCIA	INJETADO	REFERÊNCIA	INJETADO	1ª PRENSAGEM	2ª PRENSAGEM	
084052	130331	32405300	Ø6.0x10.0		36301200	36200100	40200600	Ø6.5xØ5.0x9.0	21	Ø6.0x10.0	30	Ø6.5xØ5.0x9.0	536310058	536310035	CIA
084000	130335	32401300	Ø6.0x10.0	31251600		36200100	40200600	Ø6.5xØ5.0x9.0	21	Ø6.0x10.0	30	Ø6.5xØ5.0x9.0	CAPSULA	536310035	CIA
084000	130337	32401300	Ø6.0x10.0	31251600		36200100	40200600	Ø6.5xØ5.0x9.0	21	Ø6.0x10.0	30	Ø6.5xØ5.0x9.0	CAPSULA	536310035	CIA
081700	000410	32405200	Ø6.0x10.0	31403700		32105600	40200600	Ø6.5xØ5.0x9.0	21	Ø6.0x10.0	30	Ø6.5xØ5.0x9.0	CAPSULA	536300003	PRAÇA
081700	000411	32405200	Ø6.0x10.0	31403700		32105600	40200600	Ø6.5xØ5.0x9.0	21	Ø6.0x10.0	30	Ø6.5xØ5.0x9.0	CAPSULA	536300003	PRAÇA
081700	000412	32405200	Ø6.0x10.0	31403700		32105600	40200600	Ø6.5xØ5.0x9.0	21	Ø6.0x10.0	30	Ø6.5xØ5.0x9.0	CAPSULA	536300003	PRAÇA
081700	000413	32405200	Ø6.0x10.0	31403700		32105600	40200600	Ø6.5xØ5.0x9.0	21	Ø6.0x10.0	30	Ø6.5xØ5.0x9.0	CAPSULA	536300003	PRAÇA
081700	000414	32405200	Ø6.0x10.0	31403700		32105600	40200600	Ø6.5xØ5.0x9.0	21	Ø6.0x10.0	30	Ø6.5xØ5.0x9.0	CAPSULA	536300003	PRAÇA
081700	000415	32405200	Ø6.0x10.0	31403700		32105600	40200600	Ø6.5xØ5.0x9.0	21	Ø6.0x10.0	30	Ø6.5xØ5.0x9.0	CAPSULA	536300003	PRAÇA
081700	000450	32405200	Ø6.0x10.0	31403700		32105600	40200600	Ø6.5xØ5.0x9.0	21	Ø6.0x10.0	30	Ø6.5xØ5.0x9.0	CAPSULA	536300003	PRAÇA
081700	000451	32405200	Ø6.0x10.0	31403700		32105600	40200600	Ø6.5xØ5.0x9.0	21	Ø6.0x10.0	30	Ø6.5xØ5.0x9.0	CAPSULA	536300003	PRAÇA
081717	000453	32405200	Ø6.0x10.0		30161600	32105600	40200600	Ø6.5xØ5.0x9.0	21	Ø6.0x10.0	30	Ø6.5xØ5.0x9.0	536300003	536300003	PRAÇA
081700	000454	32405200	Ø6.0x10.0	31403700		32105600	40200600	Ø6.5xØ5.0x9.0	21	Ø6.0x10.0	30	Ø6.5xØ5.0x9.0	CAPSULA	536300003	PRAÇA
081700	000455	32405200	Ø6.0x10.0	31403700		32105600	40200600	Ø6.5xØ5.0x9.0	21	Ø6.0x10.0	30	Ø6.5xØ5.0x9.0	CAPSULA	536300003	PRAÇA
081700	000456	32405200	Ø6.0x10.0	31403700		32105600	40200600	Ø6.5xØ5.0x9.0	21	Ø6.0x10.0	30	Ø6.5xØ5.0x9.0	CAPSULA	536300003	PRAÇA
081717	000457	32405200	Ø6.0x10.0		30161600	32105600	40200600	Ø6.5xØ5.0x9.0	21	Ø6.0x10.0	30	Ø6.5xØ5.0x9.0	536300003	536300003	PRAÇA
301717	000458	32405200	Ø6.0x10.0		30161600	32105600	40251400	Ø6.5xØ5.0x9.0	21	Ø6.0x10.0	30	Ø6.5xØ5.0x9.0	536300003	536300003	PRAÇA
081700	000459	32405200	Ø6.0x10.0	31403700		32105600	40200600	Ø6.5xØ5.0x9.0	21	Ø6.0x10.0	30	Ø6.5xØ5.0x9.0	CAPSULA	536300003	PRAÇA
081717	000460	32405200	Ø6.0x10.0		30161600	32105600	40200600	Ø6.5xØ5.0x9.0	21	Ø6.0x10.0	30	Ø6.5xØ5.0x9.0	536300003	536300003	PRAÇA
081717	000461	32405200	Ø6.0x10.0		30161600	32105600	40200600	Ø6.5xØ5.0x9.0	21	Ø6.0x10.0	30	Ø6.5xØ5.0x9.0	536300003	536300003	PRAÇA
231717	000462	32405200	Ø6.0x10.0		30161600	32105600	40250800	Ø6.5xØ5.0x9.0	21	Ø6.0x10.0	30	Ø6.5xØ5.0x9.0	536300003	536300003	PRAÇA
081700	000463	32405200	Ø6.0x10.0	31403700		32105600	40200600	Ø6.5xØ5.0x9.0	21	Ø6.0x10.0	30	Ø6.5xØ5.0x9.0	CAPSULA	536300003	PRAÇA
081717	000464	32405200	Ø6.0x10.0		30161600	30104000	40200600	Ø6.5xØ5.0x9.0	21	Ø6.0x10.0	30	Ø6.5xØ5.0x9.0	536300003	536300003	PRAÇA
065200	000490	32405200	Ø6.0x10.0	31403700		30107200	40200400	Ø6.5xØ5.0x9.0	21	Ø6.0x10.0	30	Ø6.5xØ5.0x9.0	CAPSULA	536310058	PRAÇA
081700	030000	32405200	Ø6.0x10.0	31403700		32105600	40200600	Ø6.5xØ5.0x9.0	21	Ø6.0x10.0	30	Ø6.5xØ5.0x9.0	CAPSULA	536300003	PRAÇA
081700	030012	32405200	Ø6.0x10.0	31403700		32105600	40200600	Ø6.5xØ5.0x9.0	21	Ø6.0x10.0	30	Ø6.5xØ5.0x9.0	CAPSULA	536300003	PRAÇA
081700	030036	32405200	Ø6.0x10.0	31403700		32105600	40200600	Ø6.5xØ5.0x9.0	21	Ø6.0x10.0	30	Ø6.5xØ5.0x9.0	CAPSULA	536300003	PRAÇA
081700	030037	32405200	Ø6.0x10.0	31403700		32105600	40200600	Ø6.5xØ5.0x9.0	21	Ø6.0x10.0	30	Ø6.5xØ5.0x9.0	CAPSULA	536300003	PRAÇA
081700	030078	32405200	Ø6.0x10.0	31403700		32105600	40200600	Ø6.5xØ5.0x9.0	21	Ø6.0x10.0	30	Ø6.5xØ5.0x9.0	CAPSULA	536300003	PRAÇA
081700	030107	32405200	Ø6.0x10.0	31403700		30105600	40200600	Ø6.2xØ4.0x3.6x10.0	21	Ø6.0x10.0	28	Ø6.2xØ4.0x3.6x10.0	CAPSULA	536300003	PRAÇA
081700	030217	32405200	Ø6.0x10.0	31403700		32105600	40200600	Ø6.5xØ5.0x9.0	21	Ø6.0x10.0	30	Ø6.5xØ5.0x9.0	CAPSULA	536300003	PRAÇA
061700	030253	32405200	Ø6.0x10.0	31403700		32105600	40200400	Ø6.5xØ5.0x9.0	21	Ø6.0x10.0	30	Ø6.5xØ5.0x9.0	CAPSULA	536300003	PRAÇA

Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 17 - Fluxo dos dados de entrada e saída da planilha lista de ferramentas.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A planilha é atualizada a cada ferramenta nova ou produto novo. Abaixo segue o significado de cada célula e suas devidas fórmulas.

**Sequenciamento:** foi criado um código de sequenciamento conforme a combinação de ferramentas.

**Cabo:** código do produto final

**Buchinha:** o tipo de item que é colocado manualmente pelo operador

**1 e 2 Injetado:** código da ferramenta de cavidade da injeção, conforme o tipo do produto a cabeça de zamak muda de tamanho para atender as normas de tração.

**Capsula:** o tipo de capsula que é colocado na ponta do espiral.

**1 e 2 Prensagem:** código da ferramenta de prensagem dos terminais.

**Cordoalha:** o tipo de cordoalha que é utilizado no produto final.

**Tipo de mercado:** a sigla CIA significa que o produto é um cabo fornecido para montadora e o PRAÇA é o cabo fornecido para o mercado de reposição.

#### 4.5 Previsões e Confirmações de Vendas

O procedimento para a realização do sequenciamento prevê as segundas feiras a geração e transmissão aos pares envolvidos no processo de programação da produção um arquivo online definido por EDI, nele constam as informações de pedidos firmes e pedidos previstos. O arquivo EDI é importado automaticamente para o software *Datasul-EMS* (*Enterprise Management System*). Essa otimização abrange todo o ciclo produtivo, passando por Suprimentos, Manufatura, Distribuição e, em consequência, pelo Controle Contábil, Financeiro e Fiscal desses processos.

Através do software *Datasul-EMS* é gerado a relação dos pedidos no Excel com as informações do número de pedido, itens do pedido solicitados pelo cliente, quantidade requerida, *due date* (data de entrega) e situação que se encontra o pedido quanto ao status de atendimento à demanda. A Figura 17 mostra um exemplo das previsões e status dos pedidos.

