

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

VANESSA OLIVEIRA RODRIGUES

**UTILIZAÇÃO DA FERRAMENTA PBC PARA CONTROLE DO PLANO
MESTRE DE PRODUÇÃO EM UMA INDÚSTRIA METALÚRGICA**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PONTA GROSSA

2019

VANESSA OLIVEIRA RODRIGUES

**UTILIZAÇÃO DA FERRAMENTA PBC PARA CONTROLE DO PLANO
MESTRE DE PRODUÇÃO EM UMA INDÚSTRIA METALÚRGICA**

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

Orientadora: Profa. Dra. Yslene Rocha Kachba

PONTA GROSSA

2019

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a minha família por todo o suporte dado durante a minha vida e por ter me dado as oportunidades para que eu chegasse até esse dia. Agradeço a minha mãe por sempre me ajudar sem medir esforços para que essa jornada pudesse ser concretizada.

Agradeço também a alguns professores do departamento de engenharia de produção da instituição por todos os ensinamentos durante a graduação. Pelos conselhos durante os intervalos ou durante as aulas para que eu me tornasse uma pessoa e também uma profissional melhor.

Agradeço também a minha orientadora Professora Doutora Yslene Rocha Kachba pelo apoio e todo o suporte ao longo desse trabalho.

A todos os amigos que fiz, as pessoas que conheci durante esses anos, obrigada por todos os sorrisos, apoio e por todos os momentos vividos ao longo dessa jornada. Carrego as lembranças de todos com muito carinho.

Não é o conhecimento, mas o ato de
aprender, não a posse, mas o ato de
chegar lá, que concede a maior
satisfação.

(Carl Friedrich Gauss)



TERMO DE APROVAÇÃO DE TCC

UTILIZAÇÃO DA FERRAMENTA PBC PARA CONTROLE DO PLANO MESTRE DE PRODUÇÃO EM UMA INDÚSTRIA METALÚRGICA

por

Vanessa Oliveira Rodrigues

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) foi apresentado em 22 de novembro de 2019 como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Profª. Drª. Yslene Rocha Kachba

Profª. Orientadora

Prof. Dr. Fabio José Ceron Branco

Membro titular

Prof. Dr. Juan Claros Carlos Garcia

Membro titular

“A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso”.

RESUMO

RODRIGUES, Vanessa O. **UTILIZAÇÃO DA FERRAMENTA PBC PARA CONTROLE DO PLANO MESTRE DE PRODUÇÃO EM UMA INDÚSTRIA METALÚRGICA**, 2019. 73 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Produção) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2018.

A globalização, passou a ser um fator de vantagem competitiva aumentando a concorrência entre as organizações incluídas em seu respectivo mercado. À vista disso, as organizações vêm buscando novas técnicas para conseguir obter vantagem competitiva, visando manter e atrair novos clientes sem que isso afete a área financeira da empresa. A vantagem competitiva que uma empresa consegue obter traz a responsabilidade para todas as áreas existentes dentro da organização. Dessa forma, o presente estudo busca se aprofundar na área de planejamento e controle da produção, mais especificamente na parte da planejamento e programação dos pedidos. Essa atividade se faz essencial para que se tenha disponível os recursos para a produção, ela demanda um certo tempo, conhecimento e estudo. Estimulada por entender o impacto dessa área dentro da produção e qual a sua influência quando se trata de determinar a programação da produção, considerando os recursos, as atividades, o tempo das operações envolvidas durante o processo e a data de entrega ao cliente. Assim, o presente estudo procura apresentar propostas de soluções para a aplicação mais apropriada por meio da ferramenta sistema de controle de ordens PBC para controle do Plano Mestre de Produção (MPS). Seguindo a isso, foi definido a família dos produtos objeto desse estudo e, através de ferramentas auxiliares e as informações levantadas do processo foi possível levantar sugestões de melhorias como ações para facilitar o andamento da produção para movimentar o material acabado e também apresentar duas sugestões da utilização do método PBC.

Palavras-chave: PBC. PCP. Plano Mestre de Produção. Indústria Metalúrgica.

ABSTRACT

RODRIGUES, Vanessa O. **USING THE PBC TOOL TO CONTROL THE PRODUCTION PLAN IN A METAL INDUSTRY.** 2019. 73 p. Work of Conclusion Course (Graduation in Industrial Engineer) - Federal Technology University - Paraná. Ponta Grossa, 2019.

Globalization has become a factor of competitive advantage by increasing competition among the organizations included in their respective markets. In view of this, organizations are looking for new techniques to gain competitive advantage, aiming to retain and attract new customers without affecting the financial area of the company. The competitive advantage a company can gain brings responsibility for all areas within the organization. Thus, this study seeks to deepen the area of planning and production control, more specifically in the planning and scheduling of orders. This activity is essential in order to have the resources available for production, it requires some time, knowledge and study. Encouraged by understanding the impact of this area within production and how it influences when it comes to determining production scheduling, considering the resources, activities, timing of operations involved, and the date of delivery to the customer. Thus, the present study seeks to present solutions proposals for the most appropriate application through the PBC order control system tool to control the Master Production Plan (MPS). Following this, the family of the products object of this study was defined and, through auxiliary tools and the information gathered from the process, it was possible to raise suggestions for improvements as actions to facilitate the production progress to move the finished material and also to present two suggestions from the company using the PBC method.

Keywords: PBC. PCP. *Master Production Schedule. Metal Industry.*

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Funcionamento de um Sistema Produtivo	18
Figura 2 - Atividades que Auxiliam na Tomada de Decisão	23
Figura 3 - Atividades Realizadas pelo PCP	24
Figura 4 - Representação do Fluxo de informação da Programação	28
Figura 5 - Gráfico de Gantt com a Duração de 5 Tarefas para um Período em Dias 30	
Figura 6 - Atuação do Controle da Produção	31
Figura 7 - Processo Cíclico do Controle da Produção.....	34
Figura 8 - Exemplo de um Esquema do Sistema de Coordenação de Ordens PBC na indústria Metalúrgica	40
Figura 9 - Fluxograma do Processo Atual da Empresa	46
Figura 10 - Foto de um Redutor de Velocidade.....	49
Figura 11 - Foto do Mancal com Diâmetro de 1.50	50
Figura 12 - Ilustração das Operações do Processo	51
Figura 13 - Programação e Acompanhamento do Pedido X1	52
Figura 14 - Programação e Acompanhamento do Pedido X2	54
Figura 15 - Programação e Acompanhamento do Pedido X3	55
Figura 16 - Programação e Acompanhamento do Pedido X4	57
Figura 17 - Método PBC Aplicado no Processo	62
Figura 18 - Método PBC Aplicado no Fluxo da Perfiladeira	63

LISTA DE QUADRO

Quadro 1 - Classificação dos sistemas produtivos.....	19
Quadro 2 – Característica dos fluxos de informações e materiais do SCO.....	37

LISTA DE ABREVIATURAS

MP	Matéria-prima
PA	Produto Acabado
TE	Tempo de Esgotamento

LISTA DE SIGLAS E ACRÔNIMOS

ATO	Assemble to Order
ETO	<i>Engineer to Order</i>
FIFO	<i>First-In, First-Out</i>
LEF	Lote Econômico de Produção
LIFO	<i>Last-In, First-Out</i>
MTO	<i>Make to Order</i>
MTS	<i>Make to Stock</i>
PCP	Planejamento e Controle da Produção
PMP	Programa Mestre de Produção
PPCP	Programação, Planejamento e Controle da Produção
PBC	<i>Period Batch Control</i>
MPS	<i>Master Production Schedule</i>

SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO	12
1.1 DEFINIÇÃO DO PROBLEMA	13
1.2 JUSTIFICATIVA.....	14
1.3 OBJETIVO GERAL	15
1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	15
1.5 DELIMITAÇÃO DO TEMA	15
1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO	16
2. REFERENCIAL TEÓRICO	17
2.1 SISTEMAS PRODUTIVOS	17
2.1.1 Grau de Padronização	19
2.1.2 Tipo de Operação	20
2.1.3 Ambiente de Produção	20
2.1.4 Fluxo do Processo	21
2.1.5 Natureza dos Produtos	22
2.2 PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO	22
2.3 PROGRAMAÇÃO, PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO	25
2.3.1 Sistemas de Volume Intermediário	28
2.3.2 Sistemas de Baixo Volume	29
2.4 CONTROLE DO SISTEMA DE PRODUÇÃO	30
2.5 PROGRAMA MESTRE DE PRODUÇÃO.....	34
2.6 SISTEMAS DE COORDENAÇÃO DE ORDENS	35
2.7 <i>PERIOD BATCH CONTROL (PBC)</i>	37
3. METODOLOGIA	41
3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA	41
3.2 DESCRIÇÃO DO AMBIENTE ESTUDADO	42
3.3 PLANEJAMENTO DA METODOLOGIA.....	42
3.4 PROCEDIMENTO DE COLETA DE DADOS.....	43
3.5 PROCEDIMENTOS PARA A ANÁLISE DOS DADOS.....	43
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	45
4.1 MODELO DE PROGRAMAÇÃO ATUAL DA EMPRESA	45
4.2 ANÁLISE E APLICAÇÃO DO MÉTODO DO SISTEMA DE COORDENAÇÃO DE ORDENS PBC.....	50
4.3 PROPOSTAS DE MELHORIAS ATRAVÉS DO SISTEMA DE COORDENAÇÃO DE ORDENS PBC.....	62
5. CONCLUSÕES	65
REFERÊNCIAS	67

1. INTRODUÇÃO

As mudanças e a evolução ocorridas ao longo do tempo modificou a forma como as empresas estão se inserindo ou mantendo-se no mercado. A globalização, passou a ser um fator de vantagem competitiva entre as empresas aumentando a concorrência entre as organizações inserido em seu respectivo mercado. Com o crescente acesso à informação e a crescente mudança no perfil dos clientes e consumidores, suas necessidades e expectativas em relação aos produtos e serviços passaram a exigir adaptações das empresas no que se refere à qualidade e o custo-benefício de seus produtos ou serviços ofertados. À vista disso, as organizações vêm buscando novas técnicas de conseguir obter vantagem competitiva, visando manter e atrair novos clientes sem que isso afete a área financeira da empresa.

A vantagem competitiva que a organização consegue obter é responsabilidade do conjunto todas as áreas existentes dentro da organização. Sendo assim, a área de planejamento e controle da produção também possui responsabilidade pela busca de vantagem competitiva e deve ser planejada de forma eficiente. A área de PCP, setor responsável pela administração da produção, atende-se ao gerenciamento das tarefas produtivas visando a satisfação do consumidor, essas atividades têm como objetivos alinhar as necessidades do mercado com o que consegue ser ofertado pelas operações (SLACK et al., 2009).

Essa área ainda possui como responsabilidade estabelecer e emitir as ordens de produção, de outra forma, libera o documento contendo o roteiro que deverá ser seguido na produção. A programação da produção, segundo Furlanetto (2004) é responsável pela execução do planejamento estabelecido através do PCP, estabelecendo um cronograma das atividades. Através da programação, segundo Russomano (1995) torna-se possível antecipar o programa de produção a médio ou longo prazo representando o que vai ser fabricado assim como a sua quantidade ou a duração.

Conforme apresentado por Almeida (2013) o método de arranjo de ordens denominado *Period Batch Control* foi elaborado por R. J. Gigli, um consultor inglês em meados de 1926, de forma a auxiliar no controle da programação dos processos, dos pedidos e no fluxo dos materiais, transformando as necessidades previstas pelo

plano mestre de produção em necessidade produtivas. Fernandes e Godinho Filho (2007), apontam esse sistema como um processo do tipo empurrado.

Existem diversos problemas referentes ao uso desse método de arranjo de ordens *Period Batch Control* e são encontrados conforme o procedimento adotado por cada organização. Sendo assim, utilizar essa técnica requer um conhecimento do tipo de produto ou serviço que é ofertado ao mercado e também conhecimentos sobre a produção. Todavia, existem múltiplas formas de melhorar ou adaptar a ferramenta para uma programação da produção, tendo como exemplo o emprego do agrupamento de pedidos, alocação de forma mais eficiente dos recursos da produção, utilização de ferramentas ou *softwares* capazes de realizar esse sequenciamento.

Deste modo, nesse estudo foram abordados conceitos que possuem conexão com a ferramenta *Period Batch Control*, como os exemplos de procedimentos produtivos encontrados nas empresas, o planejamento, a programação e o controle da produção e as tarefas correlacionadas ao setor, com o objetivo de propor soluções para melhorar a programação encontrada atualmente.

1.1 DEFINIÇÃO DO PROBLEMA

Com o crescente acesso à informação e a crescente mudança no perfil dos clientes e consumidores, suas necessidades e expectativas em relação aos produtos e serviços passaram a exigir adaptações das empresas no que se refere à qualidade e o custo-benefício de seus produtos ou serviços ofertados. À vista disso, as organizações vêm buscando novas técnicas de conseguir obter vantagem competitiva, visando manter e atrair novos clientes sem que isso afete a área financeira da empresa.

A área de planejamento e controle da produção é o setor responsável pela administração das operações do processo produtivo, gerenciando as tarefas e atividades para atender aos requisitos dos clientes, para essas atividades se faz necessário alinhar as necessidades do mercado com o que consegue ser ofertado pelas operações realizadas pela empresa (SLACK et al., 2009).

Essa área ainda possui como responsabilidade estabelecer e emitir as ordens de produção, de outra forma, libera o documento contendo o roteiro que

deverá ser seguido na produção. A programação da produção, como apresenta Furlanetto (2004), é responsável por executar o planejamento estabelecido através do PCP, obedecendo um cronograma das atividades ou operações. Através da programação, segundo Russomano (1995) se torna possível antecipar o programa de produção a médio ou longo prazo representando o que vai ser fabricado informando a sua quantidade ou a duração da atividade ou de todo o processo.

Portanto, obter um bom planejamento e uma programação da produção eficiente auxilia para que haja a disponibilidade dos recursos para a produção em um determinado momento para atender aos pedidos que entram (FUCHIGAMI; RANGEL, 2014). Tendo isso em vista, com a assistência da técnica do PBC, o presente estudo apresenta a seguinte questão: “Como utilizar o sistema PBC para planejar e controlar o plano mestre de produção em uma linha de produção?”.

1.2 JUSTIFICATIVA

Segundo Ichimura (1996) em uma área cercada de inovações tecnológicas com intensa diversidade de demanda e competição no mercado se faz necessário aderir ao sistema de ordens de produção, ordenando-a conforme a demanda, quantidades ou *lead-time* inferiores. Com o período de vida dos produtos sofrendo uma queda e o crescimento da competição passa-se a existir a imposição de uma programação eficiente da produção. Consequentemente, avalia-se o sistema com relação à interatividade além de sua eficiência, devido à conveniência de se integrar totalmente o processo (TRENTESAUX et al., 2001).

Obter uma boa programação dos pedidos em carteira ou as ordens de produção pode servir como um instrumento para se manter ativa no mercado. Logo, uma programação ineficiente altera a qualidade do produto bem como gera atrasos na produção e conseqüentemente na entrega do produto acabado ao cliente. Segundo Moreira (2013) a finalidade da programação é permitir a qualidade especificada dos serviços ou produtos para garantir os índices de atendimento dos clientes. Enquanto o PCP segue como responsável pelo planejamento e controle das atividades e recursos e pelo lançamento das ordens de produção (CHIAVENATO, 1998; RUSSOMANO, 2000).

Dessa forma, o presente estudo aborda a técnica de administração das ordens PBC, ferramenta responsável por organizar e controlar as ordens dos processos para a execução das tarefas. Através desse método a empresa pode conseguir obter ou se manter competitiva no mercado por meio da otimização das variáveis da produção e desempenho (FUCHIGAMI; RANGEL, 2014). Com a importância do tema levantada, foi abordado a seguir o objetivo geral do estudo.

