

UNIVERSIDADE PAULISTA – UNIP

**“O PCP COMO FATOR ESTRATÉGICO DE
COMPETITIVIDADE EM UMA FERRAMENTARIA
DE PRECISÃO”: Um Estudo de Caso**

JAYME DE ARANHA MACHADO

Dissertação apresentada ao Programa
de Pós-Graduação em Engenharia de
Produção da Universidade Paulista –
UNIP, para obtenção do título de
Mestre em Engenharia de Produção

SÃO PAULO
2010

UNIVERSIDADE PAULISTA – UNIP

JAYME DE ARANHA MACHADO

**“O PCP COMO FATOR ESTRATÉGICO DE
COMPETITIVIDADE EM UMA FERRAMENTARIA
DE PRECISÃO”**: Um Estudo de Caso

JAYME DE ARANHA MACHADO

Dissertação apresentada ao Programa
de Pós-Graduação em Engenharia de
Produção da Universidade Paulista –
UNIP, para obtenção do título de
Mestre em Engenharia de Produção

Orientador: Prof. Dr. José Benedito Sacomano

Área de concentração: Engenharia de Produção

SÃO PAULO
2010

Machado, Jayme de Aranha

O PCP como fator estratégico de competitividade em uma
ferramentaria de precisão / Jayme de Aranha Machado – São Paulo,
2010.

108 f.:il. color.

Dissertação (mestrado) – Apresentada ao Instituto de Ciências
Exatas e Tecnologia da Universidade Paulista, São Paulo, 2010.

Área de Concentração: Engenharia de Produção

“Orientação: Prof. Dr. José Benedito Sacomano”

1. Prazo. 2. Qualidade. 3. Produtividade. I. Título.

UNIVERSIDADE PAULISTA – UNIP

**“O PCP COMO FATOR ESTRATÉGICO DE
COMPETITIVIDADE EM UMA FERRAMENTARIA
DE PRECISÃO”: Um Estudo de Caso**

Dissertação apresentada ao Programa
de Pós-Graduação em Engenharia de
Produção da Universidade Paulista –
UNIP, para obtenção do título de
Mestre em Engenharia de Produção

Aprovado em:

Prof.Dr. Ivanir Costa
UNIP-Universidade Paulista

Prof.Dr. José Benedito Sacomano
UNIP-Universidade Paulista

Prof. Dr. Walter Azzolini Júnior
UNIARA-Centro Universitário de Araraquara

Dedico este trabalho
ao meu pai,
eterno mestre.

Agradeço aos meus filhos,
a compreensão por
todos os momentos que passei
longe deles.

Agradeço a minha esposa,
por todo o tempo em que durou
o trabalho, pela sua paciência e ajuda.

Agradeço aos meus colegas de turma,
especialmente à Aline Rodrigues Sacomano,
Ana Lúcia Atrasas, Edilene Regina Simioli,
Maria Aparecida de Almeida Santos e
Paulo Rogério da Silva Cecilio,
pelo apoio e incentivo durante um
período bastante difícil em minha vida.

Agradeço a todo o corpo docente e administrativo do
Departamento de Pós-Graduação da UNIP,
em especial ao meu orientador,
Prof. Dr. José Benedito Sacomano,
pela sua grande compreensão
e paciência para comigo.

Agradeço a Deus,
pela inteligência que me deu.

SUMÁRIO

Lista de abreviaturas e siglas	I
Lista de figuras	II
Glossário	IV
Resumo	VI
<i>Abstract</i>	VII
1. Introdução	8
1.1. Apresentação	8
1.2. Objetivo	14
1.3. Metodologia	15
1.4. Justificativas	19
1.5. Estrutura do Trabalho	20
2. Planejamento e Controle da Produção (PCP) Convencional	22
2.1. Introdução ao Processo de Decisão no PCP	27
2.2. Os Novos Paradigmas Produtivos	30
3. <i>Just-In-Time</i> (JIT) e <i>Material Requirements Planning</i> (MRP)	32
3.1. JIT	32
3.2. MRP	37
4. Paradigma Estratégico de Gestão da Manufatura (PEGEM)	43
5. Estudo de Caso	54
5.1. Instalações	54
5.2. Processo Produtivo	58
5.3. Capacidade Instalada	72
5.4. Integração Vertical	75

5.5. Integração Horizontal	76
5.6. Qualidade e Produtividade	77
5.7. Fluxo de Informação	81
5.8. Fabricação de Lâminas para Motores Elétricos	82
5.9. Perspectivas	87
6. Análise e Conclusões	89
6.1. Análise	89
6.2. Conclusões	104
Referências	107

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
APICS	<i>American Production and Inventory Control Society</i>
CAD	<i>Computer Aided Design</i>
CM	Customização em Massa
ERP	<i>Enterprise Resource Planning</i>
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia
JIT	<i>Just InTime</i>
MA	Manufatura Ágil
MA	Manufatura Artesanal
ME	Manufatura Enxuta
MMA	Manufatura em Massa Atual
MMC	Manufatura em Massa Customizada
MMP	Manufatura em Massa Precedente
MPS	<i>Master Production Schedule</i>
MR	Manufatura Responsiva
MRP	<i>Material Requirement Planning</i>
OPT	<i>Optimized Production Technology</i>
PCP	Planejamento e Controle da Produção
PEGEM	Paradigma Estratégico de Gestão da Manufatura
PERT	<i>Project Evaluation and Review Techniques</i>
PMP	Planejamento Mestre de Produção
PPCP	Planejamento, Programação e Controle da Produção
SAP	Sistema de Administração da Produção
SENAI	Serviço Nacional de Aprendizado Industrial
SICOPROC	Sistemas de Coordenação de Ordens de Produção e Compra
TI	Tecnologia da Informação

LISTA DE FIGURAS

Fig.01	Esquema das relações do Planejamento, Programação e Controle da Produção (PPCP). Autoria: Azzolini, 2004	Pág. 17
Fig.02	Frezadora e Furadeira Radial; setor de usinagem	Pág. 55
Fig.03	Frezadora e Retífica Universal; setor de usinagem	Pág. 57
Fig.04	Tira de aço silício obtida pelo estampo formado pelas bases das matrizes fig.06 e de punções fig. 07 5 peças por batida.	Pág. 59
Fig.05	Tira de aço silício obtida pelo estampo formado pelas bases das matrizes fig. 09 e de punções fig. 10 1 peça por batida	Pág. 60
Fig.06	Base com matrizes que produz a tira das figs. 04 e 08 5 peças por batida	Pág. 67
Fig.07	Base com punções que produz a tira das figs. 04 e 08 5 peças por batida	Pág. 68
Fig.08	Tira de aço silício obtida pelo estampo formado pelas bases das matrizes fig. 06 e de punções fig. 10 1 peça por batida	Pág. 69
Fig.09	Base com matrizes que produz a tira das figs. 05 e 11 1 peça por batida	Pág. 70
Fig.10	Base com punções que produz a tira das figs. 05 e 11 1 peça por batida	Pág. 71
Fig.11	Tira de aço silício obtida pelo estampo formado pelas bases de matrizes fig. 09 e de punções fig. 10 1 peça por batida	Pág. 71
Fig.12	Tira de aço silício obtida pelo estampo formado pelas bases de matrizes da fig. 09 e de punções fig. 10 1 peça por batida	Pág. 85

- Fig.13 Conjunto de lâminas obtido da tira fig. 12, formando um *stack* Pág. 85
- Fig.14 Esquema das relações do Planejamento, Programação e Controle da Produção (PPCP). Autor: Azzolini, 2004 Pág. 89

GLOSSÁRIO

<i>American Production and Inventory Control System:</i>	Sociedade Americana para controle da produção e do inventário
<i>Cumputer Aided Design:</i>	Desenho assistido por computador
<i>Draft:</i>	Rascunho
<i>Enterprise Resource Planning:</i>	Planejamento dos recursos empresariais
<i>Feeling:</i>	Intuição
<i>Follow up:</i>	Acompanhamento
<i>Hall:</i>	Entrada
<i>In company:</i>	Na Companhia, internamente
<i>In loco:</i>	No local
<i>Just-in-time:</i>	Entrega somente na hora certa
<i>Kanban:</i>	Controle de produção por cartões
<i>Know how:</i>	Conhecimento específico
<i>Layout:</i>	Arranjo físico
<i>Lead time:</i>	Tempo decorrido entre a emissão de um pedido e o recebimento do mesmo
<i>Lean Manufacturing:</i>	Manufatura enxuta
<i>Lean Production:</i>	Produção enxuta
<i>Make to Order:</i>	Encomenda
<i>Manufacturing Resources Planning:</i>	Planejamento dos recursos de manufatura

<i>Material Requirements Planning:</i>	Planejamento das requisições de materiais
<i>Mix:</i>	Mistura
<i>On line:</i>	Conectado
<i>Performance:</i>	Desempenho
<i>Project Evaluation and Review Techniques:</i>	Técnica de avaliação e revisão de projeto
<i>Set up:</i>	Troca de ferramental para produção de nova peça
<i>Slitter:</i>	Cortadora de bobinas
<i>Software:</i>	Programação de computadores
<i>Stack:</i>	Pilha de lâminas
<i>Standard:</i>	Padrão, sob normas
<i>Try out:</i>	Tentativa para obter a primeira peça de uma ferramenta
<i>Up-to-date:</i>	Atualizado
<i>Web:</i>	Rede

RESUMO

Com a chegada da globalização dos negócios, muitas empresas, de vários setores econômicos, tiveram que se reorganizar e lançar novos produtos melhores e mais baratos, e cada vez com menor intervalo de tempo entre eles.

A ferramentaria de precisão, empresa responsável por fabricar ferramentas (estampos de corte, de dobra e de repuxo) para produzir novas peças para os setores automotivo, linha branca, eletroeletrônico, informática, brinquedos, etc. tem que ser competitiva em preço, qualidade e prazo de entrega.

A empresa iniciou em 2010 a produção de lâminas para motores elétricos.

O uso do Planejamento, Programação e Controle da Produção (PPCP) passou a ser de importância crescente para o êxito dos negócios. O trabalho desenvolvido, com base na figura do Professor Azzolini (2004), que tem o PPCP como cerne de uma empresa, verificou seus diversos usos e avaliou os resultados da ferramentaria e da fabricação de lâminas à luz dos Paradigmas Estratégicos de Gestão da Manufatura (PEGEM), desenvolvidos por Godinho (2004).

Palavras-chave: Prazo, Qualidade, Produtividade.

ABSTRACT

With business globalization arrival several economic business enterprises had to reorganize themselves in order to launch best and cheaper new products within the shortest interval between them.

The precision tool manufacturing, responsible for the production of tools (cut, bend and forming material) to supply new pieces to automotive, major appliances, electro-electronic, informatics and toy sectors, must be competitive in price, quality and delivery deadline.

In 2010 the enterprise started the production of lamination for electric engines.

The use of Planning, Programing and Production Control (PPCP) has become of increasing importance for a successful business.

Based on Azzolini (2004) picture, the development of this work verified the several PPCP employments and appraised its results in the precision tool manufacturing, using Manufacturing Management Strategic Paradigm (MaMSP) developed by Godinho (2004) in his thesis.

Key words: Term, Quality, Productivity

1. INTRODUÇÃO

1.1. Apresentação

Este trabalho está inserido no contexto do projeto de pesquisa desenvolvido no programa de mestrado da Universidade Paulista - UNIP que contempla o caráter evolucionário do Planejamento e Controle da Produção (PCP) e as novas formas de organização do trabalho.

O PCP desde a década de 1980 apresentou modificações na sua formatação, acompanhando as mudanças que ocorreram nos paradigmas de produção, verificadas a partir dessa época.

O PCP considerado convencional, ou seja, aquele proposto por Buffa (1972), Zacarelli (1979) e Burbidge (1987), tem sua formatação baseada no ponto de encomenda e estudado de forma completa por Azzolini (2004).

Nesse sentido, a partir de meados da década de 1980, segundo Azzolini (2004), temos um novo paradigma que surge na produção, e que foi chamado de era da renovação, ou produção enxuta, que tem como principal questão envolvida no PCP, o sistema *Just-in-Time* (JIT) oriental, baseado no Sistema Toyota de Produção e também o sistema ocidental com base nos sistemas integrados de manufatura, basicamente o *Material Requirements Planning* (MRP), em 1967, e o *Manufacturing Resources Planning II* (MRP II), em 1982.

Desta forma, considera-se que os principais autores dessa fase são Orlicky, Vollmann e Goldratt. Posteriormente, é possível arguir através de longa

pesquisa feita por Godinho (2004), que novos paradigmas produtivos surgiram e se fez necessário reformular o PCP.

Assim sendo, a manufatura ágil, a manufatura responsiva, a manufatura em massa atual, a manufatura em massa customizada e a manufatura enxuta são novos paradigmas argüidos por Godinho (2004), que modificaram de forma sensível a formatação do PCP, conforme se pode ver, na extensão do trabalho do mesmo.

Desse modo, Godinho (2004) argumenta que os sistemas de controle, chamados por ele de Sistemas de Coordenação de Ordens de Produção e Compra (SICOPROCs), estão intimamente vinculados aos paradigmas considerados na manufatura, os Paradigmas Estratégicos de Gestão de Manufatura (PEGEM). Em relação à tese de Godinho, há opiniões contrárias, principalmente as oriundas da *lean manufacturing*, ou da *lean production*, que consideram a inexistência dos paradigmas citados acima, a menos o da produção enxuta, que contém em sua característica, a de todos os outros.

