



UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO,  
ADMINISTRAÇÃO E ECONOMIA  
ESCOLA DE MINAS  
DEPRO



**TAMIRES FREIRE SAMPAIO PEREIRA**

**ANÁLISE DO SISTEMA DE PLANEJAMENTO DA PROGRAMAÇÃO DA  
PRODUÇÃO EM UMA EMPRESA DO SETOR SIDERÚRGICO**

**OURO PRETO - MG  
2019**

**TAMIRES FREIRE SAMPAIO PEREIRA**

**ANÁLISE DO SISTEMA DE PLANEJAMENTO DA PROGRAMAÇÃO DA  
PRODUÇÃO EM UMA EMPRESA DO SETOR SIDERÚRGICO**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia de Produção da Universidade Federal de Ouro Preto como parte dos requisitos para obtenção de Grau em Engenharia de Produção.

Orientadora: Prof. Dr. Irce Fernandes  
Guimarães

**OURO PRETO – MG**

**2019**

P436a Pereira, Tamires Freire Sampaio .  
Análise do sistema de planejamento da programação da produção em uma empresa do setor siderúrgico [manuscrito] / Tamires Freire Sampaio Pereira. - 2019.

65f.: il.: color; grafs; fluxograma.

Orientadora: Profª. Drª. Irce Fernandes Guimarães.

Monografia (Graduação). Universidade Federal de Ouro Preto. Escola de Minas. Departamento de Engenharia de Produção.

1. Planejamento e Controle da Produção. 2. Planejamento e Programação da Produção. 3. Indústria Siderúrgica. I. Guimarães, Irce Fernandes . II. Universidade Federal de Ouro Preto. III. Título.

CDU: 658.5

Catálogo: [ficha.sisbin@ufop.edu.br](mailto:ficha.sisbin@ufop.edu.br)



## MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

Universidade Federal de Ouro Preto

Escola de Minas

Departamento Engenharia de Produção, Administração e Economia

### ATA DE DEFESA DE MONOGRAFIA DO CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

Aos 09 dias do mês de julho de 2019, às 17:00hs, no prédio da Escola de Minas – Campus Morro do Cruzeiro – UFOP, foi realizada a apresentação da Monografia da aluna Tamires Freire Sampaio Pereira, sendo a comissão examinadora constituída pelos professores: Prof<sup>ª</sup>. Irce Fernandes Gomes Guimarães, Prof<sup>ª</sup>. Bárbara Cristina Mendanha Reis, Prof. Davi das Chagas Neves. A aluna apresentou a monografia intitulada: **“ANÁLISE DO SISTEMA DE PLANEJAMENTO DA PROGRAMAÇÃO DA PRODUÇÃO EM UMA EMPRESA DO SETOR SIDERÚRGICO”**. A comissão examinadora deliberou, por unanimidade, pela aprovação da candidata, concedendo-lhe o prazo de 15 dias para incorporação no texto final das alterações sugeridas. Na forma regulamentar foi lavrada a presente ata que é assinada pelos membros da comissão examinadora e pela aluna.

Ouro Preto, 09 de julho de 2019.

**Prof. Irce Fernandes Gomes Guimarães**

Professora Orientadora/ Presidente – UFOP/DEPRO

**Prof. Bárbara Cristina Mendanha Reis**

Professora convidada – UFOP/DEPRO

**Prof. Davi das Chagas Neves**

Professor convidado – UFOP/DEPRO

**Tamires Freire Sampaio Pereira**

Aluna - UFOP/DEPRO

## AGRADECIMENTO

*Agradeço a minha família por todo amor e incentivo durante a minha graduação.*

*À Sarah e Olivia por todo apoio nessa caminhada.*

*Ao Henrique, pelo amor e apoio ao longo desta etapa.*

*À professora Dra. Irce Fernandes Gomes Guimarães pela orientação e apoio durante a construção deste trabalho.*

*A todas da República Melindrosa.*

*Por fim, agradeço ao DEPRO - Escola de Minas - UFOP, todos os professores e funcionários que me proporcionaram um enorme aprendizado, possibilitando a realização desta monografia.*

## RESUMO

Este trabalho apresenta uma análise da implantação de um *software*/metodologia, com foco no sequenciamento e como este pode auxiliar o planejamento da programação da produção. No Brasil, a siderurgia é um ramo de atividade que se encontra em crescimento e que tem grande destaque na economia. Para se diferenciarem competitivamente, as empresas estão visando o melhor planejamento da programação, assim como dos seus processos produtivos, visando a redução de *lead time*, melhor sequenciamento e redução de estoques, entre outros aspectos, a fim de alcançarem vantagens competitivas. A pesquisa consiste em um método de triangulação, que utiliza de evidências e dados para usar de suporte para o estudo de caso. A pesquisa foi realizada na empresa com o nome fictício de Fábrica de Aços no setor siderúrgico, por apresentar grande produção e a ausência de uma precisão na etapa de planejamento e programação dos pedidos. Este trabalho foi desenvolvido com embasamento na literatura sobre os processos siderúrgicos, Planejamento e Controle da Produção, Planejamento e Programação da Produção, sequenciamento e entre outros conceitos revisados. Para a elaboração dessa pesquisa foi comparado as informações da literatura com o estudo de caso da empresa em questão com foco em alguns tópicos essenciais para o sequenciamento, para auxiliar na programação da produção. Os resultados obtidos foram redução do *lead time* do processo, melhor sequenciamento, com intuito de diminuir os atrasos e inclusão de paradas programadas para manutenção. Todas essas informações possibilitaram identificar a importância de um efetivo planejamento da programação da produção e que atende as expectativas geradas além da sugestão de indicadores de controle na fase de programação como indicadores de desempenho e de efetividade para garantir a confiabilidade dos dados.

**Palavras chave:** Planejamento e Controle da Produção; Planejamento e Programação da Produção; Indústria Siderúrgica; Sequenciamento.

## ABSTRACT

*This work presents an analysis of the implementation of a software / methodology, with a focus on scheduling and how this can aid in the production planning. In Brazil, the steel industry is a branch of activity that is growing and has great prominence in the economy. In order to differentiate themselves competitively, companies are aiming at better programming planning, as well as their production processes, to reduce the lead time and achieve better scheduling and reduction of inventories, among other aspects, in order to achieve competitive advantages. The research consists of a triangulation method, which uses evidences and data to support the case study. The research was carried out in the company with the fictitious name of Steel Factory in the steel sector, due to its large production and lack of precision in the planning and scheduling stage of the orders. This work was developed based on the literature on steelmaking processes, Production Planning and Control, Production Planning and Programming, scheduling, among other concepts reviewed. For the elaboration of this research the information of the literature was compared with the case study of the company in question with focus on some essential topics for the scheduling, to assist in the production planning. The results obtained were a reduction of the process lead time, better scheduling, to reduce the delays and inclusion of programmed stops for maintenance. All these information made it possible to identify the importance of an effective production planning that meets the expectations generated, besides the suggestion of control indicators in the programming phase like performance and effectiveness indicators to guarantee the data reliability.*

**Key-words:** *Production Planning and Control; Production Planning and Programming; Steel industry; Scheduling.*

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Fluxo de informações no PCP.....	17
Figura 2 – Fluxo de informações do planejamento e controle da produção.....	18
Figura 3 – Componentes do planejamento mestre da produção.....	19
Figura 4 – Representação do processo repetitivo em massa.....	25
Figura 5 – Representação do processo repetitivo em lote.....	26
Figura 6 – Representação do processo por projeto.....	27
Figura 7 – Sistema <i>Flow Shop</i> com Máquinas Múltiplas.....	27
Figura 8 – Sistema <i>Flow Shop</i> Permutacional.....	28
Figura 9 – Gráfico de PERT/CPM.....	33
Figura 10 – Gráfico de Gantt.....	33
Figura 11 – Fluxo simplificado de produção de aço.....	36
Figura 12 – Representação de um sistema de programação da produção.....	39
Figura 13 – <i>Software</i> PREACTOR e suas relações com o sistema.....	40
Figura 14– <i>Lead time</i> do processo no início do projeto.....	45
Figura 15 – Fluxo de processos da Fábrica de Aço.....	47
Figura 16: <i>Lead time</i> por pedido.....	49
Figura 17 - <i>Lead time</i> dos Recursos.....	50
Figura 18 - PERT/CPM dos recursos.....	50
Figura 19 - Paradas Programadas dos Recursos.....	51
Figura 20 - Pedido antes da alteração da programação da produção.....	52
Figura 21 - Pedido depois da alteração da programação da produção.....	53

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Classificação do sistema pelo grau de padronização dos produtos.....	23
Quadro 2 – Classificação do sistema pelo tipo de operação.....	23
Quadro 3 – Classificação do sistema pela natureza do produto.....	26
Quadro 4 – Descrição dos tipos de sequenciamento.....	30
Quadro 5 – Descrição das siglas, que representam as atividades.....	45
Quadro 6 – Etapas do planejamento da Programação da Produção.....	55
Quadro 7 – Etapas do planejamento da Programação da Produção com sugestão de índice.....	56

## LISTA DE FLUXOGRAMA

Fluxograma 1: Fases de um processo siderúrgico simplificado.....44

## LISTA DE ABREVIAMENTOS

APS – Planejamento e Programação Avançados

CPM – *Critical Path Method*

ICR – Índice Crítico

IFA – Índice de Falta

IFO – Índice de Folga

IPI – Índice de Prioridade

MDE – Menor Data de Entrega

MP – Matérias-primas

MRP – *Manufacturing Resources Planning*

MTP – Menor Tempo de Processamento

MTO – *Make to order*

PA – Produtos acabados

PC – Pedidos de compra

PCP – Planejamento e Controle da Produção

PEPS – Primeira que Entra Primeira que Sai

*PERT – Program Evaluation and Review Technique*

*S&OP – Sales and operation planning*

*SFC – Shop Floor Control.*

## Sumário

1	INTRODUÇÃO .....	11
1.1	Aspectos Gerais .....	11
1.2	Objetivos .....	12
1.2.1	Gerais .....	12
1.2.2	Específicos .....	12
1.3	Relevância do Estudo .....	13
1.4	Estrutura da monografia .....	14
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....	16
2.1	Planejamento e Controle da Produção .....	16
2.1.1	Relacionamento entre o PCP e as outras áreas da empresa .....	17
2.1.2	Planejamento Estratégico da Produção .....	19
2.1.3	Plano Mestre de Produção .....	20
2.1.4	Programação da Produção .....	21
2.2	Classificação do Sistemas de Produção .....	23
2.3	Atividades principais da programação da produção .....	29
2.4	PERT/CPM .....	32
2.5	Gráfico de Gantt .....	34
3	VISÃO GERAL DO PLANEJAMENTO NO SETOR SIDERÚRGICO .....	36
3.1	O Setor siderúrgico no Brasil .....	36
3.2	O planejamento e controle da produção em indústria siderúrgica .....	38
4	METODOLOGIA .....	42
4.1	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS .....	42
5	ESTUDO DE CASO .....	44
5.1	Aspectos gerais da empresa .....	44
5.1.1	Sequenciamento: .....	47
5.1.2	Tempo de <i>lead time</i> .....	48
5.1.3	Estudo estatístico .....	50
5.1.4	Manutenções Programadas .....	52
6	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	53
6.1	Antes: .....	53
6.1.1	Depois: .....	54
7	INDICADORES DE CONTROLE .....	55
8	CONCLUSÃO .....	59
9	REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA .....	61

# 1 INTRODUÇÃO

Esta introdução faz uma sucinta apresentação do tema em estudo e descreve a importância do planejamento e controle da produção em uma indústria siderúrgica.

## 1.1 Aspectos Gerais

No Brasil, a siderurgia é um ramo de atividade que se encontra em constante crescimento e representa papel de destaque para economia, tanto para o abastecimento do mercado interno quanto para a exportação, além de gerar milhares de empregos em todo o país.

Segundo o Instituto Aço Brasil (2019) - entidade representativa das empresas brasileiras produtoras de aço - a produção brasileira de aço bruto em 2019, foi de 14 milhões de toneladas no acumulado entre o período de janeiro a maio. Quando se trata de porcentagem, a produção brasileira de aço bruto em 2019 teve um acréscimo de 2,9% em comparação com 2018. Já em 2017, a produção de aço bruto representou um crescimento de 9,9% quando comparada com o realizado em 2016.

Diante deste dinâmico cenário, para sobreviverem no mercado e se manterem competitivas, as indústrias siderúrgicas brasileiras precisam buscar, constantemente, formas de se diferenciar, pois os clientes estão cada vez mais exigentes buscando produtos e serviços com mais qualidade e rapidez na entrega, e ainda, pelo menor preço.

Como uma forma de atender a esses requisitos do mercado, as empresas estão focando em um melhor planejamento dos seus processos produtivos, buscando uma maior assertividade, visando a redução de *lead time*, melhor sequenciamento e redução de estoques, entre outros aspectos, a fim de alcançar vantagens competitivas.

Para atender a grande demanda de produção, o setor siderúrgico vem utilizando de técnicas de Planejamento e Controle da Produção (PCP). De acordo com Russomano (2000), o PCP deve ser compreendido como um arranjo entre os diversos departamentos de determinada organização, com o foco voltado para o atendimento da demanda de vendas ou programação de

produção, para que sejam atendidas nas quantidades e nos prazos exigidos. Para utilização destas técnicas, o planejamento precisa estar em constante atualização, e sempre visa maior assertividade na utilização dos recursos, escolher os melhores métodos, os profissionais mais capacitados e as tecnologias disponíveis que mais se adequam às necessidades da organização.

O Planejamento e Controle da Produção funciona como uma área de suporte, dentro do sistema produtivo, dando ênfase ao planejamento estratégico da produção a longo prazo, ao planejamento mestre da produção à médio prazo e à programação e controle da produção à curto prazo. O PCP tem como objetivo aumentar a eficiência da produção, diminuir o *lead-time* do processo e eliminar qualquer forma de desperdícios e principalmente, diminuir os custos de produção (TUBINO, 2006).

Diante dessa importância, este trabalho terá como base a área de planejamento da programação da produção, com foco no sequenciamento, de uma empresa de grande porte, do setor siderúrgico, situada em Minas Gerais. Onde foi realizado um estágio profissional e foi uma das motivações desse estudo. O intuito deste trabalho é verificar as técnicas utilizadas após a implantação desse método e compará-las com as sugeridas pela literatura, sugerir indicadores de controle do processo e dos recursos produtivos dessa empresa.

## **1.2 Objetivos**

O objetivo geral do presente estudo será apresentado na seção 1.2.1 e os objetivos específicos na seção 1.2.2.

### **1.2.1 Gerais**

O objetivo geral deste trabalho é analisar, por meio de um estudo de caso, a aplicação de uma metodologia de planejamento da programação da produção em uma empresa siderúrgica, visando a otimização dos processos produtivos do setor siderúrgico para alcançar uma vantagem competitiva no mercado.

### **1.2.2 Específicos**

- Avaliar na literatura do Planejamento e Controle da Produção quais são as principais metodologias utilizadas para fazer o planejamento da programação da produção;
- Avaliar, dentre as principais técnicas utilizadas no sistema de planejamento e controle da produção, quais são os indicadores de controle do processo.
- Verificar, em uma situação real, como foi feita a implantação de um *software*/ metodologia da programação da produção.
- Comparar as metodologias/*software* encontradas na literatura com a implantada na metodologia.
- Sugerir indicadores de controle do processo e dos recursos produtivos, na área de Planejamento e Controle da Produção da empresa estudada.

