

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE TRANSPORTES E GEOTECNIA
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM LOGÍSTICA ESTRATÉGICA E
SISTEMAS DE TRANSPORTE**

**PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO EM UMA EMPRESA DE
MANUFATURA DE BENS DE CAPITAL CUSTOMIZADOS**

Monografia

Vanessa Araújo de Oliveira

Belo Horizonte, 2013

Vanessa Araújo de Oliveira

**PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO EM UMA EMPRESA DE
MANUFATURA DE BENS DE CAPITAL CUSTOMIZADOS**

**Trabalho apresentado ao Curso de
Especialização em Logística Estratégica e
Sistemas de Transporte, da Escola de
Engenharia da Universidade Federal de Minas
Gerais, como requisito parcial à obtenção do
Título de Especialista em Logística Estratégica
e Sistemas de transporte.**

**Orientador: Prof. Dr. Ricardo Takahashi
Arruda**

Belo Horizonte, 2013

**PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO EM UMA EMPRESA DE
MANUFATURA DE BENS DE CAPITAL CUSTOMIZADOS**

Vanessa Araújo de Oliveira

Este trabalho foi analisado e julgado adequado para a obtenção do título de Especialista em Logística Estratégica e Sistemas de Transporte e aprovado em sua forma final pela Banca Examinadora.

BANCA EXAMINADORA

**Prof. Dr. Ricardo Takahashi Arruda
Orientador**

**Prof.(a) Dr.(a) Leise Kelli de Oliveira
Avaliador**

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pelo suporte dado ao longo deste período e a todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho. Agradeço à minha família e ao meu marido que sempre estiveram ao meu lado e foram capazes de compreender os momentos que precisei me ausentar para dedicação aos estudos. Agradeço também ao meu orientador Ricardo Takahashi Arruda, pois, sem ele, este trabalho não seria possível.

RESUMO

As empresas buscam garantir sua sobrevivência em um mercado cada vez mais competitivo. Em razão disso, os processos produtivos estão se tornando mais complexos, exigindo das organizações análises mais apuradas acerca das diversas variáveis presentes nos mesmos. Nesse ambiente, em função da elevada competitividade e de incertezas presentes no processo, sugestões de melhorias para o planejamento e controle da produção (PCP) são de extrema importância para as organizações, pois essas necessitam adaptar-se rapidamente às exigências do mercado. Este trabalho tem como objetivo sugerir melhorias que possam ser significativas para o PCP de uma empresa de manufatura de bens capital, cujo foco é oferecer produtos customizados de acordo com as necessidades dos clientes. Após a realização de uma pesquisa exploratória, feita por meio de visitas periódicas, entrevistas e observação de informações internas da empresa, foi realizado um estudo acerca dos dados coletados que permitiu levantar os principais pontos falhos do PCP da empresa objeto de estudo deste trabalho. As melhorias propostas foram direcionadas pelos pontos falhos encontrados, organizados no trabalho de forma a guiar posteriores ações, sendo que os verdadeiros resultados das mesmas, só poderão ser mensurados após sua aplicação, que ficará em função das decisões gerenciais da empresa.

Palavras-chave: Melhorias, planejamento e controle da produção (PCP), bens de capital customizados.

ABSTRACT

Companies seek to ensure their survival in a market increasingly competitive. As a result, production processes are becoming more complex, requiring organizations more accurate analysis on the different variables present in them. In this context, due to the high competitiveness and uncertainties in the process, suggestions for improvements to the planning and production control (PCP) are of extremely important for organizations, because they need to adapt quickly to market requirements. This project aims to suggest improvements that could be significant for planning and controlling the production of a manufacturing company of capital goods, whose focus is to offer customized products according to customers' needs. After carrying out exploratory research, made through periodic visits, interviews and observation of internal company information, a study was conducted on the data collected it possible to show the main mistakes of PCP from company subject matter of this work. The proposed improvements were directed by the weak aspects found, organized at work so as to guide subsequent actions, and the true results of them, it can only be measured after implementation, which will depend on the management decisions of the company.

Keywords: Improvements, planning and control of production (PCP), capital goods custom.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01: Gestão da Demanda no processo MRP.....	15
Figura 02: Programa-mestre de Produção no MRP.....	18
Figura 03: Dados de entrada do Programa-mestre de Produção.....	18
Figura 04: Exemplo de atividade planejada.....	19
Figura 05: Planejamento das necessidades de materiais.....	20
Figura 06: Modelo de um exemplo simples de controle.....	24
Figura 07: Exemplo dos sistemas empurrado e puxado.....	25
Figura 08: Principal etapa do planejamento influenciada pela customização.....	30
Figura 09: Parque Industrial da Indústria Mecânica X.....	31
Figura 10: Gráfico “Situação dos Pedidos” da Indústria Mecânica X.....	32
Figura 11: Demanda total de produtos da Industria Mecânica X.....	36
Figura 12: Estrutura genérica de engenharia dos produtos da Indústria Mecânica X.....	37
Figura 13: Transportador de Correia.....	38
Figura 14: Árvore de Produto: Transportador de Correia.....	39
Figura 15: Estrutura metálica de sustentação.....	40
Figura 16: Árvore de Produto: Estrutura de sustentação.....	41
Figura 17: Guia de Remessa de Documentos – GRD.....	42
Figura 18: Ordem de Produção – OP.....	43
Figura 19: Fluxograma do processo para produtos não-customizados.....	44
Figura 20: Fluxograma do processo para produtos customizados.....	45
Figura 21: Exemplo de programação no MS Project.....	57
Figura 22: Ordem de Produção modificada propondo o peso.....	59
Figura 23: Cálculo do índice de exatidão dos prazos.....	59

LISTA DE TABELAS

Tabela 01: Tipos de estoque.....	28
Tabela 02: Famílias de produtos da Indústria Mecânica X.....	33
Tabela 03: Fatores de correção para definição do grau de customização do produto.....	35
Tabela 04: Apontamento de produção para a fabricação de um transportador de correia...	50
Tabela 05: Apontamento de produção para a fabricação de estrutura metálica.....	52

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

EMBCC	Empresa de manufatura de bens de capital customizados
ERP	<i>Enterprise Resources Planning</i>
GRD	Guia de remessa de documentos
IC	Índice de customização
IPEM	Índice de prazo para estruturas metálicas
IPTC	Índice de prazo para transportadores de correia
JIT	<i>Just in time</i>
Kg	Quilograma
MPS	<i>Master production Schedule</i> (Plano mestre de produção)
MRP	<i>Materials requirements planning</i> (Planejamento das necessidades materiais)
MRP II	<i>Manufacturing resource planning</i>
OP	Ordem de produção
OPT	Tecnologia de produção otimizada
PCP	Planejamento e controle da produção
PTC	Prazo de fabricação para transportadores de correia
PEM	Prazo de fabricação para estruturas metálicas

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	3
1.1 Problema.....	4
1.2 Objetivos.....	5
1.2.1 Objetivo Geral	5
1.2.2 Objetivos Específicos	5
1.3 Justificativa.....	6
1.4 Pressupostos	7
1.5 Metodologia.....	7
1.5.1 Caracterização da Pesquisa.....	7
1.5.2 Sistema de Coleta de Dados	8
1.5.3 Sistema de Análise de Dados	8
1.6 Estrutura da Monografia.....	9
2. SISTEMAS DE PRODUÇÃO	10
2.1 Definição	10
2.2 Classificação dos Sistemas de Produção	10
3. PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO - PCP.....	13
3.1 Importância Estratégica do PCP	13
3.2 Elementos Fundamentais do PCP.....	15
3.2.1 Gerenciamento da Demanda.....	15
3.2.2 Planejamento da Capacidade Produtiva: administração dos recursos da produção	16
3.2.3 Plano Mestre de Produção – MPS	17
3.2.4 MRP Planejamento de Necessidades Materiais	19
3.2.5 Programação e Seqüenciamento da Produção	21
3.2.5.1 Programação para Sistema de Alto Volume.....	22
3.2.5.2 Programação para Sistema de Volume Intermediário.....	23
3.2.5.3 Programação para Sistema de Baixo Volume.....	23
3.2.6 Controle da Produção	24
3.3 Gestão de Estoques e Logística da Produção	27
3.4 Influências da natureza do produto no PCP	28
3.4.1 Definição de Bens de Capital e Produtos Customizados.....	28

3.4.2 O impacto da natureza do produto nas atividades do PCP.....	29
4. CASO PRÁTICO	31
4.1 A Indústria Mecânica X.....	31
4.2 Contextualização do problema	32
4.3 Análise das Famílias de produtos	33
4.3.1 Levantamento da demanda por famílias de produtos	36
4.3.2 Estudo da estrutura de engenharia das famílias com maior grau de customização.....	37
4.4 Mapeamento do processo de PCP da Indústria Mecânica X.....	41
4.5 Identificação dos pontos falhos do PCP da Indústria Mecânica X.....	46
4.5.1 Emissão de prazos de entrega.....	46
4.5.2 Ausência de um método de planejamento de fabricação.....	47
4.5.3 Baixa Visibilidade sobre o Processo: falha no acompanhamento da produção pelo PCP	48
5. RESULTADOS	49
5.1 Melhorias propostas para o PCP da Indústria Mecânica X	49
5.1.1 Solução para o problema de emissão de prazos	49
5.1.2 Proposta de um método de planejamento de fabricação.....	55
5.1.3 Controle do processo de fabricação: Alternativa para acompanhamento da produção	58
5.2 Contribuições esperadas com as melhorias propostas.....	60
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	61
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	63

1. INTRODUÇÃO

A grande competitividade do mercado atual tem exigido cada vez mais que as empresas direcionem esforços para suprir as necessidades dos seus clientes. Os processos de produção em massa, com produtos padronizados e conseqüentemente mais simples, estão perdendo posição no mercado, que cada vez mais tem seus interesses voltados para produtos com características específicas para atendimento da individualidade do cliente. A customização dos produtos tem sido uma interessante alternativa para que as empresas possam acompanhar esta tendência do mercado tendo diferenciais competitivos.

O mercado além de exigir produtos que atendam as necessidades específicas de cada cliente, ou seja, customizados, também exige agilidade: o prazo de entrega também é um diferencial competitivo de grande relevância. Estes dois pontos, customização e prazo, trabalhados em um mesmo cenário dentro das empresas de manufatura, representam um grande desafio: é importante ter um processo flexível e capaz de diferenciar seus produtos, e ao mesmo tempo, previsível para que um bom planejamento e controle possam garantir o prazo de entrega exigido.

Empresas de manufatura transformam matérias primas em produtos úteis às necessidades dos clientes. Uma vez iniciado o processo produtivo, espera-se que o bem assuma a forma projetada, atendendo aos requisitos de qualidade, segurança e confiabilidade, para que a entrega ocorra no prazo. Se o processo produtivo deve atender ao prazo acordado com o cliente pelo departamento comercial, é necessário que o mesmo tenha informações precisas da capacidade de execução fabril para conciliar as necessidades dos clientes à realidade do processo produtivo. A conciliação entre o fornecimento de um produto ou serviço de uma operação com a sua demanda é feita pela função planejamento e controle (SLACK *et al.*, 2002).

Assim, em empresas de manufatura nas quais os produtos são bens de capital customizados, o *Planejamento e Controle da Produção*, PCP, deve ser grande conhecedor do processo de manufatura, pois se trata de um departamento fundamental para a estratégia industrial da empresa.

O PCP em Empresas de Manufatura de Bens de Capital Customizados (aqui denominadas EMBCC) constitui-se de um conjunto de atividades inter-relacionadas de gestão da demanda, estruturadas sobre os princípios de planejamento da produção, gestão de estoques, capacidade produtiva, sequenciamento de processo, e emissão de ordens de produção e, embora não seja uma realidade absoluta em todas as empresas, essas prescindem de uma estruturação ajustada para a sua própria realidade. Além disso, a função PCP, nesse contexto, deve buscar a integração entre seu departamento e as diversas áreas da empresa, como compras, comercial e produção, levando em consideração o grau de customização de seus produtos nos atos de tomada de decisão.

A produção de bens de capital customizados se classifica como um Sistema de Produção de baixo volume, ou seja, *“os produtos são fabricados sob encomenda, e os pedidos normalmente diferem consideravelmente em termos de requisitos de processamento, materiais necessários, tempo de processamento, seqüência de processamento e setups”* (STEVENSON, 2001, p.552). Com isso, a atividade de PCP se torna complexa devido à variabilidade dos fluxos de trabalho na fábrica, à necessidade de máquinas e mão-de-obra flexíveis, aos longos tempos de processamento e à dificuldade de visualizar a verdadeira capacidade fabril.

A realização deste trabalho motivou-se pela busca de alternativas que melhorem o PCP em empresas de manufatura de bens de capital customizados, já que o mesmo, como exposto anteriormente, é de grande importância para o posicionamento das empresas no mercado. Este trabalho, porém, não tem intenção de apresentar “verdades universais” sobre o assunto, mas explorar possíveis melhorias com base em uma análise realizada em uma organização que se enquadra a este contexto de produção customizada.

1.1 Problema

O PCP é fundamental para a tomada de decisões estratégicas e para o atendimento das necessidades dos clientes nas organizações em geral, pois é capaz de aumentar a eficiência industrial e sua competitividade no mercado. Todo PCP deveria possuir uma lógica ou procedimento para orientar suas funções, desde o planejamento macro até o controle da produção em fábrica. Observa-se que a manutenção desse procedimento se torna uma tarefa

difícil quando se analisa o contexto de empresas de manufatura de bens de capital customizados, pois estas não possuem informações padronizadas, considerando que cada produto é “único” para o atendimento da necessidade específica de cada cliente inserido no nicho da empresa.

Com base nas dificuldades de planejamento, programação e controle em empresas com características de produção customizadas, o problema abordado neste trabalho se resume à seguinte questão: Como podem ser feitas melhorias no processo de Planejamento e Controle da Produção (PCP) em uma empresa de manufatura de bens de capital customizados (EMBCC)?

Para este contexto, será realizada uma análise em uma indústria mecânica fabricante de equipamentos para o beneficiamento mineral, aqui chamada de “Indústria Mecânica X”. O PCP da Indústria Mecânica X apresenta pontos que necessitam de melhorias devido à falta de informação, de padronização e de ferramentas adequadas para a realização de funções fundamentais dessa área, tais como a emissão de prazos para o Departamento Comercial, o planejamento de recursos e de compra de materiais, a programação da produção e o próprio controle da mesma. Este trabalho buscará a identificação dos principais pontos falhos do PCP da Indústria Mecânica X, objetivando sugerir melhorias que possam auxiliar nas dificuldades geradas pelo grau de customização dos produtos.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

Identificar pontos de melhoria no Planejamento e Controle da Produção (PCP) em uma indústria mecânica fabricante de bens de capital customizados.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Identificar as famílias de produtos da Indústria Mecânica X com maior grau de customização em seu processo;
- Mapear o processo de PCP da Indústria Mecânica X;

- Identificar e priorizar os principais pontos falhos do PCP da Indústria Mecânica X.

1.3 Justificativa

O PCP mantém inter-relações com as áreas de engenharia industrial, para especificações de projeto; suprimentos e compras, em relação às matérias primas; recursos humanos, em relação à necessidade de mão de obra; financeira, envolvendo os recursos necessários; comercial, no que tange à qualidade e atendimento das especificações técnicas e produção, relacionada aos processos de transformação dos produtos. Com isso, observa-se que a função PCP é peça importante para o processo de integração das organizações como um todo, pois contribui para o alcance dos objetivos estratégicos e do lucro das empresas.

O PCP, devido à sua importância dentro da estrutura organizacional, deve nortear suas atividades com foco em cinco objetivos de desempenho, citados por Slack *et al.* (2002), que formam o plano de fundo dos objetivos mais amplos que as operações necessitam perseguir no processo produtivo, a saber:

O objetivo Qualidade considera que os produtos ou serviços que a produção precisa fazer certo vão variar de acordo com o tipo de operação e, no caso de uma EMBCC isso é muito mais relevante por conta da customização dos produtos. O objetivo Rapidez considera a relação entre tempo de movimentação e transformação dos recursos. O objetivo Confiabilidade considera o atendimento dos compromissos assumidos com os clientes. O objetivo Flexibilidade significa a capacidade de mudar a operação, quando e como fazer. O objetivo Custo está associado à maior ou menor capacidade competitiva da organização.

Considerados os objetivos de desempenho, pode-se inferir que um PCP deve sempre buscar o equilíbrio entre a demanda e os recursos, quer sejam materiais ou intelectuais. Particularmente, em uma EMBCC, dado o alto grau de personalização dos produtos, o justo equilíbrio pode gerar altos lucros enquanto o equilíbrio errado pode ser significativamente desastroso ocasionando prejuízos financeiros e na imagem da empresa.