Para Godinho (2004), a estratégia competitiva das empresas está relacionada com a capacidade de planejar suas ações a curto e médio prazos, com base na gestão da demanda.

Corrêa *et al* (1993) diz que a demanda, assim como a produção, também deve ser gerenciada, porque poucas empresas são tão flexíveis, que possam, de forma eficiente, alterar substancialmente seus volumes de produção ou seu *mix* de um período a outro, de modo a atender as variações da demanda, principalmente no curto prazo.

As empresas, que têm com seus clientes uma relação de parceria podem negociar a quantidade e a demanda por elas geradas, e assim melhor adaptá-las às suas possibilidades de produção.

As empresas que não produzem itens de consumo podem exercer influência sobre a demanda por meio de um esforço de vendas, ou seja, através da gestão de sistemas indutores do comportamento sobre seus vendedores.

Essa gestão inclui esforços em cinco áreas:

- 1) Previsão de demanda: é muito importante para a empresa utilizar todo o conhecimento do mercado, de clientes e de não clientes, para conseguir antecipar suas demandas futuras com razoável precisão.
- 2) Canal de comunicação com o mercado: este item é de suma importância. Normalmente o pessoal que mantém contato sistemático com os clientes (vendedores e técnicos de assistência pós-venda) está preocupado somente com suas atividades imediatas, vender ou assistir, desprezando uma função extremamente importante que é trazer informações do mercado para a empresa, de forma contínua e confiável.
- 3) Poder de influência sobre a demanda: além de tentar prever o comportamento da demanda, é fundamental que a empresa procure influenciá-la não só sobre a demanda já manifesta, mas também sobre a demanda que ainda vai acontecer, sugerindo antecipações de trabalhos no caso de folgas previstas da capacidade instalada,

alocando, se necessário e conveniente, acréscimos de horas extras, terceirização, ou até mesmo contratação de mão-de-obra temporária ou efetiva.

- 4) Habilidade de prometer prazos: mais importante do que um prazo ganhador de pedido é o cumprimento deste prazo, o que eleva a confiabilidade da empresa perante o mercado, e para isso, a conscientização de seus funcionários e o bom uso de um PCP são fundamentais para o sucesso.
- 5) Habilidade de priorização e alocação: o objetivo do PCP é criar condições para que a empresa consiga atender a toda a demanda dos clientes. Caso não seja possível, a empresa precisa decidir onde alocar seus recursos, quais clientes serão atendidos total ou parcialmente e quais terão que esperar.

Vollmann *et al* (2006) diz que é o gerenciamento da demanda que propicia as ligações com o mercado, de modo geral, e com os clientes em particular. Assim, é no gerenciamento da demanda que são reunidas informações do mercado, prevendo a demanda dos clientes e a dos não-clientes. É também por este canal que se comunica aos clientes as promessas de datas de entrega, confirmação e situação do andamento dos pedidos e possíveis avisos de modificações. O gerenciamento da demanda diz respeito também a identificação de todas as fontes de informações que de alguma maneira implicam na quantificação da necessidade da capacidade de produção.

Para que se possa ter uma pequena compreensão das questões relacionadas ao que foi dito acima, define-se o seguinte: o PCP convencional é aquele que é baseado para compra no ponto de reencomenda (sistema de duas gavetas), e na ordem de produção, que é baseado na teoria do lote econômico.

Hoje se conceitua dois sistemas de produção, em que o PCP passa a ter maior importância: o primeiro, o sistema oriental com base no Sistema Toyota de Produção, também chamado JIT, criado na década de 1970 por Taiichi Ohno, e desenvolvido desde então por vários colaboradores e disseminado por todo o mundo prioriza a produção sem desperdícios, não produzindo nada que não agregue valor ao produto.

As principais características do JIT são: *layout* celular, operário multifuncional, troca rápida de ferramentas, qualidade total por toda a empresa, sistema *kanban* (cartões) de controle do chão de fábrica e estoque zero.

O segundo, o sistema ocidental baseado nos conceitos desenvolvidos na década de 1960 por Joseph Orlichy, o MRP. Esse sistema contempla o planejamento das necessidades de materiais para compra e produção no tempo certo, a partir do item pai, formado por dois ou mais itens filhos, da árvore do produto, onde estão mostradas as ligações entre filhos e pais e da lista de materiais. Faz-se o Planejamento Mestre de Produção (PMP), que gera a necessidade bruta por item, e comparando com o eventual estoque existente, tem-se a necessidade líquida e só então se emite as ordens de compra e ou de produção.

Godinho (2004) aponta também outros paradigmas da produção, que são:

A Manufatura em Massa Atual (MMA): caracterizando-se pela especialização do trabalho, padronização do produto, eficiência operacional e alta produtividade.

A Manufatura Responsiva (MR): baseia-se no prazo de entrega como estratégia competitiva. A qualidade e a produtividade acompanham os avanços tecnológicos, proporcionando contínua diminuição de *lead times*, de seus processos produtivos.

A Manufatura Ágil (MA): sistema capaz de atender ao mercado com mudanças e desenvolvimentos constantes de produtos novos, alta qualidade e baixo custo.

A Manufatura Enxuta (ME): conhecida como Sistema Toyota de Produção remonta à década de 1950, criado e desenvolvido por Eiji Toyoda e Taiichi Ohno, cujo foco é a qualidade, e sua filosofia é o anti-desperdício e a constante agregação de valor ao produto.

A Manufatura em Massa Customizada (MMC): é o fornecimento ao mercado de produtos variáveis a preços competitivos, graças à grande flexibilidade dos seus processos.

Nesse trabalho, o estudo de caso diz respeito a uma ferramentaria de precisão e procura mostrar se os paradigmas acima estão presentes ou não na formatação do PCP, fabricando estampos (ferramentas de alta produção, acionadas por prensas hidráulicas ou mecânicas para cortar, dobrar e repuxar

chapas laminadas de aço, alumínio, cobre, latão, etc.) para indústrias do setor metal-mecânico, em que os paradigmas de uma manufatura responsiva e de uma manufatura enxuta devem ser suas características principais.

1.2. Objetivo

O objetivo principal deste trabalho é mostrar as relações do PCP adaptado ao ambiente de uma ferramentaria de precisão e seu escopo, que é o trabalho por encomenda.

No contexto atual, a ferramentaria de precisão situa-se no meio de uma cadeia produtiva, onde a demanda gerada pelos vários setores econômicos requer as ferramentas que permitem materializar os novos produtos desenvolvidos para atender clientes das indústrias automobilísticas, de eletrodomésticos, de eletroeletrônicos, de informática, etc..

Objetivos secundários: A) Confirmar ou não os pressupostos dos paradigmas estratégicos apresentados por Godinho (2004). B) Avaliar possíveis ganhos de produtividade e qualidade, da ferramentaria e de seus fornecedores, com a redução de *lead times*, conseguido através do contínuo desenvolvimento do PCP.

Identificar através de uma pesquisa exploratória todo o fluxo das partes fabricadas, compradas prontas e as que são beneficiadas por terceiros, a cada operação e a cada espera, e como isso é planejado, programado e executado.

O orçamento apresentado pela ferramentaria ao cliente em resposta a uma consulta deve indicar os prazos que serão praticados internamente, pelos

fornecedores de todas as camadas e que serão, todos eles, segundo Fusco (2007), gerenciados em rede.

Investigar eventuais ocorrências de erros e suas causas, que acarretam retrabalho ou perdas totais das partes fabricadas a serem substituídas, tendo que usar recursos adicionais para o cumprimento dos prazos anteriormente estabelecidos dentro de um *lead time* maior que o necessário por medida de segurança, o que na prática significa um aumento da capacidade instalada, segundo Sacomano (2007).

1.3. Metodologia

Sendo a ferramentaria de precisão, um setor pouco estudado, é necessário que o pesquisador tenha domínio prévio do assunto. A ferramentaria exige um grande conhecimento específico, uma aderência aos ambientes e fatos e uma estreita relação com seus autores para melhor entendimento do que ocorre.

A pesquisa no caso, feita em uma única empresa, poderá ser estendida com o devido cuidado para outras ferramentarias cujo escopo seja semelhante ao estudado.

Essa pesquisa de caráter exploratório privilegia os pressupostos apresentados por Godinho (2004) e Azzolini (2004) em suas teses de doutorado.

Do Prof. Dr. Godinho – “Paradigmas estratégicos da manufatura: configuração, relação com o Planejamento e Controle da Produção e estudo

exploratório na indústria de calçados” – Universidade Federal de São Carlos – UFSCar, 2004.

Do Prof. Dr. Azzolini Jr – “Tendência do processo de evolução dos sistemas de administração da produção” – Escola de Engenharia de São Carlos – USP, 2004.

Nesse caso, a pesquisa do tipo exploratório visa a formulação de diagnósticos sobre determinado fenômeno ou processo procurando explorar todas as dimensões possíveis de um problema, segundo Charoux (2006).

O método da pesquisa é definido como uma gama de atividades sistemáticas e racionais que visam conduzir o estudo a um certo objetivo de forma mais segura e econômica, segundo Lakatos & Marconi (1995). Os aspectos relevantes da pesquisa, feitos por estudos descritivos, trata de mostrar as características, propriedades e relações existentes na empresa pesquisada.

Essa pesquisa caracteriza-se pela formulação de hipóteses a partir de uma dada teoria (as duas teses de doutorado, apontadas acima). Uma vez definidas, indica-se as variáveis que permitirão avaliar as hipóteses. Tal método permite confirmar ou refutar as hipóteses em estudo, adaptado de Bryman (1995).

É considerado também que as relações encontradas não podem ser traduzidas em números. A interpretação dos fatos e a atribuição de significados qualitativos são fundamentais neste processo, em que as informações são

coletadas diretamente no ambiente pelo pesquisador, e são analisados sem a utilização de métodos e técnicas estatísticas.

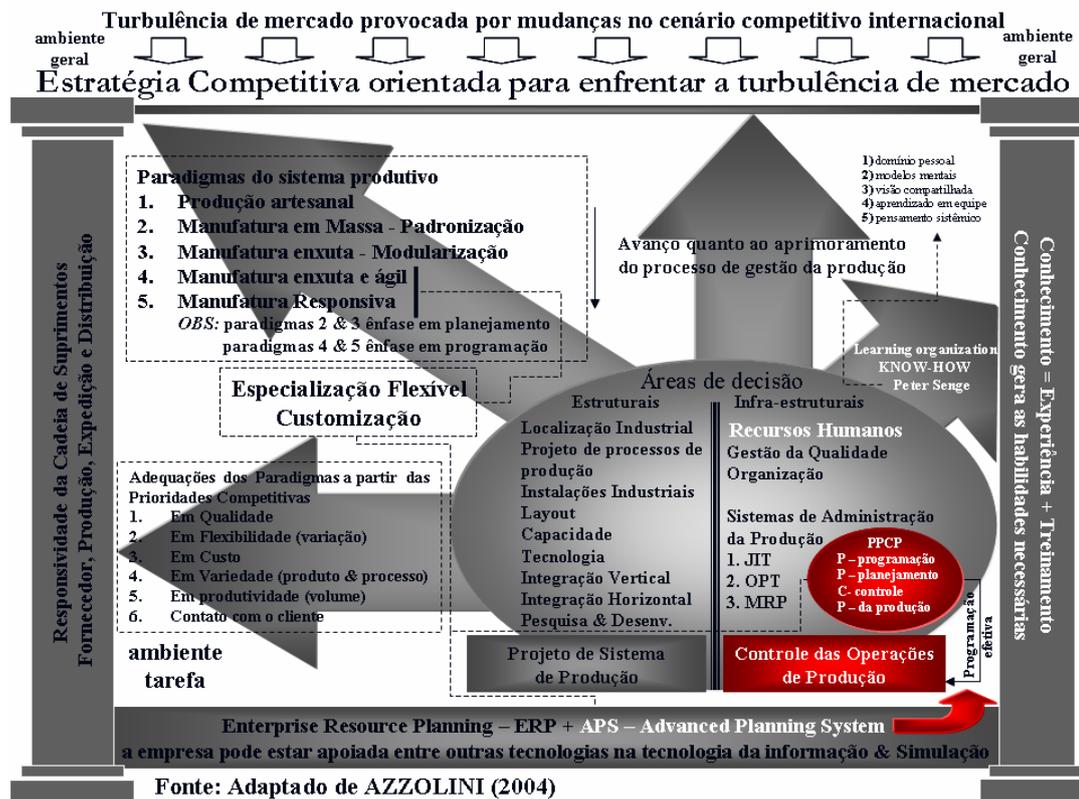


Figura 01 – Esquema das relações do PPCP

Com a finalidade de ordenar a pesquisa exploratória algumas hipóteses foram formuladas usando-se a figura 01.

Nesta pesquisa buscou-se entender em qual paradigma de manufatura a ferramentaria se insere, como isso tem influência na sua competitividade, e a partir dos aspectos que influenciam e são influenciados pelo PCP em uso, determinar pela observação no local, os seguintes parâmetros:

- a) qualidade e produtividade;
- b) capacidade instalada;

- c) integração horizontal;
- d) integração vertical.

As hipóteses que foram formuladas usando-se a figura 01 são:

Os sistemas *Enterprise Resource Planning* (ERP) não atendem a necessidade de programação da produção ?

A qualidade não vem antes do Planejamento, Programação e Controle da Produção (PPCP) e por isso se torna estratégica e deve ocupar na figura o papel do PPCP em destaque ?

O *Lean Manufacturing* não garante por si só a programação da produção de modo estratégico ?