Figura 18 - Previsões e confirmação de vendas.

COD. ITEM	QTDE PEDIDA	DT. ENTREGA	NR. PED. CLI.	QTDE ATENDIDA	CLIENTE	DATA PEDIDO CADASTRADO	QTDE BACKLOG	SITUACAO	COMPLETO
00130412	600	01/10/2014	004998500	600	HONDA-AM	22/09/2014	0	ATENDIDO TOTAL	VERDADEIRO
00130413	500	01/10/2014	004998440	500	HONDA-AM	22/09/2014	0	ATENDIDO TOTAL	VERDADEIRO
00130402	775	01/10/2014	004998164	775	HONDA-AM	22/09/2014	0	ATENDIDO TOTAL	VERDADEIRO
00130405	600	01/10/2014	004998505	600	HONDA-AM	22/09/2014	0	ATENDIDO TOTAL	VERDADEIRO
00135023	120	01/10/2014		120	DAFRA AM	08/09/2014	0	ATENDIDO TOTAL	VERDADEIRO
00135025	930	01/10/2014		0	DAFRA AM	08/09/2014	-930	ABERTO	VERDADEIRO
00130415	1475	01/10/2014	004998515	1475	HONDA-AM	22/09/2014	0	ATENDIDO TOTAL	VERDADEIRO
00130414	500	01/10/2014	004998577	500	HONDA-AM	22/09/2014	0	ATENDIDO TOTAL	VERDADEIRO
00130336	80	01/10/2014	L05011152	80	HONDA-AM	22/09/2014	0	ATENDIDO TOTAL	VERDADEIRO
00130327	80	01/10/2014	L05011579	80	HONDA-AM	22/09/2014	0	ATENDIDO TOTAL	VERDADEIRO
00135024	120	01/10/2014		120	DAFRA AM	02/09/2014	0	ATENDIDO TOTAL	VERDADEIRO
00135002	191	01/10/2014	60859	191	DAFRA AM	02/09/2014	0	ATENDIDO TOTAL	VERDADEIRO
00135001	181	01/10/2014	60859	181	DAFRA AM	02/09/2014	0	ATENDIDO TOTAL	VERDADEIRO
00135000	191	01/10/2014	60859	191	DAFRA AM	02/09/2014	0	ATENDIDO TOTAL	VERDADEIRO
00135009	144	01/10/2014	60859	144	DAFRA AM	02/09/2014	0	ATENDIDO TOTAL	VERDADEIRO
00135008	145	01/10/2014	60859	145	DAFRA AM	02/09/2014	0	ATENDIDO TOTAL	VERDADEIRO
00130366	325	01/10/2014	004997630	325	HONDA-AM	22/09/2014	0	ATENDIDO TOTAL	VERDADEIRO
00130394	150	01/10/2014	004997978	150	HONDA-AM	22/09/2014	0	ATENDIDO TOTAL	VERDADEIRO
00130397	100	01/10/2014	004997983	100	HONDA-AM	22/09/2014	0	ATENDIDO TOTAL	VERDADEIRO
00130398	50	01/10/2014	004997987	50	HONDA-AM	22/09/2014	0	ATENDIDO TOTAL	VERDADEIRO
00130404	450	01/10/2014	004998066	450	HONDA-AM	22/09/2014	0	ATENDIDO TOTAL	VERDADEIRO
00130403	325	01/10/2014	004998071	325	HONDA-AM	22/09/2014	0	ATENDIDO TOTAL	VERDADEIRO
01135002	100	01/10/2014	61856	100	DAFRA-SC	23/09/2014	0	ATENDIDO TOTAL	VERDADEIRO
00130407	500	01/10/2014	004998540	500	HONDA-AM	22/09/2014	0	ATENDIDO TOTAL	VERDADEIRO
00130266	80	01/10/2014	L05011056	80	HONDA-AM	22/09/2014	0	ATENDIDO TOTAL	VERDADEIRO
00130267	80	01/10/2014	L05011082	80	HONDA-AM	22/09/2014	0	ATENDIDO TOTAL	VERDADEIRO
00130403	200	02/10/2014	004998072	200	HONDA-AM	22/09/2014	0	ATENDIDO TOTAL	VERDADEIRO
00130402	800	02/10/2014	004998165	800	HONDA-AM	22/09/2014	0	ATENDIDO TOTAL	VERDADEIRO
00130266	80	02/10/2014	L05011057	80	HONDA-AM	22/09/2014	0	ATENDIDO TOTAL	VERDADEIRO
00130267	80	02/10/2014	L05011083	80	HONDA-AM	22/09/2014	0	ATENDIDO TOTAL	VERDADEIRO
00130336	80	02/10/2014	L05011153	80	HONDA-AM	22/09/2014	0	ATENDIDO TOTAL	VERDADEIRO
00130327	80	02/10/2014	L05011580	80	HONDA-AM	22/09/2014	0	ATENDIDO TOTAL	VERDADEIRO
00130397	100	02/10/2014	004997984	100	HONDA-AM	22/09/2014	0	ATENDIDO TOTAL	VERDADEIRO

Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 19 - Fluxo dos dados da planilha previsão e confirmação de vendas



Fonte: Elaborado pelo autor.

Esta planilha é atualizada diariamente, a mesma é gerada através do sistema operacional utilizado pela empresa, abaixo segue o significado de cada célula e suas devidas formulas.

**COD. Item:** código do produto final.

**QTDE Pedida:** quantidade do pedido definida pelo cliente.

**DT. Entrega:** data de entrega do produto final no cliente.

**NR. PED.CLI:** número do pedido do cliente.

**QTDE Atendida:** quantidade já atendida.

**Cliente:** nome do cliente.

**Data pedido cadastrado:** data de importação do pedido no sistema.

**QTDE BACKLOG:** quantidade faltante para o atendimento.

**Situação:** situação que o pedido se encontra, o mesmo pode estar atendido total, aberto ou previsão de vendas.

**Completo:** se o mesmo foi liberado pelo financeiro, pois o cliente pode ter bloqueios financeiros ou restrições de pagamento a vista.

#### 4.6 Estoque e Ordenado (Ordens de Produção)

Esta planilha possui as informações dos níveis de estoques, a partir do sistema corporativo da empresa *Datasul-EMS (Enterprise Management System)*. Na planilha há a visibilidade do nível de estoque e *status* do item, como se o mesmo se encontra no depósito de itens rejeitados, em processo, no CQ (Controle de Qualidade) ou na Expedição. É possível identificar também Ordens de produção abertas e não encerradas, assim como o *status* de fabricação.

A partir dos dados da planilha da Figura 17 é atualizada a planilha de reposição devido às necessidades das montadoras de acordo com a Figura 19.

Figura 20 - Planilha de Estoque e Ordenado.

COD	TIPO	DESCRIÇÃO	CÉLULA	245.958	PRO	CQ	REJ	ANIL	EXP	Estoque	Estoque	Ordenado	Falta	Estoque	TIPO
		HONDA E YAMAHA							0						
		DIVERSOS		22.531											
		MAXI		589.304											
		ORIGINAL		421.651											
01130298	cia	CABO ACELERADOR 17910 KRM 8700	COU						19	19	0	0	0	19	HOYA
01130299	cia	CABO AFOGADOR 17950 KRM 8701	COU						0	0	0	0	0	0	HOYA
01130300	cia	CABO EMBREAGEM 22870 KRM 8700	CEM						152	152	0	0	0	152	HOYA
01130301	cia	CABO EMBREAGEM 22870 KPE 8700	CEM						0	0	0	0	0	0	HOYA
01130302	cia	CABO MILO 44831 KRM 8600	CVE						94	94	0	0	0	94	HOYA
01130304	cia	ANEL - 91256 KK3 8400	#ND						10	10	0	0	0	10	HOYA
01130306	cia	CABO FREIO 45450 KRE 8500	COU						10	10	0	0	0	10	HOYA
01130307	cia	CABO VELOCIMETRO 44830 KRE 8500	CVE						505	505	0	0	0	505	HOYA
01130308	cia	CABO MILO 44831 KRE 8500 H1	CVE						3	3	0	0	0	3	HOYA
01130314	cia	CABO ACELERADOR 17910 KGA K602	CAC						0	0	0	0	0	0	HOYA
01130315	cia	CABO EMBREAGEM 22870 KGA K600	CEM						0	0	0	0	0	0	HOYA
01130316	cia	CABO VELOCIMETRO 44830 KRM 8601	CVE						0	0	0	0	0	0	HOYA
01130317	cia	CABO ACELERADOR 17910 GFP 9000	CAC						0	0	0	0	0	0	HOYA
01130318	cia	CABO EMBREAGEM 22870 GFP 9000	CEM						128	128	0	0	0	128	HOYA
01130319	cia	CABO VELOCIMETRO 44830 GFP 9000	CVE						0	0	0	0	0	0	HOYA
01130320	cia	CABO TRAVA 77156 GFP 9000	COU						100	100	0	0	0	100	HOYA
01130324	cia	CABO AFOGADOR 17950 KPF 9002	CVE						494	494	0	0	0	494	HOYA
01130325	cia	CABO AFOGADOR 17950 KRM 8702	COU						3	3	0	0	0	3	HOYA
01130326	cia	CABO MILO 44831 GFP 9000	CVE						41	41	0	0	0	41	HOYA
01130327	cia	CABO VELOCIMETRO 44830 KY7 0003	CVE						10	10	0	0	0	10	HOYA
01130328	cia	CABO VELOCIMETRO 44830 KPF 9001	CVE						94	94	0	0	0	94	HOYA
01130329	cia	CABO VELOCIMETRO 44830 KHA 9401	CVE						533	533	0	0	0	533	HOYA
01130330	cia	CABO EMBREAGEM 22870 KBB 9002	COU						208	208	0	0	0	208	HOYA
01130331	cia	CABO EMBREAGEM 22870 KPF 9001	CEM						409	409	0	0	0	409	HOYA
01130332	cia	CABO EMBREAGEM 22870 KHA 9402	COU						26	26	0	0	0	26	HOYA
01130333	cia	CABO EMBREAGEM 22870 KGA B401	CEM						0	0	0	0	0	0	HOYA
01130334	cia	CABO EMBREAGEM 22870 KRE 9001	COU						0	0	0	0	0	0	HOYA
01130335	cia	CABO EMBREAGEM 22870 KRM 8601	CEM						132	132	0	0	0	132	HOYA
01130336	cia	CABO EMBREAGEM 22870 KPE 8702	CEM						94	94	0	0	0	94	HOYA
01130338	cia	CABO AFOGADOR 17950 KBB 9000 C1	COU						0	0	0	0	0	0	HOYA
01130339	cia	CABO TRAVA 77240 GCE 9001	COU						203	203	0	0	0	203	HOYA
01130340	cia	CABO DO ACELERADOR 17910 GCE 9001	CAC						0	0	0	0	0	0	HOYA
01130341	cia	CABO TRAVA 77156 KPF 9001	COU						421	421	0	0	0	421	HOYA
01130342	cia	CABO TRAVA 77156 MCG 0001	COU						76	76	0	0	0	76	HOYA

Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 21 - Fluxo dos dados de entrada e saída da planilha estoque e ordenado



Fonte: Elaborado pelo autor.