As atividades do PCP afetam toda a empresa, exigindo, por via de consequência, que se dediquem esforços na busca de melhorias no seu planejamento e controle da produção. Pode-

se dizer que a relevância do PCP, devido às suas interações com os diversos departamentos da empresa, e principalmente em EMBCC, está diretamente associada à existência de um planejamento metodológico capaz de orientar as atividades na direção de seus objetivos de desempenho. Com um planejamento e controle melhorado, uma EMBCC pode quantificar seu desempenho, monitorar as atividades, desenvolver ações corretivas, desenvolver estratégias de maximização do lucro e reduzir custos operacionais, apoiando toda a estrutura funcional da empresa.

1.4 Pressupostos

O PCP, ou Sistema de Administração da Produção, objetiva direcionar o processo produtivo e a cadeia de suprimentos da empresa para o atendimento das expectativas dos clientes, como qualidade, prazo e confiabilidade. O PCP pode ser definido com um sistema de informação para apoio à tomada de decisões, táticas e operacionais, referentes a quatro questões logísticas básicas: “o que produzir e comprar?”, “quando produzir e comprar?”, “quanto produzir e comprar?” e “com que recursos produzir?”. O atendimento destas quatro questões culmina no atendimento dos objetivos estratégicos da organização (CORREA E GIANESI et al., 2007).

1.5 Metodologia

1.5.1 Caracterização da Pesquisa

Este trabalho utilizou-se de métodos conceituados na área de pesquisa exploratória, justificado pela necessidade de realizar um estudo preliminar do principal objetivo da pesquisa, ou seja, familiarizar-se com o fenômeno que está sendo investigado, de modo que a pesquisa subsequente possa ser concebida com uma maior compreensão e precisão. As pesquisas exploratórias visam proporcionar uma visão geral de um determinado fato, e procurar padrões, ideias ou hipóteses. A ideia não é testar ou confirmar uma determinada hipótese.

O objetivo de uma pesquisa exploratória é familiarizar-se com um assunto ainda pouco conhecido, pouco explorado, para construção de hipóteses. Como qualquer exploração, a pesquisa exploratória depende da intuição do pesquisador, e por ser um tipo de pesquisa muito específica, quase sempre ela assume a forma de um estudo de caso (GIL, 2008). Neste

trabalho, utilizou-se o estudo de caso da Indústria Mecânica X, no qual foram analisados dados históricos e observação participativa da pesquisadora, que trabalhou na empresa por três anos. Além disso, como em qualquer pesquisa, a pesquisa exploratória depende também de uma pesquisa bibliográfica, realizada no capítulo 02 deste trabalho. Para o desenvolvimento deste trabalho foram utilizadas também técnicas de delineamento baseados em pesquisa documental, observação sistemática e observação participativa.

1.5.2 Sistema de Coleta de Dados

A delimitação das fontes de dados é justificada pela importância dos mesmos nas tomadas de decisões confiáveis durante a análise do problema (WERKEMA, 2006). Para a elaboração deste trabalho foram utilizados:

- Fontes bibliográfica internas, retiradas das publicações históricas da empresa e das informações publicadas através do site da Indústria Mecânica X.
- Relatórios retirados do sistema ERP da Indústria Mecânica X: Relatório de apontamento de produção e relatório de histórico de pedidos.
- Relatórios da Gerência Industrial e Comercial da empresa: Relatório de demanda de produtos da Indústria Mecânica X e tabelas de famílias de produtos e fator de correção de índice de customização. Este tipo de coleta é favorecido pelo grande volume de dados existentes condizentes com o problema.
- Observação sistemática do problema, com coleta de dados realizada através de visitas à empresa em questão nos dias 09/05/12, 25/07/12 e 19/09/12. Foram observados os pontos correspondentes ao problema do trabalho e registrados através de anotações.
- Observação participante, que consiste na participação real do pesquisador no foco da pesquisa (MARCONI, 1999). A coleta de dados neste caso é baseada em anotações das análises feitas pela autora que trabalhou na indústria mecânica X e, portanto, fez parte da realidade da empresa.

1.5.3 Sistema de Análise de Dados

Os dados coletados de fontes bibliográficas foram expostos em formato de texto dissertativo, citando os pontos principais correspondentes a dados históricos da empresa. As análises dos

documentos de gestão, como relatórios do sistema ERP, relatórios da gerência industrial e relatórios da gerência comercial, foram realizadas através da interpretação de gráficos ilustrativos e da organização dos dados coletados em tabelas expositivas. Esta organização possibilita reforçar a análise crítica do problema. A análise das observações sistemáticas e participantes auxiliou a exposição dos pontos falhos no processo, sendo fonte de informação para a estruturação de uma visão crítica do mesmo e de sugestões para melhorias.

1.6 Estrutura da Monografia

Este trabalho será estruturado da seguinte forma:

O Capítulo 02, *Sistemas de Produção*, introduz o conceito dos sistemas de produção, abordando seus objetivos, suas responsabilidades e descrevendo os tipos existentes;

O Capítulo 03, *Planejamento e Controle da Produção – PCP* abordará as teorias de PCP, colocando a sua importância para as organizações, seus principais conceitos e elementos fundamentais. Este capítulo trará também o conceito de bens de capital, produtos customizados e suas principais características;

O Capítulo 04, *Caso Prático*, descreverá a empresa utilizada como ambiente de estudo para o desenvolvimento do trabalho, analisando sua atual situação e identificando os pontos falhos do PCP;

O Capítulo 05, *Resultados*, irá sugerir melhorias para os pontos falhos identificados, além de citar as contribuições esperadas com a aplicação das mesmas;

O Capítulo 06 apresentará as considerações finais sobre o trabalho.

2. SISTEMAS DE PRODUÇÃO

2.1 Definição

Um sistema pode ser definido como um conjunto de partes que interagem entre si com um objetivo comum e que atuam de acordo com os insumos no sentido de produzir um resultado. Um Sistema de Produção pode ser definido como um conjunto de atividades e operações inter-relacionadas envolvidas na produção de bens ou serviços a partir do uso de recursos (*inputs*) para mudar o estado ou condição de algo para produzir saídas/resultados (*outputs*) (SLACK *et al.*, 2002).

2.2 Classificação dos Sistemas de Produção

Os sistemas de produção podem ser classificados de diversas formas. Moreira (1998, p.8) apresenta duas classificações de sistemas de produção: Classificação Tradicional e Classificação Cruzada de Schroeder.

Segundo Moreira (1998), a Classificação Tradicional, em função do fluxo do produto, agrupa os sistemas de produção em três grandes categorias:

A. Sistemas de produção contínua ou de fluxo em linha: apresentam sequencia linear de fluxo e trabalham com produtos padronizados.

- i. *Produção contínua propriamente dita:* é o caso das indústrias de processo, este tipo de produção tende a ter um alto grau de automatização e a produzir produtos altamente padronizados;
- ii. *Produção em massa:* linhas de montagem em larga escala de poucos produtos com grau de diferenciação relativamente pequeno.

B. Sistemas de produção intermitente (fluxo intermitente)

- i. *Por lotes:* ao término da fabricação de um produto, outros produtos tomam seu lugar nas máquinas, de maneira que o primeiro produto só voltará a ser fabricado depois de algum tempo;

- ii. *Por encomenda*: o cliente apresenta seu próprio projeto do produto, devendo ser seguidas essas especificações na fabricação.

C. Sistemas de produção de grandes projetos sem repetição: produto único, não há rigorosamente um fluxo do produto, existe uma sequencia predeterminada de atividades que deve ser seguida, com pouca ou nenhuma repetitividade.

Ainda segundo Moreira (1998), a Classificação Cruzada de Schroeder considera duas dimensões: a dimensão “tipo de fluxo de produto”, semelhante à classificação tradicional, e a dimensão “tipo de atendimento ao consumidor”, onde existem duas classes:

A. Sistemas orientados para estoque: O produto é fabricado e estocado antes da demanda efetiva do consumidor. Este tipo de sistema oferece atendimento rápido e a baixo custo, mas a flexibilidade de escolha do consumidor é reduzida;

B. Sistemas orientados para a encomenda: As operações são ligadas a um cliente em particular, discutindo-se preço e prazo de entrega.

Plossl (1993, p.55) afirma que do ponto de vista gerencial a classificação mais útil dos sistemas de produção se dá por tipo de produção, sendo seus tipos:

- A. Fabricação sob medida ou pedido (poucos de um tipo);
- B. Fabricação por Lote ou intermitente (muita variedade, volume reduzido);
- C. Processo ou contínuo (pouca variedade, grande volume);
- D. Repetitivo (pouca variedade, grande volume);
- E. Controlada: rigidamente regulamentada pelo governo (alimentos, produtos, farmacêuticos, serviços públicos).

Tubino (1997, p.27) classifica os sistemas de produção conforme abaixo:

A. Pelo grau de padronização:

- i. Sistemas que produzem produtos padronizados: bens ou serviços que apresentam alto grau de uniformidade e são produzidos em grande escala;
- ii. Sistemas que produzem produtos sob medida: bens ou serviços desenvolvidos para um cliente específico.

B. Pelo tipo de operação:

- i. Processos contínuos: envolvem a produção de bens ou serviços que não podem ser identificados individualmente;
- ii. Processos discretos: envolvem a produção de bens ou serviços que não podem ser isolados, em lotes ou unidades, e identificados em relação aos demais. Podem ser subdivididos em:
 - Processos repetitivos em massa: produção em grande escala de produtos altamente padronizados;
 - Processos repetitivos em lote: produção em lotes de um volume médio de bens ou serviços padronizados;
 - Processos por projeto: atendimento de uma necessidade específica dos clientes, o produto concebido em estreita ligação com o cliente tem uma data determinada para ser concluído. Uma vez concluído, o sistema de produção se volta para um novo projeto.

C. Pela natureza do produto:

- i. Manufatura de bens: quando o produto fabricado é tangível.
- ii. Prestador de serviços: quando o produto gerado é intangível.

Slack *et al.* (2002) define os tipos de Sistema de Produção conforme abaixo:

A. Tipos de processos em manufatura (em ordem de variedade crescente e volume decrescente):

- i. Processos contínuos;
- ii. Processos de produção em massa;
- iii. Processos em lotes ou bateladas;
- iv. Processos de *jobbing*;
- v. Processos de projeto.

B. Tipos de processos em serviços (em ordem de volume crescente e variedade decrescente):

- i. Serviços profissionais;
- ii. Lojas de serviços;
- iii. Serviços de massa.

3. PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO - PCP

3.1 Importância Estratégica do PCP

O sistema de Planejamento e Controle da Produção está inserido dentro da função Produção das organizações. O entendimento dos objetivos estratégicos da organização se dá pela primeira responsabilidade da função produção. Isso se baseia no desenvolvimento de uma nítida visão de como essa função deve contribuir para os objetivos da organização em longo prazo. Para entender esta contribuição, o departamento de PCP deve responder a duas questões básicas: A primeira - qual papel se espera que a função produção desempenhe dentro da empresa? E a segunda – quais os objetivos de desempenho específicos utilizados pela empresa para avaliar a contribuição da produção em suas aspirações estratégicas? (SLACK *et al.*, 2002).

Slack *et al.* (2002) considera que a função produção possui três papéis particularmente importantes para a organização: como implementadora, como apoiadora e como impulsionadora da estratégia organizacional. Com isso, pode-se considerar a razão básica da função produção, como o principal motivo da sua existência.

Davis *et al.* (2001, p.42) pontua sobre a estratégia da função produção dizendo o seguinte:

“A estratégia de produção está, portanto, preocupada com o desenvolvimento de um planejamento de longo prazo para determinar como melhor utilizar os principais recursos da empresa, de modo que haja um alto grau de compatibilidade entre esses recursos e a estratégia corporativa de longo prazo da companhia. A estratégia de produção aborda questões muito amplas sobre como esses grandes recursos deveriam ser configurados, a fim de alcançar os objetivos corporativos desejados.”

Correa e Gianesi *et al.* (2007) colocam que os sistemas de planejamento e controle da produção têm como função dar suporte ao atendimento dos objetivos estratégicos da organização, independente da lógica utilizada na concepção de sua estrutura. Para atender esta expectativa, o PCP deve auxiliar os tomadores de decisões a planejar as necessidades futuras de capacidade produtiva da organização bem como os materiais comprados. Além disso, espera-se que o PCP possibilite planejar os níveis adequados de estoques de matérias-primas,

semi-acabados e produtos finais nos pontos certos, programar atividades de produção para garantir que os recursos produtivos envolvidos estejam sendo utilizados no momento certo, nas coisas certas e prioritárias. Por fim, o PCP deve contribuir para que possa ser possível informar corretamente a respeito da situação corrente dos recursos tais como pessoas, equipamentos, instalações, materiais e ordens de compra / produção. Com esse apoio do PCP, decisões como prometer prazos possíveis de serem cumpridos e a capacidade de reagir com maior rapidez às solicitações, tornam-se tarefas menos árduas.

As decisões do PCP guardam estreita relação com os níveis de desempenho competitivo da organização. Correa e Gianesi *et al.* (2007) identificam níveis distintos de influencia pelo PCP no que se refere à visão do cliente em relação aos custos, velocidade e confiabilidade de entrega, flexibilidade e qualidade do produto / serviço prestado ao cliente.

Segundo Correa e Gianesi *et al.* (2007, p.17) *“planejar é entender como a consideração conjunta da situação presente e da visão de futuro influencia as decisões tomadas no presente para que se atinjam determinados objetivos no futuro”*. Portanto, planejar é projetar um futuro de forma diferente do passado, sobre causas e problemas antigos sobre os quais se tem controle.

Davis *et al.* (2001) coloca que o planejamento pode ser classificado como um sistema de hierarquia e também entendido como um dos conceitos essenciais do PCP, no qual se encontra o seguinte:

Planejamento Estratégico: Planejamento em longo prazo, associado a decisões tais como tamanho da fábrica, localização e tipo de processo a ser utilizado;

Planejamento Tático: Focado na produção de produtos e serviços tão eficiente quanto seja possível para um planejamento estratégico;

Planejamento e Controle Operacional: significando programação das atividades diárias para determinar qual operador será designado para qual tarefa ou máquina.

“O processo de planejamento deve ser contínuo. Em cada momento, devendo-se ter a noção da situação presente, a visão do futuro, dos objetivos pretendidos e o entendimento de como esses elementos afetam as decisões que devem ser tomadas no presente.” (CORREA E GIANESI *et al.*, 2007, p.17).

3.2 Elementos Fundamentais do PCP

3.2.1 Gerenciamento da Demanda

A necessidade de prever a demanda teve origem no final da Segunda Guerra Mundial. A economia americana explodia por devido à escassez provocada pela guerra. As empresas chegavam a ter dezoito meses de pedidos firmes em carteira. Iniciando-se a década de 1960 essa situação chega ao fim. Com a falta de pedidos surgiu a necessidade de prever-se a demanda, expressa em unidades a serem produzidas, de maneira que essa previsão permitisse o planejamento e controle da produção.

A organização dos recursos de produção depende do conhecimento da demanda. Tanto melhor será essa organização quanto maior for entendimento acerca da demanda de mercado. Gestão de demanda pode ser entendida como sendo todo o conjunto de atividades da empresa que permita estabelecer uma interface amigável e ajustada às expectativas do mercado. A gestão da carteira de pedidos juntamente com a previsão de vendas, é definida como gerenciamento de demanda (SLACK *et al.*, 2002).

Conforme pode-se observar na figura 01, o programa mestre de produção necessita ser alimentado com as informações oriundas do gerenciamento da demanda. Os pedidos confirmados pelos clientes juntamente com as expectativas de vendas, representam a gestão da demanda e asseguram importante relação de precedência com o programa mestre de produção. O entendimento de que a gestão da demanda com foco no atendimento do prazo é relevante para o PCP, não se distancia da impressão que causaria uma análise da figura 01, no que tange à carteira de pedidos e previsão de vendas.



Figura 01: Gestão da Demanda no processo MRP (Adaptado de Slack *et al.*, 2002)

A viabilidade de cumprimento dos prazos acordados com os clientes externos e internos, bem como alterações no planejamento de produção, intensifica a necessidade de desejar-se um gerenciamento da demanda capaz de fornecer uma estrutura confiável para o desdobramento das atividades desenvolvidas pelo planejamento e controle da produção, a saber: planejamento, controle e programação (SLACK *et al.*, 2002).

É razoável supor que a considerar dois fatores, carteira de pedidos e previsão de vendas, como elementos de análise para o gerenciamento da demanda, exigirá buscar-se um equilíbrio para a formulação de uma previsão de demanda. Dessa estimativa dependerão o projeto de engenharia, o provisionamento de recursos econômicos e de produção, bem como a elaboração do roteiro de produção (DIRENE, 2003).