1.3 OBJETIVO GERAL

O presente estudo tem como finalidade propor soluções para o problema de programação atual da produção utilizando a ferramenta PBC para controlar o plano mestre de produção visando otimizar a programação da produção.

1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Tem-se os seguintes objetivos específicos para auxiliar no desempenho do objetivo geral:

- Realizar o estudo teórico sobre o tema;
- Realizar uma análise do procedimento atual praticado pela empresa por meio de estudos de processos e as ordens de produção emitidas pelo planejamento e controle da produção;
- Controlar e agendar a execução dos recursos disponíveis através do MPS;
- Propor soluções baseadas no sistema de controle *PBC* para os problemas.

1.5 DELIMITAÇÃO DO TEMA

Essa pesquisa concentra-se na área de programação da produção, mais especificamente com relação à programação dos recursos indispensáveis para realizar o processo produtivo. A alocação dos recursos da produção possui conexão com a área de PCP da organização, da mesma maneira que o método de produção

utilizado pela empresa. Já o agendamento da produção se torna responsável por alocar e disponibilizar os recursos no tempo determinado para a produção. Esse trabalho visa destacar a utilização dessa atividade de agendamento dos pedidos através da ferramenta PBC.

O local de estudo consiste em uma empresa de produtos de bens no setor metalúrgico localizada na Região dos Campos Gerais no estado do Paraná. A área de produção dessa empresa é composta pelas máquinas e seus operadores. A estrutura da empresa é constituída também pela área administrativa contemplada pelas áreas comercial, financeira e também pela área de gerenciamento de produção da indústria.

Os procedimentos adotados para a segmentação dos produtos em famílias consideram os critérios de operações em máquinas similares. Portanto, outros critérios possíveis como o duração de processamento, demanda, volume não serão considerados. Esses critérios foram abordados apenas para encontrar a melhor resposta para melhorar a programação da produção atual.

1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO

No presente capítulo foi introduzido o tema e a contextualização do cenário atual, e também as justificativas para a pesquisa e o que se pretende, os objetivos da pesquisa. O capítulo 2 apresenta os conceitos teóricos a serem aplicados para a pesquisa, essenciais para justificar e compreender o trabalho. O capítulo 3 retrata a metodologia empregada para prosseguir com a pesquisa. Finalmente, o capítulo 4 mostra as análises e os resultados obtidos e, por último, o capítulo 5 aborda as ponderações finais desse trabalho.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

O presente trabalho apresenta bases teóricas para melhor estruturar academicamente a consumação do seu objetivo de pesquisa. Por isso, nesse capítulo são apresentados os conceitos sobre os sistemas produtivos: como introdução do ambiente a ser estudado e os princípios, fundamentos e modelos de sistemas que são encontrados nas empresas. Dando continuidade, apresenta-se o conceito de planejamento e controle da produção suas definições e importâncias dentro da estrutura organizacional. Apresenta-se o conceito de sequenciamento. E finalmente, já adentrando mais no tema, discorre-se sobre o plano mestre de produção, apresenta-se a definição de sistema de coordenação de ordens e por último a ferramenta de arranjo das ordens *Period Batch Control* (PBC), seu objetivo, função e algumas premissas empregadas para a sua execução.

2.1 SISTEMAS PRODUTIVOS

Existem diversos modelos de sistemas de produção que podem vir a ser encontrados nas empresas e que dependem do processo que a organização oferece ao mercado. O sistema é um aglomerado de elementos dependentes entre si que são capazes de integrar um membro ou uma parte de elementos combinados para formar uma cadeia organizada (CHIAVENATO, 1990).

Um sistema produtivo é capaz de converter através de processos as entradas (insumos) em saídas (produtos ou serviços). Para isso se faz necessário que seja levado em conta os prazos e os planos para que se consiga tomar ações com base no que foi proposto e conforme o que indicou-se no planejamento em curto, médio ou longo prazo (TUBINO, 2009). Conforme mostrado na Figura 1.

Figura 1 - Funcionamento de um Sistema Produtivo



Fonte: Adaptado Slack et al. (1999)

As operações em indústrias de bens são voltadas para um produto que é material, ou seja, algo concreto enquanto prestar um serviço muitas vezes o produto se torna uma questão de experiência (CHASE, 2006).

Segundo Chiavenato (1990) esses sistemas produtivos conseguem influenciar no plano de produção, já que para elaborar o plano faz-se necessário conhecer o modelo de sistema produtivo utilizado. “Um sistema produtivo será tão mais eficiente quanto consiga sincronizar a passagem de estratégias para táticas e de táticas para operação de produção e da venda dos produtos solicitados” (Tubino, 2007, p. 3).

Classificar os modelos de produção seja para empresas de bens ou serviços permite entender as características destinadas a cada sistema e seu relacionamento com as funções de planejar e controlar (TUBINO 2009). Segundo a literatura, há diversas formas de se classificar os sistemas de produção, Rocha (2008) classificou os sistemas mediante processos contínuos, repetitivos em massa, por projeto e em lotes. Lustosa et al (2008) seguem com uma classificação através do grau de padronização, o tipo de operação, ambiente de produção, roteiro do processo e a natureza.

O Quadro 1 mostra uma maneira de se classificar os sistemas produtivos conforme Lustosa et al. (2008).

Quadro 1 - Classificação dos Sistemas Produtivos

Tipo de Classificação	Características
Grau de Padronização dos Produtos	Produtos Padronizados Produtos sob medida ou personalizados
Tipo de Operação	Processos Contínuos (larga escala) Processos Discretos Repetitivos em Massa (em larga escala) Repetitivos em lote (flow shop, linha de produção) Por encomenda (job shop, layout funcional) Por projeto (unitária, layout posicional fixo)
Ambiente de Produção	Make-to-stock (MTS) Assemble-to-order (ATO) Make-to-order (MTO) Engineer-to-order (ETO)
Fluxo dos Processos	Processos em linha Processos em lote Processos por projetos
Natureza dos produtos	Produtos Serviços

Fonte: Adaptado Lustosa (2008)

A partir da classificação ilustrada no Quadro 1, apresenta-se as características e classificações em conformidade com o tipo do sistema de produção.

2.1.1 Grau de Padronização

O grau de padronização pode ser dividido em duas classificações:

- a) Produtos padronizados: possuem alta uniformidade e são bens ou serviços de larga escala (PERALES, 2001);
- b) Produtos sob encomenda ou personalizados: Esse sistema de produção tem como característica atender os pedidos de produtos não repetitivos e imprevisíveis. Com isso, a sua principal função é lançar as demandas dos clientes como ordens de produção, ordens de compra e ordens de recursos produtivos (FERNANDES e FILHO, 2007).

2.1.2 Tipo de Operação

Nessa abordagem é possível encontrar dois exemplos de classificação os processos contínuos e os processos discretos. Usualmente, utiliza-se na produção por lotes para produtos padronizados (JONSSON, MATTSON, 2003). Em contrapartida os processos discretos caracterizam-se pela produção em lote ou por unidade e podem ser divididos em três tipos:

- a) Processo repetitivo em massa: emprega-se a produção em alta escala de produtos padronizados no entanto são produtos em que se torna necessária pessoal especializado para as atividades na conversão dos insumos em produto (TUBINO, 2009);
- b) Processo repetitivo em lotes: esse sistema caracteriza-se por ter uma produção uniforme média em lotes seja de bens ou serviços em que cada lote é estruturado com uma sequência de operações que precisa ser preparada assim que for atendida a operação anterior (TUBINO, 2009);
- c) Processo por projeto: esse sistema de produção tem como característica atender os pedidos de produtos não repetitivos e imprevisíveis. Com isso, a sua principal função é lançar as demandas dos clientes como ordens de produção, ordens de compra e ordens de recursos produtivos (FERNANDES e FILHO, 2007).

Em processos contínuos faz-se necessário obter uma previsão de vendas, sendo a produção voltada exclusivamente para um produto e sua capacidade produtiva pode ser expressa pelo número de unidades que são produzidas em um determinado período, para que se possa entregar ao cliente ou para ficar no estoque (CHIAVENATO, 1990).

2.1.3 Ambiente de Produção

Utiliza-se para indicar no processo a gestão do estoque e também como apoio de classificação e melhor entendimento do fluxo dos recursos (VOLLMANN et al., 2006). Lustosa et al. (2008) dividem essa classificação em:

- a) *Make to Stock* (MST): são produtos fabricados com a intenção de se manter em estoque. Possuem uma certa padronização para atender os clientes de forma rápida, exigindo um aumento do volume de estoque.
- b) *Assemble to Order* (ATO): caracteriza-se por possuir produtos pré-manufaturados com a instalação determinada em conformidade com o cliente.
- c) *Make to Order* (MTO): Produtos particulares conforme o pedido do cliente, o começo da fabricação ocorre assim que o pedido chega formalmente a empresa.
- d) *Engineer to order* (ETO): processo no qual o cliente está envolvido do início ao término do processo. Caracteriza-se pela variedade dos produtos e baixo estoque de MP.

O conhecimento dessas classificações se fazem necessárias para definir o ambiente e estabelecer o melhor planejamento para a produção (MOREIRA, 2012).

2.1.4 Fluxo do Processo

Quanto ao fluxo dos processos, segundo Chiavenato (2008) podem ser classificados em três linhas:

- a) Processo em linha: possui o sequenciamento das operações estabelecida e em linha e os produtos possuem uniformidade. Esse processo pode ser classificado como sendo em massa ou contínuo (LUSTOSA et al, 2008).
- b) Processo por projeto: não se torna necessário possuir estoque devido à baixa demanda visto que cada projeto varia em concordância com a necessidade do cliente. Necessita-se de uma alta adaptação dos recursos possível para receber as especificações dos clientes (TUBINO, 2009).
- c) Processo em lote: em um processo por lotes o nível de volume e diversidade de produtos é alta e padronizada, sendo o fluxo descontínuo (CHIAVENATO, 2008; SLACK, 2009).

A partir dessa classificação se faz possível estabelecer um grupo de ferramentas e métodos que melhor se adaptem ao ambiente de produção para estabelecer um planejamento (MOREIRA, 2012).

2.1.5 Natureza dos Produtos

Quanto à natureza dos produtos, podem ser classificados em bens ou serviços. Segundo Lustosa et al. (2008) se o resultado do processo for algo concreto é classificado como produto de bens, mas caso o produto final do processo seja o contrário classifica-se como serviço. Para as duas possibilidades faz-se necessário o plano do produto, prever a demanda, qualificar o pessoal responsável por executar a programação e as vendas e o planejamento e administração das operações

2.2 PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO

Planejar e Controlar atende-se ao gerenciamento das tarefas produtivas envolvidas visando a satisfação do consumidor, essas atividades têm como objetivos alinhar as necessidades do mercado com o que se consegue oferecer pelas operações (SLACK et al., 2009). Com o PCP torna-se possível determinar quais as metas a serem atingidas e o que fazer para alcançá-las (CHIAVENATO, 1998).

O Planejamento e Controle da Produção atua para que se cumpra alguns objetivos como prever, controlar e verificar a disponibilidade dos recursos utilizados para a produção. Os objetivos do PCP são descritos primeiro como a necessidade de se estabelecer que as máquinas e as pessoas atuem dentro dos níveis esperados de produtividade, buscando assim o melhor uso dos recursos para reduzir os estoques e os custos operacionais e melhorar o nível de atendimento dos clientes (MOREIRA, 1998).

O PCP responsabiliza-se por lançar as ordens de produção e também as de compras e de planejar e organizar os processos produtivos existentes para alcançar um nível da produtividade satisfatório (RUSSOMANO, 2000).

Sendo assim, o PCP também busca ordenar o que vai ser produzido, em qual máquina, em qual quantidade e a que momento, entrará para a produção sempre visando a maior produtividade com o menor custo operacional. O campo do PCP participa de uma sucessão de medidas com a intenção de estipular o que

produzir, quanto e quando deve produzir e comprar, além dos demais recursos a serem empregados (CORREIA et al., 2001).

Cada horizonte de tempo relaciona-se as atividades estratégicas, táticas e operacionais e o que se pretende alcançar quando vier a executar essas atividades. Os objetivos dos sistemas de produção em cada horizonte de planejamento como nas atividades em longo prazo, os sistemas de produção necessitam estabelecer uma sugestão de produção (estratégico) para prever as vendas e visualizar a capacidade produtiva na qual o sistema irá trabalhar para responder a demanda.

Já no médio prazo, tendo estruturado o projeto da produção, o plano mestre de produção (PMP) visa buscar mecanismos para que o sistema atue o mais eficiente possível e usar a sua capacidade para atender a estimativa de vendas nesse horizonte assim como se houver os pedidos disponíveis em carteira. Enquanto no curto prazo determina-se um programa para a produção no qual o sistema deverá operar (TUBINO 2009). Conforme ilustrado na Figura 2.

Figura 2 - Atividades que Auxiliam na Tomada de Decisão

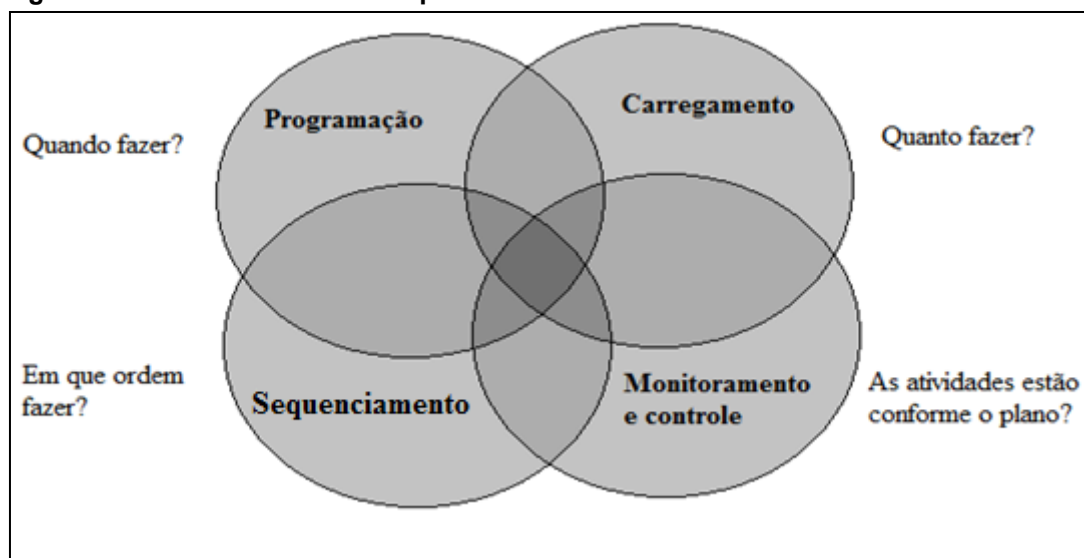


Fonte: Tubino (2009)

Sendo a empresa de produtos de bens, o Planejamento e Controle da produção fica responsável por cuidar dos insumos, da mão-de-obra, máquinas, do estoque de PA para ser possível a entrega aos clientes dentro do prazo pela área de vendas. Se a empresa presta algum serviço, o PCP torna-se responsável por controlar a mão-de-obra necessária, máquinas e os recursos para tornar a oferta do

serviço no período de tempo e espaço atendendo aos prazos de entrega ao cliente (CHIAVENATO, 1998). A Figura 3 demonstra a relação das atividades ligadas ao PCP.

Figura 3 - Atividades Realizadas pelo PCP



Fonte: Slack et. al (2009)

O PCP controla e destina os recursos da produção utilizados durante o processo para que sejam usados em concordância com o que foi estabelecido durante o planejamento (PEINADO E GRAEML, 2007).