Esta planilha é atualizada diariamente, a mesma é atualizada através de relatórios gerados através do sistema operacional utilizado pela empresa, onde importamos o saldo (temos o controle do estoque do produto acabado na fábrica e na fábrica de reposição), as ordens de produção (todas as ordens abertas para a produção do produto acabado), o depósito de qualidade (todo produto acabado passa pelo depósito de qualidade onde o mesmo é testado conforme exigências de seus clientes e critérios estabelecidos pela própria empresa), o depósito de rejeitado (são todos os produtos acabados rejeitados pelo setor de qualidade, o mesmo é analisado para uma possível abertura de desvio ou se o material será descartado na sucata), depósito de ANL (esse depósito foi criado para absorver as diferenças de estoque dos produtos acabados, o mesmo é analisado e acompanhado diariamente pela gerência para medir o indicador de confiabilidade do estoque), abaixo segue o significado de cada célula e suas devidas formulas.

**COD. Item:** código do produto final.

**Tipo:** a sigla CIA significa que o produto é um cabo fornecido para montadora e o PRAÇA é o cabo fornecido para o mercado de reposição.

**Descrição:** descrição do produto.

**Celula:** em qual célula o produto é produzido.

**Processo:** é o total de itens localizados no departamento de PRO (processo), ou seja são os itens que estão em produção.

**CQ:** é total de itens localizados no departamento CQ (controle da qualidade), o mesmo pode ser aprovado ou rejeitado.

**Rejeitado:** é o total de itens localizados no departamento de REJ (rejeitado), o mesmo deve ser sucateado ou aproveitado para outros fins através de aprovação do departamento de Engenharia.

**Analise:** é o total de cabos localizados no departamento de ANL (analise), são os cabos que estão com divergência de inventario.

**Expedição:** é o total de cabos localizados no departamento de EXP (expedição), o mesmos já estão prontos para serem entregues no cliente.

**Inca:** é todo o estoque localizado na empresa montadora, que fornece para grandes montadoras e para empresa de reposição.

**Thor:** é todo estoque localizado na empresa de reposição, que abastece o mercado do varejo.

**Ordenado:** é o total de ordens de produção abertas para o cabo.

**Falta entrada:** é o total de itens que estão fora do sistema esperando a expedição do mesmo.

**Estoque total:** é calculada pela formula, (estoque Inca + estoque Thor) – (deposito de analise + deposito de rejeitado).

**Tipo:** é a identificação do produto, podendo ser do mercado de montadora ou de reposição.

#### 4.7 Reposição

A planilha de reposição foi criada para o acompanhamento do status de cobertura dos produtos acabados de reposição de mercado com base em previsões de vendas e o nível dos estoques. A planilha é atualizada todos os dias de modo a inibir os prováveis atrasos na entrega do produto.

Com base no histórico de vendas é definida a priorização dos itens de fabricação e montagem (produto acabado – cabo) como: A, B, C, D e E. Os cabos com classificação A e B são os produtos de maior giro e conseqüentemente os que devem ser mais produzidos no mês.

Os itens C, D e E são os de menor giro, mas os que precisam ser bem controlados, pois os itens desse grupo não possuem um nível de estoque alto e caso ocorra um pico de venda pode ocorrer à falta do item.

Um exemplo, que permite caracterizar esse tipo de *status*, é o caso dos cabos da Mobilete com baixo nível do volume de vendas, em que um único cliente colecionador de Mobiletes requisitou a partir de um pedido de vendas um volume maior em função da

necessidade da troca de todos os cabos de acelerador da sua coleção, o que gerou um pico de vendas e a falta do item. A Figura 21 mostra a planilha de controle de reposição dos itens.

Figura 22 – Planilha de Reposição dos itens

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	
																				PLANEJADO
1																				
2				A	50.000	15.000	41	30%	CTR	1500						3.924	6.060		2,8	
3				B	46.621	10.000	150	32%	CAC	6.500						107.582	18.880		1,7	
4				C	7.456	5.350	62	17%	CEM	4.550						57.642	720		0,8	
5				D	2.239	3.000	184	24%	COU	6.951						81.162	4.200		3,8	
6				E	2.900	10.940	195	230%	COU1	4.050						76.755	2.820		3,3	
7					105.276	44.230			CVE	350							11.610			
8							642		TOTAL	23.901						333.055	44.230			
11																				
12																				
13																				
14																				
15																				
16																				
17																				
18																				
19																				
20																				
21																				
22																				
23																				
24																				
25																				
26																				
27																				
28																				
29																				
30																				
31																				
32																				
33																				
34																				
35																				
36																				
37																				

CEL	CLAS	COB GERAL	VENDAS MEDIA	ODEN	ESTQ THOR	COB THOR	ESTQ THOR	INCACFLX	ESTQ INCACFLX	COB INCACFLX	ESTQ TOTAL	PLANEJ A VENDER NO MES	ESTOQUE FINAL TOTAL	PLANEJAMENTO PROPOSTO	EST FINAL DRD (SIN)	REAL
			241.200	107.976	418.108	540.246	151.003	35.490	908.390	5	5	5	5	5	5	5
			145	280	1,9	280	0,0	0,0	280	0,0	280	92	188	450	188	1,3
			52	304	5,8	304	0,0	0,0	304	0,0	304	33	271		271	5,2
			244	1.198	4,9	1.198	0,0	0,0	1.198	0,0	1.198	155	1.043		1.043	4,3
			171	766	4,4	766	0,0	0,0	766	0,0	766	109	657		657	3,8
			248	392	1,5	392	988	3,9	1.380	3,9	1.380	158	1.222		1.222	4,9
			232	632	2,7	632	0,0	0,0	632	0,0	632	147	485		485	2,1
			192	272	1,4	272	256	1,3	528	1,3	528	122	1.306		1.306	6,8
			73	1.196	2.000	1.196	2.391	1,9	3.584	1,9	3.584	760	4.824		4.824	4,0
			899	886	12,1	886	12,1	0,0	886	0,0	886	46	840		840	11,5
			869	1.632	1,8	1.632	1,8	0,0	1.632	0,0	1.632	552	1.080		1.080	1,2
			1.477	898	2,6	898	2,6	0,0	898	0,0	898	215	683		683	2,0
			6.976	2.729	0,3	2.729	0,3	14.571	2,0	17.300	4.434	16.866		16.866	2,4	
			663	1.595	2,4	1.595	2,4	0,0	1.595	0,0	1.595	421	1.174		1.174	1,8
			882	697	0,7	697	0,7	1.791	2,0	2.488	561	1.927		1.927	2,2	
			245	2.657	10,8	2.657	10,8	0,0	2.657	0,0	2.657	156	2.501		2.501	10,2
			1,6	2.591	0,3	918	0,3	5.001	1,9	5.919	1.647	4.272		4.272	1,6	
			1,555	3.300	1,1	1.786	1,1	0,0	1.786	0,0	1.786	988	4.098		4.098	2,6
			1,157	559	0,4	559	0,4	3.297	2,8	3.856	735	3.121		3.121	2,7	
			5,47	2.551	4,6	2.551	4,6	0,0	2.551	0,0	2.551	348	2.203		2.203	4,0

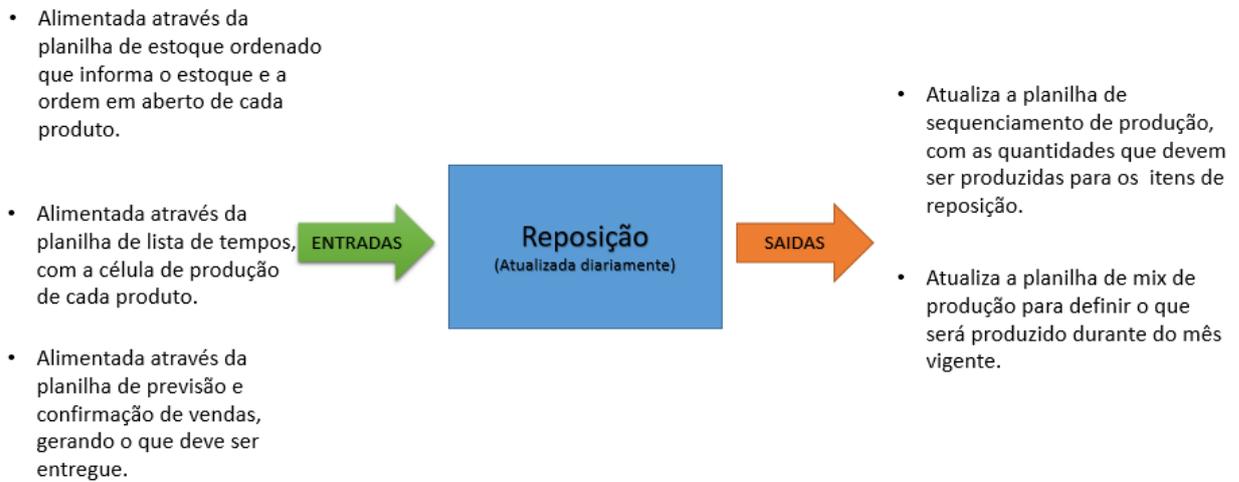
LOT	CEL	CLAS	COB GERAL	VENDAS MEDIA	ODEN	ESTQ THOR	COB THOR	ESTQ THOR	INCACFLX	ESTQ INCACFLX	COB INCACFLX	ESTQ TOTAL	PLANEJ A VENDER NO MES	ESTOQUE FINAL TOTAL	PLANEJAMENTO PROPOSTO	EST FINAL DRD (SIN)	REAL
			43	35.490	908.390	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5

PLANEJADO	PROPOSTO	CABOS	% de estoque
50.000	15.000	41	30%
46.621	10.000	150	32%
7.456	5.350	62	17%
2.239	3.000	184	24%
2.900	10.940	195	230%
105.276	44.230		
		642	

Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 23 - Fluxo dos dados de entrada e saída da planilha reposição



Fonte: Elaborado pelo autor.