A previsão de demanda, mesmo quando esbarra em dificuldades com a falta de dados históricos confiáveis, modelos organizacionais e cultura das empresas, acaba sendo decisiva na tomada de decisões. O que muda é a forma de previsão. Há empresas que programam a produção com base em pedidos firmes, ou seja, em carteira; outras utilizam dados históricos, correndo o risco de estar sempre olhando para o passado. Há ainda aquelas que simulam a demanda usando técnicas de programação linear. Em todos os casos, considerando-se ainda os produtos individualmente ou por famílias, a gestão da demanda interferirá na condução das atividades de programação e controle da produção como referência e ponto de partida para a execução do programa mestre de produção (SLACK *et al.*, 2002).

3.2.2 Planejamento da Capacidade Produtiva: administração dos recursos da produção

A capacidade produtiva herdou seu significado de grandezas físicas no sentido estático de volume. Utilizada por gerentes de produção, teve incorporada a dimensão tempo, adequando-se com o uso dos ativos para refletir a capacidade de processamento. Planejar a capacidade é a atividade de determinar a capacidade física efetiva da operação, de forma que ela possa responder às flutuações da demanda (SLACK *et al.*, 2002).

Um sistema produtivo com capacidade infinita de resposta está fora da realidade das empresas de hoje; com isso, restrições de capacidade sempre serão inerentes ao processo de fabricação. Com base na existência de restrições, o planejamento necessita adequar a necessidade de produzir com as restrições do sistema produtivo. Enquanto alguns setores podem trabalhar

abaixo de sua capacidade e por conta disso, são capazes de responder individualmente a um aumento da necessidade, outros podem estar com a sua capacidade máxima toda comprometida.

O planejamento e controle da capacidade atende a objetivos específicos e aos aspectos de desempenho:

- Alto custo unitário, quando os níveis de capacidade são maiores que a demanda.
- Sem perdas de receita, se a capacidade é igual ou superior à demanda.
- Capital de giro afetado, se a produção de bens acabados antecipar-se à demanda gerando custo de manutenção de estoque.
- Qualidade afetada, se o planejamento de capacidade contratar colaboradores temporários, teoricamente menos experientes, apenas para atender a demanda sazonal.
- Velocidade de resposta, pela provisão deliberada de capacidade excedente (SLACK *et al.*, 2002).

A capacidade efetiva de um sistema pode ser medida pela operação que represente o gargalo, isso, de acordo com a tecnologia de produção otimizada. Segundo esse critério, o planejamento e o controle da produção orientam-se com base nesses gargalos, tratando-os como produtivos que operam no seu regime máximo. O princípio básico dessa premissa busca balancear o fluxo e não a capacidade. Dessa forma a utilização de determinado recurso não depende exclusivamente de sua disponibilidade, mas de outra restrição qualquer como, por exemplo, um gargalo (GOULART, 2000).

A viabilidade do plano mestre de produção em relação à capacidade produtiva depende do cálculo de carga de ocupação em cada etapa do processo (DIRENE, 2003).

3.2.3 Plano Mestre de Produção – MPS

Alimentado pela gestão da demanda, focada na carteira de pedidos e na previsão de vendas, o programa-mestre de produção (MPS – *Master Production Schedule*) é considerado como a principal etapa do planejamento e controle da produção em algumas empresas de manufatura. A partir dele, MPS, o planejamento das necessidades de materiais recebe sua principal entrada de informações como se fosse uma declaração da quantidade, dentro do horizonte de planejamento e do momento em que os produtos devem estar disponíveis.

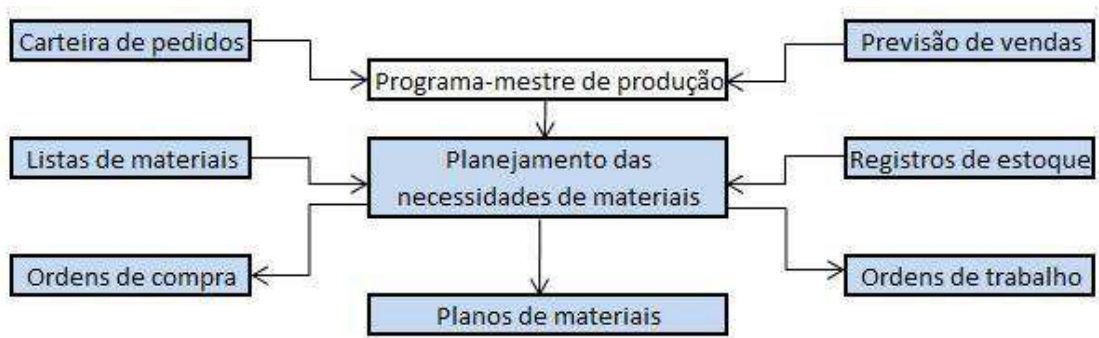


Figura 02: Programa-mestre de Produção no MRP (Adaptado de Slack *et al.*, 2002)

Em relação às origens de informações é imprescindível considerar todas as relações de demanda. Caso contrário corre-se o risco de construir-se todo um planejamento com informações incompletas. Imagine-se, por exemplo, que uma empresa do mesmo grupo requisite determinado produto para uma feira sem um prévio planejamento. Se o produto não faltar na fábrica, é razoável supor que havia excesso em estoque que não deveria existir. Levando-se em conta que o evento mencionado acima deve ocorrer, o sistema de planejamento e controle deve considerá-lo (SLACK *et al.*, 2002).

Em uma visão um pouco mais ampla, a figura 03 ilustra um conjunto maior da relação dos dados de entrada, com o programa-mestre de produção.

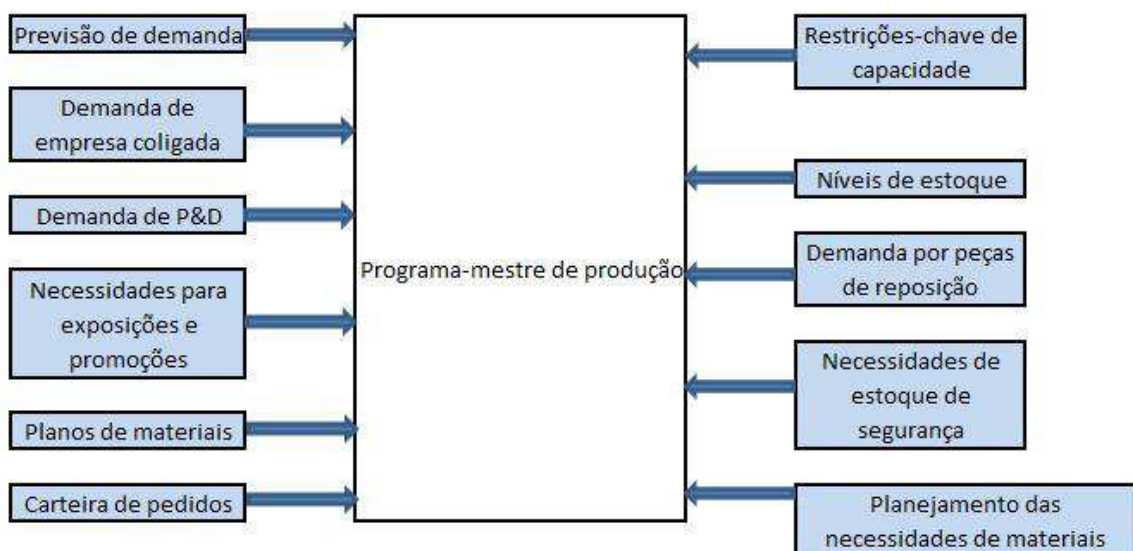


Figura 03: Dados de entrada do Programa-mestre de Produção (Adaptado de Slack *et al.*, 2002)

Normalmente, solicitações de última hora representam grandes transtornos dentro do PCP. Considerando os registros utilizados no MPS com suas respectivas escalas de tempo, pode-se perfeitamente entender como demandantes de última hora afetam o planejamento. Na figura 04, as atividades 02 e 03 são precedidas pelas atividades 01 e 02 respectivamente. Supondo que o atendimento de uma demanda não prevista elevasse o tempo da atividade 02, preparação das instruções, de 03 para 04 semanas, o prazo final anteriormente previsto para a semana 08 seria postergado para a semana 09.

				Semanas										
Atividade		Tempo	Início	Fim	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Detalhamento de Projeto	2	1	2										
2	Preparação de Instruções	4	3	6										
3	Corte de Chapas	3	7	9										

LEGENDA:

	Tarefa em Execução
	Encerramento da Tarefa

Figura 04: Exemplo de atividade planejada (elaborado para exemplo)

Esse exemplo simples permite observar que se o MPS acompanhar a demanda, como se vê aqui, gerará utilização de recursos nem sempre desejáveis, nesse caso, o tempo adicional gasto para atividade 02 (SLACK *et al.*, 2002).

3.2.4 MRP Planejamento de Necessidades Materiais

Em sua origem por volta dos anos 1960, as letras MRP *Materials Requirements Planning* (planejamento das necessidades de materiais), surgiram para permitir às empresas saber quanto de cada material seria necessário para produzir um determinado item em determinado momento. A ordenação dentro do MRP leva em conta os pedidos em carteira bem como as previsões com base na expectativa de demanda. Esse conceito é simples de ser entendido. O desdobramento das atividades dentro do PCP não pode prescindir da consideração da necessidade de matéria prima para a produção de itens, se esses têm uma condição de fornecimento no tempo, acordada com os clientes (SLACK *et al.*, 2002).

Apesar da simplicidade do conceito de planejamento das necessidades materiais, o mesmo não possui simples execução. Inicialmente realizado de forma manual, o planejamento passou

a contar com programas de computadores para o processamento em um grau de complexidade mais elevado. Se forem conhecidos todos os componentes necessários para compor um produto e os respectivos tempos de obtenção, é possível estabelecer as necessidades de matéria prima, em determinado momento, com base na demanda futura. Observa-se na figura 05 que o cálculo das necessidades líquidas de materiais segue ordenamento do plano mestre de produção, das necessidades brutas advindas das listas de materiais e das informações oriundas do controle de estoque (itens em estoque e estoques em processos) (GOULART, 2000).



Figura 05: Planejamento das necessidades de materiais (Adaptado de Slack *et al.*, 2002)

O planejamento de necessidade de materiais e recursos de manufatura surge da iniciativa de identificar os itens a serem produzidos, a quantidade necessária dos mesmos e as datas em que os mesmos devem estar disponíveis dentro dos processos produtivos, para que não haja falta ou excesso de nenhum deles, no suprimento das necessidades dadas pela produção do referido produto (CORRÊA E GIANESI *et al.*, 2007).

Segundo Bertaglia (2003), o MRP é um sistema de informação baseado em computador. Sua utilização foi amplamente difundida na década de 1970, quando o mesmo foi utilizado com maior foco industrial. Davis *et al.* (2001) pontua que devido ao grande volume de materiais, suprimentos e componentes assim como velocidade e flexibilidade exigida de seus processos produtivos, as empresas necessitam que estes sistemas computacionais possuam recursos que atendam a esta realidade. Como consequência desta realidade o MRP agregou posteriormente outras funções, como as simulações do plano de produção, administrações de estoques nos armazéns e a introdução de ordens de produção para produtos intermediários.

Ao longo do tempo houve uma evolução do conceito de planejamento das necessidades de materiais integrando outras áreas da empresa. O MRP passou a ser reconhecido como *Manufacturing Resource Planning* ou MRP II. Nessa versão mais ampla o MRP II permite avaliar as necessidades de materiais e o efeito da influência de futuras demandas nas áreas financeira de engenharia, mudando sua visão para um plano mais global dentro da organização. (SLACK *et al.*, 2002).

3.2.5 Programação e Seqüenciamento da Produção

Em um contexto organizacional, a determinação do momento oportuno para a utilização de determinados recursos é conhecida como programação. A programação está relacionada com o nível de utilização dos equipamentos, das instalações e da mão-de-obra (atividades humanas). Dentro da hierarquia das tomadas de decisão, a programação se encontra no último estágio do processo de transformação, pois muitas decisões acerca do projeto e da operação do sistema têm que ser feitas prioritariamente. Portanto, as decisões de programação precisam ser tomadas conforme as restrições estabelecidas por muitas outras decisões, o que as torna muito limitadas, tanto em escopo, como em lateralidade. “*A programação envolve a alocação de cargas de trabalho a centros de produção específicos, e a determinação do seqüenciamento de execução das operações*” (STEVENSON, 2001, p.550).

“Geralmente, através da programação, busca-se obter um equilíbrio entre os custos e benefícios associados a metas conflitantes – de um lado, procura-se utilizar eficientemente o quadro de pessoal, o equipamento e as instalações, e, de outro, busca-se diminuir ao mínimo o tempo de espera do cliente, o estoque e o tempo de processamento” (STEVENSON, 2001, p.550).

O carregamento finito considera a alocação de trabalho no posto, até um limite determinado, enquanto o carregamento infinito desconsidera um limite para aceitação do trabalho, ao invés disso, tenta ajustar-se e corresponder a ele. Em qualquer uma das abordagens conhecidas, carregamento finito ou infinito, quando algum serviço precisa ser executado é necessário estabelecer uma seqüência para as tarefas. A prioridade atribuída às tarefas depende de um conjunto de regras de caráter restritivo (SLACK *et al.*, 2002), conforme abaixo:

Restrições físicas: As restrições físicas referem-se às exigências dos produtos em relação às suas condições físicas ou às condições operacionais dos equipamentos que as processam.

Imaginando por exemplo o tempo de *setup* de um equipamento, é interessante programar grupos de componentes que possam compartilhar de mesmo *setup*. Trabalhos subsequentes, por exemplo, influenciam na programação das atividades. (CORREA E GIANESI *et al.*, 2007)

Prioridade ao cliente: Circunstancialmente alguns clientes acabam gozando de determinados privilégios no ordenamento das atividades. Quer seja pelo volume financeiro envolvido com as atividades contratadas, ou pela importância estratégica desse cliente em um conglomerado de empresas. (SLACK *et al.*, 2002)

Data prometida: Programar a produção pela data prometida resulta produzir conforme seja a seqüência de entrada dos pedidos (SLACK *et al.*, 2002). Os processos de tomada de decisões no PCP, envolvendo os critérios de seqüenciamento, levam em conta a seqüência exigida pela atividade, a requisição de recursos, a designação de tarefas e a coleta de dados para controle (GOULART, 2000). Uma coleta de dados consistente e criteriosa, feita no chão de fábrica, facilita o trabalho da programação da produção, enquanto a capacidade de visualizar o *status* das operações possibilita reprogramar em curto prazo para atender a distúrbios na cadeia de produção. Uma empresa que busque atingir a máxima capacidade de produção não pode prescindir de um detalhado seqüenciamento das tarefas (JUNQUEIRA, 2003).

Segundo Stevenson (2001), as tarefas da programação dependem, principalmente, do volume de *output* gerado pelo sistema. Existem modelos que consideram desde sistemas de alto volume até sistemas de baixo volume, conforme abaixo:

3.2.5.1 Programação para Sistemas de Alto Volume

Os sistemas de alto volume, também conhecidos como sistemas de fluxo contínuo, são aqueles que possuem processos padronizados que realizam operações muito semelhantes nos produtos enquanto os mesmos transitam pelo sistema. Nesses sistemas, o objetivo da programação é a busca por uma taxa uniforme para o fluxo de materiais ou clientes que se movimentam pelo sistema, a fim de obter um alto índice de utilização dos equipamentos e das atividades humanas (mão-de-obra). Como exemplos de produtos gerados em sistemas de alto volume, Stevenson (2001, p.552) cita “*automóveis, computadores pessoais, rádios e aparelhos de televisão, equipamento de som, brinquedos e eletrodomésticos*”. Devido à

natureza repetitiva deste sistema, grande parte das decisões é tomada durante o projeto do processo produtivo, já que os tempos, o fluxo de trabalho e as suas operações são pré-definidos e padronizados para todo o *mix* de produtos. Estes fatores facilitam a programação no que diz respeito à, principalmente, a emissão de prazos para atendimento dos pedidos.

3.2.5.2 Programação para Sistemas de Volume Intermediário

Os sistemas de volume intermediário oscilam entre os sistemas de alto e baixo volume, porém, seus *outputs* normalmente são padronizados como nos sistemas de fluxo contínuo. Neste tipo de sistema de produção, os produtos são produzidos com o objetivo de gerar estoques, pois o volume de *outputs* não é suficientemente elevado para justificar uma produção contínua. A geração de estoques torna o processo mais econômico devido ao aproveitamento dos tempos de *setup*. Nesses sistemas, as três questões principais são o tamanho do lote de produção, o *timing* das tarefas, e sua sequência de processamento (STEVENSON, 2001).

3.2.5.3 Programação para Sistemas de Baixo Volume

Os sistemas de baixo volume, também conhecidos como *job shops*, são aqueles responsáveis pela fabricação de produtos sob encomenda. Suas características são consideravelmente diferentes das que estão presentes nos sistemas de alto volume e de volume intermediário. Os pedidos geralmente diferem bastante em termo de requisitos de processamento, materiais necessários, tempo de processamento, seqüenciamento e tempo de *setup*. Devido a essas características, a programação para um sistema de baixo volume é geralmente bastante complexa, impossibilitando a definição de uma programação firme antes do recebimento efetivo dos pedidos. “Para os responsáveis pela programação, o processamento *job shop* suscita dois temas básicos: como distribuir a carga de trabalho entre os centros de produção e qual a seqüência de processamento do trabalho que se deverá utilizar” (STEVENSON, 2001, p.552).