Segundo Machline (1979) a etapa do planejamento realiza os planos, isto é, o que se deve acontecer ao longo do tempo e na fase do controle localiza-se as respostas para o que se estabeleceu durante o planejamento.

Tendo como propósito básico do PCP planejar e controlar o processo de produção desde o seu começo até o final, estabelecer uma comunicação dentro do ambiente organizacional torna possível o planejamento futuro da capacidade do processo (GAITHER E FRAZIER, 2001).

Para o Planejamento e Controle da Produção Slack (1997) observa a necessidade de existir uma preocupação com a disponibilidade dos materiais e ainda com os dados para ser possível atender tanto os clientes internos como os externos, assegurando que ao longo do processo de manufatura proporcione-se o necessário.

Para possuir um bom planejamento precisa-se ter um olhar apropriado do futuro, que pode ser, por exemplo, através da previsão da demanda própria. É

preciso também possuir um conhecimento da atual situação e um padrão lógico que interprete a situação presente e se possa estabelecer uma situação futura para se tomar decisões com esse planejamento, definindo-se os objetivos que se propõe a atingir (CORRÊA, 2011).

Para Chiavenato (1998) além de o planejamento ter um controle adequado das operações da empresa consegue-se melhorar em relação a eficiência e a eficácia.

2.3 PROGRAMAÇÃO, PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO

Conforme Russomano (1995) pode-se utilizar a programação da produção com a finalidade de antecipar o programa de produção a médio ou longo prazo para os produtos que uma empresa produz, sendo possível representar o que fabricar de acordo com uma quantidade ou uma data estabelecida.

A programação, planejamento e controle da produção possui como finalidade gerar condições para que obedeça-se os prazos de entrega, reduzir os *lead-times*, os períodos ou custos *setups*, o estoque para operar com a capacidade máxima dos recursos como mão de obra e equipamentos (CHASE, JACOBS E AQUILANO, 2006).

De acordo com Lustosa (2008) os motivos fundamentais para programar as tarefas são o local da produção, os instrumentos e o ambiente do processo fabril, o modelo de como os pedidos chegam e se existe um roteiro de produção.

Existem diversos autores que estabelecem e classificam os objetivos da programação. Chiavenato (1990) estabelece oito objetivos para a programação da produção entre eles:

- a) Coordenar e integrar as atividades envolvidas no processo produtivo seja elas direta ou indiretamente;
- b) Garantir a entrega ao cliente nas datas estabelecidas;
- c) Garantir que a entidade possua disponíveis os recursos essenciais para a produção;
- d) Distribuir o volume de trabalho de maneira que se obtenha de forma eficiente e eficaz a melhor sequência e o melhor resultado;

- e) Balancear o processo para eliminar possíveis gargalos na produção e os desperdícios em relação a capacidade do processo;
- f) Maximizar a capacidade total da instalação bem como os recursos monetários aplicados em matéria-prima, produto acabado e os recursos físicos em processamento;
- g) Estabelecer formas de obter os recursos como a compra da matéria-prima, recursos humanos para a produção, máquinas e equipamentos, entre outros;
- h) Estabelecer, por meio das ordens de produção, padrões de controle como por exemplo, *feedback* e indicadores de desempenho para avaliar e melhorar o processo.

Santoro (1999) expõe os propósitos da programação da seguinte maneira:

- Diminuir os atrasos e ordens de produção não atendidas;
- Diminuir os estoques;
- Diminuir o tempo no qual os recursos da produção ficam parados por meio da disposição mais eficiente;
- Diminuir os *lead-times*;
- Racionar o trabalho visando o equilíbrio entre os recursos e o tempo.

A programação da produção segundo Chiavenato (1990) é composta por quatro fases. Sendo as duas primeiras fases a de aprazamento responsável por planejar as datas e os prazos de uma sequência de tarefas e o roteiro responsável por definir a sequência dos recursos no âmbito de todas as etapas do processo fabril de um produto para cumprir os prazos de entrega e as duas últimas fases são a da publicação de ordens e a liberação da produção.

Aprazamento significa a atribuição de prazos e estabelecimento de datas. Como o plano de produção é muito amplo e dimensionado para uma encomenda de grande porte ou para o exercício de um período de tempo geralmente extenso, a programação procura fragmentá-lo em períodos menores (como dias, semanas e meses) para poder estabelecer datas específicas de execução da produção. Roteiro significa o estabelecimento da melhor sequência para atender ao plano de produção. Se a empresa pretende produzir um produto que tenha de passar por várias baterias de máquinas ou por várias seções produtivas, o roteiro procura definir a sequência ou fluxo mais adequado para que a matéria passe pelas diversas etapas do processo produtivo (CHIAVENATO, 1990, p. 63).

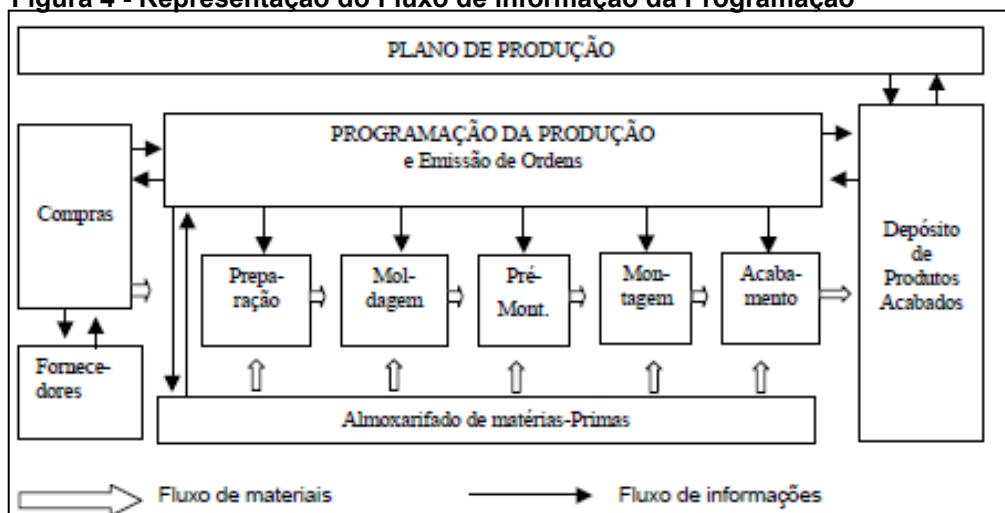
De acordo com Moreira (2012) assim que o programa mestre liberar o que deverá ser fabricado e também a quantidade, inicia-se a fase da programação e controle da produção na qual as atividades começam a ser obedecidas. A programação tem por finalidade permitir a qualidade especificada dos produtos, fazer os recursos físicos como o maquinário e as pessoas, operarem com níveis eficientes de produtividade, minimizar o estoque e os custos de produção, levando a procurar melhorar os índices de atendimento dos clientes.

Furlanetto (2004) descreve a programação da produção como sendo responsável por executar o que se planejou para a produção, posto que nessa etapa se faz possível estabelecer um cronograma das operações e tarefas envolvidas no processo produtivo como as ordens de produção e ordens de compra. A programação também torna capaz de proporcionar um fluxo de informações dentro da organização para conseguir controlar, coordenar e integrar quaisquer sejam os processos existentes na empresa.

Moreira (2012) descreve a programação da produção por duas fases a primeira fase de alocar cargas e a próxima de sequenciar as tarefas. Sendo a primeira responsável por dividir as ações nos centros de trabalho e a sequência das tarefas responsável por determinar a ordem que se realizam as operações Os procedimentos de programação podem variar conforme o sistema produtivo.

A Figura 4 demonstra uma representação do fluxo das informações da programação.

Figura 4 - Representação do Fluxo de informação da Programação



Fonte: Chiavenato, 1990

A Programação da Produção faz a disposição das operações nas máquinas estabelecendo horizontes para que as operações tenham um começo e um final (FUCHIGAMI, 2013). A seguir apresenta técnicas para a programação em sistemas de volume intermediário e de baixo volume seja em indústrias de bens ou serviços, de acordo com Moreira (2012).

2.3.1 Sistemas de Volume Intermediário

Parte-se da possibilidade de existir diversos produtos a serem feitos pela mesma linha e quando um produto diferente é programado é necessário ajustar a linha de produção (máquina). Como a fase de alocação não se faz necessária, pois já foi definida, precisa-se então definir a quantidade que será produzida e a ordem dos produtos (MOREIRA, 2012).

Para esse sistema, ainda conforme Moreira (2012), levam-se em conta os custos associados ao estoque, isto é, de manutenção e de preparação. Faz-se necessário então estabelecer um ponto de equilíbrio entre os custos fazendo com que a soma desses custos seja minimizada. Com essa soma consegue-se determinar uma quantidade que minimize a soma dos custos sendo denominada de lote econômico de fabricação (LEF).

Estabelece-se uma ordem de produção, ou seja, define-se uma sequência para as atividades. A sequência afeta a despesa de preparar a linha, ou seja,

dependendo da sequência é necessário fazer várias mudanças em virtude a isso, passa-se a existir sequências melhores e piores. Produtos que possuem características semelhantes diminuem o custo de preparação a produtos que têm características distintas.

Tem-se a técnica denominada Tempo de esgotamento (TE) em sistemas de volume intermediário. O TE relaciona o estoque disponível sobre a taxa de consumo, essa taxa é o que se consome em um intervalo de tempo determinado (diário, semanal, mensal, etc.). Com essa técnica pode-se determinar a urgência do produto a cada estágio de produção, então quanto menor for a TE mais urgente a produção do produto. Logo, faz-se necessário estabelecer a ordem do produto com o menor TE primeiro e assim sucessivamente.

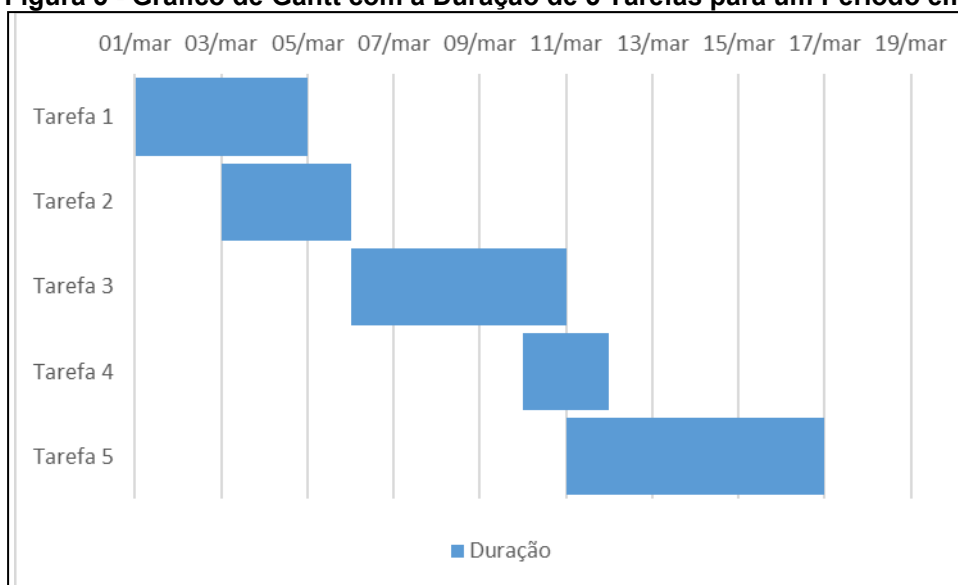
2.3.2 Sistemas de Baixo Volume

Dispõe-se de uma diversidade de produtos, de forma descontínua, sendo que cada produto atende a uma sequência de operações específica que, normalmente, utiliza a mesma máquina ou o mesmo centro de trabalho devido às operações nas quais os produtos necessitam. Para esses sistemas de baixo volume a programação necessita saber como as cargas deverão ser alocadas e qual o sequenciamento das operações dessa carga que já está alocada (MOREIRA, 2012).

Conforme o mesmo autor para sistemas de baixos volumes, existem técnicas para alocar as cargas, com a finalidade de minimizar os custos do processo (*setups*), a ociosidade dos equipamentos e o período para concluir as operações.

A primeira técnica é o Gráfico de *Gantt*, por ser uma ferramenta simples de usar e por fornecer informações com maior qualidade de detalhes, pode ser utilizada para a alocação de carga nos centros e trabalho. Cada parte vertical refere-se ao horizonte temporal (diário, semanal, mensal, etc.) e cada parte horizontal refere-se ao recurso de produção (equipamento, pessoas, centro de trabalho, etc.). No lugar no qual as partes se cruzam encontra-se o que será fabricado e com quais recursos durante o intervalo de tempo determinado (MOREIRA, 2012) como se apresenta na Figura 5.

Figura 5 - Gráfico de Gantt com a Duração de 5 Tarefas para um Período em Dias



Fonte: Autoria Própria

Por meio dessa ferramenta é possível demonstrar de forma simples e visual o que deveria estar acontecendo na produção, sendo usado também para encontrar por meio de testes outras possibilidades de programas (SLACK, CHAMBERS, JOHNSTON, 2002).

A segunda técnica para alocar as cargas apresentada por Moreira (2013) é através do método de designação. Essa técnica baseia-se em uma série de cálculos repetitivos e acessíveis por meio da Programação Linear para sinalizar quais os trabalhos (operações, tarefas, projetos, etc.) e os recursos (equipamentos, pessoas, MP, etc.) necessários para executar uma determinada atividade, segundo uma norma estabelecida como maximizar o lucro ou minimizar os custos e tempos de operação.

Segundo Chiavenato (1990, p. 59) “a programação da produção passa a ser a interface entre o planejamento, a execução e o controle da produção”.

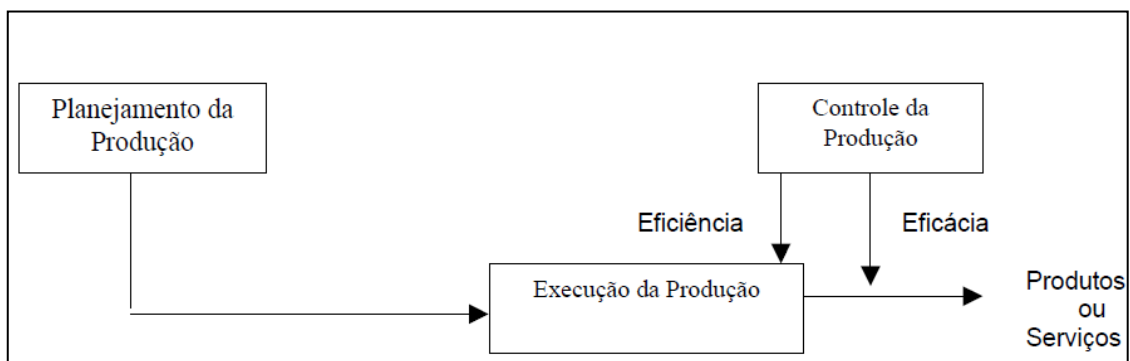
2.4 CONTROLE DO SISTEMA DE PRODUÇÃO

O controle é a área responsável por verificar o cumprimento do cronograma estabelecido pelo setor de planejamento da produção, relatando o quanto está sendo produzido e para quando produzir. Atua de forma a realizar comparações com

as ordens de produção programadas previamente e o que está sendo executando na realidade (FURLANETTO, 2004).

Conforme apresentado por Pitkowski (1987), realiza-se uma investigação para levantar as informações sobre se o que está sendo produzido atende ao cronograma estabelecido seguindo o produto especificado, as quantidades dos materiais e o prazo estipulado. O controle da produção faz o acompanhamento e a ponderação das atividades fabris, com o intuito de mantê-las dentro do planejamento, assegurando as metas da produção (CHIAVENATO, 1990). A Figura 6 apresenta a atuação do controle da produção.