Esta planilha é atualizada diariamente, a mesma recebe todas as informações da planilha de estoque e ordenado como saldo, ordens de produção abertas, a célula de produção de cada produto. Já a atualização da parte de consumo do produto, e extraída através do sistema operacional da empresa, onde se calcula a somatório de vendas dos últimos 3 meses dividido por 3, abaixo segue o significado de cada célula da planilha e suas respectivas formulas.

**Código:** código do cabo

**Descrição:** descrição do cabo

**Lote:** Lote múltiplo definido pela curva ABC, este valor foi imposto pelo planejador (com base na experiência e históricos de vendas) conforme Figura 23.

Figura 24 - Planilha curva ABC

	MÉDIA VENDA	ITENS	LT MÍNIMO	LT MULT	GATILHO	LOTE	MÉDIA
<b>A</b>	62.870	11	2000	1000	0,8	0,7	75.296
<b>B</b>	93.464	100	500	100	0,8	0,9	119.771
<b>C</b>	41.857	179	100	50	1	2	86.657
<b>D</b>	4.887	67	50	50	2	3	17.974
<b>E</b>	5.279	462	30	10	3	4	32.537
	<b>208.357</b>	<b>819</b>					<b>332.235</b>

Fonte: Elaborado pelo autor.

**Célula:** identificação de qual célula o cabo será produzido, o mesmo foi realizado através da formula de PROCV que busca o valor na planilha de lista de tempos.

**Clas:** classificação do cabo na curva ABC, é feito a média do cabo nos últimos três meses, o resultado obtido é procurado através da Figura 24 em qual letra o mesmo se encaixa.

Figura 25 - Definição da curva ABC

	MIN >	=< MAX
<b>A</b>	3.500	999.999
<b>B</b>	400	3.500
<b>C</b>	100	400
<b>D</b>	50	100
<b>E</b>	0	50

Fonte: Elaborado pelo autor.

**Cob geral:** que a divisão entre vendas medias (dos últimos 3 meses) / estoque atual do cabo.

**Vendas media:** vendas medias dos últimos 3 meses.

**Oden:** quantidade de OP's de produção aberta do cabo, o mesmo foi realizado através da formula de PROCV que busca o valor na planilha de estoque e ordenado.

**EST:** estoque total do cabo.

**Planej:** são os cabos que estão planejados a sua produção, diferente do ordenado que já estão efetivados pelas ordens de produção.

**A vender no mês:** vendas media / (meta de venda dentro do mês \* (meta de venda dentro do mês – vendas corrente (que nada mais é que o total já vendido)))

**Estoque no final do mês:** estoque total + ordenado + planejado, lembrando que conforme a estratégia do planejamento o campo ordenado e planejado pode ser desativado pela uso da formula SE.

Figura 26 - Desativa ou ativa calculo

Considera no saldo OP planejadas (ordenado) < S/N >?	S
Considera no planejamento OP planejadas < S/N >?	n
Planejar item D por PONTO PEDIDO < S/N >?	S
Planejar item E por PONTO PEDIDO < S/N >?	S

Fonte: Elaborado pelo autor.

**Planejamento proposto:** é feito através da formula = (SE(Gatilho<Lote multiplo;Lote multiplo;ARREDMULTB(Gatilho+Lote multiplo;Lote multiplo)))

**EST Final:** estoque final + planejamento proposto

**Cobert real e proposta:**

**Vendas corrente:** que é o que foi vendido até agora dentro do mês atual.

**Previsão de vendas:** a vender no mês + vendas corrente

#### 4.8 Montadora

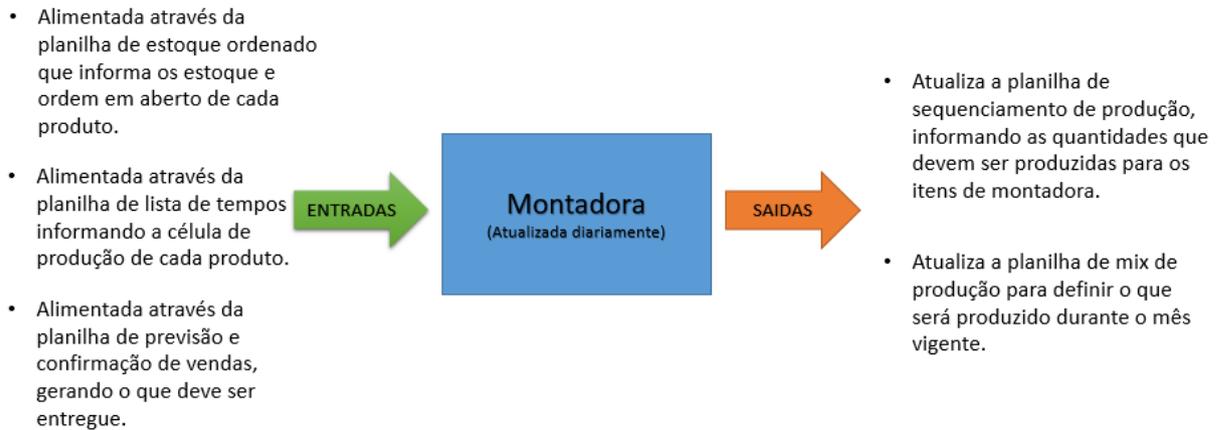
A planilha de montadora é parecida com a de reposição, porém a única alteração é o fato de tratar dos produtos acabados fornecidos para grandes montadoras de motocicletas como Honda e Yamaha. Neste caso os pedidos são maiores caracterizados por um *lead time* de transporte maior devido à localização das unidades montadoras destas empresas. No caso qualquer atraso relacionado à *due date* gera a necessidade de envio aéreo do produto acréscimo dos custos de transporte do produto final. Neste caso o procedimento prevê um controle efetivo e pontual dos itens diferente dos cabos de reposição.

A Figura 26 mostra a planilha de montadora.

Figura 27 – Planilha de Montadora.

Data de análise		25/09/2014		572		573	
Célula	TOTAL						
3	0						
4	0						
5	0						
6	0						
7	0						
8	0						
9	0						
10	0						
CAC							
CEM							
CFR							
COU							
CVE1							
CVE2							
Ordernado							
<b>S</b>							
Total							
140.616							
Cons							
142.444							
Cia							
<b>S</b>							
Total							
142.444							
Entregas							
0							
Falta							
0							
Prod							
3							
Saldo							
294.562							
Entregas							
7.720							
Cob							
135							
Entregas							
7.795							
Falta							
0							
Prod							
4							
Saldo							
286.767							
Entregas							
0							
Cob							
134							
Entregas							
9.570							
Falta							
0							
Prod							
4							
Saldo							
282							
Entregas							
0							
Cob							
4							
Entregas							
0							
Cob							
N							
Entregas							
0							
Falta							
0							
Prod							
0							
Saldo							
284							
Entregas							
0							
Cob							
284							
Entregas							
0							
Falta							
0							
Prod							
0							
Saldo							
284							
Entregas							
0							
Cob							
284							
Entregas							
0							
Falta							
0							
Prod							
0							
Saldo							
284							
Entregas							
0							
Cob							
284							
Entregas							
0							
Falta							
0							
Prod							
0							
Saldo							
284							
Entregas							
0							
Cob							
284							
Entregas							
0							
Falta							
0							
Prod							
0							
Saldo							
284							
Entregas							
0							
Cob							
284							
Entregas							
0							
Falta							
0							
Prod							
0							
Saldo							
284							
Entregas							
0							
Cob							
284							
Entregas							
0							
Falta							
0							
Prod							
0							
Saldo							
284							
Entregas							
0							
Cob							
284							
Entregas							
0							
Falta							
0							
Prod							
0							
Saldo							
284							
Entregas							
0							
Cob							
284							
Entregas							
0							
Falta							
0							
Prod							
0							
Saldo							
284							
Entregas							
0							
Cob							
284							
Entregas							
0							
Falta							
0							
Prod							
0							
Saldo							
284							
Entregas							
0							
Cob							
284							
Entregas							
0							
Falta							
0							
Prod							
0							
Saldo							
284							
Entregas							
0							
Cob							
284							
Entregas							
0							
Falta							
0							
Prod							
0							
Saldo							
284							
Entregas							
0							
Cob							
284							
Entregas							
0							
Falta							
0							
Prod							
0							
Saldo							
284							
Entregas							
0							
Cob							
284							
Entregas							
0							
Falta							
0							
Prod							
0							
Saldo							
284							
Entregas							
0							
Cob							
284							
Entregas							
0							
Falta							
0							
Prod							
0							
Saldo							
284							
Entregas							
0							
Cob							
284							
Entregas							
0							
Falta							
0							
Prod							
0							
Saldo							
284							
Entregas							
0							
Cob							
284							
Entregas							
0							
Falta							
0							
Prod							
0							
Saldo							
284							
Entregas							
0							
Cob							
284							
Entregas							
0							
Falta							
0							
Prod							
0							
Saldo							
284							
Entregas							
0							
Cob							
284							
Entregas							
0							
Falta							
0							
Prod							
0							
Saldo							
284							
Entregas</							

Figura 28 - Fluxo dos dados de entrada e saída da planilha Montadora



Fonte: Elaborado pelo autor.