A qualidade aparece na infra-estrutura da figura 01 e ao lado da “adequação dos paradigmas a partir das prioridades competitivas” sobre a seta que indica o pilar dos fornecedores, qual o motivo ?

As perguntas abaixo sobre os paradigmas da manufatura visam saber em quais delas a ferramentaria se insere ?

Na Manufatura Artesanal (MA) ?

Na Manufatura em Massa (MM) ?

Na Manufatura Enxuta (ME) ?

Na Manufatura Enxuta e Ágil (ME e A) ?

Na Manufatura Responsiva (MR) ?

Como as prioridades competitivas, listadas por Porter (1989), estão presentes no ambiente da ferramentaria ?

Qualidade ?

Flexibilidade ?

Custo ?

Variedade ?

Produtividade ?

Contato com o cliente ?

1.4. Justificativa

Os autores Godinho (2004) e Azzolini (2004) apontam o PCP como sendo o cerne de uma empresa, e dependendo de como ele é administrado, pode determinar o sucesso ou fracasso da mesma.

Vollmann (2006) diz que o sistema de PCP se ocupa do planejamento e controle de todos os aspectos da produção, inclusive do gerenciamento de materiais, da programação de máquinas, mão-de-obra e da coordenação com fornecedores e com clientes. Como essas atividades mudam ao longo do tempo e reagem de forma diversa a diferentes mercados e estratégias da empresa, o PCP fornece uma direção para avaliar respostas às mudanças num ambiente competitivo. Acredita-se que o desenvolvimento de um sistema de controle e planejamento da produção eficaz é fundamental para o sucesso de qualquer empresa. Além disso, sistemas de PCP realmente eficazes coordenam cadeias de suprimentos e agregam esforços através das fronteiras entre essas empresas. Finalmente, projetar um sistema de PCP não é um esforço único; sistemas de PCP precisam adaptar-se continuamente e

responder a mudanças no ambiente da empresa, na estratégia e nas exigências do cliente, e também a problemas específicos e a novas oportunidades de mercado. A questão fundamental não é o que se conseguiu. A questão é: o que a empresa deve fazer a seguir, em conjunto com seus parceiros ?

1.5. Estrutura do Trabalho

Este trabalho está estruturado em 6 (seis) capítulos, a saber:

Capítulo 1: Introdução.

Apresentação do trabalho, seu Objetivo, Metodologia e Justificativa.

Capítulo 2: Planejamento e Controle da Produção (PCP). Convencional.

Contém explicações do PCP convencional e sua evolução.

Capítulo 3: *Just-in-Time* (JIT) e *Material Requirements Planning* (MRP)

Contém explicações sobre o JIT, que é característica de uma produção enxuta, e do MRP usado para liberação da ordem de compra dos materiais, junto aos fornecedores.

Capítulo 4: Paradigma Estratégico de Gestão da Manufatura (PEGEM).

É apresentado um resumo da teoria de Godinho (2004), onde são explicados quais os paradigmas estratégicos de manufatura, suas principais características e em quais paradigmas a ferramentaria em questão se insere.

Capítulo 5: Estudo de Caso

Apresentação da empresa, descrição de suas instalações e o processo produtivo usado para fabricação de ferramentas, que é o seu escopo.

Capítulo 6: Análise e Conclusões

Análise da realidade observada e possíveis respostas às hipóteses levantadas com base na figura 01, de Azzolini. Conclusões do trabalho de uma maneira geral.

2. PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO (PCP). CONVENCIONAL

Segundo Vollmann (2006) o sistema PCP torna eficazes alguns dos custos e benefícios associados a ele. A tarefa essencial do sistema de PCP é gerenciar com eficiência o fluxo de material, seu ponto de reencomenda e responder às necessidades do cliente, utilizando a capacidade dos fornecedores, da estrutura interna e, em alguns casos, dos próprios clientes, para atender a suas demandas.

Importantes atividades periféricas envolvem a obtenção de informações de clientes sobre suas necessidades: de produtos, fornecimento de informações sobre datas de entrega e a situação dentro do cronograma proposto. Uma importante distinção aqui é que o sistema de PCP fornece a informação a partir da qual gerentes tomam decisões efetivas. O sistema de PCP não toma decisões nem gerencia operações – os gerentes desempenham essas atividades. O sistema de PCP somente dá o suporte para que eles o façam, de forma inteligente.

Para o êxito do PCP, há que se considerar as atividades de apoio ao sistema e que podem ser divididas, de maneira geral, em três horizontes de tempo: longo, médio e curto prazo. No longo prazo, o sistema é responsável pelo fornecimento de informações para a tomada de decisões sobre a capacidade adequada (incluindo equipamentos, prédios, fornecedores, etc.) para atingir as demandas futuras do mercado. Além disso, o planejamento de

longo prazo é necessário para que a empresa forneça o conjunto apropriado de capacidade de recursos humanos, tecnologia e localizações geográficas para atender às necessidades futuras da empresa. No caso do planejamento de fornecedores, o longo prazo deve incluir o mesmo tipo de planejamento de capacidade usado internamente. Para empresas que terceirizam parte de sua produção, o planejamento da capacidade de seus fornecedores pode ser mais crucial do que o próprio, e também, a escolha do parceiro da terceirização deve considerar seus conhecimentos técnicos, nível de qualidade, recursos financeiros, localização e capacidade de produção e qualidade ajustando-os às reais condições do mercado futuro.

No médio prazo, a questão fundamental tratada pelo sistema de PCP é combinar suprimento e demanda em termos de volume e *mix* de produtos. Embora isso seja verdade também no longo prazo, no médio, o foco está mais em prover a capacidade mínima de produção e materiais para atender às necessidades do cliente. Isso significa planejar as quantidades certas de material para chegar no tempo e no lugar certo, para suportar a produção e a distribuição de produtos. Também significa manter níveis mínimos apropriados de estoques de matérias-primas. Outro aspecto das atividades do médio prazo é dar aos clientes informações sobre prazos de entrega previstos e comunicar com antecedência aos fornecedores as quantidades e os prazos de entrega do que eles fornecem. O planejamento da capacidade pode requerer a determinação do nível de emprego, das possibilidades de horas extras, e de possíveis subcontractações.

Ainda segundo Vollmann (2006), no curto prazo, a programação de recursos é requerida para atender às necessidades de produção. Isso envolve tempo, pessoas, materiais, equipamentos e instalações. É fundamental para essa atividade que as pessoas trabalhem com eficácia. Enquanto as atividades diárias são realizadas, o sistema de PCP deve acompanhar o uso de recursos e os resultados de execução para relatar o consumo de materiais, a utilização de mão-de-obra, a utilização de equipamentos, o atendimento de novos pedidos de clientes e outros importantes indicadores de desempenho da operação. Ainda, se houver mudança, gerada pelos clientes, um processamento errado ou outro qualquer motivo que cause alterações no que foi planejado e programado, o PCP deve informar os gerentes, os clientes e os fornecedores sobre o ocorrido, e dar suporte para a solução do problema. Através desse processo, a comunicação entre todos os envolvidos sobre a situação existente deve ser constantemente mantida, incluindo sugestões para possíveis soluções e informações sobre as novas expectativas.

Por fim, para uma gerência eficaz da operação, alguns indicadores de desempenho precisam ser compilados. Dentre eles, estão os produtos entregues, a utilização de equipamentos, os custos incorridos por setor, a utilização de mão de obra, etc. Também devem ser medidos a satisfação dos clientes quanto a entrega em si, prazo, qualidade, etc. As informações econômicas, financeiras e físicas da operação são coletadas, resumidas e relatadas através do sistema de PCP.

Sobre os custos iniciais de um sistema de PCP, Vollmann (2006) diz que podem ser substanciais. Além disso, os custos operacionais em andamento também são significativos. Um sistema de PCP eficaz requer um grande número de profissionais e recursos de suporte como computadores, treinamento, manutenção e espaço, fatores fundamentais que quando são bem usados podem garantir grandes benefícios que se contrapõem a grandes custos.

Sacomano (2007) diz que no caso de um PCP formal, bem estruturado, há que se relatar que no Brasil, tanto as práticas do PCP quanto a respectiva teoria mantêm uma defasagem razoável em relação às economias centrais, no que diz respeito à chegada do aparato teórico e também à aplicação das técnicas complementares às respectivas modalidades de abordagem da manufatura, e que foram também constatadas pelo autor deste estudo isolado de uma ferramentaria de precisão.

Sacomano (1983) diz que é necessário citar Orlick que publicou o *Material Requirements Planning* (MRP) em 1975, como funcionário da IBM, que na verdade relatava o primeiro sistema MRP aplicado em empresas. O Sistema Toyota de Produção, que teve seu auge em 1977, já se constituía em modalidade teórica a partir de 1974, com Yaoshiro Monden. Apesar desses antecedentes, no Brasil, os primeiros sintomas das novas formas de abordagem da manufatura ocorreram timidamente a partir de 1985, conforme relatório elaborado por Alberto von Ellenrieder para o Ministério da Indústria e Comércio, publicado em 1988.

Sacomano, entre 1985 e 1990, acompanhou a implementação dos sistemas MRP e JIT em quatro empresas no Brasil, duas multinacionais e duas de capital nacional, todas de grande porte, pois as pequenas e médias empresas não possuíam nenhuma condição técnico-financeira para a adoção de novas técnicas de gestão da produção.

Nesse ponto é importante compreender a razão pela qual o Brasil, nas primeiras tentativas de alterar o processo decisório do Planejamento e Controle da Produção, baseadas na necessidade de adoção de novas técnicas em vigor, colheu muito mais fracassos que sucessos durante os anos de 1990. As técnicas oriundas de países desenvolvidos necessitavam de um ambiente propício para sua instalação, que exigia, em primeiro lugar, uma cultura organizacional e uma cultura técnica muito maiores do que as encontradas em ambientes de empresas brasileiras.

A implementação das novas técnicas encontrou resistências internas às mudanças propostas, por modificar com razoável profundidade a hierarquia funcional das empresas. As novas técnicas de condução do Planejamento e Controle da Produção nas multinacionais eram impostas pelas matrizes como estratégia corporativa, e as filiais ou subsidiárias ficavam à mercê de práticas que elas não conheciam bem e nem haviam participado da decisão de sua implementação. O empresariado não conseguiu enxergar com clareza os fenômenos da globalização, que é uma competição acirrada entre as empresas que buscavam novos mercados e novas modalidades da divisão internacional da produção. Por outro lado, a Universidade, de maneira geral, não se

relacionava com as empresas e vice-versa, pois ambas viviam os valores de seus universos particulares.

2.1. Introdução ao Processo de Decisão no PCP

Sacomano (1983) diz que a evolução do pensamento administrativo propõe duas fases distintas. A primeira contempla o Sistema de Produção em Massa ou Organização Racional Legal. A segunda, chamada de Era da Renovação ou Produção Racional Competitiva, contempla os novos paradigmas produtivos e as novas formas de organização do trabalho.

Os novos paradigmas produtivos surgem diante de dois fatores fundamentais:

- a) A inversão da relação oferta-demanda, quando a produção passa a ser regida pela oferta;
- b) O grande avanço tecnológico baseado na microeletrônica embarcada em máquinas e equipamentos, e o avanço da Tecnologia da Informação (TI).

Esses dois fatores impulsionaram fortemente a competição entre as empresas e deram uma nova dimensão ao processo decisório anterior a 1985. Como interpretar então o processo decisório no Planejamento e Controle da Produção à luz da evolução do pensamento administrativo?

Na visão de Sacomano (1983), quase toda a literatura anterior a Mondem (1974) e Orlick (1975) que tratam particularmente de JIT e MRP, referia-se ao Planejamento e Controle da Produção como um conjunto de

funções inter-relacionadas que comandavam e coordenavam o processo produtivo e os relacionava com os demais setores administrativos da empresa.

Essa abordagem resulta de análise de autores clássicos em Planejamento e Controle da Produção, como Zaccarelli (1967), Buffa (1972, 1975 e 1977) e Burbidge (1983). Embora haja a possibilidade de uma visão sistêmica na teoria, na prática o processo decisório no Planejamento e Controle da Produção estava contido no fluxo primário de informações, proposto por Zaccarelli (1967).

Nos níveis do processo decisório do PCP, suas funções estão hierarquicamente abaixo dos Planos Estratégicos, iniciando-se pela Previsão de Demanda. Para corroborar essa afirmação, Pires (1995) classifica o PCP como uma estratégia de manufatura que está abaixo da Estratégia Corporativa, abaixo da Estratégia das Unidades de Negócio, e se coloca como parte da estratégia operacional de natureza infraestrutural e como área de decisão operacional.

Essa fase do Planejamento e Controle da Produção é usualmente chamada de Planejamento e Controle da Produção Convencional ou PCP do “ponto de reencomenda”. Todo o processo decisório está vinculado à variação da demanda do produto ou *mix* de produtos e sempre irá desembocar na reposição dos estoques de matéria-prima ou componentes.

A “Teoria do Lote Econômico” foi preponderante para o “ponto de reencomenda”, pois determinava qual o nível mínimo de estoque a partir do qual se emitia a Ordem de Compra ou Ordem de Fabricação. A decisão da

determinação das capacidades, ou carga máquina, também era resultante de Vendas ou Previsões de Vendas, assim como toda a programação da fábrica. Na prática, a elaboração do Planejamento e Controle da Produção se constituía de reprogramação permanente das Ordens de Serviço e da reprogramação das máquinas. A atividade de reprogramação se constituía, portanto, das decisões mais difíceis no cotidiano do chão de fábrica. Os controles de custos, prazos e qualidade eram então funções colaterais ao eixo central do Sistema de Informações.