### 1.3 Relevância do Estudo

O planejamento da produção é uma importante etapa do processo, que não deve ser negligenciada pelas empresas do setor, pois se trata de uma parte estratégica sobre tomadas de decisão sobre como utilizar os recursos de produção de forma mais efetiva, garantindo que a execução ocorreu da mesma forma que o planejado (SLACK; BRANDON-JONES; JOHNSTON, 2006).

Esse planejamento visa sequenciar as operações nos recursos disponíveis, determinando o *lead time* e tempo de processamento do pedido, de forma que se tenha maior visão do processo produtivos e seus gargalos. Conforme bem destaca Linke *et al* (2013), não realizar este planejamento compromete a confiabilidade com clientes, fornecedores, além de gerar sobrecarga das atividades, e afeta os processos produtivos e logísticos, o que aumenta o retrabalho, atraso em entregas, falta de estoque de materiais produtivos.

De acordo com Tobias *et al.* (2018) o mercado está cada vez mais competitivo, as organizações estão trabalhando com um mercado mais acirrado a cada dia. Neste contexto, as empresas buscam adequar-se nos padrões exigidos pelos clientes como qualidade dos produtos, flexibilidade na produção, assertividade no atendimento e rapidez na entrega. Está lógica também é aplicada ao setor siderúrgico, em que a concorrência está associada a qualidade

do produto, em conjunto com a menor prazo de entrega e com a otimização de custos.

Diante das exigências apresentadas pelo mercado global e da alta competitividade imposta às empresas, torna-se importante utilizar técnicas de planejamento e controle da produção, de forma que a programação dos insumos, em bens ou serviços, seja realizada de forma eficaz garantindo em longo prazo a sobrevivência da organização (SLACK; BRANDON-JONES; JOHNSTON, 2006).

O Planejamento e Controle da Produção é capaz de determinar a necessidade de adquirir novos insumos de acordo com a previsão de oferta e demanda respeitando a programação de gastos e receitas.

Uma das etapas, que será fortemente abordado neste trabalho, é o planejamento da programação da produção que envolve decisões que visam atender às demandas do produto final, dividindo-se em três principais atividades, sendo elas: emissão e liberação das ordens; administração dos níveis de estoques de matérias-primas e de estoques de produtos acabados; e o sequenciamento das operações, no qual se define o quanto e em que sequência cada produto deve ser produzido;

A importância dessa pesquisa para o setor siderúrgico é grande, existem pesquisas relacionadas na área, mas poucos estudos relacionados ao sequenciamento e o impacto dele no planejamento de pedidos de uma empresa siderúrgica. Com o sequenciamento adequado, gera a possibilidade de aperfeiçoamento das empresas com a utilização de metodologias ao produzir um planejamento da programação da produção mais adequado às necessidades do setor siderúrgico, com intuito de melhorar a eficácia e otimizar a produção. Com a implementação do sequenciamento junto ao software será possível aplicar essa metodologia em outras empresas.

#### **1.4 Estrutura da monografia**

Este trabalho está organizado da seguinte maneira:

No capítulo 1, foi apresentada a introdução, os objetivos geral e específico, e a relevância do estudo, assim como a estrutura desta monografia;

No capítulo 2, apresenta-se uma revisão da literatura em que serão apresentados os conceitos do Planejamento Programação e Controle da Produção e a relação que este departamento tem com outros departamentos da empresa;

No capítulo 3, será abordada a relação da siderurgia com o planejamento e controle da produção;

No capítulo 4 será apresentada a metodologia seguida por este estudo;

No capítulo 5 será apresentado o estudo de caso, caracterizando a empresa e demonstrando o passo a passo a ser seguido para a realização da programação da produção;

No capítulo 6 serão apresentados os resultados e conclusões deste trabalho;

No capítulo 7 serão apresentados os possíveis indicadores para melhorar o sistema.

## **2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

Este capítulo apresenta-se uma revisão da literatura no qual serão apresentados os conceitos do planejamento, programação e controle da produção. Classificam-se os respectivos tipos de planos de produção e suas características com o intuito de dar suporte ao progresso do trabalho.

### **2.1 Planejamento e Controle da Produção**

O Planejamento e Controle da Produção (PCP) tem como objetivo apoiar o sistema de produção e de planejamento do processo e possui uma "função de apoio de coordenação das várias atividades de acordo com os planos de produção, de modo que os programas preestabelecidos possam ser atendidos nos prazos e quantidades" (RUSSOMANO, 2000, p.49).

Corrêa, Giansesi e Caon (2018) dizem que o foco no PCP faz com que as empresas tenham maior competitividade frente às outras empresas, especialmente no custo, qualidade, confiabilidade de entrega, flexibilidade e velocidade de entrega. Chiavenato (2011) expressa que o Planejamento possui função administrativa, que tem como propósito a definição de objetivos a serem alcançados, bem como, determinar o que deve ser feito e como será feito, de forma a tornar o processo mais eficiente e menos oneroso.

O planejamento e controle da produção (PCP) tem objetivo a coordenação e o gerenciamento de recursos de forma eficiente, com intuito de garantir que os objetivos do planejamento estratégico sejam cumpridos no prazo determinado e durante essa etapa, desvios podem ser identificados, podendo ser corrigidos a tempo hábil (CORRÊA; GIANESI; CAON, 2018).

A escolha dos sistemas de PCP e o nível de detalhamento, assim como a complexidade do sistema depende, de acordo com MacCarthy e Fernandes (2000), de algumas variáveis, como: se o produto é feito para encomenda ou para estoque, o nível de complexidade do produto, a análise do tempo de fila do processo, entre outras.

Existem dois tipos de sistema de PCP, sendo eles: produção empurrada e a produção puxada, que se diferenciam pela forma como a produção é iniciada.

**Produção empurrada:** Neste sistema, a produção se inicia a partir uma emissão de ordem de pedido, independente se há ou não efetiva demanda. É utilizado por empresas que possuem sistemas tradicionais de produção. Segundo Spearman, Woodruff e Hopp (1990), este tipo de sistema computa o início da produção, a partir de um planejamento baseado em previsões para demanda futura. Como neste sistema a produção inicia-se antes da efetiva demanda, os *lead times* de produção devem ser bem conhecidos ou estimados.

**Produção puxada:** A produção puxada, por sua vez, consiste em um sistema que flui a partir das necessidades produtivas e status do processo, a fim de se evitar gargalos e atendendo somente às efetivas demandas dos clientes. O plano de produção é repassado puxando toda a linha de acordo com a demanda. Ou seja, de acordo com Romero e Andery (2016), a produção é ocorre sobre a demanda requerida pelo cliente, em que ele puxa o fluxo de valor.

### **2.1.1 Relacionamento entre o PCP e as outras áreas da empresa**

As atuações do PCP são realizadas normalmente por setores de apoio à Produção, que se encontra dentro da abrangência da gerência industrial. Para que o PCP se torne eficiente em suas tarefas, fica clara a necessidade do tratamento das informações de outras áreas da empresa, o que pode ser uma tarefa difícil, pois é preciso conciliar os interesses de todos os setores (TUBINO, 2006).

É através da administração das informações fornecidas de cada área do setor produtivo que o PCP consegue atingir seus objetivos. É necessário integração com diversas áreas da organização que envolvem, de alguma forma, no processo de produção, por exemplo: Recursos Humanos proporcionam os programas de treinamento; o setor de finanças é responsável pelo plano de investimentos e pela gestão do fluxo de caixa; enquanto o setor de suprimentos é responsável pela gestão do estoque; a área de Manutenção é responsável por programar as manutenções necessárias às máquinas; Marketing deve atuar considerando a capacidade produtiva, elaborando planos de vendas e pedidos.

Uma visão geral de como ocorre esse o fluxo de informações no PCP é mostrado na Figura 1.

Figura 1 – Fluxo de informações no PCP



Fonte: (Alves; Campos; Alves (2005))

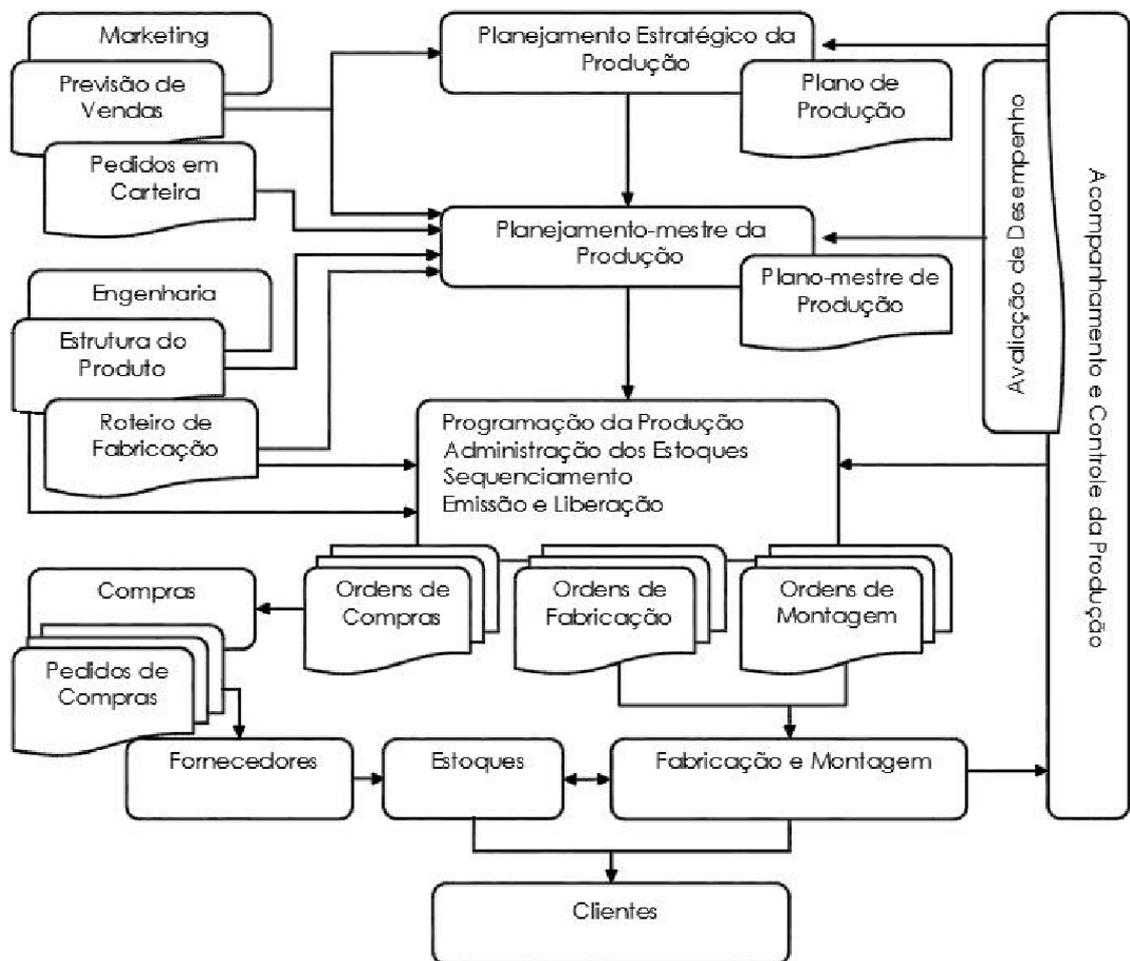
O PCP deve ser entendido como um processo gerencial que deve começar antes do início da produção e continuar ao longo de toda a execução do processo, e sua atuação abrange o sistema de produção em três níveis hierárquicos voltados ao planejamento e controle das atividades, sendo eles: o planejamento estratégico, o plano mestre de produção, a programação da produção e do controle da produção.

O PCP é de grande importância para que a execução das operações e atividades sejam realizadas conforme o planejamento realizado. No nível estratégico, se é elaborado um Planejamento estratégico da Produção, no qual são estabelecidas as políticas e diretrizes estratégicas de produção a longo prazo; este Planejamento é utilizado pelo no nível tático, para a elaboração do Plano-mestre de Produção, considerando o médio prazo e, por fim, o nível

operacional, com base nas diretrizes do Planejamento estratégico e no Plano-mestre de produção, elaboram e acompanham a execução do planejamento da programação da produção e do controle de produção, considerando o curto prazo.

A Figura 2, de acordo com Tubino (2006), ilustra a interação e o fluxo de informações do PCP, destacando-se o planejamento estratégico da produção, o plano mestre de produção e programação da produção, que serão detalhados adiante.

Figura 2 – Fluxo de informações do planejamento e controle da produção



Fonte: (TUBINO, 2006, p. 3)

### 2.1.2 Planejamento Estratégico da Produção

Baseia-se em determinar um Plano de Produção em que são estabelecidas as diretrizes estratégicas de longo prazo da empresa, considerando a previsão de venda e a disponibilidade de recursos, visando

otimizar o lucro e reduzir os riscos das tomadas de decisões e manter, com o objetivo de tornar ou manter a empresa competitiva no mercado.

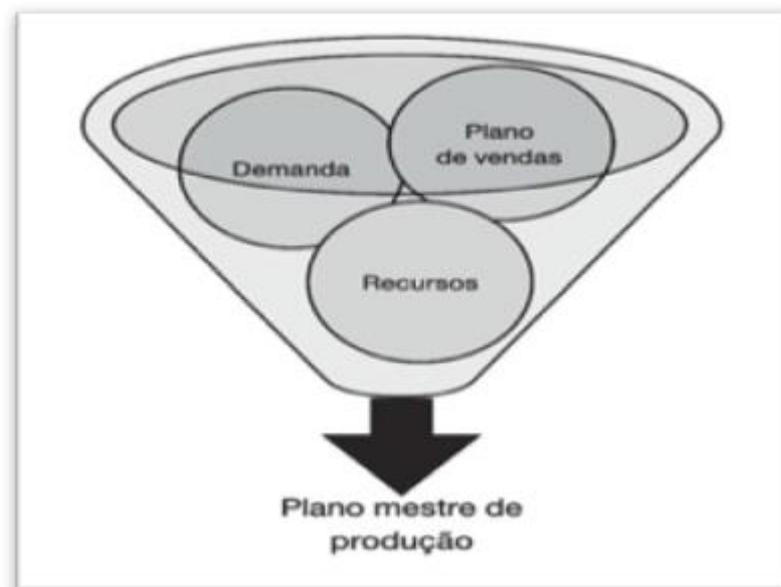
Ratificando este entendimento, para Kotler (1975), “o Planejamento Estratégico é uma metodologia gerencial que permite estabelecer a direção a ser seguida pela Organização, visando maior grau de interação com o ambiente” e essa referida direção deve considerar vários aspectos, como âmbito de atuação, macropolíticas, políticas funcionais, macro estratégia, estratégias funcionais, macro objetivos e objetivos funcionais.

Os resultados das decisões do planejamento estratégico se desmembraram ao nível tático, no plano mestre de produção, e posterior ao nível operacional.

### 2.1.3 Plano Mestre de Produção

O Plano Mestre de Produção tendo como diretriz o Plano Estratégico de Produção, levando em consideração, de acordo com Fenerich (2016), a previsão de demanda; pedido em carteira e estoque de segurança, conforme ilustrado na Figura 3.

Figura 3 – Componentes do planejamento mestre da produção



Fonte: (FENERICH, 2016, p. 102)

Esse planejamento da produção a médio prazo e visa respeitar as decisões tomadas a nível estratégico.