Esta planilha é atualizada diariamente, a mesma recebe todas as informações da planilha de estoque e ordenado como saldo, ordens de produção abertas, a célula de produção de cada produto. Já a atualização da parte de consumo do produto, é extraída através da planilha de programação de vendas, onde temos os pedidos confirmados e as previsões de vendas distribuídas dia a dia, abaixo segue o significado de cada célula da planilha e suas respectivas formulas.

**Código:** código do cabo

**Célula:** identificação de em qual célula o cabo será produzido, o mesmo foi realizado através da formula de PROCV que busca o valor na planilha de lista de tempos.

**Descrição:** descrição do cabo

**Cons:** este consumo enxerga 3 meses na frente ao contrário da planilha de reposição, pois as informações são enviadas pelas montadoras.

**Oden:** quantidade de OP's de produção aberta do cabo, o mesmo foi realizado através da formula de PROCV que busca o valor na planilha de estoque e ordenado.

**Entregas:** quantidade que deve ser entregue na data, o mesmo foi realizado através da formula de PROCV que busca o valor na planilha de programação e vendas.

**Faltas:** é dado pela formula  $=SE((saldo-entegas\ do\ dia\ seguinte+entregue\ no\ dia\ seguinte)<0;(saldo-entregas\ do\ dia\ seguinte+entregue\ no\ dia\ seguinte);0)$ .

**Prod:** e a quantidade que já foi produzida do mesmo

**Saldo:** quantidade de saldo em estoque do cabo, o mesmo foi realizado através da formula de PROCV que busca o valor na planilha de estoque e ordenado.

**Entregue:** se o cabo já foi entregue, o mesmo foi realizado através da fórmula de PROCV que busca o valor na planilha de programação e vendas.

**Cob:** e quanto de meses temos em nosso estoque, o mesmo é encontrado pela fórmula  $=SE(\$consumo\ medio=0;"-";saldo\ estoque/\$consumo\ medio)$ .

#### 4.9 Mix de Produção

Esta planilha define o quanto cada célula de manufatura deve produzir por dia para atingir as metas de cobertura de estoque. A planilha disponibiliza informação a respeito dos tipos de cabos a serem produzidos no mês.

Com base nas coberturas definidas a partir das planilhas de reposição (Figura 21) e volume de fornecimento das montadoras (Figura 26), através dos dias úteis disponíveis, é projetado o quanto cada célula de manufatura deverá produzir por dia, definindo o *mix* de produção.

Através da definição do *mix* de produção, o procedimento calcula a meta de eficiência de cada célula de manufatura e a necessidade de operadores em cada uma das células quanto ao atendimento às metas de produção a fim de garantir e cumprir à demanda, com base no dado de equivalência de montagem que é calculado através do tempo total de todas as operações dividido pelo menor tempo de montagem do produto entre as células de manufatura disponíveis que está na planilha de lista de tempos (Figura 10) de cada produto planejado, ou seja, cada célula de produção é abastecida conforme a sua meta de produção diária e disponibilidade de tempo.

A Figura 28 mostra a planilha do *mix* de produção.

Figura 29 – Planilha do Mix de produção.

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U			
1																							
2		MONTADORA																					
3	00130140	CVE	135																				
4	00130266	CAC	251																				
5	00130267	CAC	250																				
6	00130366	COU	1.365																				
7	00130324	COU	50																				
8	00130327	CVE	441																				
9	00130328	CVE	55																				
10	00130329	CVE	170																				
11	00130330	COU	135																				
12	00130332	COU	170																				
13	00130336	CEM	250																				
14	00130338	COU	135																				
15	00130341	COU	50																				
16	00130366	CVE	6.000																				
17	00130394	COU	3.000																				
18	00130397	CEM	3.000																				
19	00130398	CEM	130																				
20	00130402	COU	8.650																				
21	00130403	COU	4.000																				
22	00130404	CVE	9.000																				
23	00130405	CAC	15.000																				
24	00130406	CAC	2.000																				
25	00130407	COU	6.000																				
26	00130409	CEM	3.000																				
27	00130410	CVE	5.500																				
28	00130411	COU	488																				
29	00130412	CEM	13.000																				
30	00130413	CAC	13.000																				
31	00130414	CAC	14.000																				
32	00130415	CEM	38.000																				
33	00134034	CAC	96																				
34	00134035	CAC	96																				
35	00134036	COU	96																				
36	00134037	COU	870																				
<b>MIX DE PRODUÇÃO</b>																							
														<b>MONTADORA</b>		<b>MIX DE OUTUBRO</b>							
														<b>CELULA</b>		<b>MONTADORA</b>		<b>CELULA</b>					
														<b>COD</b>		<b>PRACA</b>		<b>COD</b>		<b>PRACA</b>			
														<b>CELULA</b>		<b>CELULA</b>		<b>CELULA</b>		<b>CELULA</b>			
														<b>QTD</b>		<b>QTD</b>		<b>QTD</b>		<b>QTD</b>			
														<b>QTD</b>		<b>QTD</b>		<b>QTD</b>		<b>QTD</b>			
														<b>QTD</b>		<b>QTD</b>		<b>QTD</b>		<b>QTD</b>			
														<b>QTD</b>		<b>QTD</b>		<b>QTD</b>		<b>QTD</b>			
														<b>QTD</b>		<b>QTD</b>		<b>QTD</b>		<b>QTD</b>			
														<b>QTD</b>		<b>QTD</b>		<b>QTD</b>		<b>QTD</b>			
														<b>QTD</b>		<b>QTD</b>		<b>QTD</b>		<b>QTD</b>			
														<b>QTD</b>		<b>QTD</b>		<b>QTD</b>		<b>QTD</b>			
														<b>QTD</b>		<b>QTD</b>		<b>QTD</b>		<b>QTD</b>			
														<b>QTD</b>		<b>QTD</b>		<b>QTD</b>		<b>QTD</b>			
														<b>QTD</b>		<b>QTD</b>		<b>QTD</b>		<b>QTD</b>			
														<b>QTD</b>		<b>QTD</b>		<b>QTD</b>		<b>QTD</b>			
														<b>QTD</b>		<b>QTD</b>		<b>QTD</b>		<b>QTD</b>			
														<b>QTD</b>		<b>QTD</b>		<b>QTD</b>		<b>QTD</b>			
														<b>QTD</b>		<b>QTD</b>		<b>QTD</b>		<b>QTD</b>			
														<b>QTD</b>		<b>QTD</b>		<b>QTD</b>		<b>QTD</b>			
														<b>QTD</b>		<b>QTD</b>		<b>QTD</b>		<b>QTD</b>			
														<b>QTD</b>		<b>QTD</b>		<b>QTD</b>		<b>QTD</b>			
														<b>QTD</b>		<b>QTD</b>		<b>QTD</b>		<b>QTD</b>			
														<b>QTD</b>		<b>QTD</b>		<b>QTD</b>		<b>QTD</b>			
														<b>QTD</b>		<b>QTD</b>		<b>QTD</b>		<b>QTD</b>			
														<b>QTD</b>		<b>QTD</b>		<b>QTD</b>		<b>QTD</b>			
														<b>QTD</b>		<b>QTD</b>		<b>QTD</b>		<b>QTD</b>			
														<b>QTD</b>		<b>QTD</b>		<b>QTD</b>		<b>QTD</b>			
														<b>QTD</b>		<b>QTD</b>		<b>QTD</b>		<b>QTD</b>			
														<b>QTD</b>		<b>QTD</b>		<b>QTD</b>		<b>QTD</b>			
														<b>QTD</b>		<b>QTD</b>		<b>QTD</b>		<b>QTD</b>			
														<b>QTD</b>		<b>QTD</b>		<b>QTD</b>		<b>QTD</b>			
														<b>QTD</b>		<b>QTD</b>		<b>QTD</b>		<b>QTD</b>			
														<b>QTD</b>		<b>QTD</b>		<b>QTD</b>		<b>QTD</b>			
														<b>QTD</b>		<b>QTD</b>		<b>QTD</b>		<b>QTD</b>			
														<b>QTD</b>		<b>QTD</b>		<b>QTD</b>		<b>QTD</b>			
														<b>QTD</b>		<b>QTD</b>		<b>QTD</b>		<b>QTD</b>			
														<b>QTD</b>		<b>QTD</b>		<b>QTD</b>		<b>QTD</b>			
														<b>QTD</b>		<b>QTD</b>		<b>QTD</b>		<b>QTD</b>			
														<b>QTD</b>		<b>QTD</b>		<b>QTD</b>		<b>QTD</b>			
														<b>QTD</b>		<b>QTD</b>		<b>QTD</b>		<b>QTD</b>			
														<b>QTD</b>		<b>QTD</b>		<b>QTD</b>		<b>QTD</b>			
														<b>QTD</b>		<b>QTD</b>		<b>QTD</b>		<b>QTD</b>			
														<b>QTD</b>		<b>QTD</b>		<b>QTD</b>		<b>QTD</b>			
														<b>QTD</b>		<b>QTD</b>		<b>QTD</b>		<b>QTD</b>			
														<b>QTD</b>		<b>QTD</b>		<b>QTD</b>		<b>QTD</b>			
														<b>QTD</b>		<b>QTD</b>		<b>QTD</b>		<b>QTD</b>			
														<b>QTD</b>		<b>QTD</b>		<b>QTD</b>		<b>QTD</b>			
														<b>QTD</b>		<b>QTD</b>		<b>QTD</b>		<b>QTD</b>			
														<b>QTD</b>		<b>QTD</b>		<b>QTD</b>		<b>QTD</b>			
														<b>QTD</b>		<b>QTD</b>		<b>QTD</b>		<b>QTD</b>			
														<b>QTD</b>		<b>QTD</b>		<b>QTD</b>		<b>QTD</b>			
														<b>QTD</b>		<b>QTD</b>		<b>QTD</b>		<b>QTD</b>			
														<b>QTD</b>		<b>QTD</b>		<b>QTD</b>		<b>QTD</b>			
														<b>QTD</b>		<b>QTD</b>		<b>QTD</b>		<b>QTD</b>			
														<b>QTD</b>		<b>QTD</b>		<b>QTD</b>		<b>QTD</b>			
														<b>QTD</b>		<b>QTD</b>		<b>QTD</b>		<b>QTD</b>			
														<b>QTD</b>		<b>QTD</b>		<b>QTD</b>		<b>QTD</b>			
														<b>QTD</b>		<b>QTD</b>		<b>QTD</b>		<b>QTD</b>			
														<b>QTD</b>		<b>QTD</b>		<b>QTD</b>		<b>QTD</b>			
														<b>QTD</b>		<b>QTD</b>		<b>QTD</b>		<b>QTD</b>			
														<b>QTD</b>		<b>QTD</b>		<b>QTD</b>		<b>QTD</b>			
														<b>QTD</b>		<b>QTD</b>		<b>QTD</b>		<b>QTD</b>			
														<b>QTD</b>		<b>QTD</b>		<b>QTD</b>		<b>QTD</b>			
														<b>QTD</b>		<b>QTD</b>		<b>QTD</b>		<b>QTD</b>			
														<b>QTD</b>		<b>QTD</b>		<b>QTD</b>		<b>QTD</b>			
														<b>QTD</b>		<b>QTD</b>		<b>QTD</b>		<b>QTD</b>			
														<b>QTD</b>		<b>QTD</b>		<b>QTD</b>		<b>QTD</b>			
														<b>QTD</b>		<b>QTD</b>		<b>QTD</b>		<b>QTD</b>			
														<b>QTD</b>		<b>QTD</b>		<b>QTD</b>		<b>QTD</b>			
														<b>QTD</b>		<b>QTD</b>		<b>QTD</b>		<b>QTD</b>			