Pode-se afirmar, com convicção, que o processo decisório do Planejamento e Controle da Produção estava centrado no controle de estoques, com ênfase permanente na reprogramação e no “ponto de reencomenda”. Assim sendo, o processo do Planejamento e Controle da Produção consistia num sistema de emissão de Ordens, a partir da Previsão de Vendas, que controlava o Sistema de Estoques, a Programação de Fábrica, as Ordens de Compra, as Ordens de Fabricação e, a partir daí, todos os outros controles. Esta é a fase em que predominam os estoques intermediários. Na fase seguinte ao PCP convencional surge a necessidade de mudanças nas novas formas de organização da produção, para atender a um mercado competitivo e a uma oferta que pudesse diminuir sensivelmente os custos de produção, aumentar a qualidade do produto, aumentar a flexibilidade do processo de fabricação e garantir os prazos de entrega a este novo mercado.

2.2. Os Novos Paradigmas Produtivos

Sacomano (1983) coloca a segunda fase, ou Produção Racional Competitiva, que vai expor a produção ao novo cenário mundial onde cresce vertiginosamente a tecnologia e o mercado passa a ser regido pela oferta e não mais pela demanda, pois o somatório da oferta mundial de produtos supera em muito a demanda nominal. Foi necessário, pois, um estímulo à demanda por produtos diferenciados, em relação aos que eram ofertados. Inicia-se então, a fase de competição baseada nos critérios competitivos, principalmente aqueles relativos a custo, qualidade, flexibilidade e prazo de entrega. Todas as estratégias estão agora voltadas para esse novo ambiente empresarial, moldado pela internacionalização da economia, abertura de mercados e pela busca de novos produtos e serviços, independentemente de sua nacionalidade. Aqui tem início uma verdadeira revolução na concepção e realização de produtos, caracterizando então uma forte modificação nas estratégias da oferta. A manufatura passa a sofrer grandes transformações, tanto no processo produtivo quanto na gestão da produção. Como ilustração de mudanças paradigmáticas, tome-se como exemplo, de forma sucinta, o processo JIT, na época também chamado de Manufatura Enxuta (ME), surgido no Japão, e o processo MRP surgido nos Estados Unidos da América.

Considerando a nova fase da globalização, Fusco (2007), mostra que as empresas, na maioria multinacionais, para atacar seus concorrentes no mercado, e também para se defender, aderem ao que se denominou redes de operações produtivas, em que fornecedores de várias camadas e clientes são

administrados conjuntamente com um único objetivo: atender ao cliente final. Para tanto, um PCP que respeita os novos paradigmas de manufatura e bem estruturado dentro da tecnologia de TI, voltado para as estratégias corporativas é fundamental.

3. JUST-IN-TIME (JIT) E MATERIAL REQUIREMENTS PLANNING (MRP)

3.1. JIT

Segundo Sacomano (2007), no auge da produção em massa, após o término da Segunda Guerra Mundial, o Japão dá início ao programa de reconstrução nacional, o qual conduz a importantes mudanças no âmbito da produção, reconhecidas somente a partir da década de 1970, em um mundo até então focado nos princípios da fabricação em massa, com base nos preceitos da Administração Científica de Taylor e da produção sob a ótica do Fordismo. O novo movimento japonês passa a ser conhecido como Manufatura Enxuta. Essas mudanças foram proporcionadas por dois visionários da Toyota – Eiji Toyoda e Taiichi Ohno. Eles constataram que a produção em massa jamais funcionaria no Japão por diversos motivos, dentre os quais:

O mercado interno do Japão apresentava várias restrições de demanda, implicando uma vasta gama de veículos com pequeno volume de produção;

As diferenças culturais entre a força de trabalho no Japão e a ocidental implicavam principalmente que os operários japoneses não eram propensos a serem tratados como custo variável ou peça intercambiável, como predominava nas empresas ocidentais;

Trabalhadores temporários dispostos a enfrentar as condições precárias de trabalho em troca de remuneração compensadora inexistiam no Japão. Porém, a maior parte dos trabalhadores temporários constituía o grosso da

força de trabalho ocidental e, conseqüentemente, estavam presentes na maioria das companhias de produção em massa;

Ao término da Segunda Guerra Mundial a economia do Japão encontrava-se devastada.

A partir destas considerações, Eiji Toyoda e Taiichi Ohno desenvolveram e aprimoraram uma sistemática própria para gerenciar as empresas japonesas, a qual deu origem ao JIT ou Manufatura Enxuta. Womack & Jones (1998) definem Manufatura Enxuta como sendo uma nova abordagem, segundo a qual existe uma forma melhor de gerenciar os relacionamentos de uma empresa com os clientes, cadeia de fornecedores, desenvolvimento de produtos e operações da produção. O JIT basicamente altera as seguintes condições no âmbito da produção:

O *layout* deixa de ser funcional e é redesenhado como *layout* celular, em que famílias de peças são produzidas em um conjunto de máquinas compatíveis e dispostas em forma de U;

No *layout* celular não existe um operador para cada máquina, conforme necessário no *layout* funcional, passando o operário a possuir habilidades multifuncionais, ou seja, ele é capaz de operar mais de uma máquina em uma seqüência lógica planejada e previamente programada;

Conforme os princípios do JIT, para os quais o desperdício era combatido radicalmente, a troca de ferramentas passou por um processo revolucionário chamado de Troca Rápida de Ferramenta (*set up*), com

dispositivos criados dentro da própria fábrica, diminuindo sensivelmente o tempo de troca;

A qualidade deixa de ser um departamento da empresa para se instalar em todo o processo de fabricação com a denominação Qualidade Total, em que o processo de fabricação é controlado estatisticamente, diminuindo dessa forma as perdas e desperdícios de peças e materiais, assim como o tempo de retrabalho;

O Sistema *Kanban* gerencia o fluxo de materiais com cartões emitidos no final da linha de montagem, dando ao sistema a característica de produção “puxada”. Dentro dessa abordagem, tenta-se fazer cada vez mais com menos recursos (menos equipamento, menos esforço humano, menos tempo, menos estoque, menos capital, etc.), de acordo com a característica do mercado japonês.

Vollmann (2006) trata da abordagem JIT para o planejamento e controle da produção como um bloco de construção chave para os enfoques modernos do PCP e é uma filosofia anti-desperdício e um conjunto de técnicas que vão além dos sistemas tradicionais de planejamento e controle da produção. O JIT muda as práticas de produção, as quais, por sua vez, afetam a própria execução do PCP. O JIT reduz grandemente a complexidade do planejamento detalhado de material, a necessidade do acompanhamento no chão de fábrica, estoque em processo e todas as transações associadas com os sistemas de chão de fábrica e compras. Esses ganhos vêm do custo dos processos de

fabricação mais firmemente coordenados internamente e com as firmas de suprimento que também produzem sob JIT.

Muitas definições têm sido feitas para o JIT e elas têm evoluído com o tempo. Uma definição popular do JIT é uma abordagem para minimizar perdas. Esse foco é muito amplo o que ajuda a subdividir a perda de tempo, de energia e de material. Um denominador comum útil que está presente nisso e noutras definições de JIT é uma filosofia ampla para se obter estoque zero, transação zero e “perturbações” zero (significa a execução da rotina todos os dias).

Em resumo, segundo Corrêa (1993), as vantagens do Sistema de Administração da Produção (SAP), o JIT, podem ser mostradas através da sua contribuição aos principais critérios competitivos:

Custo – Dados os preços pagos pelos equipamentos, materiais e mão-de-obra, o JIT busca que os custos de cada um desses fatores sejam reduzidos ao essencialmente necessário. Pelas características do JIT, o planejamento e a responsabilidade dos encarregados da produção e a melhoria do processo produtivo favorece à redução de desperdícios. Nota-se isto no esforço para eliminar as operações desnecessárias ao produto, desde a fase de seu projeto. Este esforço torna menor e mais eficiente o tempo em que o valor é agregado ao produto. Reduz-se também custos de estoques, não os formando desnecessariamente em processo. Matérias primas e componentes comprados são mantidos em volumes baixos, através de entregas freqüentes de pequenas quantidades.

Lotes pequenos e tempos curtos de preparação da máquina resultam em menores ciclos de produção (*lead times*).

Lead times curtos também minimizam a ocorrência de produção insuficiente e de possíveis falhas, permitindo previsões de demanda com prazos menores.

O sistema *kanban* de controle de fluxo de materiais também favorece a eficiência, pois a redução de estoques torna visíveis os problemas da produção, fazendo com que a produção não possa continuar até que os problemas sejam corrigidos. O sistema JIT, controlado no chão de fábrica pelo *kanban*, caracteriza a chamada produção “puxada”.

Qualidade – O projeto do sistema evita que os defeitos fluam ao longo do fluxo de produção; o único nível aceitável de defeitos é zero. A pena pela produção com defeitos é alta, isto é, parada de produção. Isto motiva a busca das causas dos problemas e das soluções que as eliminem.

Flexibilidade – O sistema JIT aumenta a flexibilidade de resposta do sistema pela redução dos tempos envolvidos no processo. Embora o sistema não seja muito flexível com relação à faixa de produtos oferecidos ao mercado, a flexibilidade dos trabalhadores contribui para que o sistema produtivo seja mais flexível em relação às variações do *mix* de produtos.

Velocidade – A flexibilidade, o baixo nível de estoques e a redução dos tempos permitem que o ciclo de produção seja curto e o fluxo veloz. A prática de diferenciar os produtos na montagem final, a partir de componentes padronizados, de acordo com as técnicas de “projeto adequado à manufatura”

e “projeto adequado à montagem”, permite entregar os produtos em prazos mais curtos.

Confiabilidade – A confiabilidade das entregas também é aumentada através da ênfase na manutenção preventiva e da flexibilidade dos trabalhadores, o que torna o processo mais robusto. As regras do *kanban* e o princípio da visibilidade permitem identificar rapidamente os problemas que poderiam comprometer a confiabilidade, permitindo sua imediata resolução.

Schonberger (1987) afirma que a idéia do sistema JIT é simples: fabricar e entregar os produtos no momento exato de serem vendidos, fazer as submontagens no momento exato da montagem final do produto acabado, fazer as peças no momento exato de serem montadas e, finalmente, adquirir materiais no momento exato de serem transformados em peças fabricadas. O JIT foi chamado de filosofia, pois pregava também o respeito à condição humana do operário, assim como o compromisso coletivo com os objetivos da empresa.

3.2. MATERIAL REQUIREMENTS PLANNING (MRP)

Segundo Giansesi (1993), o MRP, ou cálculo das necessidades de material, é o SAP de grande porte que mais tem sido implantado, pelas empresas ao redor do mundo, desde a década de 1970.

Sacomano (2007) diz que na década de 1970, administradores de empresas reunidos na *American Production and Inventory Control Society* (APICS) focaram seus esforços no desenvolvimento de um sistema de

planejamento com o objetivo de sistematizar os procedimentos de planejamento e controle de materiais na fase de suprimentos do fluxo de produção. Este sistema hoje é simbolizado pela sigla MRP.

A principal diferença do MRP para os sistemas de reabastecimento tradicionais é que os últimos utilizam algumas regras de decisões para a tomada de providências de suprimentos, através do aprazamento e da quantidade dos itens a serem adquiridos, determinados sob a suposição de demanda estatisticamente independente. Desse modo, são examinados vários atributos de itens individuais tais como custo, *lead time*, consumo passado e outros, mas não é considerada a natureza da demanda como uma importante característica.

Contudo, baseando-se na natureza ou fonte de demanda, é possível selecionar a melhor técnica para o controle de estoques. O princípio fundamental que serve como guia para a análise da escolha é o conceito de demandas dependente e independente. Determinado item é de demanda independente quando não está relacionado com a demanda de outros itens. Com base nesse conceito de demanda dependente, e de demanda independente é que os membros da APICS desenvolveram a lógica do MRP.

Segundo Norman (1983), a essência do MRP é que se trabalha com a demanda do cliente para determinar os materiais e outras exigências. À medida que a tecnologia de computação avançou, o potencial crescente de aplicações desse conceito de planejamento amplo foi aparecendo.

Contudo, é importante salientar que, na década de 1980, houve uma reformulação na estrutura funcional do PCP, em decorrência da introdução das técnicas de MRP e do JIT no Ocidente. Em princípio, constata-se que o MRP trata do aspecto técnico do sistema.

É possível admitir que os proponentes do sistema MRP superestimaram as possibilidades de computadores em alguns aspectos do PCP, fato que hoje obriga a uma correção de rumos para a solução de alguns problemas, principalmente em relação ao acompanhamento das tarefas no âmbito do chão de fábrica, que é uma atividade complexa, se comparada, por exemplo, com a montagem do Plano Geral de Produção.

Segundo Giansesi (1993) os objetivos principais do sistema de cálculo das necessidades é permitir o cumprimento dos prazos de entrega dos pedidos dos clientes com mínima formação de estoques, planejando as compras e a produção apenas nos momentos e nas quantidades necessárias, nem mais, nem menos, nem antes, nem depois.

Este sistema é mais adequado àquelas empresas cujos objetivos estratégicos prioritários são privilegiados pelas técnicas de cumprimento de prazos e a de redução de estoques. Apesar da aparente conveniência de se priorizar esses critérios é necessário também que se considerem os custos desta priorização, já que, em várias situações, a priorização de certos critérios só pode ocorrer à custa do desempenho de outros.