Após análise de diversos autores como Correa e Gianesi *et al.* (2007), Stevenson (2001) e Slack *et al.* (2002), pode-se definir que a programação pode auxiliar ou prejudicar a estratégia organizacional. Quando a programação é realizada de forma eficaz, os recursos são melhor aproveitados e os produtos são fabricados e fornecidos pontualmente, permitindo um melhor

atendimento aos clientes. “A implicação disso é clara: a gerência não deve atribuir uma importância secundária ao importante papel da programação para o êxito da organização” (STEVENSON, 2001, p.550); quando bem elaborada, a programação oferece um diferencial competitivo em relação ao mercado.

3.2.6 Controle da Produção

As atividades oriundas do plano de operações precisam ser monitoradas para que se certifique que estão sendo executadas e produzindo os resultados conforme planejado. Em um sistema de manufatura o controle das atividades no chão de fábrica é essencial, considerando-se, pois a produção como um ambiente-laboratório de teste do planejamento. O monitoramento das atividades visa encontrar eventuais desvios impactantes no sistema e disparar a ações corretivas por algum tipo de intervenção na operação. Normalmente essa intervenção exigirá um re-planejamento (JUNQUEIRA, 2003). A figura 06 resume o que seria um exemplo simples de controle. A operação entre a entrada e saída, conta com pontos de monitoria re-planejamento e intervenção, objetivando realinhar o processo com os resultados pretendidos.

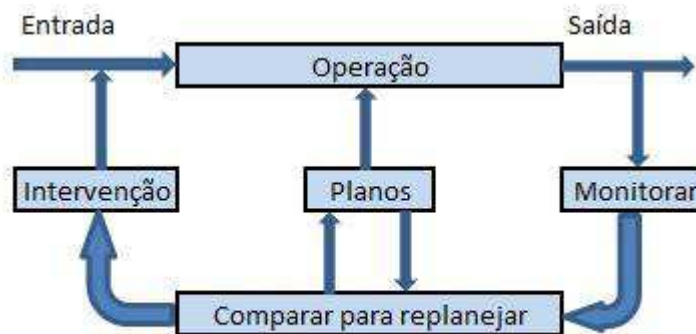


Figura 06: Modelo de um exemplo simples de controle (Adaptado de Slack *et al.*, 2002)

Um elemento de controle é entendido como uma intervenção na atividade da operação. Sua importância pode ser reconhecida ao se analisar, por exemplo, um sistema de gestão integrada, cujo desenvolvimento deu-se a partir da necessidade de controlar-se a produção após as etapas planejamento e programação das atividades (LAURINDO *et al.*, 2000).

É importante entender como a intervenção mencionada acima ocorre. Há sinais de intervenção que empurram o trabalho e outros que puxam o trabalho. Sistemas de trabalho baseados no planejamento empurrado operam com instruções centrais e em linha. Um estágio executa sua atividade e envia para a próxima etapa, sem se preocupar com a capacidade da etapa sucessora em absorver a entrada. Esse sistema normalmente apresenta problemas de estoques de produtos em operação, o que não significa dizer que não ajam outras causas que justifiquem a existência dos estoques mencionados (SLACK *et al.*, 2002). Em sistemas de trabalho baseados no planejamento puxado o compasso é determinado pela estação de trabalho do sucessor que *puxa* o trabalho do antecessor atuando como um gatilho.

Os dois sistemas estão sujeitos a formação de estoques, entretanto, vê-se na figura 07 que no sistema puxado a probabilidade disso ocorrer é menor. Esse fato justifica a sua melhor adaptabilidade nos sistemas de *Just in time*, cuja filosofia procura produzir o necessário e na hora certa para evitar estoques desnecessários.

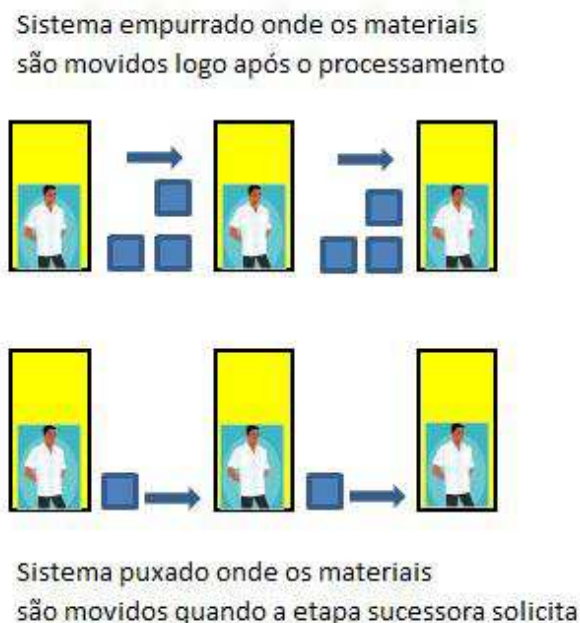


Figura 07: Exemplo dos sistemas empurrado e puxado (Adaptado de Slack *et al.*, 2002)

Há casos onde o controle da produção no chão de fábrica conta com uma equipe de acompanhamento e coleta de dados. As informações são utilizadas para confrontar o que foi planejado com o efetivamente executado (MARTINS, 2008). O sistema *manufacturing resources planning* (MRP II) a priori é capaz de monitorar todo o processo através de um sistema de planejamento e controle da produção totalmente informatizado (LAURINDO *et al.*, 2000).

O justo equilíbrio entre o planejamento e controle pode sofrer alterações ao longo do tempo. Enquanto o planejamento opera em um espaço de tempo maior o controle atua dentro de limitações dos recursos operacionais. Fatores como, por exemplo, a incerteza da demanda afeta o equilíbrio entre o planejamento e controle. Quanto maior for a incerteza em relação à demanda mais difícil será planejar e controlar (SLACK *et al.*, 2002).

Hoje, com o advento e disponibilidade das tecnologias, o PCP conta com inúmeros aplicativos computacionais facilitadores do trabalho. Estes integram as informações industriais enquanto buscam assegurar a exatidão das operações de manufatura (MARTINS, 2008).

Filosofia JIT – Just in time

O JIT, *Just in time*, é um sistema de administração da produção considerado puro. Contudo o JIT, de acordo com Correa e Giansesi *et al.* (2007), vai muito além disso, por se tratar não somente de uma técnica ou conjunto de técnicas de administração da produção, mas de uma completa “filosofia” de trabalho. Essa filosofia inclui aspectos ligados à administração de materiais, gestão da qualidade, arranjo físico, projeto de produto, organização do trabalho e gestão de pessoas.

Corrêa e Giansesi *et al.* (2007) classificam os problemas da produção em três grandes grupos a seguir:

- Problemas de qualidade;
- Problemas de máquina;
- Problemas de preparação de máquina.

Na visão de Vidossich (1999), *Just in Time* é uma expressão inglesa que significa “no momento preciso, no momento exato”, correspondendo ao processo de fabricação dos produtos na qualidade adequada, na quantidade certa, no momento oportuno e com o menor custo possível. Não se pode pensar em produzir na quantidade certa e no momento exato sem um “planejamento e controle da produção” adequado e alinhado com esses objetivos. As atividades de controle da produção devem ainda buscar alinhamento com um dos princípios do JIT que é a melhoria contínua e o controle do processo.

O objetivo de reduzir estoques na filosofia JIT é justamente tornar esses problemas visíveis, para então solucioná-los. Explicitações dessa ordem exigem um controle sistemático da produção, ressaltando que com os estoques altos não se consegue ver a real proporção dos problemas, o que não quer dizer que eles não existem. É como um *iceberg* onde somente vemos uma parte do problema. Contudo os estoques funcionam como amortecedor da produção enquanto os problemas existem.

No entendimento de muitos a filosofia JIT nada mais é que um sistema de manufatura, cujo objetivo principal é otimizar os processos e procedimentos, pela redução dos desperdícios, como estoques altos, quebras, dentre outros, sempre de forma contínua (Kaizen). Pozo (2004) entende o JIT como uma filosofia que se aplicada adequadamente pode reduzir ou eliminar desperdícios que acontecem nas compras, durante o processo produtivo, na logística e nas atividades de apoio. O sucesso na utilização eficiente da filosofia JIT passará necessariamente por ações de controle da produção, entre outras.

3.3 Gestão de Estoques e Logística da Produção

Segundo Ballou (2007), devido à atual fase de competitividade global, as empresas buscam constantes melhorias, objetivando garantir o seu espaço no mercado. Numa época em que os consumidores estão cada vez mais exigentes e as empresas procuram atender as necessidades dos mesmos, se faz necessária uma eficiente área de logística.

Estoques existem por ser impossível conhecer a demanda futura dos consumidores. Eles são eficientes para garantir a disponibilidade das mercadorias no momento em que elas são requisitadas. De acordo com Ballou (2007), podem ocorrer dois tipos de custos de falta:

- Custos de atrasos: quando o cliente solicita o produto e não há estoque do mesmo e o cliente decide atrasar a sua compra até a reposição do estoque.
- Custos de vendas perdidas: quando o produto solicitado pelo cliente está em falta e ele cancela o pedido, comprando em outro lugar.

A Gestão de Estoque, segundo Ching (2001), inclui a função de comprar, de acompanhar os estoques e de planejar a distribuição física.

Para Ching (2001), planejar os níveis de estoque com eficiência, a empresa deve desempenhar as seguintes funções: cálculo do estoque mínimo, cálculo do estoque de suprimento cálculo do estoque máximo, receber o material do fornecedor, identificar e armazenar o material, conservar o material em condições adequadas e manter a organização do almoxarifado

Tipos de estoques e suas funções

Existem vários tipos de estoques mantidos em um ou vários almoxarifados como: estoque de matéria prima; estoque de materiais em processamento ou estoque em trânsito – inclui materiais entre uma operação e a seguinte; estoque de materiais semi-acabados – materiais estocados após algumas operações em que poderão ser transformados em um ou mais produtos; estoque de materiais acabados – peças isoladas de reposição e semi-montadas; estoque de produtos acabados – produto pronto (BALLOU, 2007).

Robenson *et al.* (1994) classifica os estoques conforme a tabela 01:

MOTIVO DO ESTOQUE	TIPO DE ESTOQUE
Incertezas	Estoque de Segurança
Produção/ Transporte em lotes	Estoque de Ciclo
Tempo de transporte	Estoque em Trânsito
Tempo de processamento	Estoque em Processo
Sazonalidade	Estoque Sazonal
Variação da taxa de atividade	Estoque de Antecipação
Outros	Estoque Especulativo

Tabela 01: Tipos de estoque (Adaptado de ROBENSON *et al.*, 1994)

3.4 Influências da natureza do produto no PCP

3.4.1 Definição de Bens de Capital e Produtos Customizados

O conceito de **Bens de capital** se dá por bens que promovem o desenvolvimento de riqueza através da produção de outros bens, não se desgastando por completo durante este processo.

Um exemplo de “bem de capital” é um centro de usinagem CNC que proporciona a fabricação de peças diversas, não sendo desgastado completamente neste processo de fabricação.

A palavra **Customização** é empregada no sentido de personalização, adaptação. Trata-se de um elemento de competitividade em resposta às solicitações do mercado. Dessa forma, customizar é adaptar algo de acordo com o gosto ou necessidade de alguém. A customização pode ser entendida como sendo adequação ao gosto do cliente. De fato, essa palavra, não encontrada nos dicionários, é um neologismo originado da palavra inglesa *Customize* (personalizar para o usuário). A personalização em sentido restrito significa oferecer ao cliente um produto que atenda a necessidades específicas. Apesar de características gerais estarem presentes nos produtos, existe uma faixa de ajuste a determinados requisitos demandados pelos clientes, cujo atendimento exige flexibilidade, tecnologias e mão de obra especializada (MEREDITH *et al.*, 2002)

3.4.2 O impacto da natureza do produto nas atividades do PCP

Uma análise da figura 08 permite compreender como a natureza de um produto customizado, ou seja, adaptado às preferências do cliente, impacta a atividade de PCP no que se refere ao **planejamento das necessidades de materiais**.

A gestão da carteira de pedidos juntamente com a previsão de vendas, é definida como gerenciamento de demanda e entrada para o programa-mestre de produção. Esse por sua vez, juntamente com as listas de matérias e registros de estoques, alimenta o **planejamento das necessidades de materiais**. Quaisquer adaptações ou desenvolvimento customizado vão gerar suas próprias necessidades de materiais e seu respectivo planejamento dentro das atividades do PCP (SLACK *et al.*, 2002).



Figura 08: Principal etapa do planejamento influenciada pela customização
(Adaptado de Slack *et al.*, 2002)

4. CASO PRÁTICO

4.1 A Indústria Mecânica X

Iniciada no final da década de 1970, a partir de um empreendimento familiar focado em reformas de equipamentos para mineração, a Indústria Mecânica X deixou de ser apenas uma “oficina” e se transformou em um forte nome no mercado atual, fornecendo equipamentos e instalações para beneficiamento de minério. Com uma área de 60.000 m² de extensão, sendo 20.000 m² de parque industrial instalado, a empresa conta com aproximadamente 238 colaboradores, sendo classificada como segmento de médio porte. A figura 09 apresenta o parque industrial da Indústria Mecânica X.



Figura 09: Parque Industrial da Indústria Mecânica X (Fonte: web site da empresa, 2012)

As atividades da Indústria Mecânica X são voltadas para a produção de equipamentos e instalações de todos os portes, que atendem aos ramos de mineração, pedreira, siderurgia, cimenteiras e outros. Visando a maximização dos potenciais produtivos, a empresa apresenta uma estrutura flexível às necessidades de seus clientes, oferecendo soluções que vão desde o projeto até a montagem do produto solicitado. Como principais clientes da Indústria Mecânica X, podem ser citadas grandes organizações tais como: Vale, MMX, CSN, TCL, Holcim, ICAL, AngloGold Ashanti e outras.

4.2 Contextualização do problema

A principal vantagem competitiva da Indústria Mecânica X no mercado é a disponibilidade de customizar os equipamentos de sua linha para atender às necessidades específicas de seus clientes. Em contrapartida, os prazos de entrega acordados raramente são cumpridos e, além disso, as devidas informações de capacidade fabril não são repassadas de forma adequada para que o departamento comercial possa fazer negociações seguras com seus clientes. As dificuldades que a Indústria Mecânica X possui em atender os prazos acordados com os clientes estão ligadas ao planejamento inadequado do processo envolvendo produtos customizados, sendo a afirmação evidenciada pelos próprios atrasos e pela falta de critérios para a avaliação dos prazos de atendimento dos pedidos.

Considerando um histórico do sistema ERP de Abril/2012 à Outubro/2012, a figura 10 ilustra o grande problema da Indústria Mecânica X com o cumprimento dos prazos. Enquanto cerca de 40% dos pedidos fechados (faturados) foram entregues ao cliente com atraso, apenas 13,77% foi fechado dentro do prazo acordado. Além disso, pode-se observar pelos pedidos em aberto que a situação se mantém, já que grande parte destes já se encontra em atraso.