Figura 30 - Fluxo dos dados de entrada e saída da planilha de mix de produção



Fonte: Elaborado pelo autor.

Esta planilha é atualizada sempre no 15 dia útil do mês, pois a mesma define o mix de produção do próximo mês, ou seja, nela está todos os produtos acabados a serem produzidos dentro do mês em suas respectivas células de produção, definido o mix de produção todos os encarregados de produção são comunicados para se preparar para a virada do mês, transferindo o efetivo de pessoas conforme a eficiência calculada para cada célula.

#### 4.10 Sequenciamento de Produção

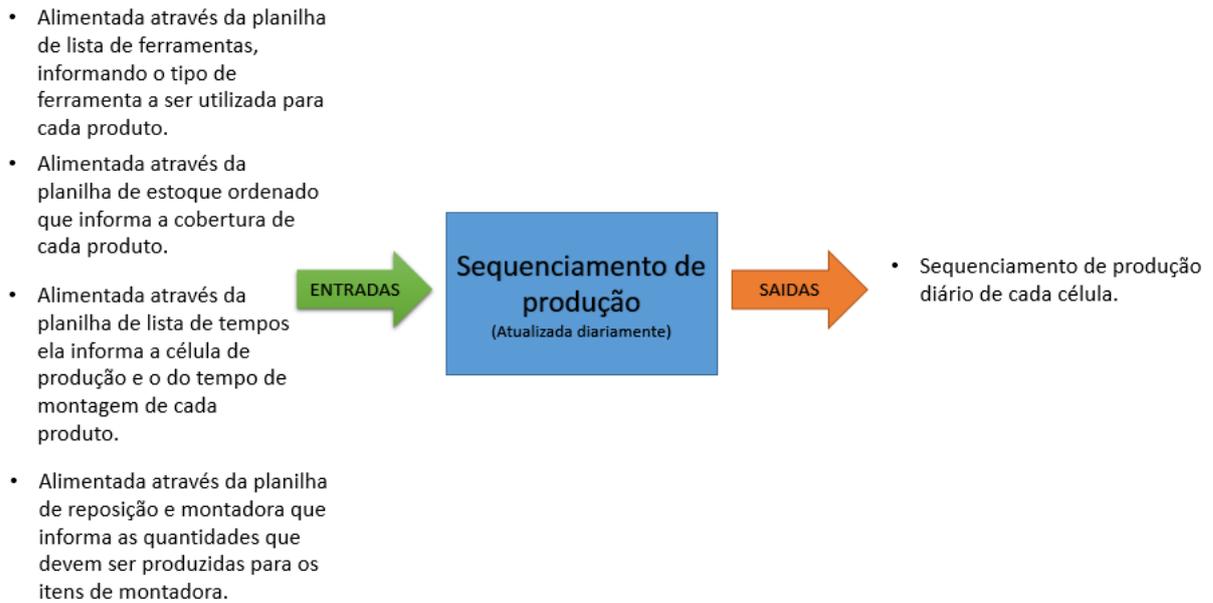
O modelo a ser proposto para o sequenciamento das tarefas dentro do escopo de um modelo de programação da produção, com o uso de planilha eletrônica a ser implantada, contempla o recebimento de todas as informações das planilhas descritas para que o procedimento possa definir a lista de tarefas que o planejador, a partir da geração de cenários possa tomar a melhor decisão na hora de sequenciar a produção, de forma que atenda todas as variáveis de processo, assim como das necessidades dos clientes de modo a minimizar desperdício de tempo e otimizar o uso dos recursos da manufatura.

O planejador precisa lidar com algumas variáveis, para poder chegar o mais próximo possível do sequenciamento mais apropriado para diferentes momentos e configuração dos pedidos a serem atendidos. Entre as variáveis o procedimento considera:

- Cobertura do nível de estoque do produto acabado (cabo);
- Programação da produção envolvendo o atendimento à demanda de cada produto na sua devida célula;
- Não exceder o total de produção do dia;
- Procurar agrupar os produtos que tenham o mesmo código de *setup* ou por similaridade os itens que possuem o mínimo de alteração dos dispositivos e ferramentas, ou seja, o *setup* pode não necessariamente ser o completo devido à similaridade dos itens a serem fabricados e montados.



Figura 32 - Fluxo dos dados da planilha sequenciamento de produção



Fonte: Elaborado pelo autor.

Esta planilha é atualizada diariamente pelo programador de produção que é responsável pelo sequenciamento de produção e coordenação no abastecimento das células, abaixo segue o significado de cada célula e suas respectivas formulas.

**Celulas:** é a célula que o cabo será produzido, através da formula PROCV do Excel a mesma identifica o código e procura na planilha de lista de tempos, para identificar em qual célula o produto será produzido.

**Cod:** código do cabo

**Qtd:** quantidade aberta da ordem de produção.

**COD 6 DIG:** código do cabo sem os números iniciais.

**Setup:** o mesmo é realizado através da formula de PROCV que busca o valor na planilha de listagem de ferramentas Figura 15.

**Data:** data de produção do cabo na linha de montagem.

**OP:** número da ordem de produção.

**EQ. MONT:** através da quantidade aberta da ordem de produção o mesmo calcula o equivalente de montagem através da formula (Total / Menor tempo de montagem do produto entre as células de manufatura disponíveis), o mesmo auxilia o planejador a enxergar a eficiência de cada cabo na linha de produção, para auxiliar os abastecedores a abastecerem a célula na hora certa, evitando acúmulo de componentes na linha e evitando mistura dos mesmos.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Antes da implantação do sequenciamento de tarefas, o planejado *versus* realizado tinha grandes variações conforme o *mix* de produção, a produtividade também era muito baixa e devido a essa instabilidade, os estoques da empresa de produtos acabados era considerado muito alto, o que ocasionava um investimento muito alto, além do risco de o mesmo ser obsoleto pelas montadoras e pelo mercado de reposição.

Conforme a planilha de 2016 Figura 35 o planejado versus o realizado teve um índice de 5% e total cabo/homem/dia tem uma média de 113 cabos por funcionario e uma média de produção diaria de 14.000 cabos, abaixo segue os calculos aplicados na planilha.

**Total do efetivo:** é a somatorio da mão de obra direta (são os setores que não colocam diretamente a mão de obra no produto acabado) + mão de obra indireta (são todos que de alguma forma acrescentam a mão de obra no produto acabado) + mão de obra administrativa (são os setores de RH, TI e custos).

**Produção total planejada:** é aquela definida pela planilha de mix de produção que tem toda a distribuição dos produtos acabados a serem produzidos.

**Produção total realizada:** é tudo que se concretizou dentro do mês da produção dos produtos acabados.

**Produção dia:** é a produção total realizada / quantidade de dias uteis dentro do mês.

**Total de horas trabalhadas:** é dias uteis \* total de horas disponiveis (são 10 horas de trabalho – os descontos de café da manha, almoço e café da tarde como mostra a planilha abaixo).

Figura 33 - Planilha de total de horas disponíveis

Descrição	Hora
Horas	10
Café da manha	0,16
Almoço	1
Café da Tarde	0,16
<b>Total Horas disponíveis</b>	<b>8,67</b>

Fonte: Elaborado pelo autor.