Princípio Básico – O princípio básico do MRP é o princípio do cálculo de necessidades, uma técnica de gestão que permite o cálculo, viabilizado

somente pela velocidade do uso de computador, das quantidades e dos momentos em que são necessários os recursos de manufatura (materiais, tempo de preparação, *lead time*, perdas, etc.) para que se cumpram os programas de entrega de produtos com um mínimo de formação de estoques.

O cálculo da necessidade dos componentes é feito a partir das necessidades de entrega dos produtos finais (quantidade e datas).

Calculam-se para trás, no tempo, as datas em que as etapas do processo de produção devem começar o mais tarde possível e acabar na data prevista.

Determinam-se os recursos, e respectivas quantidades, necessários para que se execute cada etapa.

A lógica do cálculo de necessidades é bastante simples e conhecida há muito tempo. Em meados da década de 1960, com o barateamento e o simultâneo aumento da capacidade de processamento de dados dos computadores, o cálculo de necessidades passou a ser considerado alternativa viável para utilização em situações práticas. Nos Estados Unidos, surgiram então os primeiros sistemas de computador para gestão de materiais a partir de um “processador de listas de materiais”, que convertia um plano de produção de um produto final (demanda independente) em um plano de compras ou produção de seus itens componentes (demanda dependente)

Os itens de demanda independente são aqueles que não dependem da demanda de nenhum outro item, por exemplo, um produto final. Um produto

final tem sua demanda dependente do mercado consumidor e não da demanda de qualquer outro item.

Os itens de demanda dependente são os que dependem da demanda de outro. Um componente, item dependente, tem sua quantidade bem definida. Os itens componentes de uma montagem são chamados de itens “filhos” do item “pai”, que representa a montagem.

Portanto, a diferença básica entre os dois itens (independente e dependente) é que a demanda do primeiro tem de ser prevista com base no mercado consumidor. A demanda do segundo não necessita ser prevista, pois sendo dependente de outro, pode ser calculada com base na demanda deste.

Itens pais e itens filhos – Item-pai é um item de estoque que tem componentes. Cada um desses componentes é um item-filho do item-pai. Pode também ocorrer que se o item-filho tem itens componentes, ele é também um item-pai destes, que são, por sua vez, seus itens-filhos.

Lead time – É o tempo de ressuprimento de um item. Se for item comprado, o *lead time* refere-se ao tempo decorrido desde a colocação do pedido de compra até seu recebimento. Se se trata de item fabricado, o *lead time* refere-se ao tempo decorrido desde a liberação de uma ordem de produção até que o item esteja pronto para montagem.

Necessidades brutas – São as quantidades necessárias dos itens-filhos (componentes) para atender a determinada quantidade de um item-pai para ser produzido, ao longo do tempo.

Necessidades líquidas – São as necessidades de itens-filhos (componentes) para suprir a produção de determinada quantidade de itens-pai, descontadas as posições de estoque, já existentes (e que, portanto, não precisam ser comprados ou produzidos).

O sistema interliga seus vários módulos ao Planejamento-Mestre de Produção (MPS), à lista “explodida” de materiais do produto e ao plano de liberação de ordens de compra e de produção, verificando as suas necessidades em termos aproximados, orientando as decisões dos gerentes de produção. Como o MRP emite as respectivas ordens de compra e de produção para um produto, no tempo certo, contado da data de entrega para trás, dizemos que o MRP “empurra” a produção.

4. PARADIGMA ESTRATÉGICO DE GESTÃO DA MANUFATURA (PEGEM)

Segundo Godinho (2004), dentro da moderna literatura de Gestão da Produção, são os paradigmas de manufatura que classificam as empresas no intuito de ajudá-las na tarefa de se manterem competitivas no mundo atual globalizado. Alguns exemplos são: Manufatura Enxuta (ME), Manufatura Responsiva (MR), Manufatura Ágil (MA), Manufatura em Massa Atual (MMA) e Customizada, dentre outras.

Nesses capítulos serão apresentados estes principais paradigmas, existentes dentro da Gestão da Produção, tratando-os de forma integrada e comparativa. Para tanto o termo PEGEM foi proposto por Godinho (2004), criando uma nova conceituação de elementos-chave (direcionadores, objetivos de desempenho, princípios e capacitadores) comuns a todos esses paradigmas. A partir dessa nova conceituação pode-se diferenciar os paradigmas de manufatura de outros termos comumente encontrados na literatura, além de permitir uma comparação entre os próprios paradigmas (à luz de seus elementos chave), facilitando assim, o estudo e a aplicabilidade dos mesmos.

Na visão de Godinho (2004), a evolução histórica dos paradigmas da manufatura será apresentada para uma melhor definição do termo PEGEM.

As funções básicas da manufatura são relativamente constantes: geração do conceito, projeto, fabricação e montagem. Sua origem vem do

artesão, o qual era responsável por todas as tarefas básicas mencionadas acima. Esta era a época da chamada manufatura artesanal, e era caracterizada por: força de trabalho altamente qualificada em projeto, operação de máquinas, ajuste e acabamento, além de organizações extremamente descentralizadas, ainda que concentradas numa só cidade, e pelo emprego de máquinas de uso geral e de baixo volume de produção.

Essa manufatura artesanal foi superada por Henry Ford, com a chamada manufatura em massa. Esse novo paradigma surgiu no início do século XX e tinha algumas características bastante diferenciadas em relação à manufatura artesanal: alta divisão do trabalho, alto grau de repetitividade, competição baseada na produção de baixo custo, explorando economias de escala. A essa primeira fase na manufatura em massa denominamos Manufatura em Massa Precedente (MMP). Ainda é utilizada, pois é fonte de vantagens competitivas. Nos dias atuais esse paradigma apresenta algumas diferenças em relação à MMP. Essa recente manufatura em massa denomina-se Manufatura em Massa Atual (MMA).

Para fazer frente à manufatura em massa, a indústria automobilística japonesa Toyota desenvolveu, na década de 1950, o Sistema Toyota de Produção, popularizado no ocidente com o nome de Produção Enxuta ou Manufatura Enxuta (ME). Este novo paradigma apresenta algumas diferenças em relação aos paradigmas anteriores: ênfase na melhoria contínua das operações, eliminação de desperdícios e retrabalhos, diminuição do *set up* das

máquinas com o intuito de redução do tamanho do lote de produção e consequente aumento na variedade de produtos oferecidos aos clientes.

Utilizando a ME, a indústria japonesa conseguiu, a partir da década de 1960, um grande crescimento na participação do mercado automotivo mundial (posteriormente também em outros setores produtivos). Para Buffa (1984), as empresas japonesas tiveram sucesso principalmente por causa da alta qualidade e baixos custos que estas atingiram na manufatura como fonte de vantagem competitiva. Dessa forma, a indústria americana perdeu bastante espaço frente aos produtos japoneses. Hayes e Wheelwright (1984) afirmaram no início dos anos de 1970, que as empresas americanas cederam lugar às empresas que competiam em dimensões como produtos sem defeitos, inovações nos processos e pontualidade de entrega. Elas perderam o primeiro lugar tanto no mercado mundial quanto em seu mercado interno.

Os três mais recentes paradigmas de gestão surgiram no início da década de 1990. São eles: Competição Baseada no Tempo, Customização em Massa e Manufatura Ágil.

A competição baseada no tempo enfatiza a redução do tempo de desenvolvimento do produto e do tempo de produção como fatores vitais para o aumento de competitividade de uma empresa. Os benefícios para essa redução do tempo incluem melhoria nos padrões de atendimento ao cliente (velocidade de entrega) e maior inovação. Esse paradigma é também chamado de Manufatura Responsiva (MR).

O termo Customização em Massa (CM) define esse paradigma como a habilidade de fornecer produtos e serviços projetados individualmente para cada consumidor através de altíssima agilidade e flexibilidade no processo a um custo próximo aos praticados pela Manufatura em Massa (MM).

O termo Manufatura Ágil (MA) surgiu em 1991, cunhado por professores do Instituto Iacocca, que mostrava que um novo ambiente de manufatura estava surgindo. Esse novo ambiente é caracterizado pela incerteza e por mudanças constantes.

Para Bunge & Gould (1996), os negócios do século XXI terão que superar os desafios dos consumidores buscando produtos de alta qualidade, baixo custo, além de resposta rápida as suas necessidades específicas e em constante transformação. Estes desafios estão diretamente relacionados com as novas maneiras de se gerenciar as empresas, segundo Gunase-Karan (1999). A MA possui como objetivos principais: responder a mudanças inesperadas de maneira correta e no tempo devido e saber explorar estas mudanças, entendendo-as como uma oportunidade ou um meio de ser lucrativo, conforme Sharifi & Zhang (1999).

Para conceituar os PEGEMs, determinam-se os quatro elementos-chave que os compõem.

- a) Princípios: são os fundamentos que norteiam o PEGEM. Podem ser relacionados a um ou mais PEGEMs. São eles: Alta especialização do trabalho; Foco em clientes sensíveis aos baixos preços; Foco na eficiência operacional/alta produtividade; Foco total na qualidade;

Identificação da cadeia de valor e eliminação de desperdícios, entre outros;

- b) Capacitadores: representam as ferramentas, tecnologias e metodologias a serem empregadas em cada PEGEM. São eles: Economia de escala; Uso intensivo de máquinas especializadas; Utilização de *layout* por produto; Uso intensivo de peças intercambiáveis; Zero defeito e outros;
- c) Direcionadores: são as condições de mercado que possibilitam/facilitam/requerem a implantação de um determinado PEGEM;
- d) Os objetivos de desempenho da produção são também denominados objetivos estratégicos da produção. A definição da estratégia de uma empresa, segundo Pires (1995) está relacionada a padrões de ações necessárias para se atingir certos objetivos pré-estabelecidos. Há ainda a definição de Porter (1986), para quem a estratégia é “o desenvolvimento de uma fórmula ampla para o modo como uma empresa irá competir, quais devem ser suas metas e quais as políticas necessárias para levar-se a cabo estas metas”. Ainda para esse autor a essência da formulação de uma estratégia competitiva é relacionar uma empresa ao seu ambiente competitivo.

Segundo Godinho (2004), na literatura a respeito de estratégia empresarial há uma hierarquia usada entre outros por Slack *et al* (1997) classificada em três níveis.

- a) Estratégia corporativa: é a que se refere a corporação. As principais decisões neste nível são, conforme Slack *et al* (1997): i) em quais negócios a corporação deve estar ? (quão diversificada deve ser a corporação ?); ii) quais negócios adquirir e de quais desfazer-se ?; iii) como alocar o capital para os diferentes negócios ? Segundo Porter (1987), a competição ocorre no nível da unidade de negócios, e não no da corporação;
- b) Estratégia da unidade de negócios: dentro uma organização, uma unidade de negócios costuma ser representada por uma divisão, empresa, unidade fabril ou linha de produto, segundo Pires (1995);
- c) Estratégia funcional: o terceiro nível é representado pelos setores funcionais de uma empresa: (finanças, marketing, produção, dentre outros) dos quais será focado a produção. Estratégia de produção é definida por Slack *et al* (1996) como sendo o padrão global de decisões e ações que define o papel, objetivos e atividades de produção de forma que estes apoiem e contribuam para a estratégia de negócios da organização. Para Gaither & Frazer (2001), a estratégia de produção deriva diretamente da estratégia de negócios da empresa, visto que aquela primeiro determina e prioriza os objetivos de desempenho da produção, que são cinco: qualidade, rapidez (velocidade), pontualidade, flexibilidade e custo.

Os objetivos estratégicos da produção podem ser divididos em primários e secundários.

a) Objetivos estratégicos primários:

Qualidade: que para Slack *et al* (1997), significa “fazer as coisas certo”, referindo-se ao produto, ao processo, à produção e ao valor;

Rapidez (Velocidade): este conceito está relacionado a quanto tempo os consumidores precisam esperar para receber seus produtos, e para isso a produção deve ter um fluxo de operações rápidas. O desenvolvimento rápido de novos produtos está neste objetivo;

Pontualidade: significa fazer o produto e entregá-lo em tempo para os consumidores, conforme o prometido;

Flexibilidade: significa ser capaz de mudar de alguma forma. Para as finalidades da tese de Godinho (2004), este item foi dividido em: curto e longo prazo:

Curto prazo: habilidade da produção em conseguir trocas rápidas nos equipamentos (baixo tempo de *set up*), fornecendo uma variedade de produtos em volume, entrega e de *mix*;

Longo prazo: está relacionado ao nível tecnológico do sistema de produção.

Custo: esse objetivo está limitado e diretamente relacionado ao preço de venda, e também a uma alta produtividade das operações internas;

Adaptabilidade: habilidade de mudar frente a oportunidades inesperadas e a de lançar novos produtos ao longo do tempo, rapidamente;

Ciberneticidade: é o alto nível de utilização da tecnologia da informação para a melhoria dos processos produtivos;

Há uma divisão entre os objetivos de desempenho, utilizada por diversos autores, Slack *et al* (1997) entre outros, que são: objetivos ganhadores de pedido e objetivos qualificadores.

Objetivos ganhadores de pedidos são aqueles que contribuem diretamente para a realização de um negócio.

Objetivos qualificadores são os objetivos nos quais a empresa deve estar acima de um nível determinado para que ela seja inicialmente considerada pelos clientes como uma possível fornecedora.

b) Objetivos Estratégicos Secundários:

Godinho (2004) diz que são o resultado de diferentes ênfases e combinações dos objetivos estratégicos primários.