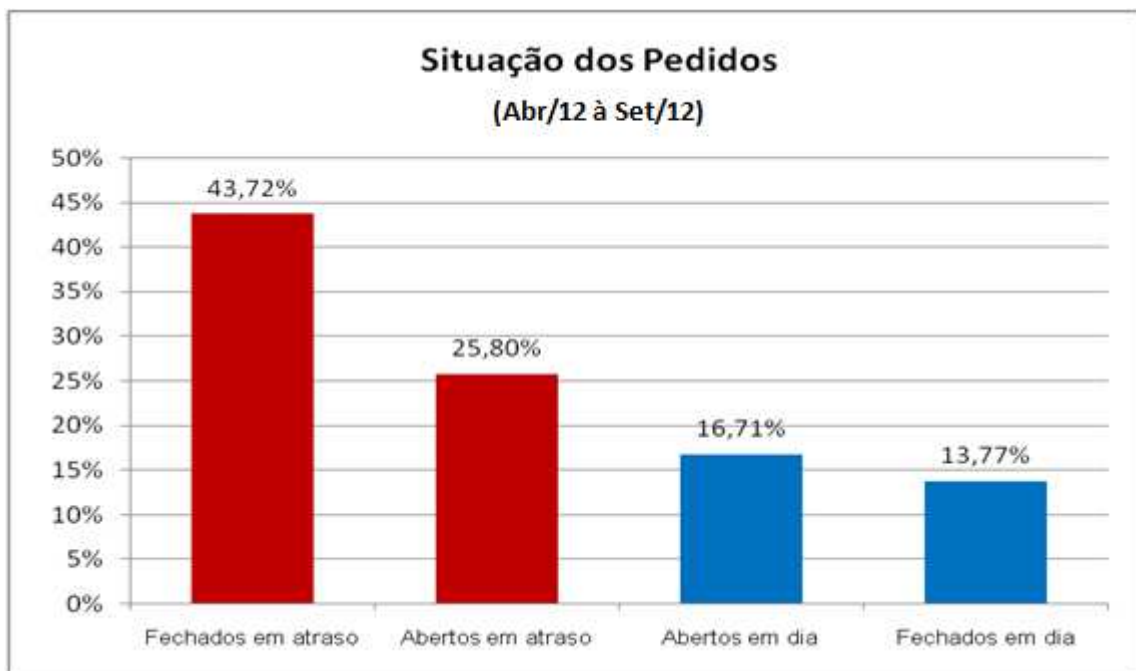


Figura 10: "Situação dos Pedidos" da Indústria Mecânica X (dados coletados a partir do sistema ERP da empresa: Abr/12 à Set./12)

Observa-se que os prazos passados ao departamento comercial pelo PCP, não estão de acordo com a realidade fabril. Os produtos customizados não possuem tempos de execução padronizados, tornando difícil uma análise dos tempos de fabricação e até mesmo do seqüenciamento da produção. A Indústria Mecânica X possui características de um sistema de produção de baixo volume (produção sob encomenda), tornando complexas as atividades que devem ser desenvolvidas pelo PCP. Além disso, apesar de ser considerado uma ferramenta fundamental para a sobrevivência e competitividade das empresas no mercado, o PCP da Indústria Mecânica X foi criado há apenas dois anos e ainda não está bem estruturado. Um estudo sobre as famílias e a demanda dos produtos da empresa, ajudará a identificar a participação dos produtos customizados nas vendas da Indústria Mecânica X.

4.3 Análise das Famílias de produtos

A linha de produtos da Indústria Mecânica X é composta por oitenta produtos considerados plataforma, que foram agrupados, devido às diversas características de fabricação em comum, em onze famílias para facilitar as análises de engenharia e projeto. Com base nestas onze famílias, a tabela 03 apresenta, destacando os itens 08 e 09, os principais produtos inseridos por família e o seu respectivo grau de customização, cujo significado será detalhado posteriormente. Esta tabela foi adaptada a partir de informações contidas nos documentos dos departamentos de engenharia e projeto da Indústria Mecânica X, sendo utilizada para identificação das famílias com maior grau de customização da empresa.

Nº	FAMÍLIA	PRODUTOS	GRAU DE CUSTOMIZAÇÃO
01	ALIMENTADOR VIBRATÓRIO	ALIMENTADORES VIBRATÓRIOS ALIMENTADORES SUSPENSOS	BAIXO
02	PENEIRA VIBRATÓRIA	PENEIRAS VIBRATÓRIAS CLASSIFICATÓRIAS PENEIRAS VIBRATÓRIAS DESAGUADORAS PENEIRAS HORIZONTAIS	BAIXO
03	SEPARADOR MAGNÉTICO	SEPARADORES MAGNÉTICOS	BAIXO

04	TAMBOR LAVADOR	TAMBORES LAVADORES	BAIXO
05	CALHA VIBRATÓRIA	CALHAS VIBRATÓRIAS	BAIXO
06	GRELHA VIBRATÓRIA	GRELHAS VIBRATÓRIAS	BAIXO
07	CLASSIFICADOR HELICOIDAL	CLASSIFICADORES HELICOIDAIS	BAIXO
08	TRANSPORTADOR DE CORREIA	TRANSPORTADORES DE CORREIAS	ALTO
09	ESTRUTURAS METALICAS	ESTRUTURAS METALICAS EM GERAL BICAS DE DESCARGA SILOS DE DESCARGA	ALTO
10	ACABADOS (PEÇAS DE REPOSIÇÃO)	PEÇAS ACABADAS PARA A MONTAGEM DO PRODUTO FINAL	BAIXO
11	SEMI- ACABADOS (PEÇAS DE REPOSIÇÃO)	PEÇAS QUE PERMITEM A MONTAGEM DOS ACABADOS	BAIXO

Tabela 02: Famílias de produtos da Indústria Mecânica X (Tabela desenvolvida a partir de documentos dos departamentos de engenharia e projeto da empresa)

O grau de customização utilizado para classificar as famílias de produtos, conforme tabela 03, foi gerado a partir de um cálculo desenvolvido pelo departamento de engenharia da Indústria Mecânica X, conhecido como Índice de Customização (IC). O IC é caracterizado por uma fórmula que consiste na divisão do peso (kg) das modificações feitas no projeto conceitual e o peso total do item em questão (kg). Em tese, quando estes dois valores são divididos, encontra-se uma variável que corresponde à quantidade do projeto que será customizada. Para tornar o cálculo mais preciso, a engenharia desenvolveu junto ao projeto uma tabela com fatores de correção, que são multiplicados à fórmula inicial. O valor encontrado demonstra o quanto o produto é customizado. A tabela 03 exibe os fatores de correção utilizados para determinar o índice de customização.

FÓRMULA 01:
$$IC = \frac{P1}{P2} \times \text{Fator Correção}$$

Onde:

IC = Índice de Customização

P1 = Peso das Modificações feitas no projeto conceitual (kg)

P2 = Peso total do item em questão (kg)

Fator de Correção = Valor tabelado

FATORES DE CORREÇÃO PARA CUSTOMIZAÇÃO DO PRODUTO	
SITUAÇÕES	FATOR
Modificações nas dimensões de eixos de equipamentos vibratórios	2
Modificação em estruturas acima de 12.000 Kg	1,5
Modificações em eixos classificadores helicoidais	3,5
Modificações nas cabeceiras de acionamento e retorno para transportadores de correia acima de 20 metros de comprimento	5
Modificações da inclinação dos equipamentos vibratórios	3,5

Tabela 03: Fatores de correção para definição do grau de customização do produto (tabela simplificada de tabelas utilizadas pelos departamentos de engenharia e projeto)

Após aplicação das especificações do produto na fórmula do índice de customização (IC), a análise do valor encontrado é realizada conforme abaixo:

Para o $IC \leq 0,5$, o grau de customização do produto é **BAIXO**, ou seja, o produto pede nenhuma ou poucas alterações de projeto. Neste caso, todos os processos da organização se tornam mais fáceis, já que dados históricos acerca do produto ou de algo muito próximo a ele podem ser utilizados como referência.

Para o $IC > 0,5$, o grau de customização do produto é **ALTO**, sendo que o mesmo aumenta conforme o índice encontrado. Neste caso, maiores tempos de projeto e engenharia são

necessários para iniciar o processo de fabricação e os tempos de produção não são vistos claramente.

Como pode-se ver na tabela 03, as duas famílias de produtos que possuem maior grau de customização são os Transportadores de Correia e as Estruturas Metálicas e, por este motivo, serão o foco do nosso trabalho.

4.3.1 Levantamento da demanda por famílias de produtos

O levantamento da demanda de cada uma das famílias de produtos se faz importante para análise da influência da customização no PCP da Indústria Mecânica X. Com base em um histórico de três anos (Jun/09 à Jun/12), retirado de relatórios do departamento comercial, a figura 11 ilustra a porcentagem que cada família ocupa na demanda total de produtos da indústria Mecânica X.

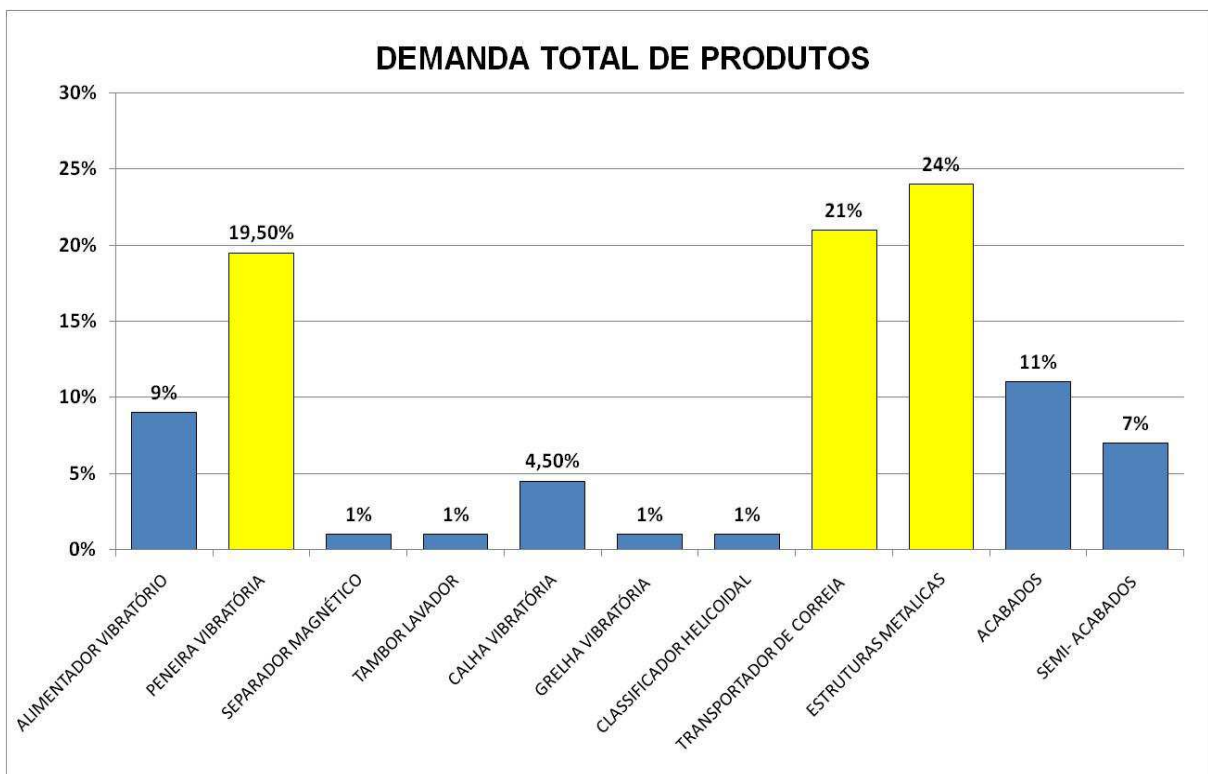


Figura 11: Demanda total de produtos da Indústria Mecânica X (Retirado dos relatórios da gerência comercial - 06/2009 à 06/2012)

O gráfico ilustrado na figura 11 mostra que três famílias (destacadas em amarelo) são responsáveis por mais de 60% da demanda total da Indústria Mecânica X, dentre elas, as duas

famílias com alto grau de customização representam as duas maiores demandas, com 21% e 24% respectivamente. Com isso, verifica-se que os transportadores de correia e as estruturas metálicas, os produtos mais customizados da empresa, têm participação significativa na carteira de pedidos da Indústria Mecânica X. Através dos estudos destas duas famílias serão apresentadas melhorias para o processo de PCP da Indústria Mecânica X.

4.3.2 Estudo da estrutura de engenharia das famílias com maior grau de customização

A definição da estrutura dos produtos da Indústria Mecânica X requer um estudo prévio da metodologia utilizada pelo seu departamento de Engenharia. Através do estudo das características dos processos de transformação dentro da empresa, foram desenvolvidas nomenclaturas para a identificação e melhor detalhamento do produto e do seu processo. As subdivisões dos produtos são ordenadas da seguinte forma: produto final, acabados, semi-acabados, preparados e comprados. O objetivo desta hierarquia é montar uma relação de dependência entre os níveis da estrutura, sendo denominada pelo departamento de engenharia como “árvore de produtos”, conforme pode ser observado na figura 12.

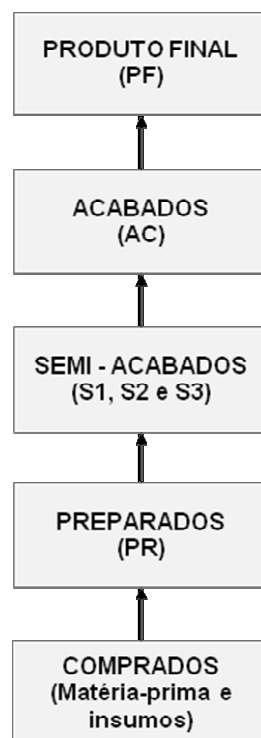


Figura 12: Estrutura genérica de engenharia dos produtos da Indústria Mecânica X (desenvolvida após análise de documentos da empresa)

A análise da árvore de produtos é necessária para o PCP identificar o seqüenciamento da produção e realizar a programação e o acompanhamento do processo de fabricação. Além disso, com a observação dos itens que compõem o produto final, o PCP pode avaliar se o produto tem alguma parte já fabricada anteriormente e efetuar uma busca de dados históricos sobre o mesmo.

Estrutura de Engenharia: Transportadores de Correia

Os transportadores de correia (figura 13) são equipamentos utilizados no transporte de materiais sólidos, podendo apresentar diversas faixas granulométricas e variadas densidades específicas destes materiais. São muito utilizados por apresentar uma boa relação de custo-benefício e uma alta capacidade de transporte, gerando um considerável ganho de produtividade. Por transportar diversos tipos de materiais, estes equipamentos são submetidos a diferentes cargas, apresentando assim uma grande variedade de modelos, componentes, capacidades e comprimentos. Cada transportador de uma instalação deve ser desenvolvido considerando vários fatores, sendo os mesmos específicos do processo ao qual cada um será inserido, o que demonstra a necessidade do seu alto grau de customização.



Figura 13: Transportador de Correia (Fonte: web site da empresa, 2012)

A figura 14 mostra a árvore de produto de um transportador de correia, na qual é possível observar toda a estrutura do produto para se chegar ao produto final.

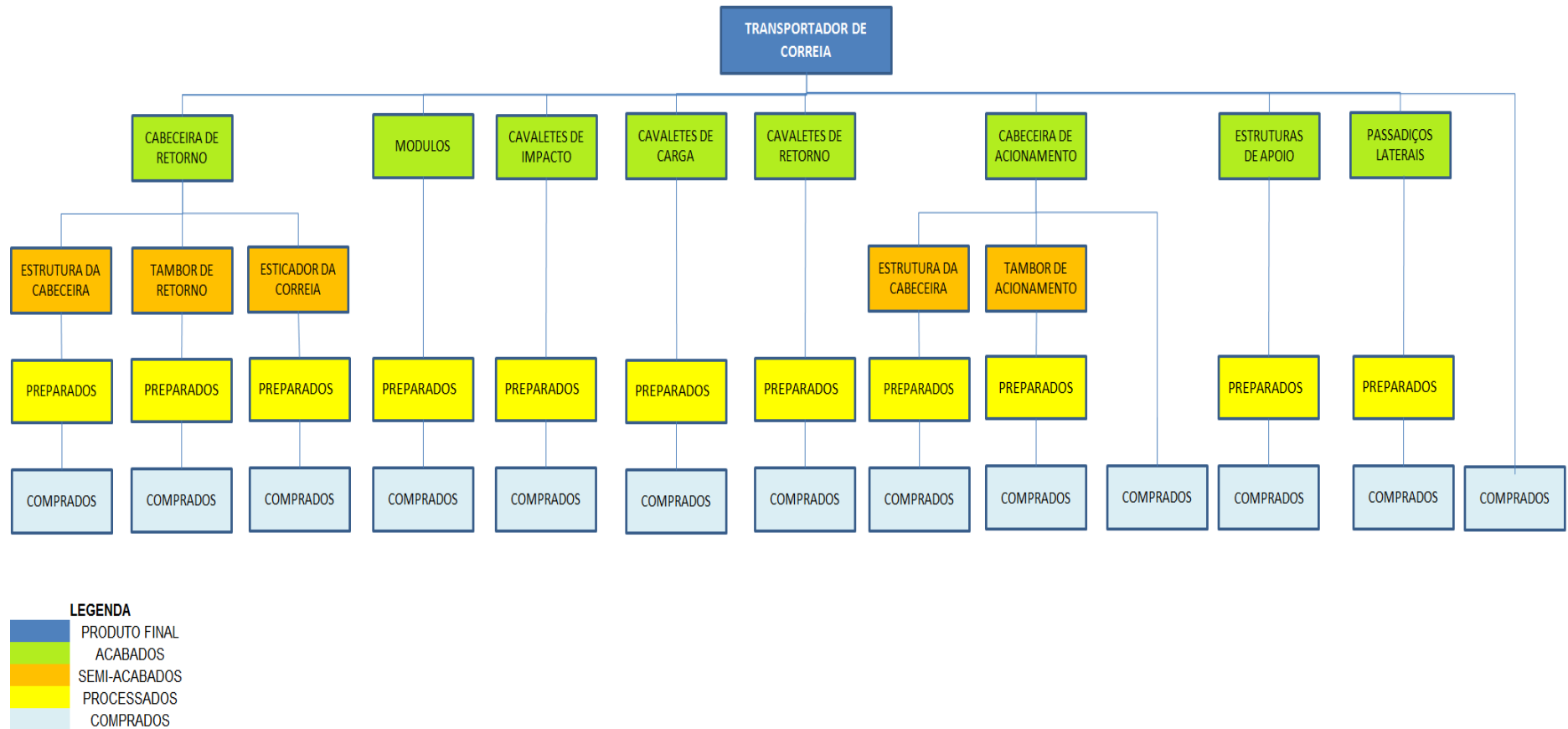


Figura 14: Árvore de Produto: Transportador de Correia (elaborado com base em documentos do departamento de engenharia da Indústria Mecânica X)

Estrutura de Engenharia: Estruturas Metálicas

A família de estruturas metálicas (figura 15) no contexto da Indústria Mecânica X, possui como subgrupos as estruturas de sustentação, bicas e silos de saída de equipamentos e plataformas de manutenção. Estruturas são utilizadas para sustentar equipamentos, variando seu projeto de acordo com a necessidade do processo, variações do relevo e tipo de equipamento que as mesmas sustentam. Bicas e silos de saída são utilizados para guiar o material após a operação do equipamento, podendo variar suas características de acordo com o processo ao qual estão aplicados, ao tipo de material processado e às opções de desvios necessários para o processo. As plataformas de manutenção são projetadas para proporcionar um melhor acesso à operação e manutenção dos equipamentos do processo. Os tipos de plataforma, acessos e demais componentes para as mesmas, variam de acordo com as estruturas de sustentação dos equipamentos, dependendo também do *layout* do processo ao qual estão inseridas.