**Total Cabo/Homem/Dia:** ((Produção total realizada / Total do efetivo) / Dias uteis).

**Total Cabo/Homem/Horas:** : ((Produção total realizada / Total do efetivo) / Total de horas trabalhadas ).

Figura 34 - Indicador de 2016

Tipo de Mão de Obra	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maior	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Administrativa	14	14	14	14	14	14	12	13	13	13	13	13
Direta	46	46	46	46	60	60	59	59	60	60	62	64
Indireta	48	48	48	48	50	51	49	52	52	52	52	52
<b>Total Efetivo</b>	<b>108</b>	<b>108</b>	<b>108</b>	<b>108</b>	<b>124</b>	<b>125</b>	<b>120</b>	<b>124</b>	<b>125</b>	<b>125</b>	<b>127</b>	<b>129</b>
Produção Total Planejada	228.564	185.321	215.987	235.687	301.596	315.429	289.759	313.456	328.498	306.758	336.498	335.169
Produção Total Realizada	203.504	201.721	192.684	212.304	298.759	301.264	300.267	299.725	302.863	303.152	303.796	304.658
Produção Dia	10.175	11.866	8.758	11.174	14.938	15.063	14.298	14.273	14.422	14.436	16.878	16.035
Dias Uteis	20	17	22	19	20	20	21	21	21	21	18	19
Total Horas Trabalhadas	173	147	191	165	173	173	182	182	182	182	156	165
<b>Total Cabo/Homem/Dia</b>	<b>94</b>	<b>110</b>	<b>81</b>	<b>103</b>	<b>120</b>	<b>121</b>	<b>119</b>	<b>115</b>	<b>115</b>	<b>116</b>	<b>133</b>	<b>124</b>
<b>Total Cabo/Homem/Horas</b>	<b>11</b>	<b>13</b>	<b>9</b>	<b>12</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	<b>13</b>	<b>13</b>	<b>13</b>	<b>15</b>	<b>14</b>

Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 35 - Indicador de 2017

Tipo de Mão de Obra	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maior	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Administrativa	13	13	12	13	13	14	13	13	12	12	14	13
Direta	64	61	49	47	48	48	48	48	49	49	48	47
Indireta	52	51	43	42	46	44	42	44	44	44	44	44
<b>Total Efetivo</b>	<b>128</b>	<b>125</b>	<b>104</b>	<b>102</b>	<b>107</b>	<b>106</b>	<b>104</b>	<b>106</b>	<b>105</b>	<b>105</b>	<b>106</b>	<b>104</b>
Produção Total Planejada	385.978	315.786	329.243	341.649	367.982	430.127	399.986	445.321	452.300	453.257	421.349	416.543
Produção Total	392.800	329.211	328.759	343.896	372.259	429.153	402.979	448.118	456.325	451.536	423.698	418.523
Produção Dia	19.640	17.327	14.944	18.100	18.613	19.507	19.189	20.369	21.730	21.502	23.539	22.028
Dias Uteis	20	19	22	19	20	22	21	22	21	21	18	19
Total Horas Trabalhadas	173	165	191	165	173	191	182	191	182	182	156	165
<b>Total Cabo/Homem/Dia</b>	<b>153</b>	<b>139</b>	<b>143</b>	<b>177</b>	<b>175</b>	<b>184</b>	<b>185</b>	<b>193</b>	<b>207</b>	<b>205</b>	<b>222</b>	<b>212</b>
<b>Total Cabo/Homem/Horas</b>	<b>18</b>	<b>16</b>	<b>17</b>	<b>20</b>	<b>20</b>	<b>21</b>	<b>21</b>	<b>22</b>	<b>24</b>	<b>24</b>	<b>26</b>	<b>24</b>

Fonte: Elaborado pelo autor.

Conforme a planilha de 2017, Figura 36, o planejado versus o realizado teve um índice de apenas 0,78% e total cabo/homem/dia tem uma média de 183 cabos por funcionário e uma média de produção diária de 19.707 cabos. Se compararmos o fechamento de Dezembro de 2016 com Dezembro de 2017 podemos observar uma redução na mão de obra direta de 17 pessoas e mesmo sofrendo essa redução, a produção total teve um ganho de 81.374 cabos por mês, ou seja as linhas de produção estão produzindo mais com menos pessoas.

As Figuras 37 e 38 mostram a grande redução do nosso estoque de produto acabado, principalmente na família de CIA, que tínhamos uma grande dificuldade devido a grande variedade no mix de produto e volumes bem baixos de demanda, com esses problemas e a falta de confiança, tínhamos que adotar grandes estoques. Com a implantação do modelo proposto conseguimos ajustar o nosso estoque e conseguimos um significativo ganho de produtividade com o mesmo efetivo de pessoas.

Figura 36 - Estoque de Dezembro/2016 no modelo antigo.

	VENDAS	PROD	ESTOQ	COB
<b>Honda &amp; Yamaha</b>	124.516	168.794	294.367	3,2
<b>CIA</b>	5.321	8.267	31.086	11,0
<b>REP. TOTAL</b>	302.786	127.597	974.599	4,6
<b>TOTAL</b>	<b>432.623</b>	<b>304.658</b>	<b>1.300.052</b>	<b>4,2</b>
<b>Nº DIAS</b>		19		
<b>PROD/DIA</b>		16.035		

Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 37 - Estoque Dezembro/2017 no modelo proposto.

	VENDAS	PROD	ESTOQ	COB
<b>Honda</b>	132.896	116.324	51.313	0,7
<b>CIA</b>	7.536	4.200	18.114	3,0
<b>REP. TOTAL</b>	327.167	297.999	679.403	3,4
<b>TOTAL</b>	<b>467.599</b>	<b>418.523</b>	<b>748.830</b>	<b>2,7</b>
<b>Nº DIAS</b>		19		
<b>PROD/DIA</b>		22.028		

Fonte: Elaborado pelo autor.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve como objetivo propor um procedimento de sequenciamento de tarefas da produção de uma indústria fornecedora de auto-peça do setor automotivo de motocicletas a partir da definição das estratégias de PCP por parte da indústria. Por conseguinte, através destas estratégias, propor um modelo de sequenciamento de tarefas a ser determinada com o propósito de minimizar o tempo de *setup*, o tamanho do lote e também a cobertura do estoque.

Para atingir o objetivo, este trabalho teve início com a revisão bibliográfica do planejamento e controle da produção (PCP), considerando os sistemas de produção, o controle da produção e as estratégias de PCP em indústrias com sistemas de produção repetitivos e com uma variedade de *mix* de produtos, para desenvolver um embasamento sobre o assunto e poder realizar a classificação da empresa para propor o modelo.

Na sequência foi apresentado a empresa objeto do estudo e os procedimentos adotados no processo de gestão da produção, o modelo de controle dos processos gerenciais da manufatura baseados em estratégias de PCP, *layout* das células de produção e sequenciamento da produção, com respectivamente a fundamentação da proposta, restrições do processo de fabricação e modelo proposto.

Em seguida foi proposto um modelo de sequenciamento de tarefas que se trata da definição de regras de sequenciamento definidas a partir do desenho do fluxo de produção com as suas restrições e variáveis de processo que o modelo deve considerar, que a partir da interdependência entre as variáveis do sistema deve gerar, como resultado, um plano de produção exequível dentro dos limites das variáveis de contorno definidas.

A aplicação do modelo de sequenciamento de tarefas proporcionou para empresa uma visão melhor no sequenciamento da produção, onde especialmente o sistema é complexo devido ao *mix* de produtos ser diversificado. Com isso, os encarregados da produção conseguiram ter uma visão melhor de troca de ferramentas, podendo agrupar os produtos que utilizam a mesma ferramenta.

Como resultados, obteve-se um ganho de produtividade e eficiência significativo, onde se produziu mais com o mesmo efetivo de mão de obra direta, o mesmo foi verificado com base nos indicadores de produção, visto que o mesmo sofreu um acompanhamento diário. Também se atingiu uma redução considerável no estoque, principalmente na família de CIA que possui uma grande variedade em seu *mix* de produtos e volumes baixos de demanda, podemos observar também um aumento na confiabilidade do planejado vs o realizado, tornando o plano mestre de produção do mês ainda mais confiável.

## REFERÊNCIAS

- ADLMAIER, D.; SILVA, E. L. Estratégias para Otimização de Processos e Redução de Inventários: Uma Abordagem Baseada no Abastecimento Kanban e Técnicas de Manufatura Enxuta. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, XXVII ENEGEP. **Anais...** Foz de Iguaçu, 2007.
- AGUIAR, G. F.; PEINADO, J. Compreendendo o Kanban: um ensino interativo ilustrado. **Da Vinci**, Curitiba, v. 4, n. 1, p. 133-146, 2007.
- ALMEIDA, T.S.; MOURA, L. A.; NETO, A. S. G.; BACHEGA, S. J. Simulação Computacional do Sistema de Coordenação de Ordens Kanban. In: XIX Seminário de Iniciação Científica da UFG. **Anais...** Goiás, 2011.
- APICS. **APICS Dictionary**. In: JR, J. H. B. (ed.) APICS Dictionary. 12th ed. Chicago: APICS The Association for Operations Management, 2008.
- BALLARD, J. G. Super-Cannes. 1. ed. Reino Unido: Flamingo, 2000.
- CARVALHO, L. R. M. Custeando para Competir: custos em ambiente Just-in-Time. In: Seminário Internacional: Qualidade e Produtividade: Avaliação e Custeio. **Anais...** Porto Alegre, 1993.
- CASTRO, R. L. **Planejamento e controle da produção e estoques: um survey com fornecedores da cadeia automobilística brasileira**. 2005. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.
- CORRÊA, H. L.; GIANESI, I. G. N. **Just In Time, MRP II e OPT: Um enfoque estratégico**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 1996. 192 p.
- CORRÊA, H. L.; GIANESI, I. G. N.; CAON, M. **Planejamento, Programação e Controle de Produção**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2007. 456 p.
- FERNANDES, F. C. F.; GODINHO FILHO, M. “Sistemas de Coordenação de Ordens: Revisão, Classificação, Funcionamento e Aplicabilidade”. **Revista Gestão e Produção**. v. 14, n. 2, p. 337-352, 2007.
- FERNANDES, F. C. F.; GODINHO FILHO, M. **Planejamento e Controle da Produção: dos fundamentos ao essencial**. 1. ed. São Paulo: Atlas, 2010. 270 p.
- FISHER, M.; RAMDAS, K.; ULRICH, K. Component Sharing in the Management of Product Variety: A Study of Automotive Braking Systems. **Management Science**, v. 45, n. 3, p. 297–315, 1999.
- FLEISCHMANN, B.; MEYR, H. **Planning hierarchy, modeling and advanced planning systems**. Handbooks in Operations Research and Management Science, 2003. 11, pp. 455–523.
- FLEURY, P. F.; WANKE, P. F.; FIGUEIREDO, K. F. **Logística Empresarial: A Perspectiva Brasileira**. 1. ed. Ribeirão Preto: Atlas, 2000. 376 p.