Variedade 1 (de coisas semelhantes, diferenciações): Pequena variedade de produtos alternativos.

Variedade 2 (de coisas distintas, diversificação): Por exemplo, diversidade de produtos.

Variedade 3 (direcionada ao cliente, “customabilidade”): Prover soluções individuais para clientes diferenciados dentro de um *mix* de produtos pré-estabelecidos.

Variedade 4 (agilidade): Há três conceitos, segundo Goranson (1999):
a) customização em massa. b) habilidade da empresa em prosperar em ambiente imprevisível e de constante mudança. c) habilidade de mudar quando uma oportunidade inesperada aparece.

“Responsividade”: Segundo Kritchanchai & Mc Carthy (1998), “responsividade” compreende as dimensões velocidade e pontualidade, relacionadas ao tempo, no curto prazo e também flexibilidade. Godinho (2004) acrescenta a isso a qualidade (fazer certo da primeira vez). Portanto, “responsividade” é um objetivo ganhador de pedido de curto prazo e a flexibilidade, um qualificador de longo prazo.

Esta configuração de PEGEMs confere à ferramentaria uma condição de PEGEM misto, onde no mesmo ambiente, porém, com focos diferentes, coexistem dois paradigmas: o paradigma de Manufatura Responsiva (MR) e o paradigma de Manufatura Enxuta (ME).

Segundo Godinho (2004), para a implementação da MR, também denominada competição baseada no tempo, devem ser utilizados uma série de métodos destinados a reduzir continuamente o *lead time* de produção, consequentemente o tempo de resposta aos clientes. Esta ênfase na redução do tempo não é crítica se pensada como um fim em si mesma, mas são os benefícios desta redução que tornam este paradigma atraente. A MR tem como principal objetivo ganhador de pedidos a rapidez, a pontualidade e a alta variedade de produtos distintos.

Para Godinho (2004) a ME, que remonta à década de 1950, nasceu no Japão, desenvolvida por Taiichi Ohno, e lá ficou conhecida como Sistema Toyota de Produção.

Esse sistema sugere uma nova abordagem segundo a qual existe uma forma melhor de organizar e gerenciar os relacionamentos de uma empresa

com os clientes, cadeia de fornecedores, desenvolvimento de produtos e operações da produção, em que a qualidade é uma de suas características e a mais importante.

Segundo Costa Neto (2007), desde tempos imemoriais, em que existe a produção de bens e serviços, existe também a preocupação com a Qualidade. Os conceitos e as ferramentas da qualidade evoluíram paulatinamente ao longo do tempo, acompanhando a evolução histórica dos processos produtivos, chegando ao ponto de serem considerados instrumentos básicos da própria gestão empresarial, com ela se confundindo.

No atual mundo globalizado, o crescimento das informações disponíveis mundialmente na *web* e o crescimento da importância das empresas multinacionais, levaram as empresas a um acirramento da competitividade, que passou a ser preocupação obrigatória da alta administração. Porter (1989) oferece uma importante contribuição a essa questão quando aponta as forças que agem no mercado competitivo e as ameaças a que os participantes estão sujeitos. Outro autor preocupado com essa problemática é Contador (1996), que propõe um modelo de enfoque baseado nos campos e armas da competição.

Há várias visões buscando esclarecer como se tornar competitivo. Neste texto, busca-se sintetizá-los através do relacionamento da competitividade com os elementos básicos da qualidade e da produtividade.

Para Costa Neto (2007), uma empresa será competitiva, quando oferecer seus produtos e serviços com a qualidade esperada pelos clientes e

com preços aceitáveis pelo mercado. Para ter preços competitivos, a empresa deve ter custos com eles compatíveis. Esses custos são resultado da produtividade alcançada pelo uso de todos os recursos de que dispõe a empresa.

Ressalta-se também que a qualidade e a produtividade são conceitos afins, um influenciando o outro. De fato, produzir com qualidade implica produzir com produtividade, e vice-versa, relação que nem sempre foi imaginada assim, mormente quando o atendimento às especificações se conseguia pela inspeção de produtos finais, levando os itens da produção não conformes ao refugo ou retrabalho.

No caso da qualidade praticada pela ferramentaria, ela tem implicações diretas com a produtividade, pois fabricando certo da primeira vez, não se perde tempo com retrabalho ou fabricando pela segunda vez, a mesma peça, condições essas inaceitáveis quando se tem o prazo como principal característica ganhadora de pedidos, exigência contratual de seus principais clientes, sob pena imediata de multa e de perda de imagem para o futuro.

5. ESTUDO DE CASO

5.1. Instalações

A empresa em estudo é uma ferramentaria de precisão, fundada em 1986, no Brasil, como filial de uma companhia norte-americana. Hoje, ela é de capital nacional, comprada por seis sócios brasileiros, todos antigos funcionários, o que é um dos fatores de sucesso e crescimento da empresa. O objetivo inicial da empresa era projetar e fabricar estampos de corte, dobra e repuxo, e moldes para injeção de plásticos em geral, fundição de alumínio e fundição de zamak, para o mercado local e possível exportação. Posteriormente, a empresa se especializou somente em estampos e com maior ênfase nos estampos progressivos de fabricação de lâminas para motores elétricos.

O local escolhido para sua sede foi a região metropolitana de São Paulo, no grande ABC, berço da indústria automobilística no país, em um terreno de 12.000 m², com um galpão industrial de 1.500 m², alugado, hoje de sua propriedade. Este galpão foi aumentado, com a construção de mais 2.500 m², para os atuais 4.000 m², com estrutura de concreto armado para suporte de ponte rolante, com dois guinchos elétricos que têm capacidade de levantamento de 15 Ton. e 2,5 Ton. cada um, que percorrem o sentido longitudinal do prédio. O piso industrial de laje concretada para suportar carga de 10 Ton./m² é especificado para assentamento de máquinas operatrizes, tendo as máquinas de precisão, dispositivos de fixação que absorvem

vibrações provocadas pelo seu próprio funcionamento e pelas vibrações das demais máquinas, que são vistas, em parte, nas figuras 02 e 03.



Figura 02 - Foto do autor – Fresadoras e Furadeira Radial

A área do galpão está dividida em vários setores. O setor de recebimento de materiais, basicamente barras e blocos de diversos tipos de aço, é ligado ao setor externo de entrada de caminhões por meio de um guincho. O setor de almoxarifado contém vários tipos de ferramentas de corte sinterizadas e de aço rápido, rebolos abrasivos de resina e de diamantes, brocas, fresas e alargadores de aço rápido e limas diamantadas, todas com várias dimensões. Essas ferramentas de corte são para uso em máquinas-ferramenta e em máquinas elétricas e pneumáticas, operadas manualmente. As peças *standards*, todas sob normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) ou normas internacionais, de fabricação local ou importadas,

usadas para fabricação de estampos, são várias: arruelas, bases, buchas, colunas, correntes, molas, parafusos, pinos, porcas, prisioneiros, rolamentos e travas de várias dimensões, que são guardadas separadas em local diferente do mesmo almoxarifado. O setor de manutenção mecânica, elétrica e hidráulica instalado no mesmo galpão, responde pelo funcionamento dos equipamentos, pela rede interna distribuidora de utilidades e pela conservação da construção civil. A fim de proporcionar boas condições de medição para o processo produtivo, há um setor fechado destinado à metrologia, com temperatura controlada de 20° C, umidade relativa não superior a 12% e pressão positiva de 1,25 atm. No local estão guardados um desempenho de granito, refletores de perfil e vários instrumentos de medição como traçadores, paquímetros, micrômetros, imicros, rugosímetros e durômetros, frequentemente aferidos internamente por comparação com blocos padrão ou externamente, em laboratórios acreditados pelo Instituto Nacional de Metrologia (INMETRO).

Completando a área fabril há uma cozinha industrial, refeitório, vestiário, banheiros e local para lazer.

No mesmo piso da fábrica há o escritório do diretor de engenharia de processos, do diretor de produção e do diretor de compras, todos com suas respectivas equipes, e o setor de planejamento, programação e controle da produção.



Figura 03 - Foto do autor – Fresadoras e Retífica

Os setores de custos industriais, contas a pagar e a receber e a central de informática, onde estão instalados os servidores e os equipamentos de comunicação, ocupam um mezanino onde há salas para o diretor presidente, o diretor comercial e de marketing e o diretor financeiro, todos com seus auxiliares, sala de reuniões, *hall* de espera, banheiros e copa-cozinha. Neste piso há também uma sala para estudos e orçamentos contendo uma biblioteca técnica, com livros, revistas e periódicos contendo assuntos pertinentes aos objetivos da empresa.

Os serviços de contabilidade, recursos humanos, judiciários, limpeza, segurança e outros eventuais são adquiridos no mercado de empresas especializadas.

Interligando todos os setores entre si há uma rede de computadores trocando informações entre fornecedores, chão de fábrica, clientes e a administração, por meio de *softwares* hierarquizados, com informações em tempo real e acumulados por vários períodos de tempo. Um módulo de simulações para preparar orçamentos é ligado entre os setores da presidência, engenharia de processos, custos e comercial. Uma instalação hidráulica contra incêndio cobre toda a construção.

5.2. Processo Produtivo

O processo produtivo de uma ferramentaria de precisão diz respeito à fabricação de ferramentas (estampos de corte, dobra e repuxo) com o objetivo de se obter peças de laminados de aço, alumínio, cobre e latão, produzidas através de prensas mecânicas com até 480 batidas por minuto.

O trabalho da ferramentaria começa por um projeto da ferramenta fornecido pelo cliente, ou por um estudo detalhado do desenho do produto com as especificações do material a ser usado, tolerâncias a serem observadas, bem como todas as notas contidas no projeto. Após discutir e sanar todas as dúvidas do projeto sobre o produto, um *draft* é preparado e após uma aprovação preliminar, o projeto técnico da ferramenta é executado por técnicos com o auxílio da Tecnologia da Informação (TI), via *software Computer Aided Design* (CAD) em 3D, onde cada parte é projetada com especificações dimensionais, material com sua composição química e dureza final,

identificadas as partes *standards* pelas suas normas respectivas e quantidades necessárias.

Nesse mesmo *software* são simuladas as montagens das partes, dimensionada a largura da tira laminada de onde sairá fabricada a peça/produto e o passo, que é a distância entre duas peças consecutivas, o que define a quantidade da matéria-prima utilizada no processo (figuras 04 e 05), e portanto, seu custo. É simulado também o funcionamento do estampo, a que cargas estáticas e dinâmicas será submetido e a uma estimativa de vida útil do mesmo, consideradas as manutenções e afiações necessárias.

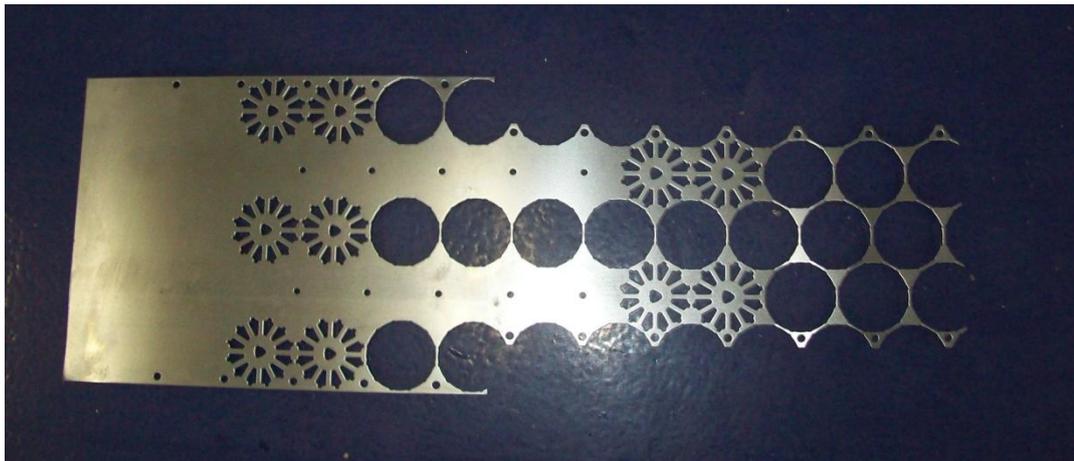


Figura 04 - Foto do autor – Tira feita pelo estampo das figuras 06 e 07

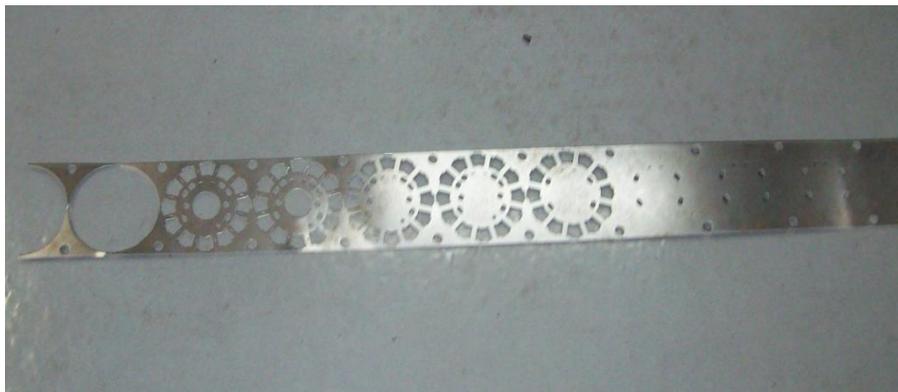


Figura 05 - Foto do autor – Tira feita pelo estampo das figuras 09 e 10

Este projeto técnico é feito em duas etapas: Quanto ao processo de fabricação da peça/lâmina e quanto à estrutura da ferramenta. O projeto técnico é apresentado ao cliente e deve ser aprovado por ele, e quanto ao processo de produção, a sequência lógica das etapas necessárias para a formação da peça. Quanto à parte estrutural da ferramenta, ela é de responsabilidade do projetista e da empresa que a constrói. É a estrutura da ferramenta e o seu ajuste entre os punções e as respectivas matrizes que garantem as dimensões da peça dentro de sua tolerância, com repetitividade e durante toda a vida útil planejada do estampo.