O Plano Mestre de Produção (MPS) é definido por Corrêa, Giansesi e Caon (2018) como:

[...]

uma declaração de quantidades planejadas que dirigem os sistemas de gestão detalhada de materiais e capacidade, e essa declaração é baseada nas expectativas que temos da demanda (da visão de demanda, presente e futura que temos) e dos próprios recursos com os quais a empresa conta hoje e vai contar no futuro. (CORRÊA; GIANESI; CAON, 2018, p. 202)

O planejamento mestre de produção tem o objetivo de gerir a demanda existente com a capacidade produtiva disponível considerando um determinado período visando atendimento no prazo acordado e, identificando possíveis atrasos e renegociando prazos com o cliente (BREMER; LENZA, 2000).

Já, segundo Cavalcanti e Moraes (1998), o plano mestre de produção é utilizado para produtos finais e especifica o volume que deverá ser fabricado, por produto, considerando os materiais necessários, a capacidade produtiva e a demandas efetivas diárias.

O plano mestre de produção faz um detalhamento de itens finais que devem ser produzidos a médio prazo, e com base nele que se planeja a realização da Programação da Produção e efetiva fabricação e montagem dos produtos.

#### **2.1.4 Programação da Produção**

Nessa etapa do planejamento a visão é de curto prazo e ocorre o planejamento da fase de execução das atividades da produção que foi gerada pelo plano mestre de produção.

As atividades de programação e controle da produção estão relacionadas com o gerenciamento das atividades envolvidas no processo produtivo. O PCP direciona e visa a programação detalhada e controla as tarefas nos centros de trabalho (VOLLMANN *et al*, 2006).

Com base no plano mestre de produção e nos registros de controle de estoque, será feita a programação da produção, no qual, se identifica inclusive quanto e quando será necessário comprar para cumprir a previsão de produtos finais planejado, para que, com base na disponibilidade dos recursos de produção, seja feito o sequenciamento das ordens emitidas, visando a eficiência da utilização destes recursos.

A programação da produção nada mais é do que a detalhamento e fragmentação do plano de produção, em nível operacional, por meio de duas variáveis principais: o tempo e a produção, gerando cronogramas detalhados de execução de produção.

De acordo com Chiavenato (2011), os principais objetivos da programação da produção são garantir e integrar todas as unidades envolvidas no processo; garantir a entrega do produto ao cliente nas datas previstas ou prometidas; garantir disponibilidade de matéria prima e garantir a melhor sequência de produção, no que se refere à eficácia e eficiência.

E ainda, de acordo com Corrêa, Gianesi e Caon (2018), a programação da produção precisa ser detalhada para que possa ocorrer no dia-a-dia. Programar a produção consiste em decidir quando e em qual sequência serão realizadas as tarefas, o quanto produzir e com quais recursos serão necessários.

Algumas das principais etapas da programação e controle da produção são destacadas a seguir:

**Fluxo contínuo:** Ghinato (2000) caracteriza fluxo contínuo como a resposta à necessidade de redução do *lead time* de produção. Liker (2005), ressalta que nesta etapa é necessário conectar as atividades, visando reduzir estoque em processo e com envolvimento de operadores que atuam em multifunções, capazes de resolver problemas em diferentes etapas do processo produtivo.

A mensuração do tempo do fluxo contínuo planejado *versus* é um importante um indicador de planejamento.

**Tempo de espera:** é o tempo que um lote aguarda sua vez para que seja processado no centro de trabalho. Segundo Tubino (2006), em processos repetitivos em lotes, o tempo de espera costuma ser o maior gerador de desperdícios na manufatura enxuta.

Este prazo afeta diretamente o *Lead Time* dos produtos, uma vez impacta diretamente o prazo de entrega efetiva ao cliente, podendo comprometer a vantagem competitiva da empresa.

Um indicador de planejamento utilizado para medir este tempo é o tempo de espera previsto *versus* o tempo de espera realizado.

**Setup:** O tempo que se leva para que uma máquina ou processo estejam em condições para entrarem em operação.

O Sistema Toyota de Produção, conforme afirma Paiva *et al* (2013), “é considerado um dos pioneiros no estudo e na implantação da redução dos tempos de *setup* na elaboração de literaturas acadêmicas acerca do tema com a colaboração do consultor Shigeo Shingo.” (PAIVA *et al*, 2013, p. 4), ao desenvolver “[...]o método SMED (*Single Minute Exchange of Die*), que tem como intuito reduzir os tempos de séries e troca de ferramentas” (PAIVA *et al*, 2013, p. 4).

**Realimentação:** Trata-se de um *feedback* de informações com o propósito de fazer com que os envolvidos no processo e responsáveis pelo controle da produção tenham conhecimento os resultados obtidos no chão de fábrica e dos indicadores de desempenho, e, conseqüentemente, os gestores façam uma gestão eficiente do controle de produção, tomando decisões acertadas para os problemas que surgirem, amenizando impactos no planejamento (FERNANDES; GODINHO FILHO, 2010).

## 2.2 Classificação do Sistemas de Produção

Os sistemas são classificados segundo algumas características específicas. De acordo com Tubino (2006) é possível classificar o sistema de produção em três formas: pelo grau de padronização dos produtos, pelo tipo de operação que sofrem os produtos e pela natureza do produto, conforme detalhado abaixo:

- **Pelo grau de padronização dos produtos:**

Neste sistema verifica-se o grau de uniformidade de um produto, ou seja, se são necessárias customizações para produzi-lo. Os produtos são, por este sistema, divididos em dois tipos:

Quadro 1 – Classificação do sistema pelo grau de padronização dos produtos

<b>Pelo grau de padronização dos produtos</b>	
<b>Produtos padronizados</b>	<b>Produtos sob medida</b>
São bens ou serviços que possuem alto grau de uniformidade e, portanto, passíveis de serem produzidos em grande escala. A padronização permite a padronização de processos, possibilitando maior eficácia produtiva e redução de desperdícios e, conseqüentemente, custos.	São bens ou serviços desenvolvidos sob encomenda e em lotes normalmente unitários. Estes sistemas não são facilmente padronizáveis, uma vez que personalizados para cada cliente.

Fonte: elaborada pela autora com base em Tubino (2006)

- **Pelo tipo de operação:**

Verifica-se o tipo de operação pelo qual os produtos passam, podendo ser divididos em Processos contínuos e em Processos discretos, conforme detalhado abaixo:

Quadro 2 – Classificação do sistema pelo tipo de operação

<b>Pelo tipo de operação</b>			
<b>Processos contínuos</b>	<b>Processos discretos</b>		
Os processos contínuos envolvem a produção de bens e serviços que não podem ser identificados individualmente, existindo alta uniformidade na produção e na demanda.	<b>Processos repetitivos em massa</b>	<b>Processos repetitivos em lotes</b>	<b>Processos por projetos</b>
	Os processos repetitivos	Já os processos repetitivos	Têm como objetivo o atendimento

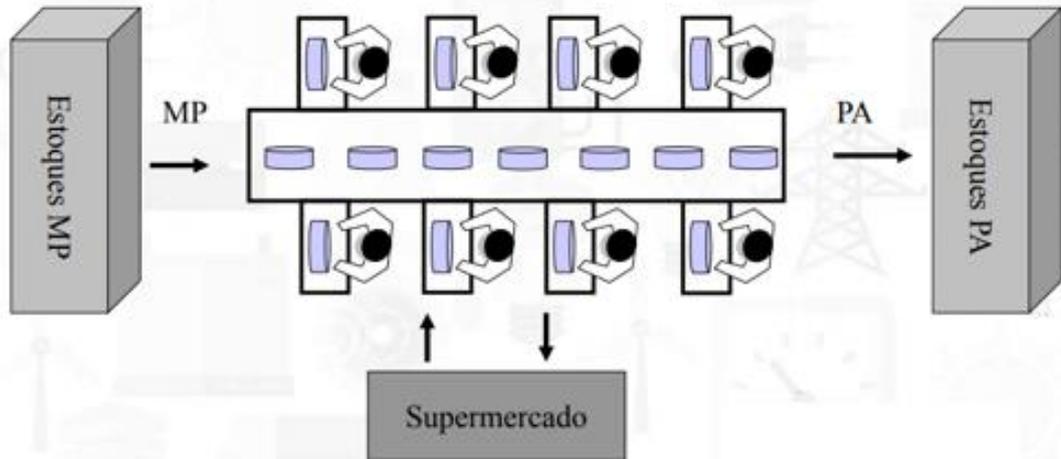
	em massa são utilizados para a produção em grande escala de produtos padronizados, com diferenciação apenas na montagem final.	em lotes são caracterizados por volumes médios de produção de bens ou serviços padronizados em lotes. Cada lote segue uma série de operações que necessita ser programada à medida que as operações anteriores forem realizadas	de uma necessidade específica dos clientes. O produto tem uma data específica para ser concluído e há flexibilidade dos recursos produtivos.
--	--	---	--

**Fonte: elaborada pela autora com base em Tubino (2006)**

Tubino (2006) exemplifica ainda, através de Figuras que serão apresentadas a seguir, as diferenças dos processos repetitivos em massa, lote e por projeto:

A Figura 4 é a representação do processo repetitivo em massa. Nesse tipo de processo, há grandes quantidades de estoques de matérias primas (MP) no início do sistema e no final há uma grande quantidade de produtos acabados (PA).

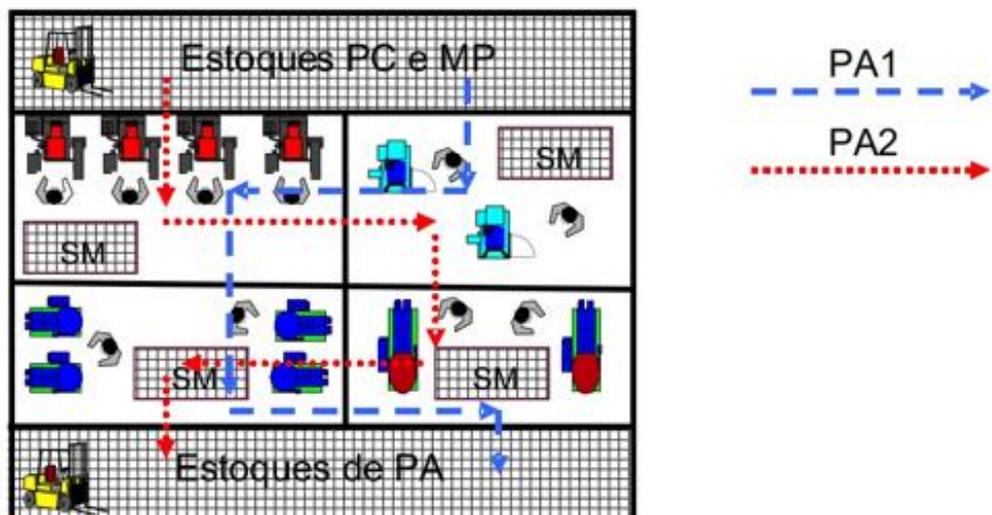
Figura 4 – Representação do processo repetitivo em massa



Fonte: (TUBINO, 2006, p. 12)

Já na Figura 5, é feita a representação do processo repetitivo por lotes, é um sistema relativamente flexível, já que a produção é por lotes, o foco do PCP está no sequenciamento das ordens de produção. Nesse tipo de processo há estoques de pedidos de compra (PC), matéria-prima (MP) e estoques de produtos acabados (PA), pois, as operações são programadas à medida que as operações anteriores forem realizadas.

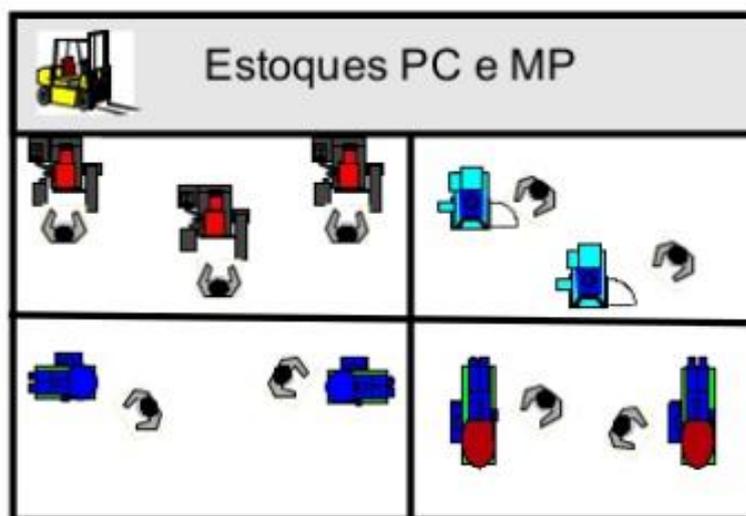
Figura 5 – Representação do processo repetitivo em lote



Fonte: (TUBINO, 2006, p. 9)

Já na Figura 6 mostra o processo por projetos, a organização dos recursos produtivos é por centros de trabalho com foco somente em uma função. Ele visa o atendimento das necessidades específicas do cliente.

Figura 6 – Representação do processo por projeto



Fonte: (TUBINO, 2006, p. 9)

Quadro 3 – Classificação do sistema pela natureza do produto

<b>Pela natureza do produto</b>	
<b>Bens de manufatura</b>	<b>Serviços</b>
Um produto é classificado como bens de manufatura quando é tangível.	Um produto intangível é classificado como prestação de um serviço..

Fonte: elaborada pela autora com base em Tubino (2006)

Complementando o entendimento de Tubino (2006), de acordo com Corrêa, Giansi e Caon (2018) dizem que o sistema de processo por projeto ou encomenda pode ser do tipo *open shop*, nesse sistema de produção não há padronização de fluxo de tarefas ou definição de sequência de máquinas a ser

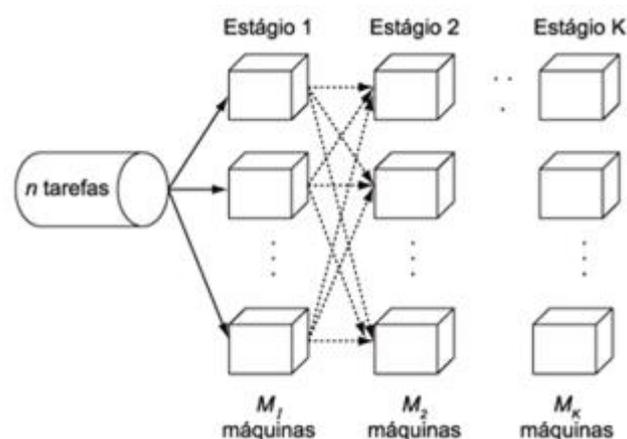
seguida, não sendo, nem mesmo, necessário passar em todas as máquinas e alguma vezes é possível passar mais de uma vez em alguma delas.

Há também o sistema de *Flow Shop* para processos repetitivos em massa, é um sistema de produção repetitivo em lote que determina um fluxo idêntico para as tarefas, assim todas as elas passam pela mesma sequência de processamento nas máquinas. O sistema de produção *Flow Shop*, segundo Cantieri *et al* (2009), “pode ser subdividido em: *Flow Shop* Tradicional; *Flow Shop* Permutacional, e; *Flow Shop* com Máquinas Múltiplas (Máquinas Paralelas e *Flow Shop* Tradicional), também conhecido como *Flow Shop* Híbrido” (CANTIERE *et al*, 2009, p. 2)

Em um sistema *Flow Shop* deve-se considerar que  $K$  como o número de operações realizadas no processo de produção e  $M_k$  como o número de máquinas em cada etapa da produção.