Figura 6 - Atuação do Controle da Produção



Fonte: Chiavenato, 1990

O controle é a última etapa do sistema PCP, sendo o responsável por apresentar os resultados relativos à eficiência do sistema de produção (FURLANETTO, 2004).

Chiavenato (1990) apresenta algumas finalidades do controle da produção, sendo elas:

- Avaliação e monitoramento contínuo das atividades operacionais;
- Comparação e acompanhamento da programação com o executado;
- Apontamento das falhas para os responsáveis pela empresa;
- Informações para os demais setores sobre o andamento da produção.

Através do acompanhamento o processo de controle da produção conforme Chiavenato (1990) determina aspectos críticos para monitoramento do processo da empresa como:

- Previsão de vendas e possíveis flutuações;

- Planejamento da capacidade produtiva;
- Plano da produção;
- Requisição dos materiais necessários para a produção;
- Ordens de compras;
- Estoque de matéria prima e/ou produto semiacabado;
- Programação da produção que envolve o aprazamento, fluxo e a liberação das OP;
- Estoque de produto acabado.

Ainda possuem os aspectos considerados problemáticos, ou seja, aspectos que podem interferir durante o andamento do processo, Chiavenato (1990) apresenta os seguintes:

- Carência ou abundância de estoque de matéria-prima;
- Carência ou abundância de estoque para produtos semiacabados;
- Carência ou abundância de estoque de produto acabado;
- Quantidade muito elevada de produtos defeituosos;
- Atrasos nos prazos estipulados para a produção e também o acordado com o cliente;
- Custos da produção elevados;
- Ciclo da produção muito extenso;
- Interrupções no ciclo produtivo por falta de matéria prima ou itens;
- Flexibilidade limitada da utilização da capacidade produtiva.

Acompanhar e monitorar a produção se torna a tarefa de maior abrangência dentro do PCP já que cabe a ela a verificação e a avaliação contínuas das operações envolvidas no processo da organização em paralelo com os demais fatores como prazos de entrega, compras, informações sobre as matérias-primas e demais componentes, entre outros (FURLANETTO, 2004).

Segundo o mesmo autor, estipula-se três conjuntos de recursos que se fazem necessários para atender a um programa de produção: máquina, mão de obra e materiais. Sendo o PCP o setor responsável por monitorar a disponibilidade dos recursos antes de iniciar a produção antes de liberar as ordens de produção. Tubino

(2000) declara que a partir desse momento, o PCP controla e monitora o programa conforme as seguintes funções:

- Analisar os dados sobre as tarefas programadas;
- Verificar o que foi programado com o realizado;
- Identificar as falhas;
- Executar intervenções corretivas;
- Fornecer informações aos demais setores da empresa;
- Preparar os relatórios do sistema de produção.

O controle da produção também se torna responsável pelo fluxo de informações sobre a produção para os demais setores da empresa, gerando relatórios sobre o comportamento do sistema (FURLANETTO, 2004).

O mesmo autor ainda apresenta como objetivo dessa etapa a ligação entre o que foi planejado e o que está sendo executado, podendo levantar as informações dos motivos que levaram a fuga do planejamento, fornecendo suporte para a tomada de decisão para ações de correção.

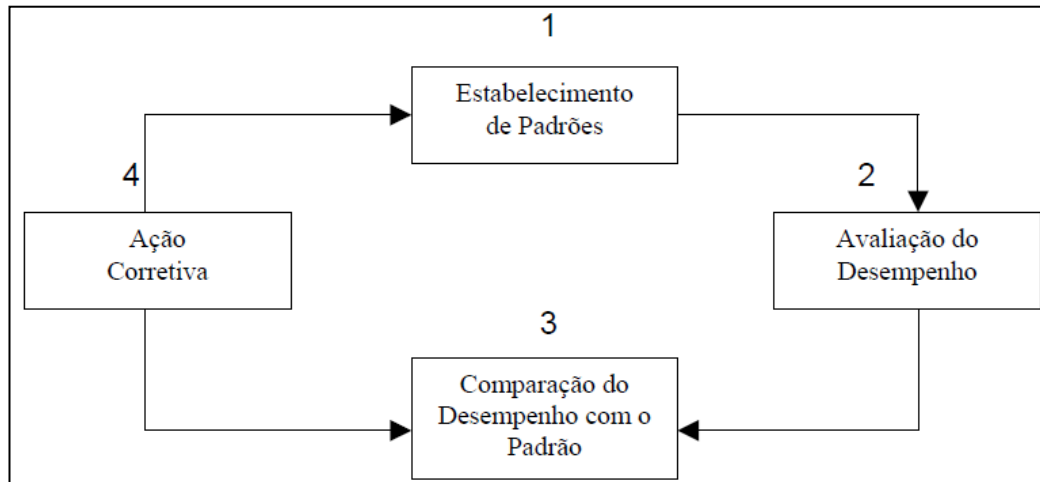
O controle de produção pode ser dividido em quatro fases segundo Chiavenato (1990):

- 1) Estabelecer padrões: determina-se critérios de avaliação ou comparação. Pode ser padrões em relação a quantidade ou volume de produção, padrão de qualidade, padrão de tempo de produção ou padrão de custo de produção;
- 2) Avaliar o desempenho: acompanhamento do que está sendo realizado;
- 3) Conferir o desempenho com o padrão que foi determinado;
- 4) Interferir de forma corretiva.

A Figura 7 apresenta a ligação cíclica entre esses padrões.

Esse controle é contínuo e de ciclo fechado, ou seja, a medida que vai avançando o sistema vai se aperfeiçoando reduzindo os erros em relação aos padrões estabelecidos (CHIAVENATO, 1990). A Figura 7 ilustra esse processo cíclico.

Figura 7 - Processo Cíclico do Controle da Produção



Fonte: Chiavenatto, 1990

Esse processo é repetitivo e age de forma contínua seguindo as fases de estabelecer os padrões para comparação de desempenho, avaliar o processo produtivo, comparar o desempenho do programado com os padrões e por último buscar ações corretivas (FURLANETTO, 2004).

2.5 PROGRAMA MESTRE DE PRODUÇÃO

O plano ou programa mestre de produção, denominado de *Master Production Schedule* (MPS), relaciona-se a um procedimento de regulação do curso dos materiais o qual deve ser elaborado para projeções de períodos curtos (FERNANDES, 1991), detalhando as quantidades a serem fabricadas para determinado item ou tipo de produto (CAVALCANTI; MORAES, 1997; FERNANDES; GODINHO FILHO, 2010).

Segundo Corrêa et al. (1996), esse programa determina a programação da produção em produtos acabados, sendo a base para a estruturação de forma detalhada das necessidades dos materiais e da capacidade de ordens da produção. No programa mestre de produção a previsão da demanda e a carteira de pedidos transformam-se em uma estratégia de produção para produtos acabados (CORRÊA et al., 2010) sendo necessário respeitar as limitações do sistema como a capacidade e a disponibilidade dos recursos (STEINRUCKE; JAHR, 2012).

A sua elaboração consiste em fatores referentes a capacidade da fábrica, a disponibilidade e na otimização dos recursos, nos níveis do estoque relacionada às

matérias-primas bem como dos itens acabados considerando a previsão de vendas (CORRÊA. GIANESI, 1996; VOLLMANN et al, 1988).

Conforme Corrêa (2004), faz-se necessário levantar algumas considerações relacionadas ao plano mestre de produção, de modo que:

- 1) O período de tempo e o horizonte de planejamento, determina-se o tempo do intervalo e o horizonte. Sendo eles, período curto ou longo podendo ser sujeito a alterações;
- 2) O que será tratado para se manter em estoque e o que será produzido de forma controlada.

O horizonte a ser planejado deve ser, no mínimo, longo o suficiente tanto quanto o *lead time* dos produtos a serem executados (BONNEY, 2000).

As decisões podem ser motivadas por questões de custos, margem de contribuição e participação no mercado, entre outros motivos. Em princípio, o programa mestre de produção mantém-se a disposição da demanda ou de forma constante ao longo do período, variando-se o nível do estoque (CAVALCANTI; MORAES, 1997).

A qualidade do plano mestre de produção, relaciona-se diretamente com os resultados obtidos pelas empresas, conforme apontam diversos autores. Como exemplo, Gaither e Frazier (2001) apontam que o MPS influencia na competência do serviço e nos custos da produção, visto que otimiza o aproveitamento dos recursos disponíveis, enquanto Xie et al. (2003) referem-se a maior segurança do ambiente produtivo, afetando também os custos da produção. Uma aplicação do MPS com qualidade pode também reduzir os prazos de entrega dos produtos, dando uma resposta mais rápida ao mercado, conforme citam Akillioflu et al. (2013).

2.6 SISTEMAS DE COORDENAÇÃO DE ORDENS

Uma definição de sistema de coordenação de ordens pode ser encontrada em Fernandes (2003) como uma metodologia capaz de controlar e programar ordens de produção organizadas de tal forma que possibilite a execução dessas ordens de compra utilizadas para a ação planejada. Isto é, uma forma de programar as necessidades produtivas baseadas nas informações e fluxos dos materiais e demais

componentes coordenando a emissão e a liberação das ordens de produção e compras, caso haja necessidade, no momento adequado.

Os sistemas de coordenação de ordens (SCOs), possuem a responsabilidade e a finalidade de controlar a produção como propõem Fernandes e Godinho Filho (2007), sendo:

- i) Programar, organizar ou explodir as necessidades materiais e demais recursos segundo o plano mestre de produção;
- ii) Controlar e determinar o momento de lançamento das ordens de manufatura e compras;
- iii) Realizar o sequenciamento ou a programação das trabalhos nas máquinas;
- iv) Monitorar a produção conforme as regras estabelecidas de controle.

Como possui uma diversidade de formas de sistemas de coordenação de ordens, um modo de classifica-los é vista em Fernandes (2003) dividida em quatro classes:

- Classe 1: Sistemas de Pedido Controlado, nesse sistema não há a promessa de manter em estoque os produtos finalizados tendo a intenção de atender à necessidade dos clientes. A produção se dá através de encomenda, a quantidade e o período de entrega são determinados em contrato (BURBIDGE, 1981). Alguns exemplos são, projetos de rodovias, pontes e edifícios, entre outros;

- Classe 2: Sistemas Controlados pelo Nível do Estoque, nesses sistemas há o controle do nível do estoque, contendo o lançamento das ordens de produção e compras e as emitindo somente quando se alcança um nível especificado (BURBIDGE, 1981);

- Classe 3: Sistemas de Fluxo Programado, nesse tipo de sistema se estabelece cálculos baseado no MPS, a programação da produção estabelece o fluxo de materiais e informações que será passada para a fábrica, por exemplo, método PBC e MRP (FERNANDES; GODINHO FILHO, 2007);

- Classe 4: Sistemas Híbridos, possuem mecanismos que controlam o nível do estoque através de regras conjuntamente em que mantém uma programação da produção estabelecida (FERNANDES; GODINHO FILHO, 2007).

Esses sistemas de coordenação de ordens possuem fluxos de informações e de materiais, conforme Fernandes (2003), se esses fluxos apresentam sentidos opostos, o SCO deve possuir a propriedade de puxar toda a produção, se possuem

o mesmo sentido apresentara-se como característica do processo empurrado. No Quadro 2 é ilustrada essa característica.

Quadro 2 – Característica dos fluxos de informações e materiais do SCO

Caracterização do SCO	Sentido do fluxo de informação	Sentido do fluxo de materiais
Puxa a produção	↑↑	↓↓
Empurra a produção	↑↑	↑↑

Fonte: Del Bianco (2008)

Cada modificação que se faz possível realizar em um sistema de arranjo de ordens, existe a possibilidade de uma mudança de classe no ambiente que se está inserido (DEL BIANCO, 2008).

Em sistemas de fluxo programados, o SCO realiza a explosão dos materiais componentes (BOM) para se produzir os produtos resultantes especificados no plano mestre de produção. Conforme Fernandes (2003), o sistema é composto pelos seguintes SCOs: sistema de estoque base; sistema de lotes componentes; sistema de lote padrão; sistema OPT; sistema MRP e o sistema PBC. A seguir, apresenta-se o método PBC, a base desse trabalho.

2.7 PERIOD BATCH CONTROL (PBC)

Para Burbdige (1981), o sistema de arranjo de ordens denominado *Period Batch Control* (PBC) tem como princípio dividir a produção em intervalos ou períodos iguais de realização, e liberar as ordens a serem realizadas para satisfazer eficientemente o sistema de produção de determinado recurso no seu intervalo para o período estipulado. A ferramenta denominada PBC, pode ser usada em meios de produção repetitivos e sem repetitivos e também dispõe de condições precisas para a sua implantação (FERNANDES, 2000).

Desta forma, classifica-se como sistema de ciclo controlado (SILVA, 2002) e pode ser denominado como uma série de deslocamentos programados como apresentado por Fernandes e Godinho Filho (2007). Esse sistema também denominado de sistema de ciclo único, uma vez que a emissão das ordens dos itens possuem o mesmo período compreendido no MPS e de estágio único em virtude de

que, consome-se os itens no mesmo ciclo constante de dias. (Benders; Riezebos, 2002).

O sistema dispõe de algumas condições para a sua implantação (BURBDIGE, 1994):

- 1) O tempo de processamento na produção não deve ser superior a um estágio estabelecido;
- 2) O período do processo de compras deve ser breve;
- 3) O tempo dos *set ups* não necessitam ser grandes, sendo necessário dimensões de lotes menores.

Já as etapas para que o sistema entre em operação segundo Wemmerlov (1988) e Steele e Malthora (1997) são dadas a seguir:

- 1) Tendo como base o plano mestre de produção e, se houver, demais outras necessidades de produção, libera-se as ordens de forma balanceada para não sobrecarregar os recursos disponíveis de cada intervalo de produção em cada ciclo;
- 2) Para cada intervalo de produção, realiza-se o sequenciamento das operações necessárias para as ordens liberadas;
- 3) Realiza-se a concessão dos tempos para emitir as ordens de produção e a concessão das matérias primas; tempo de preparação dos componentes; o tempo de montagem e também o de vendas.

Neste modelo de sistema o lançamento das ordens é fundamental e o sequenciamento das tarefas para os recursos disponíveis, conseguirá ser efetuado de maneira harmoniosa seguindo o padrão estabelecido. Para Burbdige (1996), o método PBC viabiliza simplificar o ambiente produtivo. O método apresenta algumas vantagens ainda conforme Burbdige (1996):

- Minimizar as perdas por limitação da vida útil, devido a liberação ordenada das ordens de produção;
- Liberam-se as ordens de produção somente para produzir o material que será utilizado, reduzindo o nível dos materiais no processo;
- Facilidade e baixo custo, proporcionando um controle eficaz;
- Alta Flexibilidade necessita uma baixa quantidade de pedidos para elaborar a programação da produção;

- Emitted-se ordens de produção de cada tarefa simultaneamente, admitindo que itens similares sejam executados em sequência;
- Permite naturalmente adaptação com outros métodos para atender ao ambiente produtivo.