Se este projeto for executado internamente será encaminhado para a ferramentaria, e uma lista de materiais será encaminhada ao setor de compras, para as tomadas de preço e de prazo, e para todas as aquisições necessárias das partes e peças novas e de beneficiamentos.

Após o projeto ser aprovado e o pedido ser colocado pelo cliente, o projeto é inserido no sistema e seus vários desenhos são plotados, para que se

inicie sua fabricação. Caso o cliente queira ele mesmo fabricar a ferramenta ou escolher outra ferramentaria para construí-la é cobrado dele somente o projeto, conforme acertado previamente, e ficam disponíveis para o cliente todas as informações técnicas, oriundas do projeto e orientações suplementares que se fizerem necessárias.

As ordens de compras e as ordens de serviços são abertas e o cronograma de fabricação da ferramenta é iniciado. O primeiro passo é dado pelo gerente de produção que designa qual ferramenteiro-ajustador será o responsável pela ferramenta em todas as suas etapas até seu final, o *try out*, ou seja, a fabricação da primeira peça aprovada pelo cliente, produzida pela ferramenta. As partes novas ou beneficiadas, adquiridas de terceiros, e as peças *standard* têm seus fluxos coordenados pelo mesmo ferramenteiro, assistido por um comprador *follow-up*.

O ferramenteiro em pauta é um especialista em mecânica, formado por escolas do Serviço Nacional de Aprendizado Industrial (SENAI) ou outras semelhantes, com muitos anos de experiência.

O cronograma da fabricação da ferramenta, negociado e aprovado pelo cliente, é elaborado por um *software Project Evaluation and Review Techniques* (PERT) e acompanhado diariamente em seu caminho-crítico, o menor *lead time* possível, tanto na ferramentaria como nos fornecedores de todas as camadas, maximizando o uso da capacidade instalada e da disponibilidade de mão-de-obra entre várias operações e entre várias ferramentas.

Para o caso de partes a serem fabricadas ou beneficiadas pela rede de fornecedores usa-se o *Material Requirements Planning* (MRP), que dispara as ordens de compra. Internamente o fluxo das partes é controlado por meio de pedidos, onde estão o nome do cliente e o número da ferramenta, que fluem entre os diversos setores de preparação, usinagem e montagem das partes.

Quanto às partes de aço - baixo, médio e alto carbono -, e as de aço rápido, todas certificadas quanto às suas características químicas e mecânicas, quando chegam ao recebimento de materiais são identificadas por meio de gravação ou pintura com o respectivo número que consta na lista “explodida” de materiais, e após inspeção e aprovação a parte é inserida na planilha de compras, atualizada pelo MRP, comunicado via sistema ao ferramenteiro responsável e encaminhada à oficina. Se a parte é rejeitada, o setor de compras entra em contato imediato com o fornecedor para eliminar o problema ou sua substituição, o mais rápido possível.

As partes de aço a serem usinadas, ou seja, desbastadas, são obtidas por cortes feitos com ferramentas fabricadas com aço-liga que contém carbono acima de 0,75%, cobalto, vanádio e molibdênio em sua composição. Há outras ferramentas que são fabricadas com metal duro, o mesmo utilizado para fabricação de matrizes e punções, diamantes sintéticos e ferramentas feitas com materiais cerâmicos para corte de aço, operando com velocidades acima de 600 m/min.

As máquinas utilizadas no processo de usinagem são tornos, fresadoras, coordenadas, mandriladoras, furadeiras, radiais e retíficas, todas de uso

universal, e as máquinas auxiliares de produção como as afiadoras e as retificadoras de ferramentas.

O torno é usado para se obter superfícies cilíndricas. A fresadora é utilizada para obtenção de superfícies planas, esféricas, elípticas, parabólicas e outras, além da abertura de canais e de entalhes. A mandriladora é usada para se obter furos concêntricos, de vários diâmetros simultaneamente, e em ângulo reto ou inclinado em relação a uma superfície de referência. A furadeira radial é utilizada para se obter dois ou mais furos localizados sobre raios diferentes de uma mesma referência. A retífica pode ser cilíndrica, plana ou operar em três eixos, sendo uma máquina complementar das operações das três máquinas anteriores. É usada também para obtenção de uma superfície de menor rugosidade ou para usinar aços temperados e metal duro. As ferramentas usadas são rebolos circulares com vários formatos de superfície, formados por abrasivos aglutinados com resinas de carbureto de silício, óxido de alumínio e pó de diamante natural.

As partes de aço, quando chegam à oficina, vão para o setor de fresas ou de tornos, dependendo de seu formato geométrico. No de fresas seu esquadrejamento é executado marcando as partes que devem ser referência de usinagem ou de montagem. No de tornos, sua cilindricidade é obtida. Todas as partes a serem temperadas, cementadas e cortadas por eletro-erosão são encaminhadas aos fornecedores com os respectivos desenhos e as especificações necessárias para seu beneficiamento e transformação.

Quando o projeto da ferramenta especifica que o material das matrizes e dos punções é fabricado de metal duro, este é solicitado às empresas detentoras da tecnologia de sinterização, ou da metalurgia do pó, e são obtidos em fornos com temperatura acima de 1.400°C com sobrematerial nas superfícies a serem ajustadas entre si.

A lista de partes *standards* necessárias para a execução do projeto é confrontada com possíveis estoques existentes, e sua necessidade líquida é encomendada, observando-se os critérios de quantidade mínima e de seus múltiplos, estabelecidos pelos fornecedores, dentro do conceito do PCP convencional, ou seja, o do ponto de reencomenda.

Nas duas bases do estampo, superior, onde são fixados os porta punções, e inferior, onde são fixadas as matrizes, são feitas inicialmente em cada base, nas laterais, oito furos com rosca para fixação de parafusos usados na movimentação destas bases por meio de cabos de aço e de guincho. As duas bases têm seus furos para colunas fixas e buchas deslizantes feitos simultaneamente em uma fresadora de coordenadas para garantir a concentricidade e a distância entre centros.

Para se certificar das medições obtidas durante o processo de fabricação de todas as partes da ferramenta, quer sejam medidas preliminares com sobre material, quer sejam medidas finais especificadas no projeto, são utilizados diversos aparelhos de medição que se encontram no setor de metrologia. As medições a serem feitas nas peças críticas, onde as tolerâncias são da ordem de centésimos de milímetro, exigem que estas mesmas peças

permaneçam aproximadamente de duas a quatro horas no ambiente controlado da metrologia, antes de sua medição.

A cada etapa cumprida do trabalho, os ferramenteiros inserem no sistema *on line* o que foi executado e comparam num gráfico de Gantt o cronograma previsto com o real. Caso se verifique a ocorrência de divergências que poderão inviabilizar o prazo contratado, o ferramenteiro líder convoca uma reunião informal, no chão de fábrica para discutir suas causas, corrigir erros e possíveis defeitos. Em seguida decide como agir em relação aos três critérios de prazos usados para atender seus clientes:

- a) Clientes maiores, principalmente da indústria automobilística, em crescimento no número de fábricas e na quantidade de modelos, que estão dispostos a pagar mais pelos serviços prestados, porém, exigindo o cumprimento do prazo contratado, sob pena de multa;
- b) Clientes também importantes, formados pelas fábricas da linha branca, eletroeletrônicos e computadores, onde os prazos negociados são observados com uma certa flexibilidade;
- c) E por fim, para os demais clientes, fábricas de brinquedos, fábricas menores de utensílios e aparelhos domésticos, onde a construção de suas ferramentas é executada durante os intervalos de operação dos outros dois primeiros, utilizando-se da flexibilidade para o cumprimento do prazo.

A montagem de uma ferramenta é iniciada quando da colocação da primeira peça, a de referência zero do projeto na base inferior, e a partir desta

peça há uma sequência lógica de montagem previamente definida. A localização correta de todas as peças nas bases inferior e superior é obtida fixando-as por meio de pinos temperados, prensados em furos executados simultaneamente entre as peças e as bases, e fixadas com parafusos travados quimicamente. Após cada fixação, e antes da colocação dos pinos, a localização é confrontada com o projeto. Se esta estiver certa, dentro da tolerância, segue-se a montagem. Se esta estiver errada, é possível compensar o erro na montagem seguinte. Mesmo após várias desmontagens e montagens para manutenção e afiação, a ferramenta, através de seus pinos, garante o correto posicionamento relativo entre todas as partes.

A montagem da ferramenta segue peça a peça, seguindo o projeto até o final, quando as duas bases, superior e inferior são acopladas (figuras 06, 07 e 09,10).

É feita a passagem da tira pelo estampo para verificação do seu fluxo e a confirmação do passo, que é a distância entre duas peças consecutivas. Em seguida, a ferramenta é enviada para o *try out*, que é a tentativa de obtenção da primeira peça a ser aprovada pelo cliente. A aprovação da peça implica em que a ferramenta está em condições de produção e é liberada para uma produção piloto. Essa produção é em geral de 1.000 a 5.000 peças. No caso, a velocidade da prensa começa na ordem de 50/100 batidas por minuto e cresce continuamente até o máximo planejado para verificação de seu funcionamento. Após a produção piloto a ferramenta é desmontada e limpa, e é verificado se

houve qualquer dano, então ela é lubrificada, montada e feita sua expedição para o cliente ou para o setor de produção.

Abaixo, um exemplo de estampo progressivo para a fabricação de lâminas para motores elétricos, com cinco peças por batida.