O *Flow Shop* com Máquinas Múltiplas, ilustrado pela Figura 7, ocorre quando, em pelo menos um dos estágios de produção, existe mais de uma máquina trabalhando, ou seja, existem máquinas em paralelo e o valor de  $K$  nessas etapas deve ser maior do que 1 (MORAIS; MOCCELLIN, 2010).

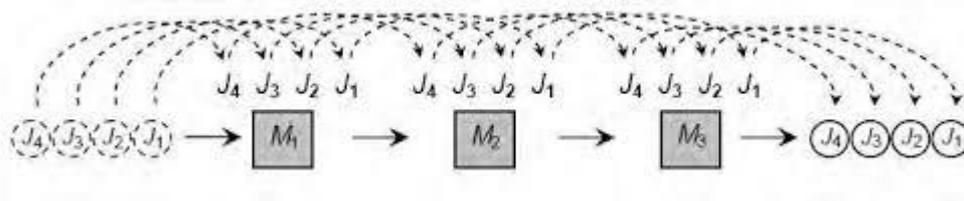
Figura 7 – Sistema *Flow Shop* com Máquinas Múltiplas



Fonte: (MORAIS; MOCCELLIN, 2010, p. 369)

Já em um sistema *Flow Shop* Permutacional, conforme ilustrado pela Figura 8, as atividades são processadas na mesma ordem em todas as máquinas (MORAIS; MOCCELLIN, 2010).

Figura 8 – Sistema Flow Shop Permutacional



Fonte: (HORDONES; FUCHIGAMI, 2017, p. 84)

Detalhando mais esse entendimento, Cantieri *et al* (2009) definem cada uma dessas subdivisões, conforme citado abaixo:

- *Flow Shop* Tradicional: *Flow Shop* em que o número de máquinas em todos os estágios de produção  $k$  é igual a 1 ( $M_k = 1$  e  $k = M$ ) e que a ordem de processamento dos produtos pode variar de uma máquina para outra;
- *Flow Shop* Permutacional: *Flow Shop* em que o número de máquinas em todos os estágios de produção  $k$  é igual a 1 ( $M_k = 1$  e  $k = M$ ) e que a ordem de processamento dos produtos não pode variar, devendo ser a mesma, de uma máquina para outra;
- *Flow Shop* com Máquinas Múltiplas: Também denominado, na literatura especializada, de *Flow Shop* Híbrido, flexível ou com Máquinas em Paralelo. Este pode ser considerado uma generalização do *Flow Shop* Tradicional, em que, em pelo menos um dos estágios de produção  $k$  o número de máquinas é maior que 1 ( $k < m$ ), sendo que cada produto é processado em apenas uma das máquinas em cada estágio de produção. (CANTIERI *et al*, 2009, p. 4).

Diferentemente dos outros modelos o *Job Shop* é um sistema para processos repetitivos em lote, em que cada tarefa possui uma específica sequência de processamento nas máquinas. Existem dois tipos de *Job Shop*, o tradicional onde existe apenas uma máquina em cada estágio da produção ou o *Job Shop* de máquinas múltiplas que podem existir máquinas paralelas em um mesmo estágio (NAGANO, 2004). Um dos maiores problemas do *Job Shop* é prever com exatidão qual o estado de ocupação de cada máquina sendo uma das maiores dificuldades no planejamento e controle da produção (MOREIRA, 2005).

### 2.3 Atividades principais da programação da produção

As atividades de execução e controle referentes aos processos operacionais de produção são divididas em três atividades principais, sendo: liberação das ordens; o apontamento da produção e o sequenciamento das operações (FERNANDES; GODINHO FILHO, 2010).

A **liberação de ordens** tem intuito de informar todas as unidades que participam, direta ou indiretamente, do processo produtivo das decisões de como, quando e quanto fazer. A emissão de ordens tem o papel de informar o status da produção para diversas unidades e setores que, de alguma forma, participam do processo de produção. Esse fluxo de informações deve incluir as seguintes unidades: Produção, Almoxarifado, Transporte interno de materiais, controle de qualidade, controle de eficiência, contabilidade e controle de custos (FERNANDES; GODINHO FILHO 2010).

Convergindo este entendimento, de acordo com Chiavenato (2011), as ordens servem de referência a tomada de decisão sobre a produção para diferentes áreas da empresa que, participam do processo produtivo, para que assim, possam atuar no atendimento ao que foi programado.

O **apontamento da produção** consiste em um trabalho em união com diversas atividades da empresa, sendo um trabalho de integração várias atividades simultâneas da empresa, de forma coordenada. Tem por finalidade garantir previamente condições que facilitem sua execução. Com a emissão de ordens e a liberação da produção para que possa ser executado de maneira integrada pelas unidades relacionadas com o processo produtivo da empresa (CORRÊA; GIANESI; CAON, 2018).

O **sequenciamento**, que será o foco deste trabalho, visa otimizar os recursos e maximizar o prazo de entrega, garantido um melhor atendimento aos clientes (TORRES *et al* 2003). A adequação do programa gerado aos recursos disponíveis é responsabilidade do sequenciamento.

Segundo Tubino (2006), o nível de detalhe da programação da produção e do sequenciamento depende do tipo do sistema que será utilizado.

De acordo com Wallace e Stahl (2003) a programação e sequenciamento da produção tem por objetivo fornecer uma programação que guia os tempos de trabalho e requisições de materiais e facilita sua movimentação para a fábrica. O objetivo principal é oferecer as informações necessárias para permitir que pessoas no “chão de fábrica” façam escolhas pertinentes de controle.

Segundo Tubino (2006), para se definir a priorização de um lote, é possível a utilização de regras lógicas para realizar o sequenciamento. Estas

regras podem ser combinadas e devem ser definidas com base no tipo de produção da empresa. Segundo Goldratt e Fox (1989), a manufatura sincronizada consiste em uma forma de movimentação ágil dos materiais e com ordenação dos recursos disponíveis, visando atender, tempestivamente, às demandas do mercado.

Os tipos de sequenciamento, descrito no Quadro 4 abaixo, são utilizados para processos repetitivos em lote ou massa:

Quadro 4 – Descrição dos tipos de sequenciamento

<b>Sigla</b>	<b>Descrição</b>
PEPS	Primeira que Entra Primeira que Sai: o processamento dos lotes ocorre levando-se em consideração a sua chegada ao recurso.
MTP	Menor Tempo de Processamento: o processamento dos lotes ocorre levando-se em consideração os menores tempos de processamento no recurso.
MDE	Menor Data de Entrega: o processamento dos lotes ocorre levando-se em consideração as menores datas de entrega.
IPI	Índice de Prioridade: o processamento dos lotes ocorre levando-se em consideração o valor da prioridade atribuída ao cliente ou ao produto.
ICR	Índice Crítico: o processamento dos lotes ocorre levando-se em consideração o menor valor do resultado da relação entre a folga de produção, data de entrega menos a data atual, pelo tempo de processamento.
IFO	Índice de Folga: o processamento dos lotes ocorre levando-se em consideração o menor valor do resultado da relação entre a data de entrega e o número de operações restantes de produção.

IFA	Índice de Falta: o processamento dos lotes ocorre levando-se em consideração o menor valor de resultado quantidade em estoque / taxa de demanda.
-----	--

Fonte: elaborada pela autora com base em Tubino (2006)

## 2.4 PERT/CPM

PERT (*Program Evaluation and Review Technique*)/CPM (*Critical Path Method*) para Chiavenato (2011) é uma rede de relacionamentos entre as diversas atividades e, complementando o entendimento, de acordo com Fernandes e Godinho Filho (2010), o PERT e o CPM são um conjunto de procedimentos planejados com o objetivo de evitar desvios no projeto, como atraso de conclusão e aumento do custo além do planejado e a principal diferença na consideração dos tempos de atividade, o CPM trabalha com tempos determinísticos, enquanto que o PERT trabalha com tempos probabilísticos.

No caso da produção sob encomenda, em especial no que tange ao sequenciamento de atividades, para Tubino (2006), para a elaboração do PCP é importante que sejam considerados todos os recursos múltiplos restritos, disponíveis na organização, pois impactar diretamente a entrega do produto, no prazo e nos termos acordados.

No processo produtivo por projeto se é utilizado o sequenciamento PERT/CPM. Neste sistema, há incertezas na elaboração do plano ou programa de produção, uma vez que são incertas as atividades para efetiva utilização do PERT/CPM, devido ao fato de que cada projeto tem uma demanda específica. (QUEZADO, 1999).

Para atenuar este efeito, é necessário que o projeto passe por um ciclo básico de análise, que consiste em: construção de diagrama, constando a rede de atividades que necessitam ser desenvolvidas para a conclusão do projeto, na sequência correta de sua execução, e suas relações de precedência e sucessão, juntamente com a previsão de duração de cada atividade (COSTA, 2010).

Fernandes e Godinho Filho (2010), acrescentam ainda que se deve realizar os cálculos da rede para: determinar as datas previstas do projeto (prazo

estimado mínimo e máximo) para início e fim de cada atividade, a duração total do projeto e a avaliação da criticidade das várias operações envolvidas no projeto. O acompanhamento desse planejamento é necessário, pois, caso empresa identifique que não conseguirá entregar o projeto dentro do prazo acordado, ela pode atuar previamente e se esforçar para reduzir o prazo de execução das atividades.

Em corroboração aos entendimentos acima, Quezado (1999) diz devem ser avaliadas as capacidades dos recursos produtivos disponíveis e a viabilidade de execução, para que seja possível análise os motivos de tornar o projeto inviável e buscar alternativas para solução, como contratar mão de obra, adotar horas-extras, adquirir maquinários para aumentar capacidade produtiva.

Para controlar os projetos de PERT/CPM deve ser estabelecer um padrão, compará-lo com o real e em casos de desvios, para então tomar ações com bases nas informações que estão ocorrendo, para tentar amenizar ou corrigi-los (FERNANDES; GODINHO FILHO, 2010).

De acordo com Mobuss Construção (2018), a construção do PERT/CPM deve ser realizada da seguinte forma:

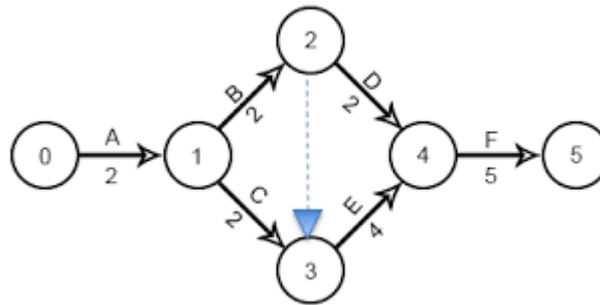
Os círculos, devem ser sempre numerados e simbolizam a transição entre tarefas, também são chamados de nós. Entre estes círculos ficam as setas, evidenciando um ponto de partida e seu destino de acordo com o fluxo de dependência das atividades.

As setas representam as tarefas a serem executadas. Em cada seta do diagrama, constam o nome da atividade na parte de cima e, embaixo, o tempo necessário para a sua realização.

As setas pontilhadas representam “atividades fantasmas ou imaginárias”, pois servem para mostrar dependência entre dois serviços sem criar um novo.

Segue abaixo, conforme Figura 9, uma rede PERT (*Program Evaluation and Review Technique*)/CPM (*Critical Path Method*), representada por um diagrama de passos sequenciais que devem ser realizados para alcançar a tarefa.

Figura 9 – Gráfico de PERT/CPM

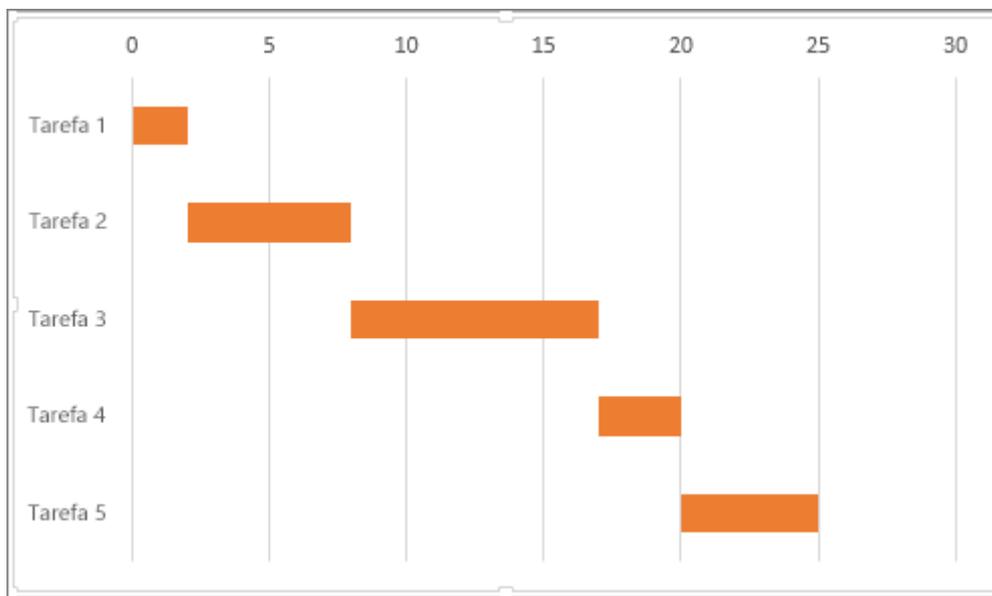


Fonte: (MOBUSS CONSTRUÇÃO, 2018)

## 2.5 Gráfico de Gantt

O método de programação mais utilizado, segundo Slack, Brandon-Jones e Johnston (2006), é o Gráfico de Gantt. Por se tratar de uma representação gráfica, facilita a visualização do sequenciamento, pois o tempo é representado por meio de uma barra horizontal, que demarca o início e o fim de cada uma dessas atividades que envolvem o projeto. Conforme mostrado na Figura 10 abaixo:

Figura 10 – Gráfico de Gantt



Fonte: Lima (2018)

Para efetivo controle da Produção, é essencial que haja monitoramento constante, para verificação se o executado está de acordo com o planejado. Ao

coletar os dados e analisar indicadores, é possível detectar os problemas em potenciais e propor soluções de correção dos problemas, e garantir que o programa de produção seja concluído conforme planejado.

De acordo com Lustosa, De Mesquita e Oliveira (2008) as empresas utilizam o controle da produção para se manterem competitivas e por causa do crescimento dos custos de mão de obra e os demais custos de produção. A monitoração da produção estabelece uma ponte entre o PCP e a produção e fornece à gestão da Produção a informação necessária para controlar efetivamente os recursos e as atividades.

De acordo com Tubino (2006), o setor de acompanhamento e controle da produção“...por meio de coleta e análise de dados, busca garantir que o programa de produção emitido seja executado a contento...”, uma vez que, “...quanto mais rapidamente os problemas forem identificados, mais efetivas serão as medidas corretivas visando ao cumprimento do programa de produção”.

### **3 VISÃO GERAL DO PLANEJAMENTO NO SETOR SIDERÚRGICO**

Neste capítulo será realizada uma breve contextualização do setor siderúrgico no Brasil, do seu processo produtivo e do processo de planejamento e controle da produção em indústria siderúrgica.