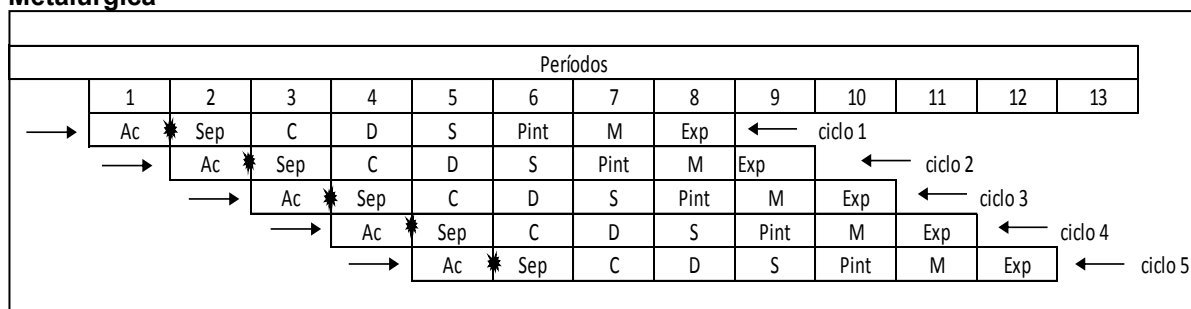
Vale ressaltar que em períodos com intervalos menores, menores serão também os ciclos. Logo, o tempo de retorno do processo diminui. O sistema PBC possui alguns fatores que segundo Fernandes (2007) podem limitar seu uso como:

- I) Por não poder ser inferior ao *lead time* de realização de algum componente, os demais itens que possuem um *lead time* superior que não se consegue reduzir, para esses itens o sistema PBC não se encaixa;
- II) Diminuindo-se a dimensão do período, o tamanho da preparação aumenta. Caso isso gere uma redução da capacidade da fábrica que deixe de atender a demanda, providências precisam-se ser tomadas ou será preciso elevar a dimensão do período.
- III) Leva-se em conta dentro do período o *lead time* dos suprimentos e por conseguinte, do ciclo. Por conseguinte, suprimentos que possuem um *lead time* superior o sistema PBC não contempla, sendo necessário controlá-lo através de outras ferramentas.

Segundo Burbidge (1975), o primeiro fator citado acima restringe mais que os outros quando se trata de manufaturas com arranjo funcional se comparado ao arranjo celular. Já que permite diversas formas de conter o *lead time* da produção, quando existem itens críticos. Como exemplo, servir-se de operações que podem ser feitas juntamente em estações produtivas distintas.

A Figura 8 apresenta um exemplo do esquema obtido através do método PBC na indústria metalúrgica.

Figura 8 - Exemplo de um Esquema do Sistema de Coordenação de Ordens PBC na indústria Metalúrgica



Fonte: Autoria Própria

A Figura 9 apresenta os ciclos que são compostos pelos processos como o acúmulo de ordens representado pelo Ac, o processo de desmembramento do projeto representado por Sep, o corte representado pela letra C, a dobra representada pela letra D, a solda representada pela letra S, a pintura representada por Pint, a montagem pela letra M e a expedição representada por Exp. Cada processo possui um período estabelecido para cumprir com as ordens de produção a serem executadas que devem ser de igual tamanho para todos os processos. O período é representado pelos números de 1 (um) a 13 (treze), pode ser definido em horas, dias, meses ou semanas, entre outros.

O emprego da tecnologia de grupo auxilia também para moderar o segundo fator citado, posto que a liberação das ordens de produção efetuada em conjunto, consegue-se melhor planejar um sequenciamento para a carga de trabalho (ALMEIDA, 2013).

Conforme Hyer e Wemmerlov (1982), ao diminuir os ciclos de produção o sistema de arranjo de ordens PBC se assemelha a ambientes controlados por *just in time* e kanban. Em Burbidge (1985), observa-se também uma analogia envolvendo o sistema PBC e o sistema kanban, destacando-se a simplicidade de ambos os sistemas, ressaltando que na produção em grande escala, ambos os métodos possuem desempenhos parecidos. Destaca-se que em ambientes os quais não possuem produção em grande escala, o método PBC se sobressai.

3. METODOLOGIA

O estudo procura demonstrar uma solução para o problema da programação da produção com o interesse de melhorar os níveis de produtividade. Dessa forma, o presente capítulo traz a classificação da pesquisa, a descrição do ambiente estudado, o planejamento da metodologia, a coleta e análise dos dados para a sugestão de melhoria. Também serão abordadas as etapas para prosseguir com a pesquisa e a duração de cada uma delas.

3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

Existem diversas formas de classificação para as pesquisas que podem ir desde o seu objetivo, a natureza, a abordagem até o meio que será utilizado para coletar os dados.

Segundo Gil (2002), depara-se com diversas razões e motivos para que se realize uma pesquisa sendo necessário obter determinados recursos para realizá-la. Esse estudo apresenta um caráter combinatório, possuindo a parte quantitativa e qualitativa em relação a buscar a solução do problema apresentando os conceitos explorados para a realização do estudo. O objetivo da pesquisa é o de apresentar uma proposta de melhoria através do levantamento, coleta e da análise dos dados para evitar que atrasos em pedidos continuem ocorrendo. Sendo assim, o estudo apresenta uma abordagem maior de caráter quantitativo que de acordo com Bisquerra, Sarriera e Martínez (2004) essa abordagem refere-se a atribuição de coletar os dados e a sua posterior análise.

Quanto a natureza as pesquisas podem possuir quanto a sua finalidade, ou seja, os motivos que levaram a realizar a pesquisa. Podem apresentar conhecimentos existentes através do levantamento de informações, possuindo uma natureza pura ou podem ser para aplicar o conhecimento através de métodos práticos que utilizarão o mesmo, isto é, possuem natureza aplicada (GIL, 2002). Portanto, esse trabalho pode ser caracterizado como de natureza aplicada dado que se faz necessário o conhecimento do que será proposto tornando o procedimento de coleta e análise mais proveitoso.

Em relação aos objetivos, pode ser classificada como uma pesquisa exploratória, pois apresenta um estudo de caso proporcionando uma maior conexão e familiaridade com o problema, sendo possível determinar hipóteses. Segundo Gil (2002) essas pesquisas são bem flexíveis possibilitando considerar vários aspectos ao que está sendo estudado. Geralmente essas pesquisas englobam o levantamento bibliográfico, entrevistas com as pessoas que possuem vivência com o problema e posterior análise.

Para criar uma conexão entre a fundamentação teórica e informações reais instituiu-se um modelo conhecido como delineamento. Esse modelo trata do planejamento mais amplo da pesquisa, abrangendo os meios nos quais os dados são coletados, o tratamento e controle dessas informações. Dessa forma, a parte essencial do delineamento é o procedimento de coleta de dados.

Quanto aos procedimentos técnicos adotados a pesquisa se classifica como estudo de caso, visto que se faz necessário empregar ferramentas para a coleta de dados visando uma melhor compreensão dos fatos reais que estão sendo observados (GIL, 2002).

3.2 DESCRIÇÃO DO AMBIENTE ESTUDADO

O intuito deste trabalho é propor através da ferramenta de controle de ordens *Period Batch Control* soluções para a programação dos pedidos que chegam a empresa. Para isso, procurou-se uma empresa que possibilitasse o acesso a informações internas, fielmente para a aplicação. A empresa a ser utilizada como objeto de estudo atua no ramo metalúrgico, está localizada na região sul do Brasil, na região dos Campos Gerais no estado do Paraná.

3.3 PLANEJAMENTO DA METODOLOGIA

Primeiramente foi feito um levantamento das informações sobre os principais conceitos encontrados na pesquisa que dão base para o referencial teórico. Essa coleta de informações foi através de artigos de periódicos e livros relevantes sobre o

tema estudado, para ser possível apresentar uma solução com base na ferramenta PBC.

Para dar prosseguimento à pesquisa, a coleta e análise de dados se fez através de duas etapas, primeiro foi estabelecido um grupo de produtos levantando os problemas encontrados na programação e em seguida foi feita a coleta dos dados e a análise para propor uma sugestão de melhoria no modo como os pedidos foram programados pela produção.

3.4 PROCEDIMENTO DE COLETA DE DADOS

Na primeira etapa foi definido o tipo de problema de conforme as características levantadas no processo da empresa. Por intermédio de entrevistas não estruturadas com os responsáveis pela produção se fez possível definir as características atuais encontradas durante o processo podendo ser feita uma análise de como o processo, desde a chegada dos pedidos, da empresa funciona atualmente bem como a sua atual programação da produção.

A partir do levantamento realizado sobre o processo, definiu-se o grupo de produtos que a empresa oferece ao mercado para objeto desse estudo, determinando um grupo conforme as operações e os recursos que são necessários para se produzir o produto.

Após essa definição, foram recolhidos através dos documentos da empresa, as informações em relação a concepção dos produtos, como por exemplo, os tempos das operações, o *makespan*, a demanda média, entre outros. Mediante observação durante o andamento do processo produtivo, com a colaboração de uma ferramenta capaz de mapear o processo produtivo desde as entradas até o produto acabado para melhor compreensão.

3.5 PROCEDIMENTOS PARA A ANÁLISE DOS DADOS

Após levantar o problema e da coleta de dados referentes à produção através dos documentos da empresa e das entrevistas foi iniciada a fase de tratamento das variáveis que serão utilizadas a sua análise e levantada propostas de

melhorias para o problema encontrado. Sendo possível definir o meio mais apropriado para tratar os dados recolhidos que pode ser através de modelos computacionais ou matemáticos, através de *softwares* de programação específicos para aplicação do PBC ou através do Excel.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta seção será abordada os resultados levantados por essa pesquisa. Para melhor entendimento, a seção será dividida em tópicos para melhor contextualizar. O primeiro tópico abordará a atual programação que a empresa realiza de seus processos, bem como seus fluxos de materiais e informações, no tópico seguinte será introduzido uma proposta através do sistema de coordenação de ordens PBC.

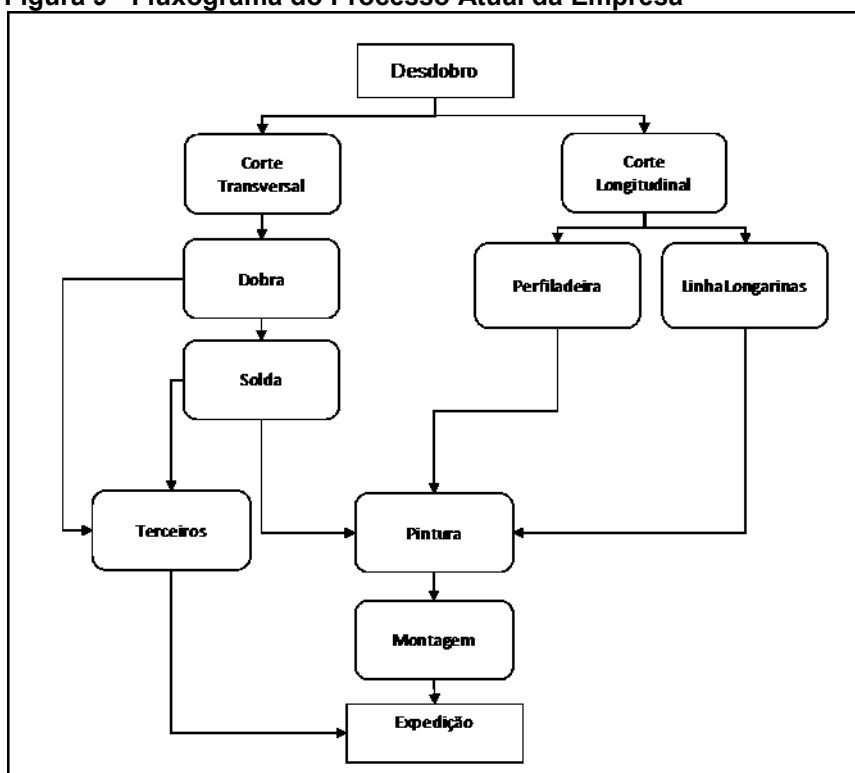
4.1 MODELO DE PROGRAMAÇÃO ATUAL DA EMPRESA

O setor de planejamento e programação da produção atual da empresa é composto por 8 pessoas, a fábrica também conta com um gerente industrial e um gerente de produção.

Atualmente, as informações chegam ao setor de planejamento através de e-mails encaminhados aos integrantes do planejamento e demais setores da empresa. Esses e-mails contém o primeiro processo após a implantação do pedido que é o processo de desdobro, ou seja, assim que o responsável pelo setor do desdobro recebe a informação do setor de projetos e após a implantação do pedido, é realizado o desdobramento da estrutura do projeto em itens e peças.

A Figura 9 apresenta um fluxo dos processos da empresa e das informações.

Figura 9 - Fluxograma do Processo Atual da Empresa



Fonte: Autoria Própria

No desdobro começa o levantamento das peças necessárias para a montagem da estrutura do projeto, bem como as suas quantidades, conforme o tamanho do projeto. E assim que terminado o levantamento são geradas as ordens para a produção que são encaminhadas ao e-mail de planejamento e controle de produção e as ordens caem nos relatórios da produção das áreas.

A programação do desdobro dos projetos hoje é dada através das bandejas respeitando a data de entrega ao cliente. Os projetos são deixados nas bandejas dos desdobradores, a pessoa responsável por desmembrar os projetos em peças, cabe a cada desdobrador respeitar o prazo de entrega do projeto ao cliente bem como o prazo de entrega padrão da empresa que varia para cada estrutura e tamanho.

Assim que as ordens são colocadas nos relatórios, os responsáveis pelas programações começam a iniciar a programação dessas ordens. Atualmente a empresa conta com três programadores, um responsável pelo corte a *Laser*, um responsável pelas perfiladeiras e outro pela programação de materiais a terceiros. Os setores de corte realizado pela guilhotina, de dobra, de solda, pintura e montagem não possuem um responsável pela programação, mas sim supervisores

que acompanham a produção e são os responsáveis pelo seu setor e seguem a programação conforme ela chega ao setor ou conforme acordado com o gerente de produção.

O corte a *Laser* possui uma programação conforme a data de entrega do pedido enquanto o programador das perfiladeiras realiza a programação com o aproveitamento do *set-up*. A empresa conta com 5 perfiladeiras numeradas da seguinte maneira: 068, 200, 350, 400 e 600. Sendo que as duas primeiras produzem colunas e diagonais de tamanhos menores que 1.500 (mil e quinhentos) milímetros, a 350 produz os trilhos, a 400 e a 600 possuem as colunas, diagonais com tamanhos elevados acima de 2.000 (dois mil) milímetros

Os demais processos, como dobra, a solda e a pintura não possuem uma programação definida, são processos que esperam o término do corte ou a programação do mesmo para realizar uma prévia de término do seu processo, não estabelecendo uma forma de programação.

O alinhamento de todos os processos, bem como as datas de entrega dos materiais, é realizado durante uma reunião no período da tarde. Nessa reunião os supervisores responsáveis pelas áreas de produção definem uma data de entrega em que o material estará disponível para o próximo processo, gerando o fluxo de materiais.

A empresa conta com cinco máquinas injetoras disponíveis para produzir as peças necessárias para a montagem das pistas, como os mancais que são inseridos nos roletes nos trilhos das pistas e os redutores, responsáveis por realizar a parada dos objetos que passam por cima das mesmas, e demais itens que sejam necessários.

A equipe de produção da injetora é composta por cerca de 10 pessoas. Como os itens demandam acompanhamento durante toda a produção, sendo necessário retirar o item ou inserir a matéria-prima na máquina, as injetoras apenas funcionam se houver uma pessoa ao lado ou próximo dela. A produção dos redutores é manual, eles são montados um a um por 4 a 5 pessoas que se revezam nas atividades.

Atualmente os itens da injetora são produzidos para atender uma demanda de 3 meses. Para exemplificar, os mancais, que são dois tipos, tem um estoque mensal de 40.000 (quarenta mil) unidades do tipo #1.25 e 80.000 (oitenta mil) o de #1.50, ou seja, para três meses, tem-se 120.000 (cento e vinte mil) unidades de

mancais do tipo #1.25 e 240.000 (duzentos e quarenta mil) unidades do tipo #1.50, já os redutores possuem um estoque de 7.920 unidades para atender essa demanda de 3 meses.