GAITHER, N.; FRAZIER, G. **Administração da Produção e Operações**. 8. ed. São Paulo: Thomson Pioneira, 2001. 56 p.

GODINHO FILHO, M.; CESTARIO, J. M. Escolha de Sistemas de Coordenação de Ordens: insights por meio de análise da literatura que compara esses sistemas usando simulação discreta ou modelos matemáticos analíticos. **Revista Gestão & Produção**, pp.1-27, 2008.

GOLDRATT, E. M.; COX, J. **A Meta: um processo de melhoria contínua**. 1. ed. São Paulo: Nobel, 2003. 366 p.

GOLDRATT, E. M. **The haystack syndrome: sifting information out of the data ocean**. Great Barrington: North River Press, 1990

GOLDRATT, E. M. **Production the TOC Way**. 1 ed. Great Barrington: North River Press, 2003.

GOLDRATT, E. M. Standing on the Shoulders of Giants - Production Concepts versus Production Applications: The Hitachi Tool Engineering Example. **Gestão & Produção**, v. 16, n. 3, p. 333-343, 2009.

GRAVES, R. J.; KONOPKA, J. M.; MILNE, R. J. Literature Review of Material Flow. Control Mechanisms. **Production Planning and Control**, vol. 6, n. 5, p. 395-403, 1995.

INCAFLEX. **Artigo Técnico**. Disponível em <[www.incaflex.com.br](http://www.incaflex.com.br)>. Acesso em: 20 de janeiro de 2016.

JIAO, J.; SIMPSON, T. W. Product Family Design and Platform-Based Product Development: a State-of-the-art Review. **Journal of intelligent Manufacturing**, v. 18, n. 1, p. 5-29, 2007.

JOHNSON, L. A.; MONTGOMERY, D. C. **Operations research in production planning, scheduling, and inventory control**. 1. ed. New York: John Wiley & Sons, 1974. 544 p.

JONSSON P.; KJELLSDOTTER L.; RUDBERG, M. **Applying advanced planning systems for supply chain planning: three case studies**. International Journal of Physical Distribution & Logistics Management, 2007, Vol. 37, Ed. 10 pp. 816 – 834.

JUNQUEIRA, G. S. **Análise das possibilidades de aplicação de sistemas supervisórios no planejamento e controle da produção**. 2003. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

KOESTLER, A. **The Ghost in the Machine**. 1. ed. New York: Random House, 1982. 384 p.

MACCARTHY, B. L.; FERNANDES, F. C. F. A multi-dimensional classification of production systems for the design and selection of production planning and control systems. **Production Planning & Control**, v. 11, n. 5, p. 481-496, 2000.

MAHAGESTAO. **Ordem de Produção**. Disponível em <<https://www.mahagestao.com.br/conteudos/ordem-de-producao>>. Acesso em: 20 de janeiro de 2016.

MARÇOLA, J. A.; TONETTO, J.A; ANDRADE, J. H. Relato da Implementação de Um Sistema Kanban em uma Empresa Fabricante de Utensílios Domésticos De Alumínio. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, XXIX ENEGEP. **Anais...** Salvador, 2009.

MEYER, M.; LEHNERD, A. P. **The Power of Product Platform– Building Value and Cost Leadship**. 1. ed. New York: Free Press, 1997a. 288 p.

MEYER, M. H.; TERTZAKIAN, P.; UTTERBACK. J. M. Metrics for Managing Research and Development in the Context of Product Family. **Management Science**, v. 43, n. 1, p. 88-111, 1997b.

MIANA, E. H. **Aplicação do Sistema MRP à Construção Civil: Estudo de Caso Empreendimento Bossa Nova**. 2007. 45 f. Monografia de Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2007.

MIGUEL, P. A. C.; FLEURY, A. C.; MELLO, C. H. P.; NAKANO, D. N.; LIMA, E. P.; TURRIONI, J. B.; HO, L. L.; MORABITO, R.; MARTINS, R. A.; SOUZA, R.; COSTA, S. E. G.; PUREZA, V. **Metodologia de Pesquisa em Engenharia de Produção e Gestão de Operações**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012. 280 p.

MOLINA, A.; RODRIGUEZ, C. A.; AHUETT, H.; CORTE´ S, J. A.; RAMI´REZ, M. JIME´ NEZ, G. Next-Generation Manufacturing Systems: Key Research Issues in Developing and Integrating Reconfigurable and Intelligent Machines. **Internal Journal of Computer Integrated Manufacturing**, v. 18, n. 7, p. 525–536, 2005.

MOREIRA, D. A. **Administração da Produção e Operações**. 2. ed. São Paulo: Cengage learning, 2012. 640 p.

MOREL G.; GRABOT, B. Engineering Applications of Artificial Intelligence. **Editorial of special issue**, v. 16, n. 4, p. 271-275, 2003.

MOURA JUNIOR, A. N. C. **Novas Tecnologias e Sistemas de Administração da Produção – Análise do Grau de Integração e Informatização nas Empresas Catarinenses**. 1996. 76 f. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1996.

OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção: Além da produção em larga escala**. 1. ed. Porto Alegre: Bookman, 1997. 150 p.

PEINADO, J. O Papel do Sistema de Abastecimento Kanban na Redução dos Inventários. **Revista da FAE**, Curitiba, v.2, n.2, p.27-34, 1999.

QUINTANILLA, F. G.; CARDIN, O.; CASTAGNA, P.; L’ANTON, A.; L’ANTON, A. CASTAGNA, P. A Petri Net-Based Methodology to Increase Flexibility in Service-Oriented Holonic Manufacturing Systems. **Computers in Industry**, v. 76, p. 53–68, 2016.

QUINTANILLA, F. G.; CARDIN, O.; L’ANTON, A.; CASTAGNA, P. Process Specification Framework in a Service Oriented Holonic Manufacturing Systems. **Studies in Computational Intelligence**, v. 594, p. 81–90, 2015.

QUINTANILLA, F. G.; KUBLER, S.; CARDIN, O.; CASTAGNA, P. Product Specication in a Service-Oriented Holonic Manufacturing System using Petri-Nets. In: 11<sup>th</sup> IFAC Workshop on Intelligent Manufacturing Systems. **Intelligent Manufacturing Systems**, v. 11, n. 7, p. 342-347, 2013.

ROTHER, M.; SHOOK, J. **Learning to see: value stream mapping to create value and eliminate MUDA**. Lean Enterprise Institute, 1999. 102 p.

SCHRAGENHEIM, E. M.; DETTMER, H. W. **Manufacturing at Warp Speed**. Boca Raton: St. Lucie Press, 2001.

SCHRAGENHEIM, E. M.; DETTMER, H. W.; PATTERSON, J. W. **Supply chain anagement at warp speed**. Boca Raton: Taylor & Francis, 2009.

SHINGO, S.; DILLON, A. P. **Study of Toyota Production System**. 2 ed. Productivity Press, 1989. 296 p.

SIMPSON, T. W.; MAIER, J. R. A.; MISTREE, F. Product Platform Design: Method and Application. **Research in Engineering Design**, v. 13, n. 1, p. 2–22, 2001.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. 3 ed. Ribeirão Preto: Atlas, 2009.

SOUZA, F. B. **Do OPT à Teoria das Restrições: avanços e mitos**. Revista Produção, v. 15, n. 2, p. 184-197, 2005.

SUZAKI, K. **Novos Desafios da Manufatura: técnicas para melhoria contínua**. São Paulo: IMAM, 1996.

SWANN, D. MRP: Is It a myth or panacea? Key to answer is commitment of management to it. **In: Industrial Engineering**, v.15, n.8, p.34-40, 1983.

TUBINO, D. F. **Planejamento e Controle da Produção: teoria e prática**. 1 ed. São Paulo: Atlas, 2007. 190 p.

VIDONI, M. C.; VECCHIETTI, A. R. A systemic approach to define and characterize Advanced Planning Systems (APS). **Computers & Industrial Engineering**, v. 90, n. 1, p. 326-338, 2015.

VOLLMANN, T. E.; BERRY, W. L.; WHYBARK, D. C.; JACOBS, F. R. **Sistemas de Planejamento e Controle da Produção**. 5 ed. São Paulo: Bookman, 2006. 600 p.

WASTOWSKI, Ricardo. **A utilização conjugada do Mapeamento da Cadeia de Valor e do Mecanismo da função Produção para Avaliação de Sistemas de Produção**. 2001. 137 f. Tese (Mestrado) - Curso de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

WOMACK, J.P.; JONES, D.T. **A Mentalidade Enxuta nas Empresas**. 4 ed. Rio de Janeiro: Campus, 1998.

WOMACK, J.P.; JONES, D.T.; ROOS, D. **A Máquina que Mudou o Mundo**. 5 ed. Rio de Janeiro: Campus, 1992.