#### **3.1 O Setor siderúrgico no Brasil**

De acordo com o Instituto Aço Brasil (2015):

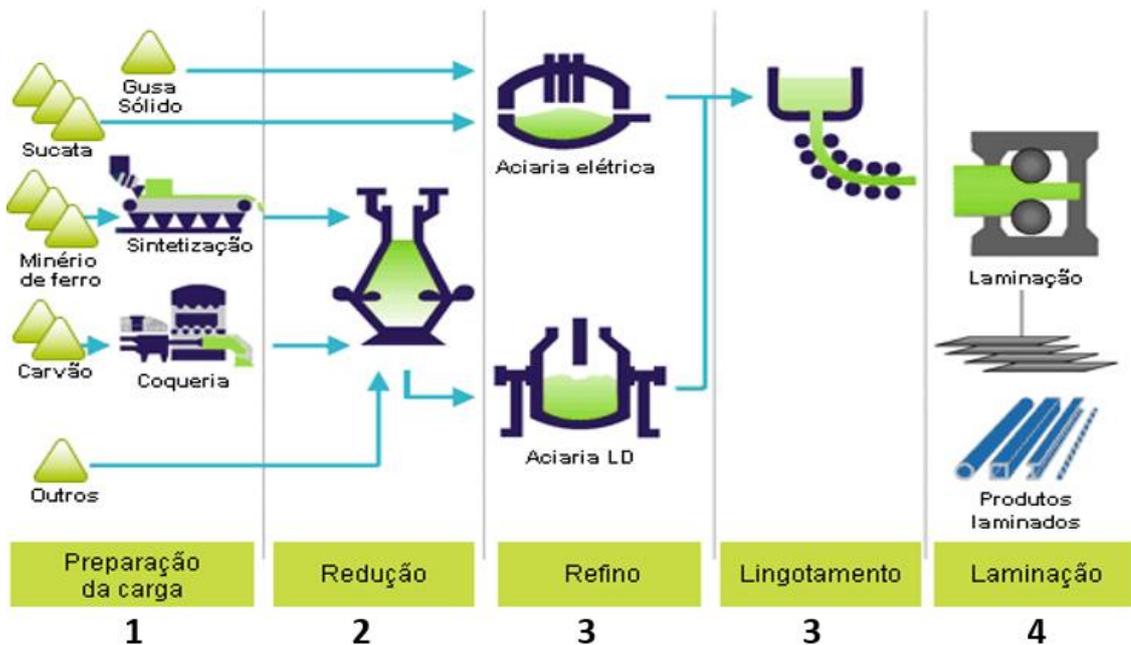
A fronteira entre o ferro e o aço foi consolidada na Revolução Industrial, com a invenção de fornos que permitiam corrigir as impurezas do ferro e ainda adicionar propriedades como resistência ao desgaste, ao impacto, à corrosão, etc. Por causa dessas propriedades e do baixo custo do aço, ele passou a representar cerca de 90% de todos os metais consumidos na indústria. (INSTITUTO AÇO BRASIL, 2015)

A siderurgia é uma das atividades econômicas do setor primário onde são geradas matérias-primas para a fabricação de produtos industriais e, conforme destaca o Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (2010), “a siderurgia [...] é alicerce de várias cadeias produtivas, tais como a automotiva, a da construção civil, a de bens de capital, dentre outras.” (CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS, 2010, p. 7). Sua utilização está presente no dia a dia das pessoas, no transporte, na construção civil, na utilidade doméstica, na agricultura, na energia através das hidrelétricas, termelétricas e nucleares, torres de transmissão, etc., e em várias outras formas. Por esse motivo, fica evidente que o crescimento do setor siderúrgico está ligado diretamente com o desenvolvimento de um país.

No Brasil, a siderurgia é um ramo de atividade que representa papel de destaque para economia, tanto para o abastecimento do mercado interno quanto para a exportação, além de gerar empregos em todo o país (BORGES; PEDRINI; SOARES, 2006).

De acordo com Instituto Aço Brasil (2015), existem 4 (quatro) etapas macros da produção do aço, sendo elas: preparação da carga, redução, refino, e laminação, conforme ilustrado pela Figura 11.

Figura 11 – Fluxo simplificado de produção de aço



Fonte: Instituto Aço Brasil (2015)

Essas atividades estão descritas abaixo, conforme apresentado por este Instituto:

Na etapa 1, a de preparação da carga, utiliza-se cal e finos de coque para que ocorra aglomeração de grande parte do minério de ferro finos, desta combinação, gera-se o produto sinter; além disso, ocorre nesta etapa o processamento do carvão para sua transformação em coque.

Em seguida, durante a etapa 2, estas matérias finas são levadas ao alto forno, onde o oxigênio é aquecido a uma temperatura de 1000°C e soprado pela parte de baixo deste alto forno, o carvão então produz calor e funde-se à carga metálica, iniciando o “processo de redução do minério de ferro em um metal líquido: o ferro-gusa.”, consistindo-se em uma liga de ferro e carbono de alto teor carbono.

A etapa macro, a 3, é o refino, em que o ferro-gusa, juntamente com sucata de ferro e aço são transformados em aço líquido nas aciarias e as impurezas e o carbono, chamados de escórias, são removidos. Em seguida, ainda na etapa 3, o aço líquido é solidificado através de “equipamentos de lingotamento contínuo para produzir semiacabados, lingotes e bloco”.

Por fim, há etapa 4 é a laminação, os produtos do lingotamento são processados e transformados em produtos siderúrgicos diversos.

### **3.2 O planejamento e controle da produção em indústria siderúrgica**

Segundo Oliveira e Lima (2004), o cenário da globalização tem forçado as empresas a implementar novas metodologias de gestão, com o objetivo de aumentar a competitividade. Um efetivo planejamento e controle da produção pode ser considerado um grande diferencial competitivo e alavancar o crescimento de uma organização que atue no setor siderúrgico.

A indústria siderúrgica, é uma área muito complexa e está com o mercado cada vez mais competitivo. Ter um produto, com menor custo de produção e entregue dentro do prazo se torna um grande diferencial competitivo. O PCP auxilia na otimização da produção, e no planejamento de todos os recursos, o que torna os produtos finais mais padronizados e o processo mais estável.

Na siderurgia, o PCP auxilia na tomada das decisões. Segundo Tubino (2006), a sequência em que serão executadas as ordens de fabricação, o estabelecimento das datas de início e término de cada ordem, e a definição de quais recursos (máquinas, homens, instalações, etc.) serão usados no sequenciamento.

Existem algumas pesquisas relacionadas ao PCP em uma indústria siderúrgica, mas poucos estudos mostram a importância do sequenciamento para a programação da produção e os resultados obtidos pelo melhor sequenciamento adotado. No PCP na siderurgia é considerado, para cada produto, o roteiro de produção desse produto e dimensionados os recursos necessários para a sua fabricação. Logo depois, são definidos os tempos-padrão de realização de cada uma das atividades de fabricação bem como os tempos de preparação.

É importante ressaltar a importância do Planejamento e Controle da Produção em organizações do setor siderúrgico. As empresas neste ramo possuem processos produtivos bastantes parecidos e estão sujeitas à precificação de seus produtos pelo mercado. Otimização da produção, redução de custos e padronização fazem muita diferença quando se trata desse mercado.

Para realizar o Planejamento e Controle da Produção, especialmente a programação da produção, se faz necessário o uso de *softwares*. Hoje existem alguns *softwares* no mercado, para garantir que o sequenciamento seja feito de forma mais eficiente, como por exemplo o MS *Project* e o Primavera P6.

O *Primavera P6 Enterprise Project Portfolio Management* da Oracle é a solução mais completa e de fácil uso quando se trata de planejamento de projetos e inclui a priorização das atividades, gerenciamento e planejamento das atividades. Esse *software* fornece uma única solução para gerenciar projetos de maneira inteligente para acomodar as necessidades dos usuários (VERANO, 2019).

O *Microsoft Project* é um *software de planejamento* permite determinar a solução adequada, responsável pelo planejamento dos pedidos, e o controle de uma série de atividades que se relacionam. (GONÇALVES, 2018)

Algumas empresas, entretanto, por serem de porte muito grande e terem um planejamento mais complexos, precisam de *softwares* mais completos. Essas empresas costumam usar *softwares* APS – Planejamento e Programação Avançados. Estes *softwares* são uma categoria mais avançada dos *softwares* de SFC – *Shop Floor Control.*, com mais soluções de programação. (LUSTOSA; DE MESQUITA; OLIVEIRA, 2008).

Os *softwares* APS surgem para facilitar a solução problemas complexos do planejamento e da programação da produção Alguns *softwares* APS comumente utilizados em indústrias são: Preactor; Quintic; Psi metals Asprova; Ortems; Taylor. Esses *softwares* trazem melhor gestão das empresas, melhor gestão da capacidade, redução de estoques e melhor desempenho (GIACON 2010).

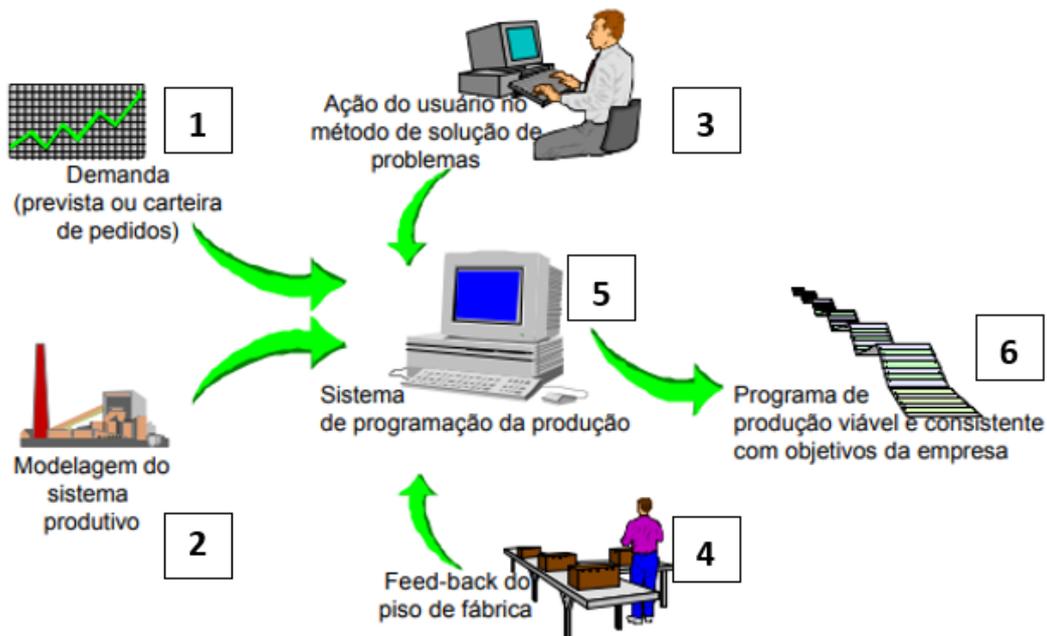
De acordo com Pedroso e Corrêa (1996) os *softwares* de programação da produção, num contexto geral:

[...]

têm a característica principal de considerar a capacidade produtiva e as características tecnológicas do sistema produtivo como uma restrição a *priori* para a tomada de decisão, buscando garantir que o programa de produção resultante seja viável. (PEDROSO; CORRÊA, 1996, p.64)

A Figura 12 demonstra as informações mais importantes para que o *software* possa trazer a programação mais eficiente. A etapa 1 deve ser feita para informar a demanda decidida pelo plano mestre de produção prevista ou com a própria carteira de pedidos. Na etapa 2, deve se acrescentar ao sistema produtivo informações de quantidade de máquinas, disponibilidade de máquina, mão-de-obra. Na etapa 3 deve se acrescentar as condições reais do sistema produtivo, paradas para manutenção, quebra das máquinas, para solucionar eventuais problemas e na etapa 4, ocorre a realimentação do chão de fábrica sobre o desempenho do sistema produtivo, para que fique o sistema fique o mais real possível. Com todas essas informações, o sistema de programação, na etapa 5 fará através do sistema de programação da produção um programa da produção viável, conforme mostra a etapa 6. Da forma que fique o mais alinhado com os objetivos da empresa. (PEDROSO; CORRÊA, 1996)

Figura 12 – Representação de um sistema de programação da produção



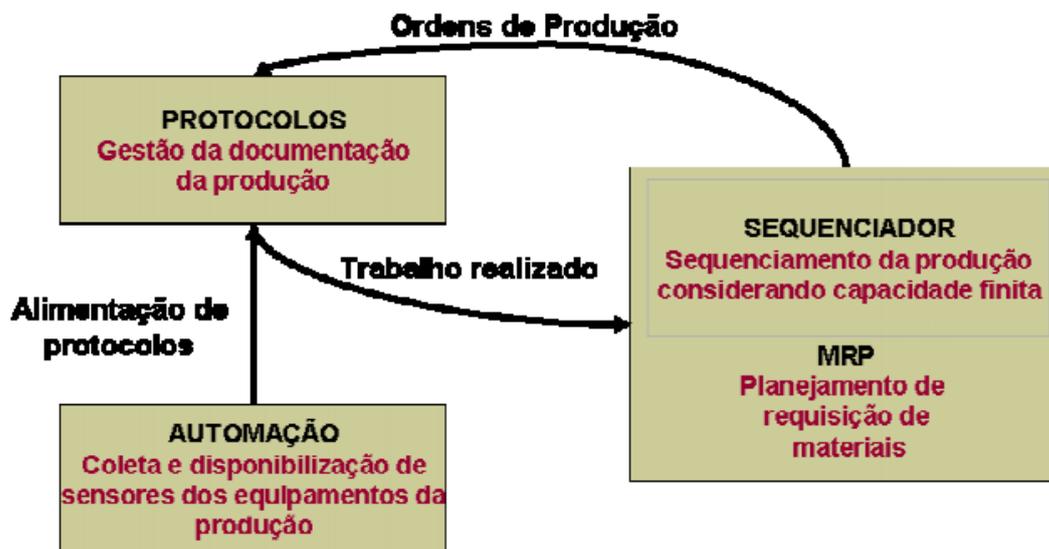
Fonte: (adaptado de Pedroso e Corrêa, 1996, p. 64)

Um *software* comumente utilizado para realizar o sequenciamento é o PREACTOR. De acordo com ZATTAR (2003) uma efetiva utilização do *Software* para que ele possa realizar a programação da produção é saber algumas

informações, para inserir nesse *software*, como a demanda e capacidade produtiva dos recursos disponíveis, assim como o tamanho do lote, data confirmada de entrega, disponibilidade de matéria-prima, eficiência dos recursos, paradas programadas e vínculos entre as operações.

De acordo com o Pinto (2005) o PREACTOR planeja as atividades, de acordo com a capacidade de produção informada, e envia essas informações para o MRP - *Manufacturing Resources Planning*. Nessa etapa será calculado a quantidade de material necessário para a realização da produção de acordo com o tempo que foi planejado para cada atividade. Depois de realizar a atividade, o MRP é realimentado com estas informações, e informa para que o sequenciamento faça a programação das atividades subsequentes, conforme mostra a Figura 13 abaixo.

Figura 13 – *Software* PREACTOR e suas relações com o sistema



Fonte: Pinto (2005)

## 4 METODOLOGIA

Este capítulo tem por finalidade expor a metodologia empregada no presente estudo, de forma a dar ênfase à natureza da pesquisa para a concretização do trabalho.

### 4.1 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Esta pesquisa teve início no mês de janeiro de 2018, contemplando todo o ano de 2018. Abrange a área de Planejamento e Controle da Produção, mais especificamente na programação da produção de uma grande empresa siderúrgica de Minas Gerais.

O motivo relevante para a escolha deste tema foi a ausência de uma precisão na etapa de planejamento da programação dos pedidos, ao ser constatada uma diferença entre os o planejamento na experiência e após a implantação do método exposto neste estudo.