A Figura 10 apresenta uma foto de um redutor de velocidade utilizado na estrutura do transportador dinâmico que a empresa projeta.

Figura 10 - Foto de um Redutor de Velocidade



Fonte: Autoria própria

Os mancais são guardados em *containers* com capacidade de 12.000 (doze mil) unidades, enquanto os redutores são guardados em caixas com capacidade de

330 (trezentas e trinta) unidades do item. A Figura 11 mostra um exemplo de um mancal com diâmetro de 1.50 produzido dentro da empresa.

Figura 11 - Foto do Mancal com Diâmetro de 1.50



Fonte: Autoria Própria

Para pedidos que necessitem uma demanda superior a esses três meses, é necessário realizar um planejamento da produção, ou seja, necessário planejar hora-extra ou produzir com certa antecedência.

4.2ANÁLISE E APLICAÇÃO DO MÉTODO DO SISTEMA DE COORDENAÇÃO DE ORDENS PBC

Inicialmente, foi feito um levantamento das estruturas que seriam objeto desse estudo. As estruturas são denominadas de transportadores dinâmicos, são compostas por estruturas de movimentação e armazenagem de objetos através de pistas sem o auxílio de um pulso motorizado, a movimentação se dá através da gravidade.

Com o objeto de estudo já definido, foi necessário selecionar os pedidos que possuíam essas estruturas na época de realização da pesquisa então foi selecionado 4 pedidos que estavam disponíveis no processo. A partir da seleção dos pedidos, foi realizado o acompanhamento da programação da produção dos mesmos.

O acompanhamento dos pedidos se deu através do acompanhamento dos relatórios gerados pelo sistema dos responsáveis pela programação, através das reuniões com os supervisores da produção e com os demais colaboradores da empresa que são responsáveis pela operação das máquinas, com conversas informais e com o acompanhamento do fichário ou caderno de produção. Nesse caderno, é anotada as ordens de produção, a data de início e término das ordens produzidas e em produção, as quantidades e os lotes da matéria-prima.

Com esse acompanhamento foi possível levantar informações importantes sobre a capacidade da produção, sua operacionalização e o dia-a-dia dos colaboradores. Identificando os fatores que poderiam interferir na produção desses pedidos, podendo retardá-los do prazo pré-estabelecido.

Durante esse acompanhamento foi realizado a aplicação adaptada do método PBC, para poder acompanhar se a programação estabelecida era a mesma que estava sendo executada.

Para melhor entendimento as operações do processo foram separadas em cores, conforme Figura 12.

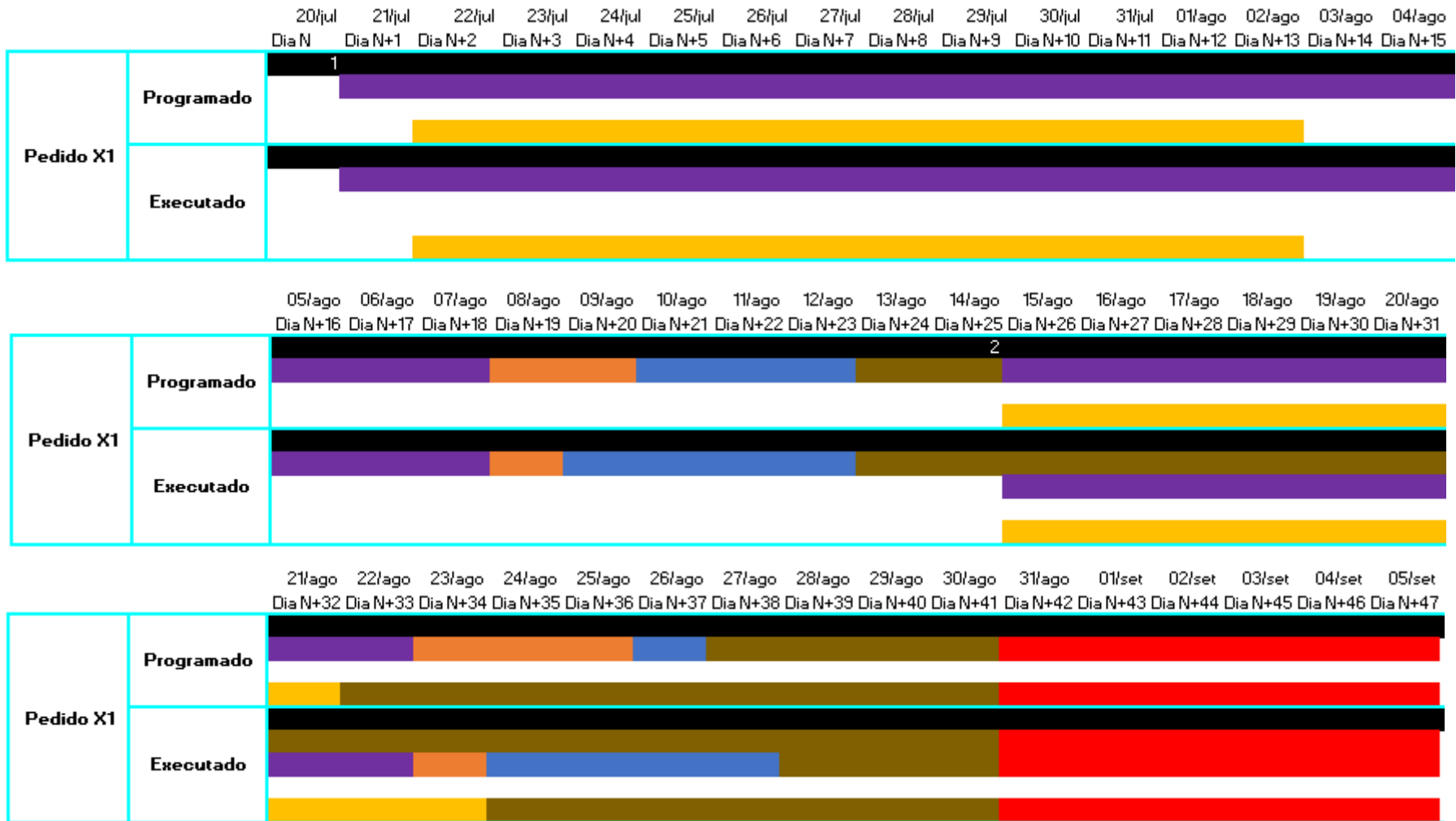
Figura 12 - Ilustração das Operações do Processo

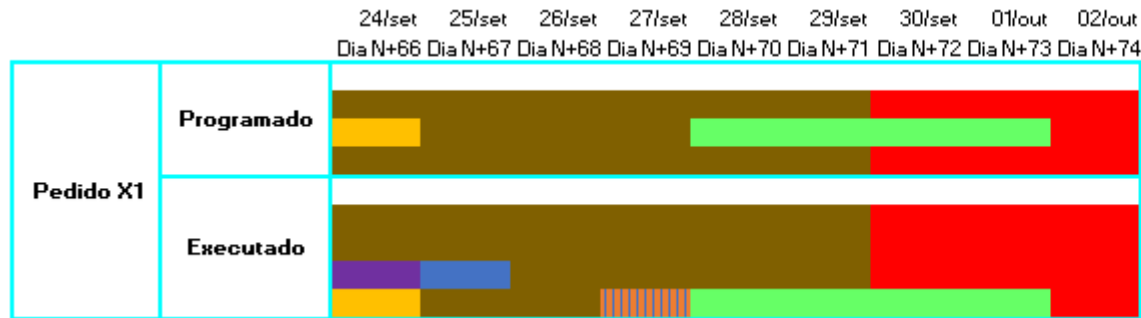
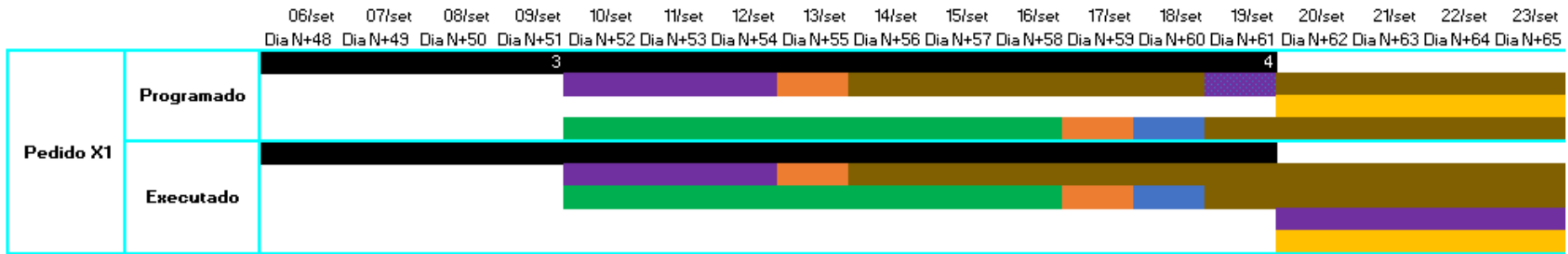
Container (Fábrica 2) - Verde Musgo
Container (Guilhotina) – Verde
Corte a <i>Laser</i> (Fábrica 1) - Roxo
Desdobro - Preto
Dobra (Fábrica 1) – Laranja
Expedição – Vermelho
Montagem - Verde Limão
Solda (Fábrica 1) – Azul
Perfiladeiras – Amarelo
Perfiladeira Supermil – Cinza
Pintura – Marrom
Terceiros – Azul claro

Fonte: Autoria Própria

Na Figura 13 é apresentada a programação e o acompanhamento do pedido 1, primeiro pedido a ser acompanhado para esse trabalho.

Figura 13 - Programação e Acompanhamento do Pedido X1

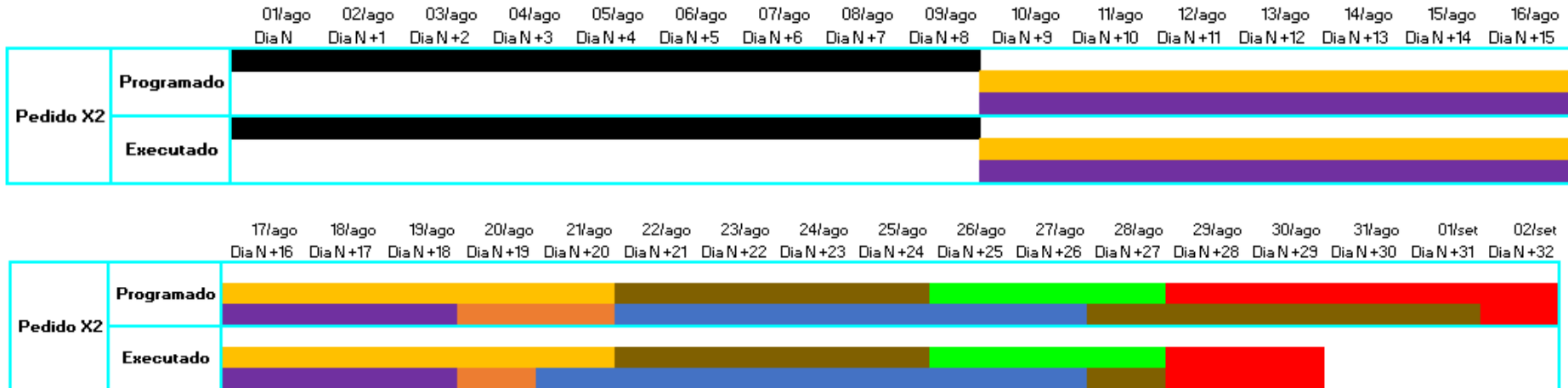




Fonte: Autoria Própria

A Figura 14 contém a programação inicial feita pelo PCP e também a programação real executada do pedido 2.

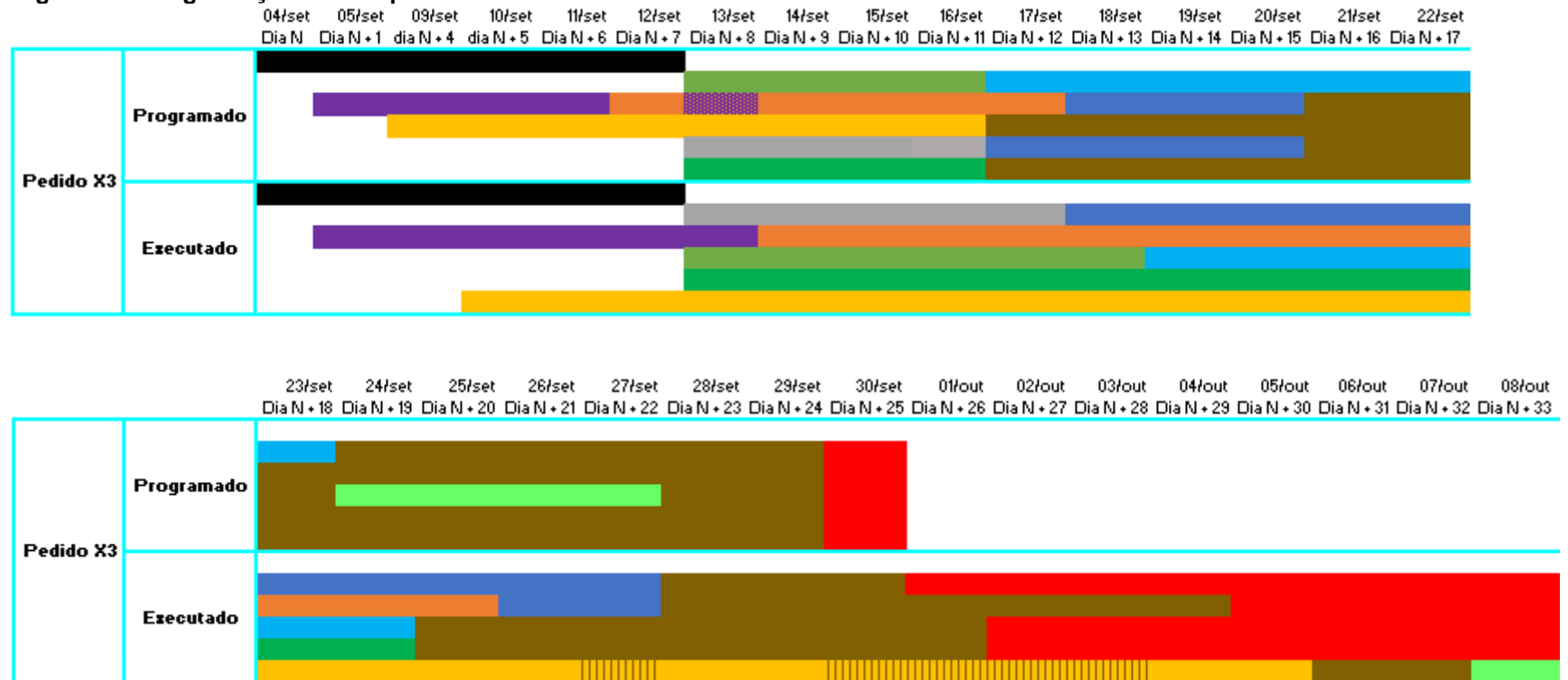
Figura 14 - Programação e Acompanhamento do Pedido X2



Fonte: Autoria Própria

A Figura 15 contém a programação e execução do pedido 3.