Figura 15: Estrutura metálica de sustentação (Fonte: web site da empresa, 2012)

A árvore de produtos das estruturas metálicas é demonstrada pela figura 16.



Figura 16: Árvore de Produto: Estrutura de sustentação (elaborado com base em documentos do departamento de engenharia da Indústria Mecânica X)

Com pode-se observar na figura 16, a árvore de produto de uma estrutura de sustentação é mais simples que a árvore de produto do transportador de correia. As estruturas metálicas são compostas, basicamente, por matérias-primas (vigas, cantoneiras e chapas) que são cortadas e dobradas (preparação) passando posteriormente por processos de caldeiraria, solda, acabamento e pintura. O fato deste produto ser customizado se dá pela grande variedade de formas, tamanhos e pesos que as estruturas podem assumir. É quase impossível a venda de duas estruturas iguais, já que suas formas variam conforme a topografia do terreno onde as mesmas serão instaladas.

Os produtos customizados (transportadores de correia e estruturas de sustentação) tornam as análises produtivas complexas para o PCP, pois, além dos produtos variarem seu sequenciamento no processo de fabricação, eles também variam muito os seus tempos de produção.

4.4 Mapeamento do processo de PCP da Indústria Mecânica X

O PCP dentro do contexto de qualquer organização possui participação efetiva, desde a emissão de prazos para fechamento do pedido até o planejamento da expedição dos produtos para os clientes. No caso da Indústria Mecânica X, a participação do PCP se inicia no momento em que o departamento comercial solicita os prazos através de um orçamento. O PCP, de posse do orçamento e da proposta técnica, documento desenvolvido pelo departamento comercial para descrição técnica do pedido, solicita os prazos junto aos

necessidades materiais, que nada mais é que a utilização do MRP. Este processo consiste em uma separação, via sistema, das necessidades de fabricação e de compras. Após a explosão, o sistema automaticamente abate os estoques, solicita compra das matérias-primas e insumos necessários e emite as ordens de produção, figura 18, além das listas de materiais. As listas de materiais são encaminhadas pelo PCP ao almoxarifado para separação e reserva das matérias-primas de estoque e depois retornam ao PCP; neste momento, o PCP entrega a GRD com os desenhos e ordens de produção (OP) para o departamento de produção, iniciando assim o processo de fabricação.

Cod. Produto: S1-009389-000	Descrição: BICA2°DECK-PARTE1	Qtd. Prevista: 1,00000								
Operação Atual: OPR017- SOLDA	Recurso: SOLDA4									
LOTE: 0000000000012-6D1										
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Início Prev.</th> <th>Fim Prev.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>26/03/2009</td> <td>27/03/2009</td> </tr> <tr> <td>00:00</td> <td>00:00</td> </tr> <tr> <td>Tempo Total</td> <td>00:00</td> </tr> </tbody> </table>	Início Prev.	Fim Prev.	26/03/2009	27/03/2009	00:00	00:00	Tempo Total	00:00
Início Prev.	Fim Prev.									
26/03/2009	27/03/2009									
00:00	00:00									
Tempo Total	00:00									
O.P.: 4500000000001	Estagio: 04000020									

Figura 18: Ordem de Produção – OP (Documento gerado pelo sistema ERP da Indústria Mecânica X)

O PCP, a partir do momento que direciona os desenhos e OPs para a produção, perde a participação ativa no processo, pois, além de não utilizar nenhuma ferramenta de acompanhamento da fabricação, não possui métodos para realizar programação da fábrica e direcionar o departamento de produção. A produção acaba definindo de forma empírica as prioridades e a seqüência de fabricação dos pedidos. Durante o processo de fabricação, a produção alimenta o sistema ERP realizando os apontamentos, ou seja, os registros de tempos de produção, em terminais com leitores de código de barra. Após o término da fabricação dos produtos, os mesmos são direcionados para a expedição para serem encaminhados ao cliente.

As figuras 19 e 20 resumem o processo de PCP da Indústria Mecânica X, ressaltando a diferença entre o fluxo de pedidos com itens não-customizados e de pedidos com itens customizados.

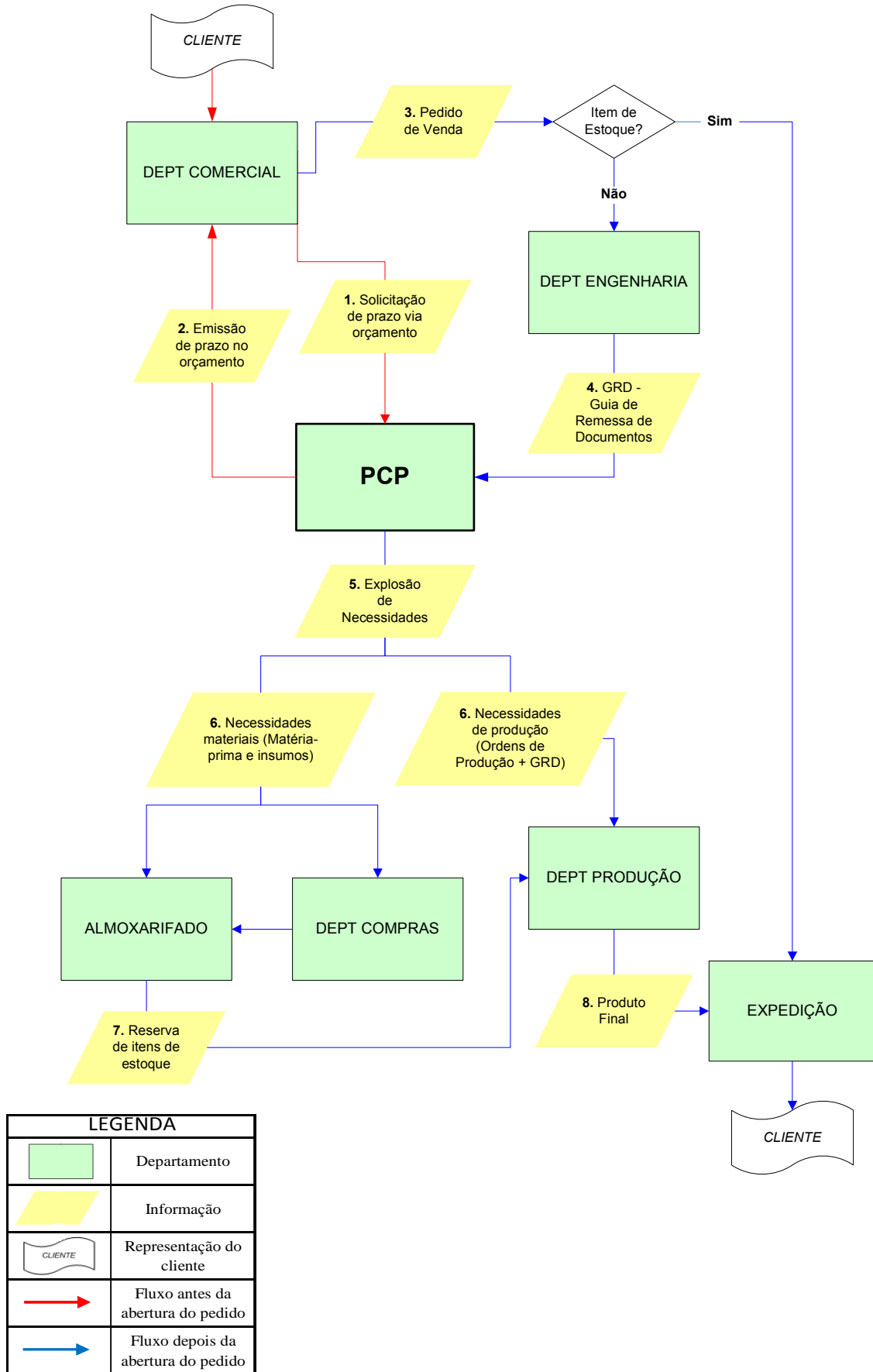


Figura 19: Fluxograma do processo para produtos não-customizados (desenvolvido após análise do processo)

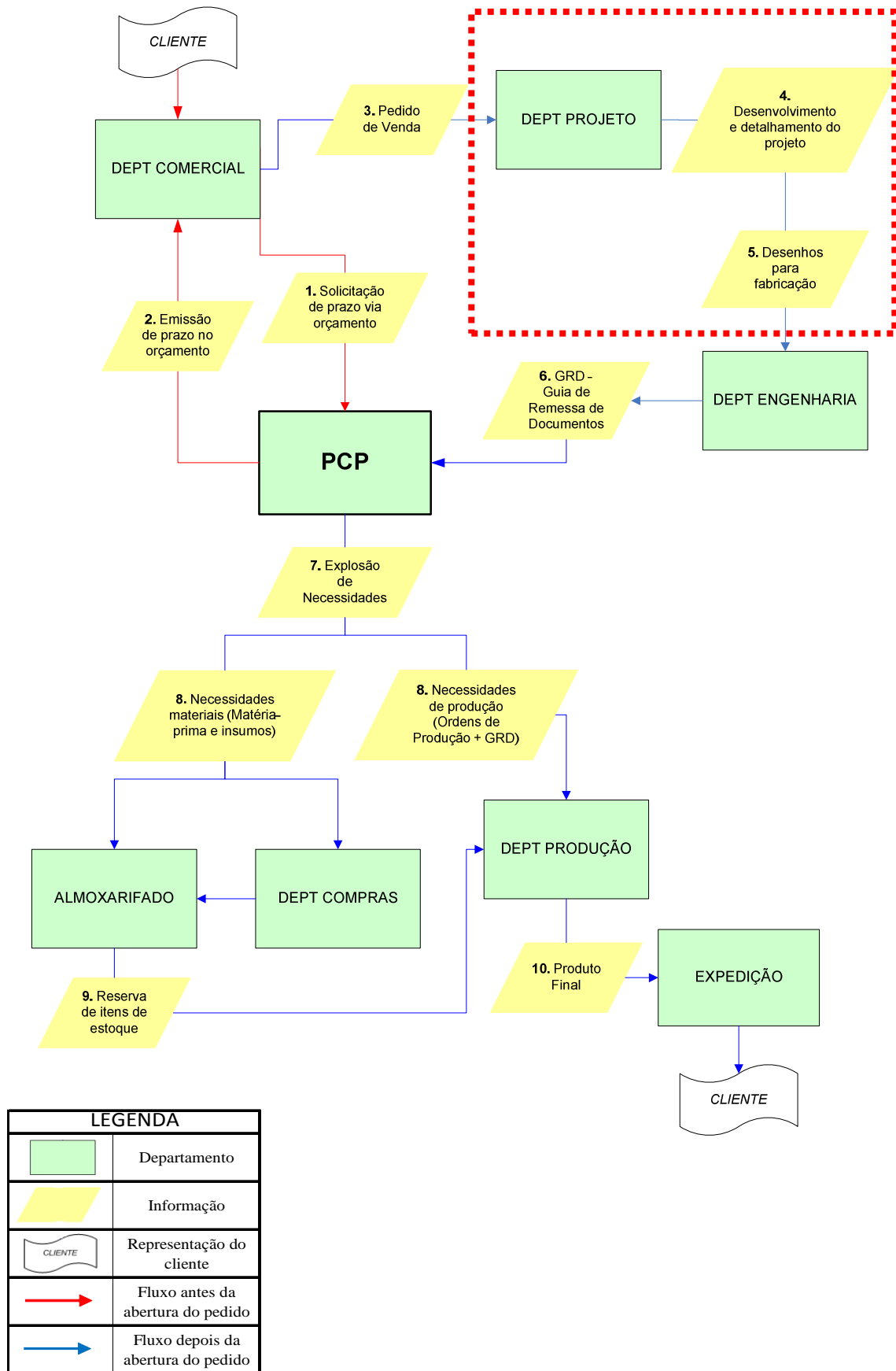


Figura 20: Fluxograma do processo para produtos customizados (desenvolvido após análise do processo)

Como pode-se observar em uma comparação entre as figuras 19 e 20, a grande diferença no processo do PCP da Indústria Mecânica X, entre os pedidos de itens customizados e os pedidos de itens não-customizados, se encontra na necessidade de desenvolvimento do projeto e do seu respectivo detalhamento. Com tudo isso, um fato importante pode ser observado: o prazo informado pelo PCP ao departamento comercial, no caso dos itens customizados, é passado antes da definição real do produto, ou seja, o PCP informa o prazo sem conhecer todas as características do produto em questão.

4.5 Identificação dos pontos falhos do PCP da Indústria Mecânica X

Com base nas análises realizadas através dos estudos dos pedidos da empresa, das famílias de produtos customizados e do mapeamento do processo de PCP da Indústria Mecânica X, três pontos falhos foram identificados como objeto de interesse para sugestão de melhorias. Observou-se que os principais pontos falhos do PCP da Indústria Mecânica X não se encontram em seus processos básicos, já que grande parte dos mesmos é realizada com o auxílio do sistema ERP (compra e requisição de matérias-primas e insumos, abertura de OPs, controle de estoques, entre outros). Em função dos significativos atrasos, verifica-se que os principais problemas encontrados no processo do PCP da empresa, estão diretamente ligados à emissão dos prazos ao departamento comercial e à falta de visibilidade do processo produtivo. Além disso, verificou-se que métodos de programação para orientação da fabricação dos pedidos e formas de acompanhamento no chão de fábrica, são inexistentes na realidade atual do PCP da Indústria Mecânica X, dificultando uma visualização do andamento dos pedidos. Os três pontos falhos identificados serão pontuados e descritos neste tópico.

4.5.1 Emissão de prazos de entrega

Transportadores de correia e estruturas metálicas representam juntos 45% da demanda total de produtos da Indústria Mecânica X, além de serem classificados como produtos com alto grau de customização. A exploração do ponto forte da Indústria Mecânica X, buscando atender às necessidades dos clientes ofertando-lhes produtos customizados, impõe que as operações internas admitam uma flexibilidade compatível com o maior ou menor grau de customização dos produtos.

Pode-se observar no fluxograma do processo para os produtos customizados (Figura 20), que o PCP emite prazos para o departamento comercial antes mesmo do desenvolvimento e do detalhamento do projeto. É importante ressaltar também que a emissão de prazos é feita de forma empírica, ou seja, sem análise da capacidade fabril e dos tempos de fabricação. Como o PCP não possui ferramentas ou métodos para simular tempos de fabricação, os gerentes de produção são consultados para informar o prazo, estimando-o com base apenas em suas experiências, e não considerando a situação dos recursos da fábrica.

O fato de o PCP informar o prazo no orçamento antes do desenvolvimento do projeto facilita a atividade do departamento comercial, permitindo maior agilidade no processo de fechamento dos pedidos. Em contrapartida, no momento em que o prazo é informado, o PCP ainda não teve oportunidade de avaliar as características intrínsecas do produto.

Sendo assim, o prazo informado pelo PCP ao departamento comercial para firmar o contrato com o cliente, não corresponde à realidade expressa pelo processo de fabricação da Indústria Mecânica X, gerando uma grande irregularidade entre os prazos de fechamento dos pedidos e os tempos reais de atendimento dos mesmos. Este ponto falho está diretamente ligado aos produtos customizados, já que o tempo de fabricação dos itens padrões já foi calculado pela Indústria Mecânica X com base em dados históricos de fabricação.