A metodologia de pesquisa adotada foi método da triangulação, o termo é “decorrente da navegação e da topografia, a triangulação é frequentemente entendida como um método para fixar uma posição” (Cox & Hassard, 2005, p. 109 APUD AZEVEDO *et al*, 2013, p. 3). Esta metodologia, é definida por Zappellini e Feuerschütte (2015) como:

[..]um procedimento que combina diferentes métodos de coleta e de análise de dados, diferentes populações/sujeitos (ou amostras/objetos), diferentes perspectivas teóricas e diferentes momentos no tempo, com o propósito de consolidar suas conclusões a respeito do fenômeno que está sendo investigado. A triangulação deve utilizar um ponto de partida e confrontar os resultados obtidos com os diferentes métodos, populações, etc., bem como com as conclusões obtidas com base na perspectiva originalmente adotada para conduzir a pesquisa. (ZAPPELLINI; FEUERSCHÜTTE, 2015, p. 246-247)

Para Yin (2005), a triangulação consiste em fundamento lógico para se utilizar várias fontes de evidência, permitindo o desenvolvimento de linhas de investigação e que os dados obtidos para análise se tornem mais apurados e convincentes.

Para Maffezzolli e Boehs (2008), a utilização da triangulação “permite não minimizar a falsa interpretação de fenômenos quando dados qualitativos são associados ao emprego de dados quantitativos.”

A pesquisa foi baseada na literatura sobre siderurgia e PCP, com o intuito de oferecer informações confiáveis sobre os assuntos. Ao longo de seu desenvolvimento, este trabalho envolveu pesquisas bibliográficas que se basearam em artigos científicos e periódicos relacionados ao tema, rede eletrônica (internet) para trazer embasamento e identificar os conceitos revisados quais se adequam mais ao trabalho.

As técnicas específicas de análise de estudo de caso, que serão apresentadas no decorrer deste trabalho, são as mesclagens de abordagens analíticas e estatísticas, através da disposição de informações e da utilização de esquemas gráficos para análise de dados e também através de estatística como média e desvios.

## **5 ESTUDO DE CASO**

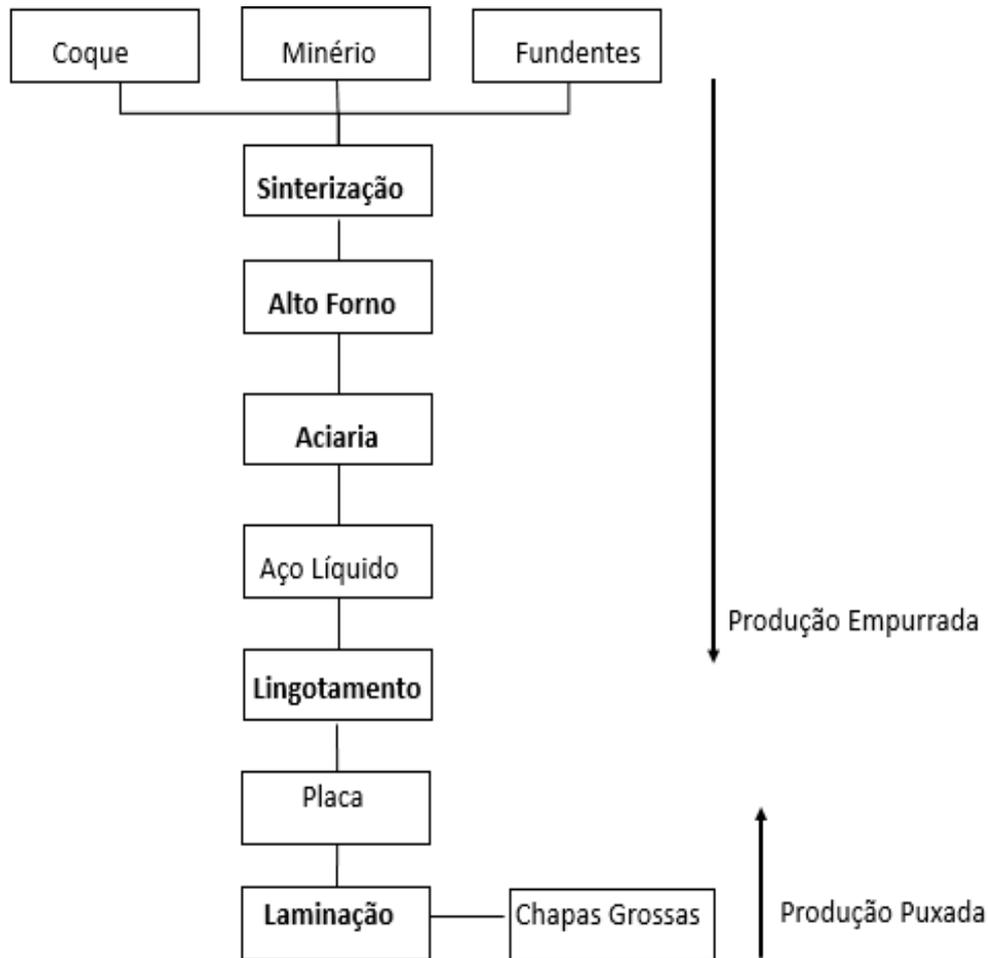
Neste capítulo será apresentado o estudo de caso, assim como a característica da empresa e análise do caso estudado.

### **5.1 Aspectos gerais da empresa**

A empresa considerada no estudo de caso é uma empresa siderúrgica de grande porte, multinacional e uma das suas filiais está localizada no estado de Minas Gerais. Para manter sigilo das informações, ela será chamada com nome fictício de Fábrica de Aços.

A Fábrica de Aços apresenta metade da produção puxada, metade produção empurrada. Isso se deve, pelo fato de que, por ser uma empresa siderúrgica, a aciaria não pode parar de produzir. Então, quem dita o ritmo da produção no início do processo é o aço líquido, o gusa, matéria-prima para a produção do aço. Após o processo de produção do aço, o material é lingotado e fica em forma de placa. Após a placa ficar pronta, o restante do planejamento da produção passa a ser com produção puxada, ou seja, à medida que o cliente solicita o seu pedido, é que ele será produzido. Conforme observado em Fluxograma 1 abaixo.

Fluxograma 1: Fases de um processo siderúrgico simplificado



Fonte: adaptado do Instituto Aço Brasil (2015)

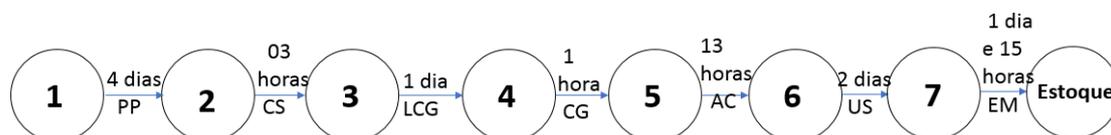
O processo é *make to order* (MTO), o cliente solicita o material e ele é customizado, com relação à largura do material e o peso solicitado. A análise deste estudo é através do planejamento da produção puxado, quando o material já fica em forma de placa.

O planejamento das atividades, para garantir que o produto chegue ao cliente na data solicitada, ocorre através da experiência dos funcionários que realizavam essa atividade. Eles informam o tempo médio de cada atividade, e após acoplar todos os tempos das atividades, era estabelecido o tempo necessário para entregar o pedido.

Os recursos apresentam o seguinte sequenciamento, com o *lead time* descrito. O *lead time* de duração do projeto, quando o recurso entra em forma de placa, até o pedido no estoque é de 9 dias e 8 horas de duração desde do início do projeto, conforme mostra a Figura abaixo 14 abaixo.

Ainda de acordo com a Figura 14, as tarefas são representadas pelas setas, que são atividades a serem executadas e em cima das setas, representam o tempo necessário para a sua realização. O nome da atividade está descrito abaixo, em forma de siglas.

Figura 14– *Lead time* do processo no início do projeto



Fonte: documentos Internos da Empresa (2018)

O quadro 5 mostra as siglas correspondentes para a elaboração do PERT/CPM.

Quadro 5 – Descrição das siglas, que representam as atividades

Representação dos números com o <i>lead time</i> dos recursos		
De um recurso a outro	Recursos	Siglas
1 para 2	Placa pronta	PP
2 para 3	Corte secundário	CS
3 para 4	Laminador de chapas grossas	LCG
4 para 5	Corte a gás	CG
5 para 6	Acabamento	AC
6 para 7	Ultrassom	US
7 para estoque	Embarque	EM

Fonte: elaborado pela autora (2019)

O planejamento da programação da produção da empresa Fábrica de Aços para produtos que estavam atrasados era realizado de forma aleatória e sem embasamento técnico. As áreas responsáveis pela implementação e gestão

dos pedidos enviavam o quais produtos tinham mais prioridades a partir dessas informações, cada programador responsável por seu recurso realizava seus controles, para garantir menor atraso desses pedidos prioritários.

Com o passar do tempo, a equipe da empresa percebeu que este método de planejamento não era compatível com o tamanho da organização em questão e que dessa forma, gerava uma grande quantidade de gargalos e atrasos na entrega do material.

Após a constatação de que se fazia necessária uma metodologia para a realização do planejamento da programação da produção, uma equipe da área do S&OP - *Sales and operation planning* se mobilizou e deu início a um novo ciclo dentro da empresa e o objetivo é analisar as mudanças implementadas na empresa com foco no planejamento da programação e controle da produção, assim como o método de planejamento.

A empresa decidiu implantar um módulo do *software PSI METALS*, o *Production Planner* para auxiliar no planejamento da programação e auxiliar na etapa de sequenciamento.

O foco deste trabalho será então a implementação do sequenciamento nesse *software*.

### **5.1.1 Sequenciamento:**

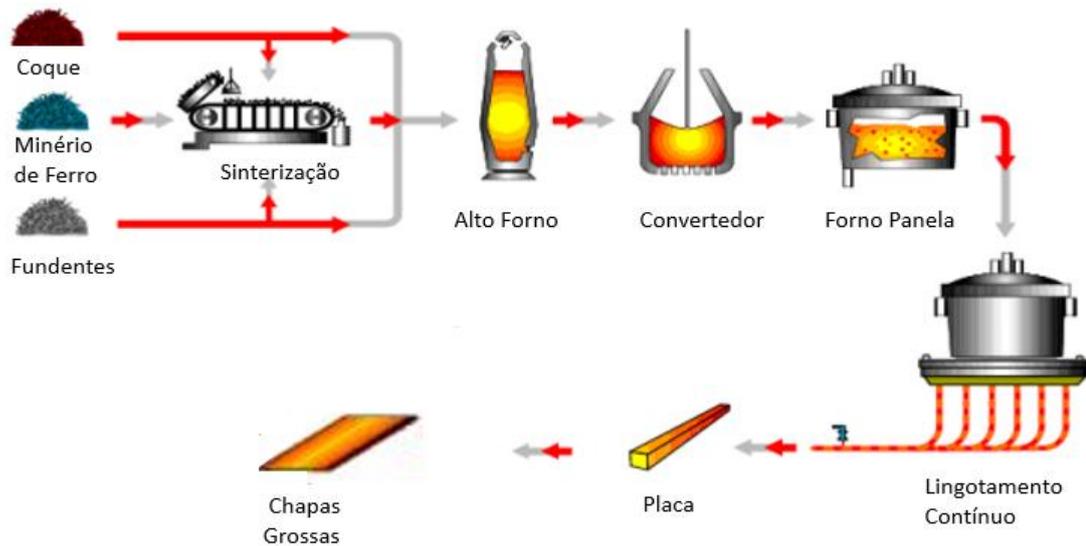
Uma parte essencial no planejamento da produção foi analisar qual o tipo de sequência deveria ser utilizado na produção. A função do sequenciamento é crítica para o desempenho do sistema produtivo, pois caso essa função não seja adequadamente estruturada, pode ter um gargalo no processo, o que pode gerar um aumento no tempo da atividade.

A Figura 15 mostra de forma semelhante o fluxo que ocorre na empresa Fábrica de Aços. Esse fluxo: preparação da carga, sinterização, alto forno, convertedor, forno panela, lingotamento contínuo, placa e chapas grossas.

Os recursos tem o fluxo bem definido e os pedidos tem que passar por fluxo padrão, ou seja, os pedidos possuem o mesmo roteiro de produção em todos os estágios de produção. Observou-se com o auxílio do referencial teórico que o processo de sequenciamento da Fábrica de Aços é *flow shop*

*permutacional*, em que o número de máquinas em todos os estágio de produção k é igual a 1 ( $M_k = 1$  e  $k = M$ ) e que a ordem de processamento dos produtos deve ser a mesma de uma máquina para outra.

Figura 15 – Fluxo de processos da Fábrica de Aço



Fonte :adaptado de Trindade Júnior (2013)

Como o intuito da empresa Fábrica de Aços, é diminuir o número de atrasos, o sequenciamento mais adequado para a realização da atividade é através da Menor Data de Entrega (MDE). Isso porque, nesse sequenciamento, os produtos são processados de acordo com as menores datas de entrega, assim é possível atender a maior quantidade de cliente na data solicitada e além do mais, é possível priorizar pedidos em atrasos, o que torna interessante nesse tipo de planejamento, pois a produção é sob encomenda.

Um déficit nesse tipo de escolha de planejamento é que um pedido com potencial conclusão mais rápido, ficaria aguardando sua vez. Tal tipo de decisão foi tomada no planejamento estratégico da produção.

### 5.1.2 Tempo de *lead time*

Após a etapa da escolha do melhor tipo de sequenciamento, foi analisado o *lead time* dos recursos. Para garantir maior confiabilidade no estudo e reduzir

os atrasos por falha no planejamento, os tempos de fila dos recursos foram medidos de forma estatística. Para isso, foi feita uma análise de todos os 7 recursos disponíveis e calculado o tempo médio de processamento de cada recurso, o tempo de fila de um recurso para outro, para obter o *lead time* do processo.

O estudo ocorreu em todos nos recursos durante os meses de janeiro de 2018 até dezembro de 2018. Foram analisados 27003 pedidos. Assim foi calculado, para cada pedido, o seu *lead time*.

O cálculo para chegar nesses *leads times* foram feitos da seguinte maneira:

De acordo com a Figura 16, a data de início do recurso 1, em dias e horas, foi de 09/12/2018 13:00 e a data de início do recurso 2, em dias e horas, foi de 11/12/2018 19:12.

Foi realizado a subtração da data de início do recurso 2 com a data de início do recurso 1, e foi feito a subtração em números contábeis, chegamos no seguinte cálculo.

*Lead time* do pedido 1 = Data inicio do recurso 2 – Data início do recurso 1

*Lead time* do pedido 1 = (11/12/2018 19:12) - (09/12/2018 13:00)

*Lead time* do pedido 1 = 2,3

Posterior, deve se transformar todas as unidades para minutos, para que o padrão de análise seja o mesmo. Deve se multiplicar o valor encontrado por 24 horas e posterior multiplicar por 60 minutos. O que resultou da seguinte forma:

*Lead time* do pedido 1 = 2,3 x 24 x 60

*Lead time* do pedido 1 = 3253 minutos

Dessa forma, o valor encontrado de *Lead time* do pedido 1 foi de 3253 minutos, conforme mostra a Figura 16, que demonstra por meio de

exemplificação, através de 25 pedidos. Os cálculos para todos os 27003 pedidos foram realizados da mesma maneira para cada recurso.