Figura 15 - Programação e Acompanhamento do Pedido X3

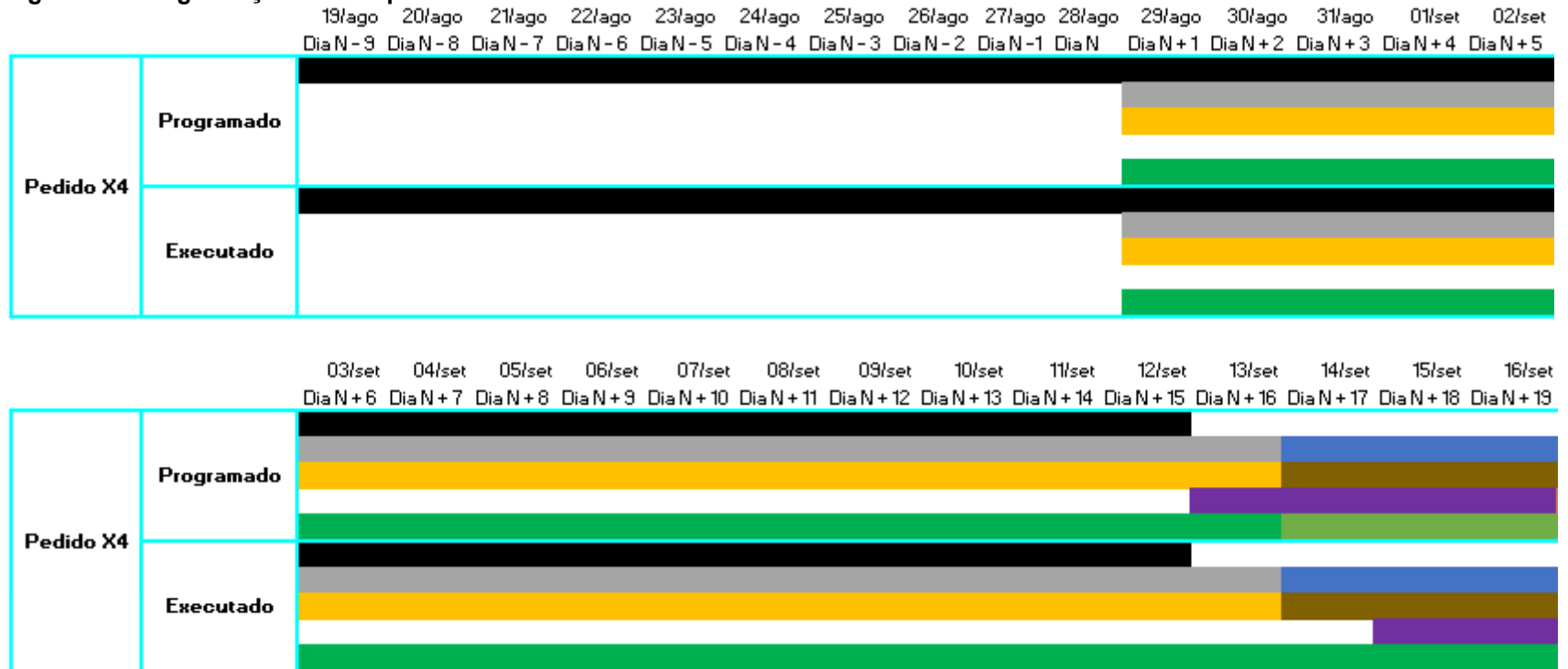


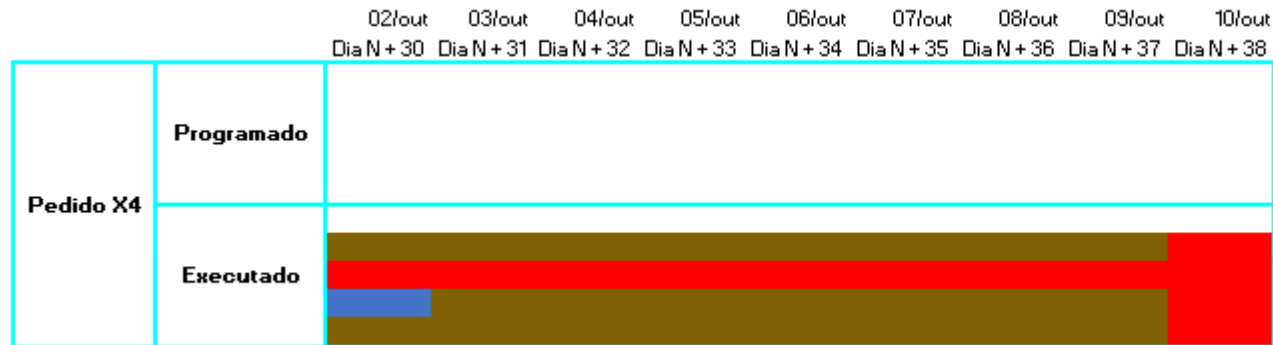
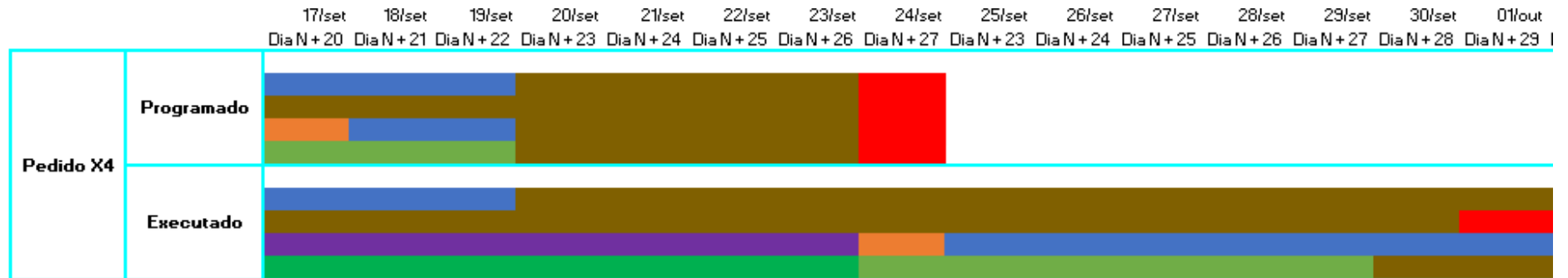
		09/out	10/out	11/out	12/out	13/out	14/out	15/out	16/out	17/out	18/out	19/out	20/out	21/out	22/out
		Dia N + 34	Dia N + 35	Dia N + 36	Dia N + 37	Dia N + 38	Dia N + 39	Dia N + 40	Dia N + 41	Dia N + 42	Dia N + 43	Dia N + 44	Dia N + 45	Dia N + 46	Dia N + 47
Pedido X3	Programado														
	Executado														

Fonte: Autoria Própria

Na Figura 16 é apresentada a programação e a execução da produção do pedido número 4.

Figura 16 - Programação e Acompanhamento do Pedido X4





Fonte: Autoria própria

No decorrer do acompanhamento do pedido 1, notou-se que o desdobro foi realizado em etapas, foram 3 lançamentos de ordens de produção e com isso, uma nova programação foi sendo realizada. As alterações ocorridas ao longo desse período se deram por faturamento ou antecipação de uma outra programação para envio ao cliente de forma urgente. Para esse pedido foi preciso abrir novas ordens de corte e dobra, pois as peças foram perdidas ou mortas durante o processo de dobra.

Durante esse acompanhamento do pedido 2, verificou-se uma maior aproximação com a programação original estabelecida. Devido, por exemplo, não ter entrado algum novo pedido durante o mês, e poucas mudanças no *set-up* das máquinas. Sendo possível, expedir o material antes do previsto. Sem mudanças realizadas na programação do mês.

Durante o acompanhamento do pedido 3, aconteceu a virada da fábrica para produzir esse pedido com o intuito de expedir em setembro devido à prioridade do cliente, visto que, o cliente só aceitaria fechar o projeto se recebesse até o final de setembro. Durante o acompanhamento, foi possível levantar que os atrasos ocorreram devido às paradas das perfiladeiras, por ajustes no ferramental ou troca da matriz de corte, e também por falta de espaço na fábrica para alocar os materiais.

Outro fator que atrasou a entrega se deu por conta do cliente que relatou que só poderia receber em outubro o material.

Já durante a produção do pedido 4, houveram alguns problemas relacionados às máquinas e na geração das ordens de produção. O problema relacionado às ordens de produção se deu no momento em que outro pedido desse mesmo cliente que estava com outro nome, por exemplo se o cliente é M o pedido estava implantado na carteira de pedidos como pedido A, foi transferido para o pedido implantado do cliente. Isso gerou duplicatas nas quantidades dos materiais, acarretando a parada na produção até a sua normalização que durou pelo menos uma semana.

Durante o acompanhamento dos pedidos, foi possível levantar os fatores que interferiram na produção e na programação. Todos os pedidos sofreram atrasos devido à quebra da matriz de corte ou ajustes no ferramental da máquina, principalmente as perfiladeiras.

Já a programação de corte ela é afetada quando há alteração na sequência feita pelo programador, essa sequência é alterada quando o gerente da produção ou

o supervisor de PCP, avisam o programador da urgência na entrega. O corte a *Laser* não possui tempo de *set-up*, então outra forma de atrasar a programação é quando a máquina quebra.

Os atrasos gerados pela dobra e soldas foram devido a ineficiência da programação, pois essas operações não possuem uma programação definida, a programação é dada conforme a urgência. Também são as operações gargalos da empresa, que não possuindo uma programação definida acaba gerando um acúmulo de material.

É comum que os atrasos aconteçam devido a urgência de pedidos que são atravessados na produção, ou seja, a produção é utilizada totalmente para produzir o material de um determinado cliente.

A demora de entrega do desdobro e a liberação das ordens de produção também acabam afetando os prazos da produção que ficam mais apertados conforme a demora.

Todos os pedidos são de transportadores do tipo dinâmicos, ou seja, a movimentação se faz através da força da gravidade, e precisam da montagem das pistas. Essas pistas são compostas por colunas, parafusos, roletes, mancais e trilhos. Se o transportador for com rolos não motorizados é necessário colocar redutores de velocidade durante o trajeto para frear as caixas ou objetos.

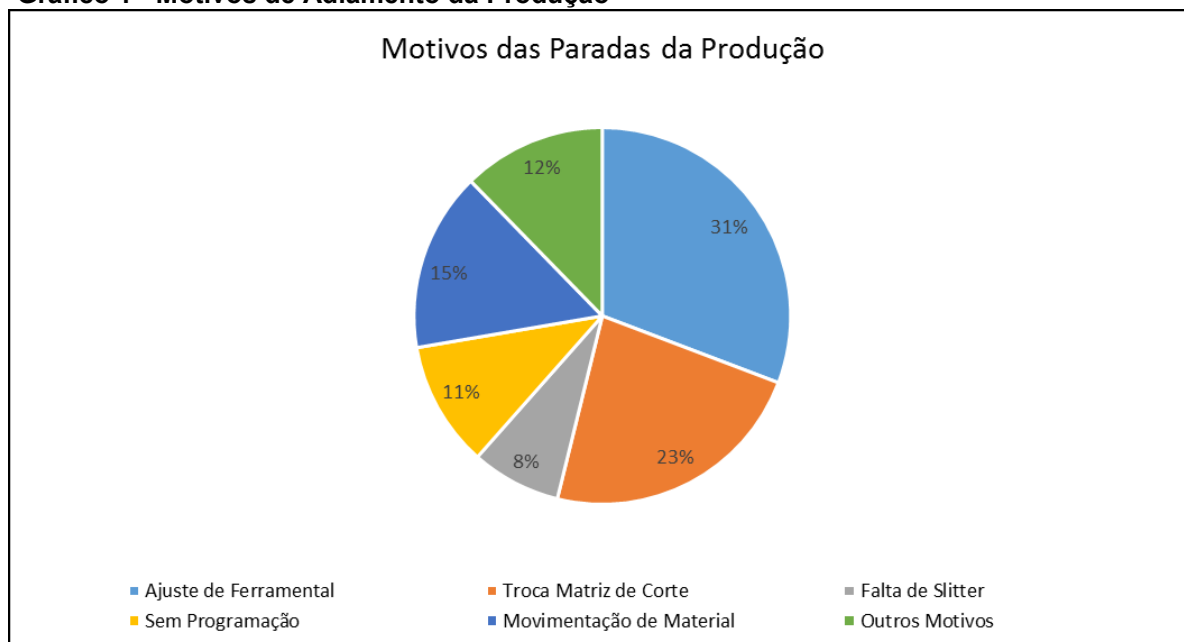
O controle e gerenciamento dos itens do transportador dinâmico como os mancais e redutores são realizados através do gerenciamento de um MPS. Os itens são produzidos pela própria empresa que possui máquinas injetoras que realizam a produção. O controle é realizado para que os itens estejam disponíveis dentro do cronograma para a montagem.

Um dos fatores que atrasam a montagem é o não gerenciamento dos acessórios necessários da estrutura como os pedais, *stoppers*, hastes laterais e os roletes. Muitos desses acessórios precisam ser produzidos internamente e passar pelas operações de corte, dobra, solda e pintura ou terceirização.

Atualmente a empresa não conta com um controle desses itens, e os programadores do corte a *Laser* e das perfiladeiras acabam não conseguindo manter o gerenciamento eles mesmos desses itens devido à quantidade de relatórios e informações necessárias para gerenciar.

Durante o acompanhamento foi possível realizar o levantamento dos motivos que retardaram a produção e como consequência atrasam o planejamento como pode ser visto no Gráfico 1.

Gráfico 1 - Motivos de Adiamento da Produção



Fonte: Autoria Própria

Como visto no gráfico acima, o motivo de maior frequência do adiamento da produção é em relação a paradas para ajuste de ferramental da máquina que contempla 31% dos motivos de precisar atrasar a produção. Seguida da troca de matriz com 23%, esse motivo se dá através da faca que realiza o corte das peças que saem das perfiladeiras. Por terceiro, tem-se as paradas para movimentação de material com 15%.

O ajuste de ferramental contempla a parada para ajustar alguma peça da máquina que esteja gerando rebarba na peça ou deixando ela fora das especificações e também para dar início à produção. Para se dar início à produção o operador realiza o ajuste do comprimento da peça manualmente, ou seja, é realizado primeiro a produção de peças até que se esteja na especificação correta. Através do uso de um gabarito, os operadores conferem após uma quantidade de peças se a produção está nas especificações conforme a programação.

Além dos motivos explicitados no gráfico existem diversas outras razões para as paradas das máquinas como as relacionadas a necessidades dos seres

humanos e ainda as que não possuem uma definição exata do motivo da parada por não ter sido identificado durante a produção.

4.3 PROPOSTAS DE MELHORIAS ATRAVÉS DO SISTEMA DE COORDENAÇÃO DE ORDENS PBC

Como os produtos são realizados sob encomenda, torna-se difícil trabalhar com estoque de materiais. O estoque de materiais chamados de itens de engenharia ou item padrão poderiam ser controlados por um plano de mestre de produção, esses itens são padrões da empresa e, geralmente, são acessórios das estruturas.

Com a colaboração do sistema de arranjo de ordens PBC, faz-se possível verificar o(s) período(s) em que alguma operação inserida no processo possa ser um provável gargalo. Sendo fácil visualizar o acúmulo dos pedidos ou ordens de produção que estão atrasando o processo produtivo e conseguir agir com maior rapidez para melhor desempenho da atividade.

Para essa realidade foi sugerido utilizar o PBC de duas maneiras, a primeira para o processo básico que compõe o desdobro, o corte, a dobra, a solda e a pintura/terceiro e outro para as perfiladeiras, a pintura e a montagem. Para o primeiro pode ser realizado com um *mix* de regras de sequenciamento baseado no FIFO e na data de entrega, a primeira ordem de produção a entrar no processo de dobra e solda será a primeira a ser executada e as operações de desdobro e corte baseadas na data de entrega. Como apresentado na Figura 17 e na Figura 18.