4.5.2 Ausência de um método de planejamento de fabricação

A partir do momento em que o PCP encaminha as ordens de produção para a fábrica, ele se perde no acompanhamento da fabricação e passa a ter uma participação secundária no processo. Os encarregados de produção, de posse das OPs, determinam o seqüenciamento da fabricação conforme suas percepções sobre a disponibilidade dos recursos físicos e humanos do chão de fábrica. Tanto os tempos destinados a cada operação nas OPs quanto o tratamento dado às mesmas têm caráter empírico. Nem o PCP controla o processo de fabricação nem tampouco os encarregados de produção conseguem ter uma visão geral do processo, de forma que possam atuar e programar ações para corrigir distúrbios na cadeia produtiva.

Esse conjunto de fatores resulta, conforme observado, em um seqüenciamento desordenado, impedindo que o horizonte de tempo final possa ser monitorado, levando-se em conta cada uma das etapas do processo produtivo. Este ponto falho interfere não apenas nos prazos de

entrega dos pedidos de produtos customizados, mas em toda a carteira de pedidos, contribuindo para gerar, nas entregas aos clientes, atrasos de toda ordem.

4.5.3 Baixa Visibilidade sobre o Processo: falha no acompanhamento da produção pelo PCP

A baixa visibilidade ocorre como consequência da ausência de um método de planejamento de fabricação, já que não se pode acompanhar algo que é desconhecido. Observa-se que o PCP da Indústria Mecânica X não consegue visualizar o andamento dos pedidos durante o seu processo de fabricação, perdendo a capacidade de atuar para solucionar possíveis atrasos nos pedidos.

O acompanhamento do processo de fabricação permitiria ao PCP uma identificação antecipada de problemas ligados à falta de materiais, gargalos no processo, atrasos na fabricação e outros. O PCP da Indústria Mecânica X carece de um método que permita fazer o acompanhamento dos pedidos em fábrica.

5. RESULTADOS

O PCP da indústria Mecânica X está em fase de adaptação. Desde a sua implantação sua estruturação vem amadurecendo. A empresa, além de manter a flexibilidade no atendimento das necessidades dos clientes oferecendo-lhes produtos customizados, busca atualizar-se tecnologicamente em relação a seus produtos e serviços.

A análise das falhas encontradas no PCP da Indústria Mecânica X norteou esse trabalho na busca de alternativas que possam minimizar as dificuldades encontradas pelo departamento de PCP. Com foco nos dois produtos responsáveis por significativa parcela da demanda e com alto grau de customização, buscou-se tratar as principais falhas e propor melhorias que possam minimizá-las.

A customização dos produtos interfere na capacidade que a Indústria Mecânica X tem de atender aos prazos. Dentro da ótica de observação utilizada, embasada pelo referencial teórico construído no corpo deste texto, três fatores-problema mereceram destaque:

- Emissão de prazos de entrega
- Ausência de um método de programação da fabricação
- Baixa visibilidade sobre o processo

Este capítulo colocará as melhorias propostas para cada um dos pontos falhos identificados no PCP da Indústria Mecânica X.

5.1 Melhorias propostas para o PCP da Indústria Mecânica X

5.1.1 Solução para o problema de emissão de prazos

Com o objetivo de fornecer um instrumento que possibilite ao PCP definir um prazo para o departamento comercial, desenvolveu-se, como sugestão, o **índice de prazo para transportadores de correia (IPTC)** e o **índice de prazo para estruturas metálicas (IPEM)**. O foco desta solução está na representação do tempo de fabricação histórico dos

produtos customizados de forma quantitativa e não empírica, como é feito atualmente. Além disso, o método sugerido atende à necessidade de emissão dos prazos antes das informações de projeto, mantendo o modo operatório e a cultura do departamento e da empresa.

A capacidade produtiva das máquinas e pessoas envolvidas no processo de produção dos transportadores de correia foi definida com base na quantidade, em quilogramas de material, que a mesma consegue produzir durante um determinado período de tempo. Para o cálculo do IPTC foram considerados todos os transportadores de correia fabricados pela Indústria Mecânica X no período de 01/01/2012 a 01/10/2012, totalizando em 64 unidades. A Tabela 05 mostra um exemplo da organização de dados do apontamento efetuado para a fabricação de um transportador de correia. As informações são organizadas pelas datas trabalhadas pela produção, com registro da hora de início e fim do trabalho de cada recurso. O total de minutos, representando o somatório das diferenças entre a hora fim e a hora início, é registrado em destaque na tabela 05, juntamente com o peso total do equipamento.

DESCRIÇÃO	OP	RECURSO	DATAS	HORA INICIO	HORA FIM	MINUTOS	TOTAL DE MINUTOS	PESO TOTAL
TRANSPORTADOR DE CORREIA DE 30" X 25 METROS	11						2845	2405
		PREPARAÇÃO TC 01	13/08/12	11:27	17:17	233		
		PREPARAÇÃO TC 02	14/08/12	07:32	17:39	584		
		CALDEIRARIA TC 01	17/08/12	07:50	14:33	404		
		SOLDA 03	18/08/12	07:51	17:17	566		
		MONT. MECÂNICA	19/08/12	07:34	17:31	597		
		ACABAMENTO 01	16/04/12	09:32	12:13	281		
		PINTURA 01	16/04/12	13:15	17:15	180		

Tabela04: Apontamento de produção para a fabricação de um transportador de correia (retirado do sistema ERP da empresa, 2012)

A análise realizada consistiu-se de uma divisão do peso total (quilograma) de cada um dos transportadores pelo seu respectivo tempo total de fabricação (minuto). Após a realização deste cálculo para os 64 transportadores, foi calculada a média dos valores encontrados. Desta

forma calculou-se o **IPTC** dos transportadores de correia, obtendo o valor no período descrito de **0,8320 Kg/min.** com um desvio padrão calculado em 5,23% para o cálculo.

Depois de encontrado o IPTC dos transportadores de correia, uma fórmula foi desenvolvida para auxiliar no cálculo do prazo de fabricação dos transportadores de correia:

$$\text{FÓRMULA 02: } PTC = \frac{PNTC}{IPTC} \times \frac{1}{(60 \times CPD \text{ 1t, 2t, 3t})}$$

Onde:

PTC = Prazo Transportador de Correia (dias).

PNTC = Peso Nominal do Transportador de Correia (kg)

IPTC = Índice de Prazo Transportador de Correia (kg/min.)

CPD3t = Capacidade Produtiva Diária (3 turnos) = 24 horas

CPD2t = Capacidade Produtiva Diária (2 turnos) = 16 horas

CPD1t = Capacidade Produtiva Diária (1 turno) = 08 horas

Como um exemplo de aplicação da fórmula de PTC (prazo para transportador de correia), pode-se determinar o tempo de fabricação de um transportador de correias de peso igual a 10.000kg, considerando 02 turnos de trabalho e IPTC igual a 0,8320 Kg/min. Para facilitar o entendimento, o PTC será calculado passo a passo, conforme abaixo:

Primeiro passo – Calcular o tempo em minutos:

Divide-se o peso nominal do transportador de correias (PNTC) em quilogramas pelo seu índice de prazo para o transportador de correia (IPTC) em quilogramas por minuto. Simplificando as unidades, o quociente representa o tempo de referência em minutos para fabricar o transportador de correia, dado por:

$$PTC = \frac{PNTC}{IPTC} \times \frac{Kg}{Kg/min} = \frac{10000}{0,832} = 12019,23 \text{ min}$$

Segundo passo – Transformar o tempo calculado em minutos para horas:

Divide-se o tempo em minutos por 60 para transformá-lo em horas:

$$PTC = \frac{\left(\frac{10000}{0,832}\right)}{60} = 200,32 \text{ horas}$$

Terceiro passo – Transformar o tempo calculado em horas para dias:

Divide-se o tempo em horas pelo número de horas trabalhadas por dia. Simplificando as unidades, o quociente representa o tempo de referência, em dias, para fabricar o transportador de correia, dado por:

$$PTC = \frac{200,32}{CPD 2t} \times \frac{\text{hora}}{\text{hora/dia}} = \frac{200,32}{16} = 12,52 \text{ dias} \cong 13 \text{ dias uteis}$$

Neste exemplo, o prazo para fabricação do transportador de correia seria, portanto, de aproximadamente treze dias úteis. O PCP, no momento de inserir o prazo no orçamento, deverá somar o valor encontrado como PTC aos tempos necessários para desenvolvimento do projeto, da compra de materiais e de preparação para expedição para, então, informar o tempo total do processo.

O cálculo do índice de prazo de estruturas metálicas (IPEM) seguiu o mesmo processo de coleta de dados expostos no índice dos transportadores de correia, sendo que foram consideradas todas as estruturas metálicas fabricadas pela Indústria Mecânica X no período de 01/01/2012 à 01/10/2012, totalizando em 216 unidades. De forma similar ao caso dos transportadores de correia, a tabela 06 mostra um exemplo da organização de dados do apontamento efetuado para a fabricação de estruturas metálicas. Na tabela 06 são organizadas as datas trabalhadas pela produção, destacando a hora início e fim do trabalho de cada recurso. O total de minutos, retirado da somatória da diferença entre a hora fim e a hora início, possui destaque na tabela, juntamente com o peso total da estrutura metálica.

DESCRIÇÃO	OP	RECURSO	DATAS	HORA INICIO	HORA FIM	MINUTOS	TOTAL DE MINUTOS	PESO TOTAL
ESTRUTURA SUSTENTACAO PV.50020	49						2401	4944,7
		PREPARAÇÃO 1	08/04/12	13:23	17:16	233,00		
		PREPARAÇÃO 1	09/04/12	07:36	17:20	584,00		
		CALDEIRARIA 04	13/04/12	07:43	13:58	375,00		
		CALDEIRARIA 04	14/04/12	14:18	17:20	182,00		
		SOLDA 03	15/04/12	07:51	17:17	566,00		

		ACABAMENTO 01	16/04/12	09:32	14:13	281,00		
		PINTURA 01	16/04/12	14:15	17:15	180,00		

Tabela 05: Apontamento de produção para a fabricação de estrutura metálica (retirado do sistema ERP da empresa, 2012)

As estruturas metálicas podem ser divididas em três subgrupos: estruturas de sustentação, plataformas de manutenção e bicas de entrada ou saída. Cada subgrupo apresentou um IPEM específico, conforme listado abaixo.

- **IPEM = 1,8 kg/ min.** (para estrutura de sustentação), para uma população de 95 peças com desvio padrão de 9,26%;
- **IPEM = 0,59 kg/ min.** (para plataforma de manutenção) para uma população de 59 peças com desvio padrão de 11,23%;
- **IPEM = 1,3969 kg/min.** (para bica de saída) para uma população de 62 peças com desvio padrão de 4,25%;

A fórmula 03 auxilia no cálculo do prazo de fabricação de estruturas metálicas:

$$\text{FÓRMULA 03: } PEM = \frac{PNEM}{IPEM} \times \frac{1}{(60 \times CPD \text{ 1t, 2t, 3t})}$$

Onde:

PEM = Prazo Estrutura Metálica

PNEM = Peso Nominal da Estrutura Metálica (kg)

IPEM = Índice de Prazo Estrutura Metálica (kg/min.)

CPDd3t = Capacidade Produtiva Diária Disponível (3 turnos)

CPDd2t = Capacidade Produtiva Diária disponível (2 turnos)

CPDd1t = Capacidade Produtiva Diária Disponível (1 turno)

Como um exemplo de aplicação da fórmula de PEM (prazo para estruturas metálicas), pode-se determinar o tempo de fabricação de uma estrutura metálica de sustentação de peso igual a 10.000kg considerando 02 turnos de trabalho e IPEM igual a 1,8 kg/min. Para facilitar o entendimento, o PEM será calculado passo a passo, conforme abaixo:

Primeiro passo – Calcular o tempo em minutos:

Divide-se o peso nominal da estrutura metálica (PNEM) em quilogramas, pelo seu índice de prazo para estrutura metálica (IPEM) em quilogramas por minuto. Simplificando as unidades, o quociente representa o tempo de referência em minutos para a estrutura metálica, dado por:

$$PEM = \frac{PNEM}{IPEM} \times \frac{Kg}{Kg/mtn} = \frac{10000}{1,8} = 5555,55 \text{ min}$$

Segundo passo – Transformar o tempo calculado em minutos para horas:

Divide-se o tempo em minutos por 60 para transformá-lo em horas:

$$PEM = \frac{\left(\frac{10000}{1,8}\right)}{60} = 92,59 \text{ horas}$$

Terceiro passo – Transformar o tempo calculado em horas para dias:

Divide-se o tempo em horas pelo número de horas trabalhadas por dia. Simplificando as unidades, o quociente representa o tempo de referência, em dias, para fabricar a estrutura metálica, dado por:

$$PEM = \frac{92,59}{CPD \ 2t} \times \frac{\text{hora}}{\text{hora/dia}} = \frac{92,59}{16} = 5,78 \text{ dias} \cong 6 \text{ dias úteis}$$

No exemplo acima, o prazo para fabricação da estrutura metálica de sustentação seria de aproximadamente, 06 dias úteis. O PCP, no momento de inserir o prazo no orçamento, deverá somar o valor encontrado como PEM aos tempos necessários para o desenvolvimento do projeto, a compra de materiais e a preparação da expedição estipulados para, então, informar o tempo total do processo.

Os valores de IPEM e de IPTC devem ser apurados após um determinado período para que os valores sejam reajustados ao processo. Para o caso da Indústria Mecânica X, a sugestão inicial é que estes prazos sejam ajustados semestralmente ou após a aquisição de algum equipamento que aumente consideravelmente a produtividade dos recursos.

5.1.2 Proposta de um método de planejamento de fabricação

O planejamento dos recursos produtivos e a definição do sequenciamento da produção são importantes para o atendimento dos prazos acordados, pois preveem uma alocação das tarefas conforme a capacidade produtiva de cada recurso. Através do planejamento podem-se prever antecipadamente os gargalos do processo produtivo, evitando sobrecarga dos recursos e permitindo programar uma eventual necessidade de aumento de horas de trabalho ou turnos de produção.

Na Indústria Mecânica X, o planejamento dos recursos de fabricação é feito através de um horizonte semanal de prioridades, não sendo considerada na alocação dos recursos a visão geral dos pedidos em carteira. A “programação” é feita pelos encarregados de cada estágio produtivo, não existindo nenhum alinhamento entre os mesmos, nem diretrizes com um horizonte focado no atendimento dos prazos da carteira de pedidos.

Apesar de não existir uma programação e controle efetivamente implantados, o departamento de produção faz o apontamento de todas as ordens de produção enviadas pelo departamento de PCP. O apontamento das tarefas é feito por leitores óticos integrados ao sistema ERP, mas essas informações não são analisadas conjuntamente.

A programação deve considerar a realidade do processo de fabricação, desde a capacidade dos recursos até o andamento dia-a-dia dos apontamentos da produção. Para iniciar um processo de programação, o PCP da Indústria Mecânica X deverá se situar quanto à realidade da fábrica, verificando os pedidos que estão em andamento e os que entrarão em processo. Além disso, o PCP deverá realizar um levantamento de dados, conforme abaixo:

1. Levantar a capacidade produtiva de cada estágio de fabricação;
2. Levantar os tempos necessários para realização de projeto;
3. Levantar o sequenciamento de cada produto no processo produtivo;
4. Levantar os tempos de fabricação dos produtos, por operação.

O levantamento de dados poderá ser feito com o auxílio do sistema ERP, pois o mesmo é alimentado pelo departamento de engenharia com o sequenciamento de produção de cada produto e os tempos necessários por operação. No caso da capacidade produtiva, o PCP

precisará realizar um estudo mais profundo junto à produção, já que não existem, hoje, dados concretos sobre a mesma.

No momento em que o PCP da Indústria Mecânica X estiver com os dados levantados em mãos e ciente da situação dos pedidos em fabricação, ele poderá utilizar-se de recursos para programar a produção. A solução mais eficaz para a programação da produção, na realidade da Indústria Mecânica X, é a utilização de *softwares* que tenham estas funcionalidades. Além disso, estes *softwares* poderiam auxiliar no momento da emissão de prazos, já que permitem uma simulação de entrada de novos pedidos. Conforme estudos durante a pesquisa, dois *softwares* atenderiam às necessidades da empresa neste contexto, sendo os mesmos referenciados abaixo:

Microsoft MS Project

O *MS Project* possibilita a inserção manual dos recursos produtivos com suas restrições de capacidade, podendo vincular recursos com as mesmas características, evitando sobrecargas na programação. Os dados dos pedidos de venda devem ser alimentados manualmente, assim como a evolução dos pedidos existentes na fábrica, que devem ser atualizados em períodos diários. A exposição da programação pode ser feita através de gráficos de *Gantt*, facilitando análises e outras visualizações por parte da gerência. O *software* realoca as tarefas otimizando os recursos. O *MS Project* também pode ser utilizado para auxiliar na emissão de prazos, já que permitiu a simulação de inserção de mais tarefas dentro da programação estipulada, para isto o programador de produção deve aproveitar os parâmetros de prazo para a entrega de itens padrões da empresa. No caso dos itens customizados, devem-se realizar os cálculos expostos de PTC e PEM para poder, embasado em dados levantados diretamente da produção, simular o prazo de entrega do produto.