Figura 16: *Lead time* por pedido

Pedido	Recurso 1 ( início)	Recurso 2 ( início)	Recurso 2 (início) - Recurso 1 (início)	Lead Time ( minutos)
1	09/12/2018 13:00	11/12/2018 19:12	2,3	3253
2	09/12/2018 13:00	11/12/2018 19:12	2,3	3253
3	09/12/2018 12:58	11/12/2018 19:09	2,3	3251
4	09/12/2018 12:58	11/12/2018 19:09	2,3	3251
5	09/12/2018 12:56	11/12/2018 19:03	2,3	3246
6	09/12/2018 12:56	11/12/2018 19:03	2,3	3246
7	09/12/2018 12:56	11/12/2018 19:03	2,3	3246
8	09/12/2018 13:07	11/12/2018 18:35	2,2	3208
9	09/12/2018 13:07	11/12/2018 18:35	2,2	3208
10	09/12/2018 13:04	11/12/2018 17:59	2,2	3175
11	09/12/2018 13:04	11/12/2018 17:59	2,2	3175
12	09/12/2018 13:18	11/12/2018 17:38	2,2	3140
13	09/12/2018 13:18	11/12/2018 17:38	2,2	3140
14	09/12/2018 13:18	11/12/2018 17:38	2,2	3140
15	25/11/2018 13:10	27/11/2018 23:34	2,4	3504
16	25/11/2018 13:10	27/11/2018 23:34	2,4	3504
17	25/11/2018 15:28	27/11/2018 22:11	2,3	3283
18	25/11/2018 15:28	27/11/2018 22:11	2,3	3283
19	25/11/2018 15:28	27/11/2018 22:11	2,3	3283
20	25/11/2018 15:28	27/11/2018 22:11	2,3	3283
21	25/11/2018 15:28	27/11/2018 22:11	2,3	3283
22	25/11/2018 15:28	27/11/2018 22:11	2,3	3283
23	25/11/2018 16:41	27/11/2018 21:50	2,2	3189
24	25/11/2018 16:41	27/11/2018 21:50	2,2	3189
25	25/11/2018 16:41	27/11/2018 21:50	2,2	3189

Fonte: dados internos da Empresa (2018)

### 5.1.3 Estudo estatístico

Para começar a etapa de planejamento da programação da produção, foi necessário analisar os recursos utilizados no sistema, desde a etapa que a placa fica pronta, assim como foi necessário determinar a duração de cada atividade, de acordo com a sequência correta de produção.

Para todos os recursos, foram feitas essa mesma análise para assim encontrar o *lead time* de cada pedido e poder calcular a média, em dias e horas de cada recurso e garantir confiabilidade nos dados. Os dados do *lead time* de cada recurso foram analisados de forma estatística com o teste *t-Student*.

O teste *t- Student* é usado na estatística quando a estatística de teste quando os dados analisados seguem uma distribuição normal, mas a variância da população é desconhecida. Nesse caso, é usada a variância amostral.

O Teste t formula uma hipótese nula e uma hipótese alternativa e é possível aplicar à função da probabilidade da distribuição t de *Student*. Essa probabilidade também é chamada de valor p.

Normalmente é usado um "ponto de corte" para o p-valor ou para o nível de confiança para definir se a hipótese nula deve ser rejeitada ou não. Se o p-valor for menor que esse "ponto de corte", a hipótese nula é rejeitada. Caso contrário, a hipótese nula não é rejeitada.

A significância estatística foi considerada quando  $p < 0,05$ . A Figura 17 mostra os resultados encontrados, em um intervalo de 95 % de confiança, para cada recurso. Assim como a média do *lead time* encontrado e o intervalo de confiança mínimo, que representa a média do *lead time* mínimo e intervalo de confiança máximo, que representa a média do *lead time* máximo.

Isso significa dizer que 95% de chance de que se refazer essa média, ela estará dentro do intervalo de confiança estabelecido.

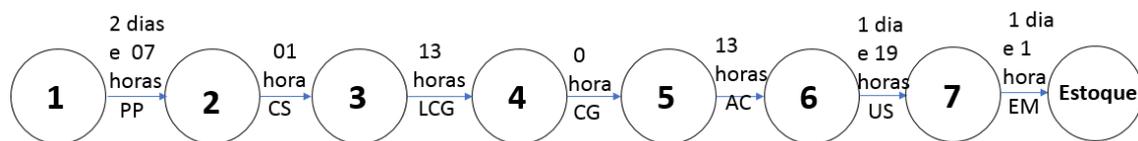
Figura 17 - *Lead time* dos Recursos

Recursos	Número amostras	Lead time em dias e horas	Desvio padrão em dias e horas	Intervalo de Confiança Mínimo em dias e horas	Intervalo de Confiança Máximo em dias e horas
Recurso 1	27003	02 07	02 05	01 13	02 09
Recurso 2	27003	00 03	00 05	00 00	00 05
Recurso 3	27003	00 13	03 17	00 12	00 14
Recurso 4	27003	00 00	00 00	00 00	00 00
Recurso 5	27003	00 13	03 18	00 07	00 13
Recurso 6	27003	00 08	00 00	00 08	00 09
Recurso 7	27003	01 19	01 00	01 18	03 15
Estoque	27003	01 02	01 09	00 20	01 18

Fonte: documentos Internos da Empresa (2018)

Após as alterações no *lead time* de duração do projeto, o PERT/CPM desses recursos ficaram conforme a mostra na Figura 18. A duração desde o recurso 1 até o estoque foi de 6 dias e 19 horas.

Figura 18 - PERT/CPM dos recursos



Fonte: documentos Internos da Empresa (2018)

Após a definição dos *leads times* de todos os recursos, foi acrescentado no *software* de planejamento o *lead time* mínimo de cada recurso. Isso ocorreu com o intuito de garantir que os materiais em atraso sejam priorizados.

#### 5.1.4 Manutenções Programadas

As manutenções programadas, foram consideradas no planejamento e programação da produção e tem o objetivo de reduzir ou impedir falhas no desempenho de equipamentos. Para garantir maior eficiência dos prazos de entrega, foram acrescentados ao *software*, o tempo de utilização e disponibilidade de cada recurso. Isso ocorreu para incluir as paradas de manutenção programadas. A Figura 19 descreve o plano mensal de paradas de um recurso “X”.

Figura 19 - Paradas Programadas dos Recursos

Plano mensal do recurso X							
	4	11	12	17	26	28	29
	Preventiva 16 h.	Inpesção 4h.	Troca máterial	Preventiva 16 h.	Manutenção 24h.	Inpesção 4h.	Troca máterial
Turno 1	1900	1900	1900	1900	0	1900	1900
Turno 2	0	950	950	0	0	950	950
Turno 3	0	1900	1900	0	0	1900	1900
Total Dia	1900	4750	4750	1900	0	4750	4750

Fonte: documentos Internos da Empresa (2018)

## 6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para que fosse possível a realização deste estudo de caso, foi realizada uma pesquisa bibliográfica, na qual foram mostrados os conceitos relacionados ao planejamento da programação da produção, bem como, a sua forma de aplicação, visando obter embasamento teórico para a realização do planejamento da programação da produção em uma empresa siderúrgica.

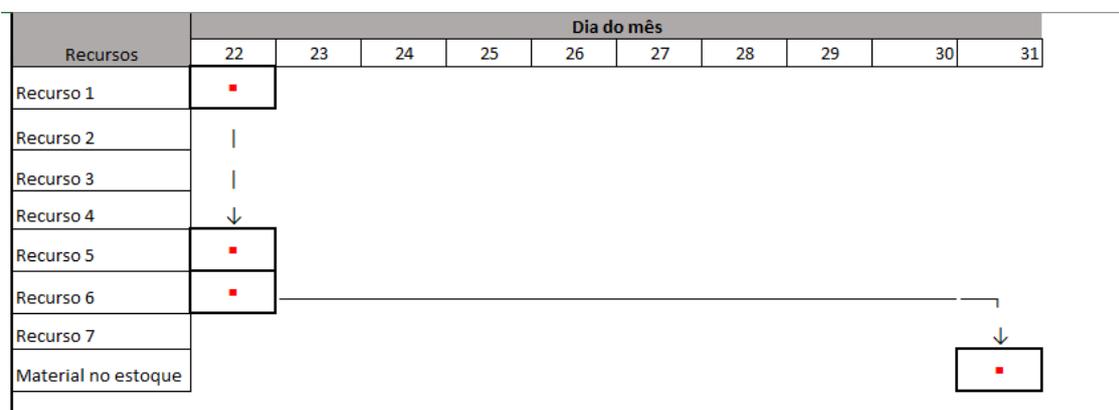
Na pesquisa bibliográfica realizada para que fosse possível a realização deste trabalho, foram mostrados os conceitos teóricos e como aplicar o planejamento da programação da produção. Essa análise visa embasamento para a realização do planejamento da programação da produção de uma empresa siderúrgica

A idealização e execução da metodologia visando o planejamento da programação da produção da empresa Fábrica de Aços se fez necessária para que a área operacional da empresa conseguisse ter um maior controle sobre toda a cadeia produtiva, além de trazer maior assertividade na entrega.

Realizado todas essas alterações no planejamento da programação da produção e colocado em prática foi possível perceber maior assertividade na data que o pedido ficaria pronto. A Figura 20 mostra um exemplo de um pedido, antes da alteração do planejamento da programação. Nesse exemplo, o pedido ficaria pronto no estoque somente dia 31.

### 6.1 Antes:

Figura 20 - Pedido antes da alteração da programação da produção

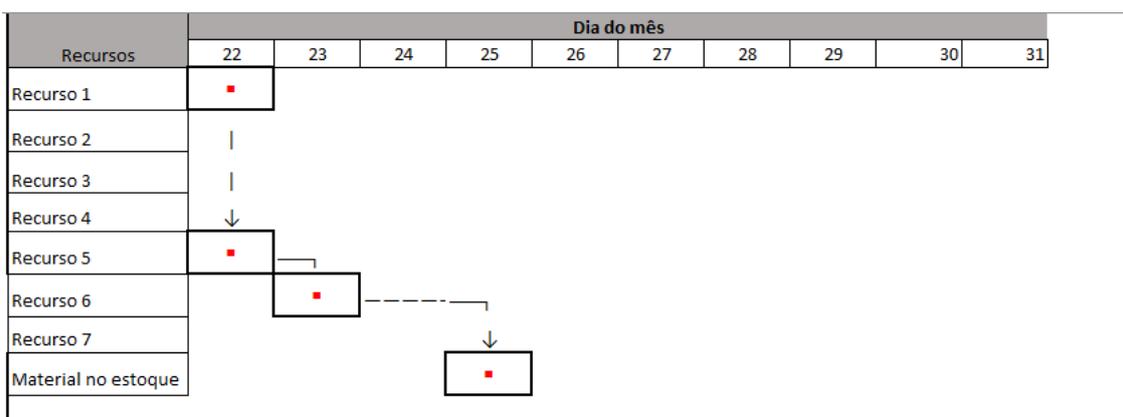


Fonte: documentos Internos da Empresa (2018)

Porém, com as devidas alterações, descritas neste presente trabalho, o *software* passou a planejar de forma mais eficiente e o pedido passou a ficar pronto no estoque no dia 25. Seis dias a menos do que o pedido antes das alterações. Conforme mostra a Figura 21.

### 6.1.1 Depois:

Figura 21 - Pedido depois da alteração da programação da produção



Fonte: documentos Internos da Empresa (2018)

O *lead time* dos equipamentos também sofreu alterações. Antes o *lead time* do pedido demorava cerca de 9 dias e 8 horas. Após as alterações realizadas, o *lead time* passou a ser de 6 dias e 19 horas. Houveram a redução de 2 dias e 13 horas dos equipamentos totais.

Houveram também mudanças quando o pedido estava em atraso. Para itens em atraso, o *software* passou a considerar o *lead time* mínimo, com intuito de priorizar esses itens e agilizar a entrega do produto.

## 7 INDICADORES DE CONTROLE

Os indicadores são ferramentas de controle que permitem um acompanhamento das variáveis de interesse da empresa e com ele, é possível melhorar seus resultados e garantir melhoria no desempenho da empresa.

Os indicadores de desempenho devem obedecer a alguns critérios para garantir os resultados obtidos no processo de medição. De acordo com Magalhães (2004) os indicadores são elementos essenciais no planejamento e gestão. É a partir deles que será possível ter garantir confiabilidade e conhecimento das situações e tomar suas decisões.

Além de mensurável, os indicadores devem apresentar outras características, como objetividade, clareza, precisão, viabilidade – gerados com custos baixos, representatividade, fácil visualização dos dados, ajuste às características específicas da empresa, unicidade, análise das causas e não apenas dos efeitos e, por fim, os indicadores demonstram a realidade da empresa, ou seja, os resultados já alcançados.

Para controlar e definir plano de ação para melhoria e confiabilidade do planejamento da programação da produção será sugerir o uso de alguns indicadores. O primeiro indicador sugerido para controlar os atrasos é através do indicador de ordem de produção. Esse indicador servirá para analisar a quantidade média prevista diária *versus* as quantidades médias realizadas. Esse indicador de desempenho indicará algum gargalo no processo que impediu de produzir a quantidade planejada.

O quadro 6 abaixo mostra as principais funções do planejamento e programação da produção e as alterações observadas ao longo do estudo de caso.

Quadro 6 – Etapas do planejamento da Programação da Produção

Etapas do planejamento da Programação da Produção observadas no estudo de caso após as alterações				
Liberação de ordens	Apontamento da produção	Sequenciamento		
		Lead time	Regra de sequenciamento	Paradas programadas
-Os pedidos são planejados de acordo com a data confirmada de entrega do material, caso um pedido mais novo entre com uma data de entrega mais apertada, ocorre alteração na sequência de produção, para minimizar atrasos.	-As sinalizações dadas ao sistema sobre o início das operações no chão de fábrica são feitas por meio do software, o que permite o acompanhamento efetivo pelo usuário do sistema.	- No estudo foi mostrado que o <i>lead time</i> de entrega foi reduzido em 2 dias e 13 horas. Essa redução indica menor tempo de processamento do pedido.	-Ao receber os pedidos, por meio da liberação de ordem, o software fará o sequenciamento utilizando a MDE, para diminuir os atrasos nas entregas. - Para itens que já estão atrasados, o sequenciamento prioriza o <i>lead time</i> mínimo, explicado na Figura 11.	-A inserção das paradas programadas de manutenção no <i>software</i> são essenciais para ter maior assertividade com relação à data de entrega e melhor planejamento do sequenciamento dos pedidos.

Fonte: elaborado pela autora (2019)

Foram realizadas também algumas sugestões de indicadores para cada etapa da programação da produção, conforme mostra o quadro 7.

Quadro 7 – Etapas do planejamento da Programação da Produção com sugestão de indicadores

Sugestões de indicadores				
Liberação de ordens	Apontamento da produção	Lead time	Regra de Sequenciamento	Paradas programadas
Indicador: % entrada pedidos com prazo estipulado / % entrada pedidos com prazo menor que o estipulado.	Controle da produção efetivo  Acompanhamento da evolução dos apontamentos das operações em relação ao tempo programado para cada um dos pedidos no chão de fábrica.  Indicador: Média diária real dos recursos / Média diária	Tempo total de <i>lead time</i> médio por dia.  Indicador: Média diária realizada/ média do intervalo de confiança máximo.	Quantidade de pedidos em atraso.  Indicador: Quantidade diária de entregas realizadas / Quantidade diária de entregas previstas.	Indicador da eficiência das paradas programadas  Indicador: Paradas programadas previstas por mês/ paradas programadas realizadas por mês.

	dos tempos programados por recurso.			
<b>Objetivo</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Objetivo</b>
Analisar a eficiência dos prazos estipulados na implantação dos pedidos.	Analisar se a produção está ocorrendo conforme o previsto.	Estipular as médias diárias que os valores que apresentarem <i>lead time</i> maior que essa média,  Selecionar os que estão fora do controle e deverão ser analisados e verificados.	Averiguar se há gargalo na operação  Indicar se o sequenciamento sugerido é de fato o mais adequado.	Sinalizar a efetividade das paradas de manutenção programadas.