Figura 17 - Método PBC Aplicado no Processo



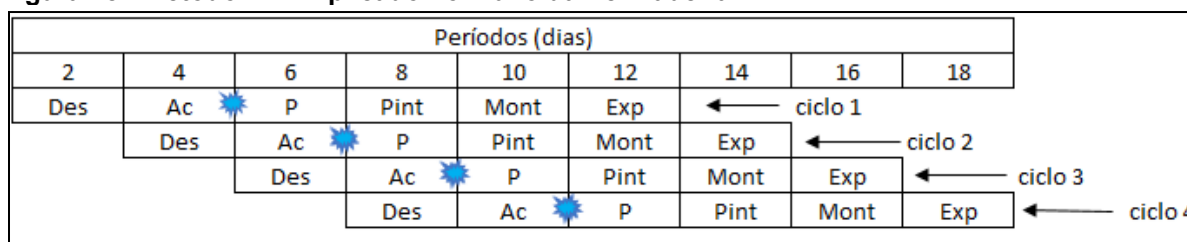
Fonte: Autoria Própria

A Figura 17 apresenta o método PBC aplicado ao processo básico da empresa, composto pelo desdobro representado por Des, o acúmulo de ordens de produção representado por Ac, o corte a Laser, representado pela letra C, a dobra

representada pela letra D, a solda por S, a pintura por Pint, a montagem representada por Mont e a expedição por Exp.

O método estabelece um fluxo e possibilita o controle dos materiais para os processos. Sendo dividido em períodos de 1 dia e ciclos compostos pelas 8 operações básicas do processo produtivo.

Figura 18 - Método PBC Aplicado no Fluxo da Perfiladeira



Fonte: Autoria Própria

A Figura 18 apresenta o método PBC aplicado ao fluxo de materiais que saem das perfiladeiras composto pelo desdobro representado por Des, o acúmulo de ordens de produção representado por Ac, as perfiladeiras por P, a pintura por Pint, a montagem representada por Mont e a expedição por Exp. Apresenta períodos divididos em 2 (dois) dias e compostos por um ciclo de 6 (seis) operações.

Uma outra sugestão de melhoria seria na primeira etapa do processo, nesse caso o desdobro, liberar todas as ordens de produção que serão executadas dentro do mês para que o setor de PCP possa realizar uma melhor programação, com o aproveitamento de *set-up* por exemplo nas perfiladeiras. E também um melhor controle sobre os prazos dos pedidos e o prazo para produzir.

Atualmente o desdobro libera parcialmente sem definição de um intervalo entre uma liberação ou outra do mesmo pedido. Também é possível conseguir aqui uma aproximação entre o desdobro e o PCP, direcionando o fluxo de informações e estabelecendo as necessidades da produção conforme apareça nas necessidades.

Uma proposta de melhoria mais simples seria evitar paradas nas máquinas para movimentação de material, atualmente o próprio operador da máquina precisa parar e embalar os containers e chamar um operador de empilhadeira, se não ele próprio, para tirar o material finalizado de perto da máquina. Após isso ele recomeça o processo.

Uma outra sugestão de melhoria é conseguir obter um melhor gerenciamento dos itens considerados padrão da empresa da estrutura dos

transportadores dinâmicos. Através de um plano mestre de produção é possível gerenciar esses itens de acordo com a demanda ou com as necessidades presente e futura. Com a colaboração do MPS o sistema PBC conseguirá programar e planejar para que os itens estejam disponíveis para a etapa final do processo que é a montagem.

Também existe a necessidade de se obter uma melhor programação que se adapte à empresa para as operações de dobra e solda, já que a pintura consegue suprir a demanda seguindo o modelo atual, como a utilização da regra FIFO (*first-in, first-out*), ou seja, o primeiro material a chegar no processo é o primeiro a sair.

Uma outra proposta de melhoria seria a atualização das máquinas de duas das cinco perfiladeiras, a 068 e a 200, para padrões mais próximos à realidade produtiva atual da empresa.

Também há a possibilidade de se controlar a capacidade da produção, deixando uma porcentagem para pedidos que serão antecipados além dos que estão disponíveis para a produção, ou seja, ainda não aconteceu o desdobro ou se já existe alguma previsão de entrar algum pedido de um cliente classificado como prioridade de entrega.

Existem diversos algoritmos capazes de aplicar o Sistema PBC que conseguem ser inseridos na realidade das empresas. Rachamadugu e Tu (1997), propõem que exista a estruturação do MPS previamente e a programação será integrada pela capacidade produtiva. Enquanto Kaku e Krajewki (1995), possuem modelos que conseguem escolher o tamanho dos ciclos com a ideia de reduzir os custos de produção.

5. CONCLUSÕES

Visto a importância em se manter dentro da empresa um bom planejamento e uma boa programação das atividades para adquirir uma vantagem competitiva, e ainda por cima, oferecendo serviços/produtos de maior qualidade e sem atrasos. As empresas vêm buscando maneiras de adequar suas atividades buscando a eficiência das operações com um baixo custo para atender o pedido de seus clientes.

Com isso, o sequenciamento das operações vem demonstrando ser uma atividade que pode proporcionar uma baixa na eficiência. Essa atividade vem sendo um fator importante quando se fala sobre eficiência, visto que ela demanda conhecimento das operações da empresa e um bom planejamento além dos casos em que necessita de mão-de-obra especializada. Sendo uma das razões das empresas buscarem a partir dessa atividade, técnicas para auxiliar na programação da produção.

Uma das técnicas utilizadas para sequenciar as atividades da produção, e objeto desse estudo, por meio do sistema PBC que pode auxiliar nessa programação. Através dessa técnica será possível obter uma solução aceitável, melhorando a eficiência do processo e reduzindo os atrasos de pedidos.

Através do PBC, foi possível definir os parâmetros que melhor se adaptaram à atualidade da produção da empresa, estabelecendo uma programação da produção junto ao Plano Mestre da Produção e conforme a carteira de pedidos. Podendo elevar a produtividade, minimizando os atrasos em relação aos prazos.

Por mais que o sistema PBC seja do tipo empurrado, hoje a empresa não conta com informações precisas sobre os tempos de produção, *set-up* e demais paradas para se fazer possível utilizar algum sistema do tipo puxado. Sendo assim, faz-se possível um controle da produção através desse sistema, para melhor organização do fluxo de materiais e informações dentro da fábrica.

Fez-se possível através dessas classes de SCO uma integração que melhor se adapte à realidade da empresa.

Através desse trabalho foi possível levantar uma aplicação para utilizar o plano mestre de produção da empresa com o método PBC para melhorar a

programação atual da produção. Sugerindo uma nova maneira para coordenar as ordens de produção emitidas no processo e controlar o fluxo de materiais.

Com o auxílio de *softwares* capazes de estruturar e determinar o período que melhor se adequa à realidade da empresa, é possível realizar uma programação para a produção capaz de diminuir os atrasos gerados atualmente e também aumentar a produtividade de todo o processo.

Sendo assim, com esse trabalho foi possível levantar algumas das principais causas de paradas na produção, sugerindo as melhorias para o fluxo dos materiais e informações de forma a otimizar o processo produtivo.

Uma sugestão para um trabalho futuro seria desenvolver uma relação do fluxo das informações que esse setor precisa receber diariamente quando dependente de uma operação anterior que faça esse desmembramento de projetos em componentes.

REFERÊNCIAS

AKILLIOGLU, H.; FERREIRA, J.; ONORI, M. **Demand responsive planning: workload control implementation**. *Assembly Automation*, v. 33, n.3, p. 247-259, 2013.

ALMEIDA, L. G. M.; **Sistema de coordenação de ordens de produção Period Batch Control com interface com o sistema MRP – Materials Requirements Planning e o sistema kanban**. São Carlos, SP, 2013. 133f. (Trabalho de Conclusão de Curso). Universidade de São Paulo, USP.

ALMADA-LOBO, B., O. J. F. e CARRAVILLA, M.A. **Production planning and scheduling in the glass container industry: A VNS approach**, *International Journal of Production Economics*, 114, 363-375, 2008.

BAKER, K.R., **Introduction to sequencing and scheduling**, John Wiley & Sons, New York, 1974.

BENDERS, J.; RIEZEBOUS, J. **Period Batch Control: Classic, not outdated**. *Production Planning and Control*, v. 13, n. 6, p. 497-506, 2002.

BONNEY, M. **Reflections on Production Planning and Control (PPC)**. *Gestão & Produção*, v. 7 (3), p. 181-207, 2000.

BURBIDGE, J. L. **The Introduction of Group Technology**. Heinemann London, 1975.

BURBIDGE J. L. **Planejamento e controle da produção**. Ed. Atlas, 1981.

BURBIDGE, J. L. **“Production Planning and Control- A Personal Philosophy”**.
Computers in Industry, vol. 6, p. 477-487, 1985.

BURBIDGE J. L. **The use of period batch control (PBC) in the implosive industries**. Production Planning and Control, v. 5, n. 1, p. 97-102, 1994.

BURBIDGE J. L. **Period Batch Control**. 1996.

CAVALCANTI, E. M. B.; MORAES, W. F. A. **Programa Mestre de Produção: Concepção Teórica x Aplicação Prática na Indústria de Cervejas e Refrigerantes**. Dissertação para Pós Graduação, 1997.

CHASE, R. B.; JACOBS, F. R.; AQUILANO, N. J. **Administração da Produção para a vantagem competitiva**. 10. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006. 724 p.

CHIAVENATO, I. **Iniciação ao Planejamento e Controle de Produção**.
São Paulo: McGraw-Hill, 1990. 116p.

CHIAVENATO, I. **Iniciação à administração da produção**. São Paulo: Makron, McGraw-Hill, 1991. 142p.

CORRÊA, H. L.; GIANESI, I. G. N. **Just in Time, MRP II e OPT – Um enfoque estratégico**. 2. ed, Ed. Atlas, 1996.

CHIAVENATO, Idalberto. **Planejamento e controle da produção**. São Paulo: Manole, 2008.

CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. **Administração de produção e operações, manufatura e serviços: uma abordagem estratégica**, São Paulo: Atlas, 2004

CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. **Administração da produção e operações, manufatura e serviços – uma abordagem estratégica**. 3ª edição, São Paulo: Atlas, 2009.

CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. **Administração da produção e operações**, São Paulo: Atlas, 2011.

COSTA, F. E. **Diretrizes para a Elaboração de um Manual para Planejamento e Controle da Produção de Empresas de Pequeno e Médio Porte**. Juiz de Fora, MG, 2010. 55f. (Trabalho de Conclusão de Curso). Universidade Federal de Juiz de Fora, UFJF.

FERNANDES, F.C.F. **Concepção de um Sistema de Controle da Produção para a Manufatura Celular**. Tese de Doutorado, EESC-USP, São Carlos, 1991.

FERNANDES, F.C.F. **Planejamento e Controle da Produção**. Material de aula de Planejamento e Controle da Produção 2. Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2003.

FERNANDES, F. C. F., GODINHO, M. F. **Sistemas de coordenação de ordens: revisão, classificação, funcionamento e aplicabilidade**. *Gestão & Produção*, SÃO CARLOS-SP, v. 14, n. 2, p. 337-352, maio-ago, 2007.

FERNANDES, F. C. F.; GODINHO FILHO, M. **Planejamento e Controle da Produção: Dos fundamentos ao essencial**. São Paulo: Atlas, 2010.

FERREIRA, D., MORABITO, R. e RANGEL, S. (2009), **Solution approaches for the soft drink integrated production lot sizing and scheduling problem**, *European Journal of Operational Research*, p. 697-706.

FUCHIGAMI, Y. H., RANGEL, S., **Uma análise de estudos de casos em sequenciamento da produção**. In: XLVI Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional, Salvador, 2014.

FURLANETTO, A. **Planejamento, programação e Controle da Produção**. 2004. 62f. Monografia (Especialização). Universidade do Extremo Sul Catarinense. Criciúma, 2004.

GAITHER, N; FRAZIER, G. **Administração da produção e operações**. 8. ed. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2002.

GALVÃO, Martins Frederico. **Aplicação de um Modelo de Sequenciamento da Produção para um Setor de Moldagem de Artefatos Plásticos**. Juiz de Fora, MG, 2007. 40f. (Trabalho de Conclusão de Curso). Universidade Federal de Juiz de Fora, UFJF.

HYER, N.; WEMMERLOV, U. **A framework for production planning and control of cellular manufacturing**. Decision Sciences, v. 13, p. 681-701, 1982.

KRAJEWSKI, L.; RITZMAN, L.; MALHOTRA, M. **Administração da produção e operações**. 8 ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.

LOPES, Juliana dos Santos. **Análise e Otimização do Sequenciamento de Produção de uma Empresa de Médio Porte de Embalagens Plásticas**. Juiz de Fora, MG, 2008. 48f. (Trabalho de conclusão de curso). Universidade Federal de Juiz de Fora, UFJF.

LUSTOSA, L. et al. **Planejamento e Controle da produção**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.

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

MACHLINE, C. et. al. **Manual de administração e produção**. 5ª ed. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1979.

MOKOTOFF, E. **Parallel machine scheduling problems**: a survey. Asia-Pacific Journal of Operational Research 18 (2001) 193-242.

MOREIRA, D. A. **Introdução a Administração da Produção e Operações**. São Paulo: Pioneira, 1998.

MOREIRA, D. A. **Introdução a Administração da Produção e Operações**. São Paulo: Cengage Learning, 2ª ed. 2012.

RACHAMADUGU, R; TU, Q.; **Period batch control for group technology – An improved procedure**. Computers Ind. Eng., vol. 32, n. 1, p. 1-7, 1997.

RAVETTI, G. M. **Algoritmos para o Problema de Sequenciamento com Máquinas Paralelas e Tempos de Preparação Dependentes da Sequência**. 2007. 115 f. Tese – Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação, Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2007.

RIEZEBOS, J. **On the determination of the period lenght in a period batch control system**. Proceeding of the 32 international matador conference. Macmillan Press, p. 10-11, 1997.

RUSSOMANO, V. H. **Planejamento e Controle da Produção**. 5. ed. São Paulo: Pioneira, 1995. 320p.

SILVA, F. M. **Um sistema de Planejamento e Controle da Produção para indústrias de calçados infantis pertencentes a um industrial cluster.** Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de São Carlos. São Carlos - SP, 2002.

SLACK, N., HARRISON, A., JOHNSTON, R. **Administração da Produção.** São Paulo: Atlas, 1997.

SLACK, N., HARRISON, A., JOHNSTON, R. **Administração da Produção – edição compacta.** São Paulo: Atlas, 1999.

STEELE, D. C.; MALHOTRA, M. K. **Fators affecting performance of period batch control systems in cellular manufacturing.** International Journal of Production Research. V. 35, n2, p 421-446, 1997.

STEINRÜCKE, M.; JAHR, M. **Tactical planning in supply chain networks with customer oriented single sourcing.** The International Journal of Logistics, v. 23, n. 2, p. 259-279, 2012.

TUBINO, D. F. **Manual de Planejamento e Controle da Produção.** 2. ed. São Paulo: Atlas, 2000. 220p.

TUBINO, D. F. **Planejamento e Controle da produção.** São Paulo: Atlas, 2007.

VOLLMANN, T. E., BERRY, W. L. e WHYBARK, D. C. **Manufacturing planning and control systems.** 2. ed. Illinois: Irwin, 1988.

XIE, J.; ZHAO, X.; LEE, T.S. **Freezing the master production scheduling under single resource constraint and demand uncertainty.** International Journal of Production Economics, v. 83, n. 1, p. 65-84, 2003.

YENISEY, M. M., YAGMAHAN, B. **Multiobjective permutation flow shop scheduling problem: literature review, classification and current trends.** Omega. v. 45, 2014. P. 119-135.

WEMMERLOV, U; HYER, N.L **Production planning and control procedures for cellular manufacturing systems.** American Production and Inventory Control Society. Fall Church. 1988.