A figura 21 mostra um modelo de programação efetuado no *MS Project* onde são visualizados a duração total de fabricação do produto e o desdobramento das tarefas executadas, com os tempos previstos de fabricação para cada recurso produtivo.

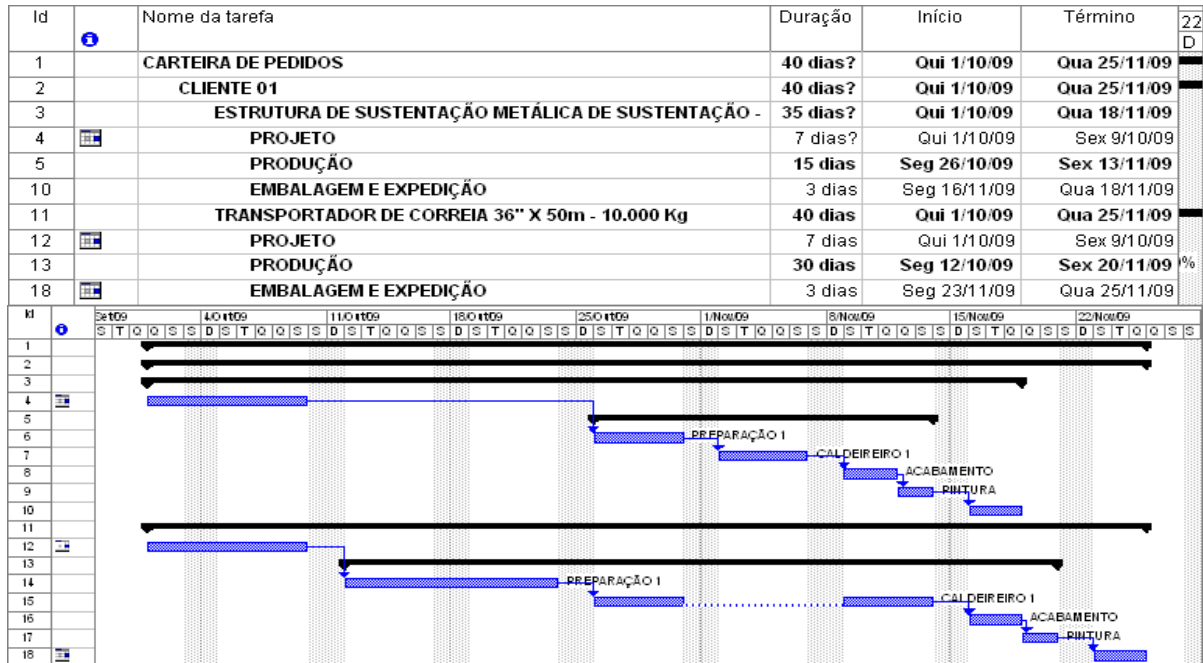


Figura 21: Exemplo de programação no MS Project (elaborado para demonstração)

Kugel TheScheduler

O *software* possibilita a inserção dos recursos produtivos assim como o *Microsoft MS Project*, porém, possui como diferencial a possibilidade de trabalhar integrado ao sistema ERP da empresa, o que é um facilitador de sua utilização nas melhorias do processo de PCP. Os arquivos correspondentes aos produtos, recursos produtivos, roteiro das operações, ordens de produção, pedidos em carteira, dependência de ordens de produção, operações realizadas e sequencia de operações podem ser exportados do sistema ERP e importados pelo *TheScheduler*, o que facilita a coleta de dados inicial feita pelo departamento de PCP. Através desses dados o *software* faz uma simulação do processo, atendendo a solicitação de prazos e maior aproveitamento dos recursos, sugerindo a melhor combinação dos mesmos. As simulações são apresentadas em gráficos de *Gantt*, mostrando as dependências entre as operações e os componentes e facilitando análises e outras visualizações por parte da gerência. A interface do software com o sistema ERP da empresa possibilita a importação dos cálculos realizados, levando os dados da programação do processo para as ordens de produção. Assim como o *MS Project*, o *TheScheduler* permite a simulação de novos pedidos na programação, auxiliando, também, na emissão de prazos.

O *MS Project* e o *Thescheduller* são ferramentas úteis para a programação da produção, porém, possuem algumas diferenças que deverão ser levadas em consideração pela gerência da Indústria Mecânica X para escolha do melhor método. O *MS Project* exige maior tempo para desenvolvimento da programação e para atualização da mesma, pois não está relacionado diretamente com o sistema ERP da empresa: sua alimentação é totalmente manual. Em contrapartida, os investimentos da empresa para adquirir este *software* são mínimos, já que ele é muito acessível e de fácil instalação; seria necessário investir em treinamento para os programadores do PCP. No caso do *Thescheduller*, os investimentos com a instalação do *software* seriam mais altos, já que uma licença vinculada à empresa criadora do *software* deve ser paga mensalmente para manutenção do mesmo. Em contrapartida, o *Thescheduller* conseguiria desenvolver e atualizar a programação rapidamente e de forma totalmente integrada ao sistema ERP. Investimentos com treinamento também seriam necessários na implantação do *Thescheduller*.

A decisão sobre qual seria o *software* ideal para a realidade da Indústria Mecânica X, será de responsabilidade da gerência e diretoria, já que fatores relacionados aos processos decisórios internos, envolvendo custos de investimentos em melhorias, passam pelas prerrogativas de que dispõem esses cargos. Não é foco deste trabalho verificar qual dos dois métodos é mais viável. O objetivo é sugerir as opções encontradas como melhorias potencialmente capazes de solucionar o problema.

5.1.3 Controle do processo de fabricação: Alternativa para acompanhamento da produção

Uma vez que o tempo tenha sido determinado com base em uma referência numérica, e ainda com o objetivo de diminuir o grau de incerteza sobre o tempo de fabricação não padronizado dos produtos customizados, sugere-se um melhor aproveitamento da utilização do leitor ótico para realizar o acompanhamento das ordens de produção na fábrica. Com esse procedimento pode-se refinar os índices criados para o cálculo de prazos, depois que certa quantidade de produtos tenha sido fabricada usando os índices como referência. Como as ordens de produção explicitam as operações e suas respectivas datas de início e fim, pode-se, por exemplo, verificar se a data prevista de término coincide com o horizonte de tempo calculado pelos índices de prazo (IPTC e IPEM). O confronto do tempo estimado com o tempo real permitirá uma evolução dos índices de prazo para valores mais precisos, e sua definição e utilização poderão ser aprimoradas.

O peso dos componentes consta na lista de materiais dos desenhos de fabricação. Acrescentando, como sugestão, um campo de peso com código de barras nas ordens de produção, figura 22, pode-se alimentar o sistema e construir um banco de dados com os pesos reais de fabricação em quilograma/minuto. Após um determinado período de tempo, faz-se novamente o cálculo do índice para avaliar sua exatidão na representação do tempo de fabricação e checar, o tempo real com o estimado, conforme pode ser observado na figura 23. Depois de certo tempo, na medida em que os índices assumirem valores testados pela fábrica, o tempo de fabricação será melhor representado e os programadores se sentirão mais confiantes na utilização dos índices numéricos como recurso para acompanhar o andamento da produção.

Cod. Produto: S1-009379-000	Descrição: BICA3*DECK-PARTE1	PESO 255kg	Qtd. Prevista: 1,00000								
Operação Atual: OPR011-MONTAR	Recurso: CAL-5										
LOTE: 0000000000012-6D3											
											
o.p. 4500000000003		Estágio: 03000010									
		<table border="1"> <tr> <th>Início Prev.</th> <th>Fim Prev.</th> </tr> <tr> <td>25/03/2009</td> <td>26/03/2009</td> </tr> <tr> <td>00:00</td> <td>00:00</td> </tr> <tr> <th>Tempo Total</th> <td>00:00</td> </tr> </table>	Início Prev.	Fim Prev.	25/03/2009	26/03/2009	00:00	00:00	Tempo Total	00:00	
Início Prev.	Fim Prev.										
25/03/2009	26/03/2009										
00:00	00:00										
Tempo Total	00:00										

Figura 22: Ordem de Produção modificada propondo o peso (adaptação para sugestão)

Conforme figura 23, o IPEM da bica é igual a 1,3969 Kg/min. Executado o serviço e calculado o índice em função da apropriação de fábrica, o valor caiu para 1,163335 Kg/min. Com isso conclui-se que, se na fabricação a produção realizou menos quilogramas por minuto do que o índice de referência, significa que o prazo final será maior do que o previsto.

Nome Item	Código	Peso (Kg)	T Previsto	T gasto
Bica 3* Deck	S1009379000	255	3:02:32	3:03:34
Índices de peso Kg / min				
IPEM bica		Índice Executado		
1,3969		1,163335		
Status	Atrasado	0:01:02		

Figura 23: Cálculo do índice de exatidão dos prazos (Sugestão)

A partir desta informação, o PCP pode procurar justificativas junto à produção para o atraso, e ainda sinalizar o departamento comercial de que possíveis atrasos na entrega poderão ocorrer. Deste modo, problemas que hoje são identificados em último momento, poderão ser antecipados e solucionados em tempo.

O método de apontamento por códigos de barra, se bem utilizado, permite uma atualização em tempo real do andamento da produção, permitindo aos programadores e analistas do PCP

da Indústria Mecânica X, acompanhar a situação dos pedidos na fábrica e prever problemas no processo. Além disso, esta solução não pede nenhum tipo de investimento em bens físicos para a empresa, já que atualmente ela já utiliza os leitores óticos para apontamento de produção. Basta treinar o pessoal e adequar os procedimentos para melhor aproveitamento de um recurso que já existe, mas não é utilizado de forma adequada.

5.2 Contribuições esperadas com as melhorias propostas

A identificação das contribuições que esse trabalho poderá gerar, deve esperar a aceitação de sua implantação pela Indústria Mecânica X. Uma vez que atrasos provocam considerável desgaste, podendo gerar muitas diárias de elevado valor e manchar a imagem da empresa no quesito confiabilidade, deve-se buscar atender aos pedidos no prazo. Espera-se que os índices e propostas elaborados, após terem seus valores refinados, possam minimizar os problemas que a Indústria mecânica X tem no atendimento dos prazos firmados com seus clientes.

Para atender à demanda com qualidade e na data certa, é razoável desejar que o planejamento do processo possa ser observado e controlado no chão de fábrica. Espera-se, com a utilização dos recursos sugeridos, identificar os distúrbios no processo, de maneira que seus respectivos impactos possam ser analisados permitindo introduzir intervenções corretivas, com o intuito de manter o prazo de entrega.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A realização deste trabalho enfatizou a importância da função PCP no contexto do mercado atual, focando nas dificuldades geradas no processo organizacional pela customização dos produtos. Através do estudo realizado em uma indústria mecânica fabricante de bens de capital customizados, foram obtidas condições para sugerir melhorias para o PCP de empresas com estas características de manufatura.

Durante as análises realizadas, percebeu-se que os pontos falhos do PCP da Indústria Mecânica X não estavam voltados para os seus processos internos, auxiliados pelo sistema ERP, mas para questões básicas como a emissão de prazo, a programação de fábrica e o acompanhamento dos pedidos em produção. As melhorias propostas foram direcionadas conforme a análise de cada um dos pontos falhos, sendo que as mesmas foram elaboradas com base nas necessidades e na realidade atual da Indústria Mecânica X.

As melhorias propostas podem ser entendidas como embrionárias, de baixo impacto econômico, inovadoras de certa forma e o mais importante, úteis. O trabalho objetivou a identificação e análise dos problemas, apresentando propostas de melhorias desenvolvidas e contextualizadas no ambiente explorado. Alcançar a maturidade das proposições feitas e colher seus frutos, dependerá de recursos e esforços internos da gerência industrial da Indústria Mecânica X.

Uma consideração importante a ser feita, está no fato de terem sido desenvolvidas melhorias adaptadas ao contexto e à realidade atual da Indústria Mecânica X. Uma vantagem competitiva da empresa, por exemplo, está em sua capacidade de emitir rapidamente os prazos de entrega para os clientes; as melhorias propostas para o problema de emissão de prazos, permite que este processo de colocação de prazo antes do desenvolvimento do projeto, continue acontecendo, porém, de forma eficaz e confiável.

Academicamente, esse trabalho poderá lançar um pouco mais de luz sobre os diversos departamentos de PCP de empresas em fase de implantação, reestruturação ou até mesmo com vasta experiência de mercado. Buscou-se aqui, admitir que idéias simples, cunhadas com

observação e trabalho orientado e dedicado, possam minimizar problemas causados pelo não cumprimento de prazos firmados com clientes, isso, dentro de um contexto de atendimento personalizado como diferencial competitivo de mercado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARNOLD, J. R. Tony. *Administração de Materiais*. 3.ed. São Paulo: Atlas S.A., 2008.

BALLOU, Ronald H. *Logística Empresarial*. 1.ed. São Paulo: Atlas, 2007.

BERTAGLIA, Paulo Roberto. *Logística e Gerenciamento da Cadeia de Abastecimento*. 1.ed. São Paulo: Saraiva, 2003.

CHASE, Richard B. *Administração da Produção para a Vantagem Competitiva*. 10. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

CHING, Hong Yuh. *Gestão de estoques*. 1. ed. São Paulo: Atlas S.A., 2001.

CORRÊA, Henrique L.; GIANESI, Irineu G.N.; CAON, Mauro. *Planejamento, Programação e Controle da Produção: MRP II/ ERP Conceitos, Uso e Implantação*. 5. ed. São Paulo: Atlas S.A., 2007.

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

DAVIS, Mark M.; AQUILANO, Nicholas J.; CHASE, Richard B. *Fundamentos da Administração da Produção*. 3.ed. São Paulo: Bookman, 2001.

DIRENE, J. R. *Análise dos Sistemas de Planejamento e Controle da Produção em Empresas do Ramo Industrial – UFOP, Ouro Preto, Minas Gerais*, 2003.

GIL, Antônio Carlos. *Como Elaborar Projetos de Pesquisa*. 5. ed. São Paulo: Atlas S.A., 2008.

GOULART, Christiane Peres. *Proposta de um Modelo de Referência para Planejamento e Controle da Produção em Empresas Virtuais – USP, São Carlos, São Paulo*, 2000.

JUNQUEIRA, G. S. *Análise das Possibilidades de Utilização de Sistemas Supervisórios no Planejamento e Controle de Produção – USP, São Carlos, São Paulo*, 2003.

LAURINDO, F. J. B; MESQUITA, M. A. *Material Requirements Planning – 25 Anos de História – Uma Revisão do Passado e Prospecção do Futuro – USP, São Paulo, São Paulo*, 2000.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. *Técnica de Pesquisa*. 4.ed. São Paulo: Atlas S.A., 1999.

MARTINS, C. F. *O Papel da Tecnologia de Informação na Condução do Planejamento e Controle de Produção: Um Estudo de Caso* – UFSC, Florianópolis, Santa Catarina, 2008.

MEREDITH, Jack R; SHAFER, Scoth M. *Administração da Produção para MBAs*. 1.ed. Porto Alegre: Bookman, 2002.

PLOSSL, George W. *Administração da Produção; como as empresas podem aperfeiçoar as operações a fim de competirem globalmente*. São Paulo: Makron Books, 1993.

POZO, Hamilton. *Administração de Recursos Materiais e Patrimoniais: Uma Abordagem Logística*. 3.ed. São Paulo: Atlas S.A., 2004.

ROBENSON, J.; COPACINO, W.; HOWE, R. *The Logistics Handbook*. 1.ed. Nova Iorque: Free Press, 1994.

SIPPER, Daniel; BULFIN Jr., Robert L. *Production: Planning, Control and Integration*. MC Craw-Hill, 1998.

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JONHSTON, Robert. *Administração da Produção*. 2.ed. São Paulo: Atlas S.A., 2002.

STEVERSON, William J. *Administração das Operações de Produção*. 6.ed. Rio de Janeiro: Editora LTC, 2001.

THIOLLENT, M. *Concepção e Organização da Pesquisa, In: Metodologia da Pesquisa-Ação*. 1.ed. São Paulo: Cortez e Autores Associados, 1985.

TUBINO, Dalvio Ferrari. *Manual de Planejamento e Controle da Produção*. São Paulo: Atlas, 1997.

VIDOSSICH, Franco. *Glossário da Modernização Industrial (Volume 1)*. 2.ed. Santa Catarina: Editora Futurível, 1999.

WERKEMA, Cristina. *Ferramentas Estatísticas Básicas para o Gerenciamento de Processos*. 1.ed. Minas Gerais: Werkema Editora Ltda., 2006.