Fonte: elaborado pela autora (2019)

## 8 CONCLUSÃO

Nesta pesquisa foi abordada a aplicação do PCP nos setores produtivos, com uma ênfase maior ao setor siderúrgico. Através de uma revisão bibliográfica demonstrou-se como este assunto vem sendo abordado ao longo do tempo. Também foi realizada uma análise prática da aplicação do PCP, como base para a formulação de um *software*/metodologia no planejamento da programação da produção em uma empresa siderúrgica localizada no estado de Minas Gerais, região sudeste do Brasil. Sendo assim, este trabalho conclui seu objetivo e contribui com gestores e pesquisadores que busquem referenciais teóricos e casos práticos acerca do sequenciamento no planejamento e controle da produção.

Inicialmente para fornecer embasamento ao trabalho foi feita uma revisão bibliográfica acerca da programação da produção e suas características, como Planejamento e Controle de Produção. Somado a isto relacionados áreas siderúrgicas.

Ao longo do trabalho é possível notar que ainda são necessários estudos mais aprofundados, demonstrando a aplicabilidade dos conceitos clássicos de PCP em empresas do setor siderúrgico. Devido à relevância que a siderurgia possui no cenário econômico brasileiro e mundial, o desenvolvimento do planejamento da programação da produção neste setor pode trazer melhoria significativa nos resultados e alterar a maneira substancial a forma como é feito a programação e controle de produção neste setor.

No decorrer desta pesquisa pode-se notar como é realizado o planejamento da programação da produção da empresa com nome Fictício Fábrica de Aços, seguindo uma abordagem do sequenciamento, que é alvo deste estudo. Através dos resultados é possível concluir que o foco no sequenciamento apresenta resultados satisfatórios nos níveis de entrega para os clientes.

Com essa pesquisa, fica nítido os ganhos com a escolha correta do tipo de sequenciamento, houveram ganhos com relação ao planejamento eficiente das atividades e menor tempo de espera de um recurso ao outro.

É possível observar também a importância de analisar e atualizar os *lead times*. Nesse estudo de caso ficou nítido os ganhos com a análise estatística desses tempos. Os ganhos são a redução do gargalo das atividades, redução da data de entrega dos pedidos, a confiabilidade do planejamento e o ganho de custos operacionais.

A utilização de indicadores quando se trata de planejamento da programação da produção garante controle nos desempenhos das atividades. Assim como o andamento dos processos, a exatidão nas tomadas de decisão e mais transparência ao divulgar os resultados.

Como o foco deste trabalho era analisar a aplicação de um novo sequenciamento da programação da produção em uma siderúrgica, pode-se concluir que os objetivos descritos no início deste trabalho foram respondidos. Durante a realização deste estudo foi notado que é possível realizar de forma mais eficiente, o planejamento da programação da produção com o uso do *software* como ferramenta de estudo.

É sugerido para trabalhos futuros, a realização de pesquisas e análises com outros *softwares* de sequenciamento, e a expansão dessa análise de planejamento e programação da produção para os outros pilares: Liberação de ordens e apontamento da produção.

## 9 REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ALVES, Glauber Francisco; CAMPOS, Magno Silvério; ALVES, Ricardo Gonçalves. **Estudo de caso de uma empresa do segmento de minério de manganês e ferroligas de manganês sob a ótica do planejamento e controle da produção.** In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 26., Fortaleza, 2005.

AZEVEDO, Carlos Eduardo Franco; OLIVEIRA, Azevedo, Leonel Gois Lima; GONZALEZ,, Rafael Kuramoto; ABDALLA. **A Estratégia de Triangulação: Objetivos, Possibilidades, Limitações e Proximidades com o Pragmatismo.** In: ENCONTRO DE ENSINO E PESQUISA EM ADMINISTRAÇÃO E CONTABILIDADE, 4, Brasília, 2013.

BONNEY, Maurice. Reflections on production planning and control (PPC). **Gestão & Produção.** São Carlos, v. 7, n. 3, p.181-207, dez. 2000.

BORGES, Rafael Ximenes; PEDRINI, Danilo Cuzzuol; SOARES, Aurélio Batista. **Análise dos sistemas de planejamento e controle da produção em uma empresa do setor siderúrgico.** In: ENCONTRO MINEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 20, Viçosa, 2006.

BREMER, Carlos Frederico; LENZA, Rogério de Paula. Um modelo de referência para gestão da produção em sistemas de produção *assembly to order* - ato e suas múltiplas aplicações. **Gestão & Produção,** São Carlos, v. 7, n. 3, p. 269-282, 2000.

CANTIERE, Patricia Castoldi *et al.* **Programação da Produção em Sistemas Flow Shop com Tempos de Setup Dependentes da Seqüência: Uma Análise do Estado da Arte no Brasil.** In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO AGROINDUSTRIAL, 3, Campo Mourão, nov. 2009.

CAVALCANTI, Elvira Madruga Baracuh; MORAES, Walter Fernando Araújo. **Programa-mestre de produção concepção teórica x aplicação prática na indústria de cervejas e refrigerantes.** In: ENCONTRO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO, 22, Foz do Iguaçu, 1998.

CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS. **Siderurgia no Brasil 2010-2025:** subsídios para tomada de decisão. Brasília: CGEE, 2010. Disponível em:[https://www.cgEE.org.br/documents/10195/734063/Siderurgia\\_no\\_Brasil\\_\\_9567.pdf/893da7ee-8608-4251-adc1-10c2bf95b009?version=1.0](https://www.cgEE.org.br/documents/10195/734063/Siderurgia_no_Brasil__9567.pdf/893da7ee-8608-4251-adc1-10c2bf95b009?version=1.0). Acesso em: 26/06/2019.

CHIAVENATO, Idalberto. **Planejamento e Controle da Produção: Planejamento e Controle da Produção.** 2. ed. Barueri: Manole, 2011.

CORRÊA, Henrique Luiz.; GIANESI, Irineu Gustavo Nogueira; CAON, Mauro. **Planejamento, programação e controle da produção**. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2018.

COSTA, Edmilson Ferreira da. **Diretrizes para elaboração de um manual para planejamento e controle da produção de empresas de pequeno e médio porte**. Juiz de fora: Universidade Federal de Juiz de Fora. 2010

FENERICH, Francielle Cristina. **Administração dos sistemas de operações**. Curitiba: InterSaberes, 2016.

FERNANDES, Flavio Cesar Faria; GODINHO FILHO, Moacir. **Planejamento e controle da produção: dos fundamentos ao essencial**. São Paulo: Atlas, 2010.

GHINATO, Paulo. **Produção & Competitividade: Aplicações e Inovações**. 2010. Recife: ed. Adiel T. de Almeida & Fernando M. C. Souza, 2000.

GIACON, Edivaldo. **Implantação de Sistemas de Programação Detalhada da Produção: Levantamento das Práticas de Programação da Produção na Indústria**, Dissertação (Mestrado de Engenharia), Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2010.

GOLDRATT, Eliyahu M.; FOX, Robert E. **A corrida pela vantagem competitiva**. São Paulo: Editora Educador, 1989.

GONÇALVES, Thiago. O que é MS Project e para que serve? In: Grupo Voitto. **Blog Voitto**. Juiz de Fora, 16 jan. 2018. Disponível em: <https://www.voitto.com.br/blog/artigo/o-que-e-ms-project/>. Acesso em: 02/06/2019.

HORDONES, P. A.; FUCHIGAMI, H. **Programação da produção em flow shop permutacional envolvendo medidas de atraso: uma contribuição bibliométrica a partir da base de dados web of science**. HOLOS, Natal, v. 7, 2017, p. 81-97.

INSTITUTO AÇO BRASIL. **Estatística Preliminar: Nota (Dados maio/2019)**. Rio de Janeiro, n. 50, 2019. Disponível em: [http://www.acobrasil.org.br/site/arquivos/estatisticas/Preliminar\\_Junho\\_2019\\_99439467.pdf](http://www.acobrasil.org.br/site/arquivos/estatisticas/Preliminar_Junho_2019_99439467.pdf). Acesso em: 24 jun. 2019.

INSTITUTO AÇO BRASIL. **Processo Siderúrgico**. Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: <http://www.acobrasil.org.br/site2015/processo.html>. Acesso em: 03 mai. 2019.

KOTLER, Philip. **Administração de marketing**. São Paulo: Atlas, 1975.

LIKER, Jeffrey . K. **O Modelo Toyota: 14 Princípios de Gestão do Maior Fabricante do Mundo**. Porto Alegre: Bookman, 2005.

TRINDADE JUNIOR, José Carlos Nogueira. **Obtenção, mercado e reciclagem de sucatas ferrosas na indústria siderúrgica brasileira**. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2013.

LIMA, Gustavo. Diagrama de Gantt. In: Grupo Voitto. **Blog Voitto**. Juiz de Fora, 27 dez. 2018. Disponível em: <https://www.voitto.com.br/blog/artigo/diagrama-de-gantt>. Acesso em: 18/06/2019.

LINKE, Paula Piva *et al.* A importância do planejamento e controle de produção para as indústrias de confecções da cidade de Maringá-PR: A perspectiva dos gestores de produção. **Revista Gestão Industrial**, v. 9, n. 2, p. 307-324, 2013.

LUSTOSA, Leonardo Junqueira; DE MESQUITA, Marco Aurélio; OLIVEIRA, RODRIGO J. **Planejamento e controle da produção**. Rio de Janeiro: Elsevier Brasil, 2008.

MACCARTHY, Bart. L.; FERNANDES, Flavio. 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.

MAGALHÃES, Marcos Thadeu Queiroz. **Metodologia para desenvolvimento de sistemas de indicadores: uma aplicação no planejamento e gestão da política nacional de transportes**. Dissertação (Mestrado em Transportes), Universidade de Brasília, Brasília, 2004.

MOBUSS CONSTRUÇÃO. **Aplicando a metodologia PERT/CPM à gestão de projetos de construção**. Blumenau, 2018. Disponível em: <https://www.mobussconstrucao.com.br/blog/pert-cpm-gestao-de-projetos/>. Acesso em: 02/06/2019.

MAFFEZZOLLI, Eliane Cristine F.; BOEHS, Carlos Gabriel Eggerts. **Uma reflexão sobre o estudo de caso como método de pesquisa**. Revista da FAE, v. 11, n. 1, 2008.

MORAIS, Márcia de Fátima; MOCCELLIN, João Vitor. Métodos heurísticos construtivos para redução do estoque em processo em ambientes de produção *flow shop* híbridos com tempos de setup dependentes da sequência. **Gestão & Produção**, São Carlos, v. 17, n. 2, p. 367-375, 2010

MORAIS, Márcia de Fátima *et al.* Análise da programação da produção em sistemas flow shop híbrido com tempos de setup dependentes da sequência. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 30, 2010, São Carlos. **Anais** [...]. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Engenharia de Produção, 2010.

MOREIRA, Daniel. **Administração da produção e operações**. São Paulo: Cengage Learning, 2005.

NAGANO, Marcelo Seido; MOCCELLIN, João Vitor; LORENA, Luiz Antonio Nogueira. **Programação da produção flow shop permutacional com minimização do tempo médio de fluxo**. IN: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL, 36, 2004, São João del Rei.

OLIVEIRA, M.R.; LIMA, C.R.C. **Integração da Manutenção à Produção**. **Revista Máquinas e Metais**. Ano XL, n.460. Editora: Aranda, 2004.

PAIVA, Adriana de Almeida *et al.* **Análise de tempos de setup no processo produtivo de embalagens metálicas.** In: SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO DA TECNOLOGIA E COMPETITIVIDADE, 10, 2013, Rio de Janeiro.

PEDROSO, Marcelo Caldeira; CORRÊA, Henrique Luiz. **Sistemas de programação da produção com capacidade finita: uma decisão estratégica?** Revista de Administração de empresas. São Paulo: Fundação Getúlio Vargas, n. 4, v. 36, p. 60-73, 1996.

PINTO, Daniel Arêas da Silva. **Adoção de Sistema de Gestão Integrada (ERP), por pequenas e médias indústrias. O Processo de escolha.** Rio de Janeiro: Universidade Candido Mendes, 2005.

QUEZADO, Paulo Cesar Augustus Mendes - **Programação do fluxo produtivo de máquinas e equipamentos para moinhos sob encomenda utilizando PERT/CPM e Heurísticas.** 1999. Dissertação (Mestrado de Engenharia), Universidade Federal De Santa Catarina, Florianópolis, 1999.

ROMERO, Fernando; ANDERY, Paulo. **Gestão de megaprojetos: Uma abordagem lean.** Rio de Janeiro: Brasport, 2016.

RUSSOMANO, Victor Henrique. **Planejamento e acompanhamento da produção.** São Paulo: Pioneira, 2000.

SLACK, Nigel; BRANDON-JONES, Alistair; JOHNSTON, Robert. **Administração da Produção.** 1. ed. comp. São Paulo: Atlas, 2006.

SPEARMAN, Mark L.; WOODRUFF, David L.; HOPP, Wallace J. **CONWIP: a pull alternative to kanban.** *The International Journal of Production Research*, v. 28, n. 5, p. 879-894, 1990.

TOBIAS, C. C, Rodrigues, R. A., Silva, S. W., Júnior, P. D. S. P., & de Carvalho Faria, T. **Revista de Ciências Gerenciais. Implementação da Ferramenta MRP: Análise de uma Empresa Siderúrgica do Sul de Minas Gerais.**, 22(36), 164-167. (2018).

TORRES, Marcio S.; LEITAO, Fabio; RODRIGUES, Luis Henrique; ANTUNES JR., José Antônio V. **Os benefícios da manufatura sincronizada: uma aplicação prática em uma empresa metal-mecânica do setor de autopeças.** Porto Alegre: Publicações e serviços Ltda, 2003.

TUBINO, Dalvino Ferrari. **Manual de planejamento e controle da produção.** 2. ed. São Paulo: Atlas, 2006.

VERANO. **Primavera P6 EPPM.** São Paulo, 2019 Disponível em: <http://verano.com.br/produtos/primavera-p6-eppm>. Acesso em: 02 jun. 2019.

VOLLMANN, Thomas E.; BERRY, William Lee; **WHYBARK, D. Clay; JACOBS, Robert J.** **Sistemas de Planejamento e Controle a Produção para o Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos** Porto Alegre: Artmed, 2006

WALLACE, Thomas. F.;STAHL; Robert. A. **Planejamento Moderno da Produção**. São Paulo: IMAM, 2003.

YIN, Robert K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 3.ed. Porto Alegre, 2005

ZAPPELLINI, Marcello Beckert; FEUERSCHÜTTE, Simone Ghisi. **O uso da triangulação na pesquisa científica brasileira em administração**. Administração: Ensino e Pesquisa, v. 16, n. 2, p. 241-273, 2015.

ZATTAR, Izabel Cristina. **Metodologia para implantação de um sistema de programação da produção com capacidade finita em empresas prestadoras de serviços**. Joinville: Trabalho de Conclusão de Curso, Instituto Superior de Tecnologia, 2003.