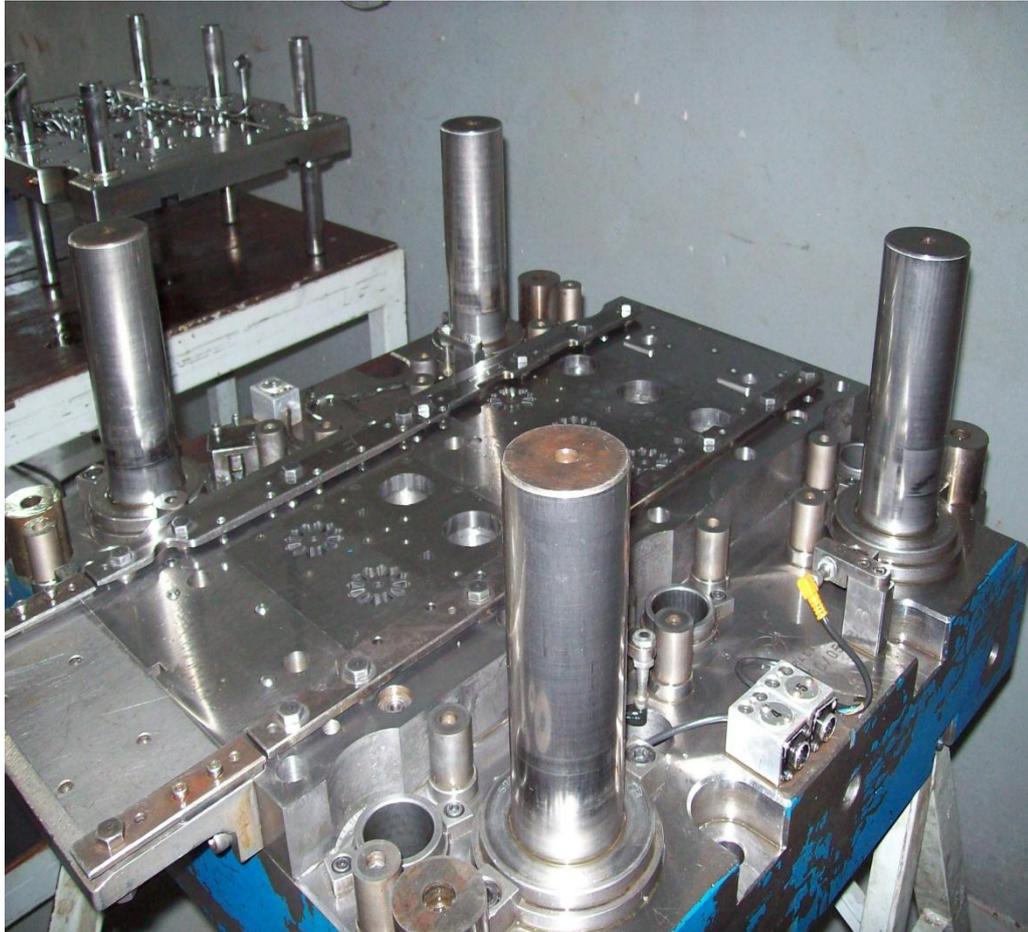


Figura 06 - Foto do autor – Matrizes que produzem a tira das figuras 04 e 08

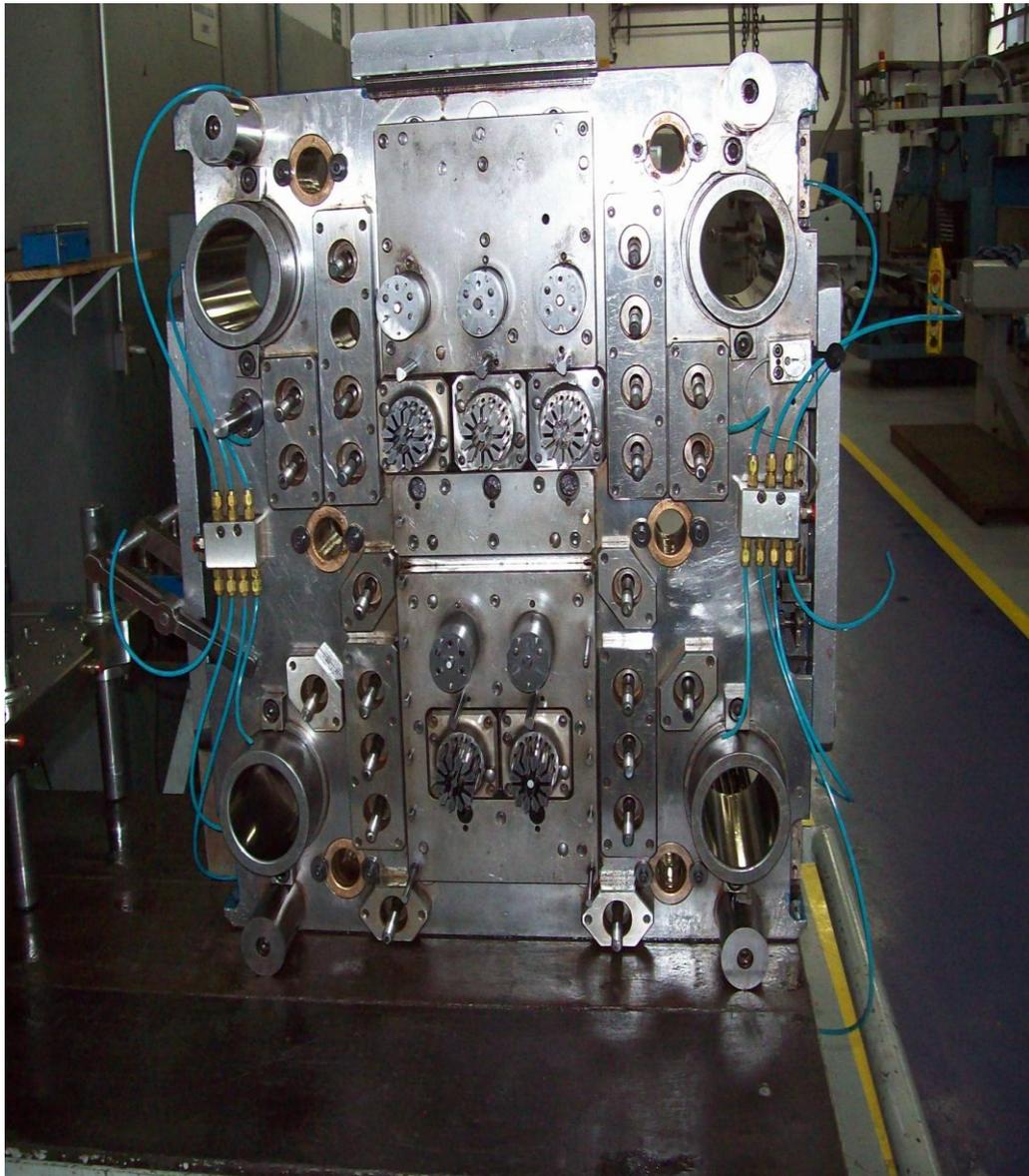


Figura 07 - Foto do autor – Punções que produzem a tira das figuras 04 e 08

O estampo formado pelas bases que contém as matrizes (figura 06) e a base que contém os punções (figura 07) é um estampo progressivo de fabricação de lâminas bastante complexo para ser fabricado, pois sua tira produz cinco lâminas em cada batida (figuras 04 e 08).

Este estampo requer cerca de 5.000h de trabalho para sua fabricação e sua produção de lâminas chega a 120.000/h, ou seja, 3.000 motores/h.

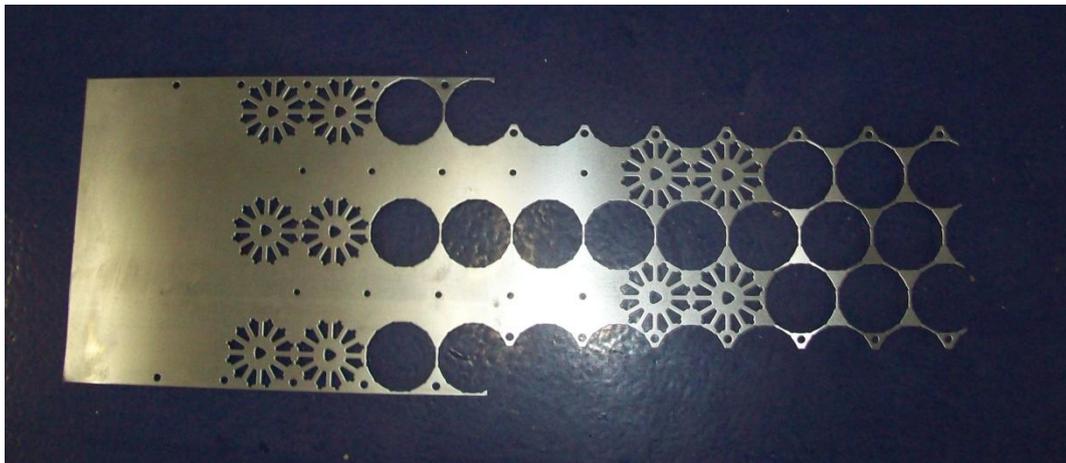


Figura 08 – Foto do autor -Tira feita pelo estampo das figuras 06 e 07

As figuras 09 e 10 mostram, respectivamente, as matrizes e os punções que produzem a tira das figuras 05 e 11. Este estampo tem sua fabricação bem menos complexa, pois sua tira produz somente uma lâmina em cada batida, ou seja, quando usado na prensa regulada para uma velocidade de 400 batidas por minuto, produz o equivalente a 24.000 lâminas/h, que é equivalente a 600 motores/h.

Tanto para a tira que produz cinco lâminas por batida, como para a que produz uma lâmina por batida, o melhor compromisso entre produção e vida útil do estampo é operá-lo com velocidade de prensa em torno de 70% a 85% da velocidade máxima nominal.

Abaixo, exemplo de estampo progressivo para produção de lâminas para motores elétricos com produção de somente uma lâmina por batida. Este estampo requer aproximadamente 3.000h de trabalho para sua fabricação.



Figura 09 - Foto do autor – Matrizes que produzem a tira das figuras 05 e 11

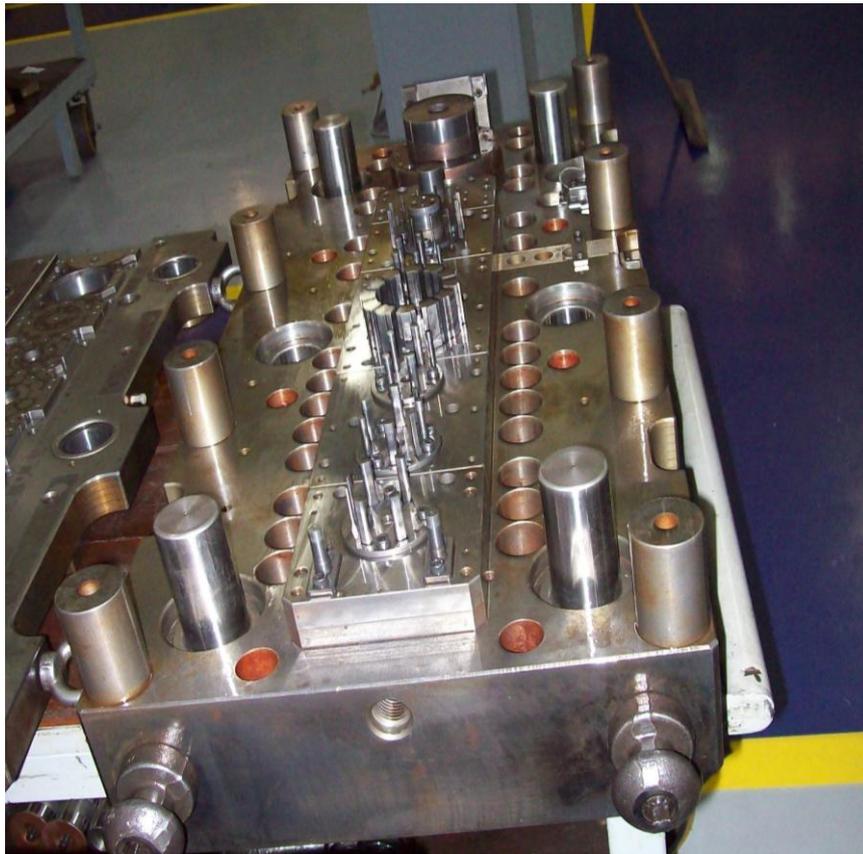


Figura 10 - Foto do autor – Punções que produzem a tira das figuras 05 e 11

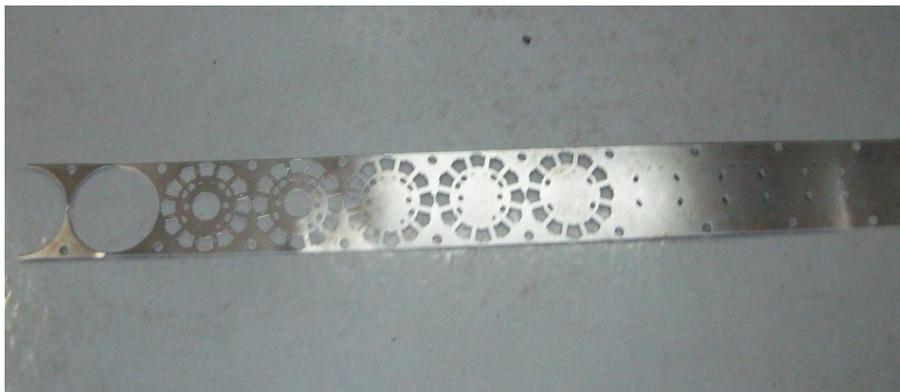


Figura 11 - Foto do autor – Tira feita pelo estampo das figuras 09 e 10

5.3. Capacidade Instalada

A capacidade instalada da ferramentaria, em dois turnos, para a fabricação de estampos de corte, dobra, repuxo e estampos progressivos, para produção em massa de lâminas para motores elétricos, é, atualmente, de 22.000 h. por mês, o que equivale a entregar para seus clientes de quatro a oito ferramentas aprovadas por mês, liberadas para a produção.

A capacidade instalada desta ferramentaria está dividida em três setores:

a) preparação de material, local que recebe o aço e onde é feito o primeiro corte de referência de cada parte, para posterior transformação em peça, através de maçarico oxiacetilênico aplicado às partes de aço baixo carbono, e cujo acabamento nas laterais é posteriormente obtido através de fresamento e de esmerilhamento. Neste mesmo setor é preparada a fresagem de blocos de aço médio e alto carbono, para iniciar a forma final da peça. Quanto às barras de aço circulares, de baixo, médio ou alto carbono, estas são torneadas para obtenção de peças cilíndricas cujo diâmetro terá as medidas finais de projeto, ou terá um sobrematerial deixado para tratamento térmico e operações de acabamento. Este setor é o que alimenta as máquinas-ferramenta de usinagem e as bancadas de montagem e ajuste, e é responsável pelo início efetivo do cronograma de fabricação dos estampos;

b) usinagem dos vários metais. Setor formado pelas máquinas-ferramenta com alta tecnologia embarcada de TI e de microeletrônica, com capacidade nominal de processar peças acima da capacidade existente no

setor anterior, o de preparação de material. Apesar desta condição de processamento, em condições pontuais, este setor pode recorrer a terceiros, por falta de capacidade ocasional de suas máquinas, ou para superar algum imprevisto, que poderá ocasionar problemas de fluxo no caminho crítico de fabricação da ferramenta. Os trabalhos deste setor são basicamente os de obtenção de dimensões preliminares de peças que irão sofrer algum tipo de tratamento térmico, ou essa sobre medida é usada como folga para ajustes finais da montagem ou para compensação de eventuais erros em montagens anteriores.

Neste mesmo setor a capacidade de usinagem será brevemente aumentada com a chegada de uma máquina, em novembro, de eletro-erosão a fio, para corte de peças com curvas complexas, principalmente as encontradas nas ranhuras das matrizes de fabricação de lâminas de rotor. As retíficas usadas neste setor estão com carga-máquina de cerca de 60% do necessário para fabricação, porém deve ser aumentada para 100% e também deve ser utilizado o terceiro turno, devido ao aumento da necessidade de afiações dos punções e suas respectivas matrizes, nas ferramentas que estão iniciando a nova linha de produção de lâminas. Já está sendo providenciado um investimento em três novas retíficas: cilíndrica, plana e de perfil, para o primeiro semestre de 2011;

c) este terceiro setor, de montagem de ferramentas, é o que requer uma observação mais acurada na medição de sua capacidade de produção, pois é grandemente influenciado pela experiência e habilidade do ferramenteiro

ajustador, assim como pelo tempo necessário para se obter uma dimensão, muitas vezes de forma indireta, para posterior ajuste das medidas finais envolvendo, muitas vezes, mais de uma peça.

A metrologia tem capacidade para emitir um relatório de inspeção que contém, obrigatoriamente, a distância entre centros de dois furos representativos do passo da ferramenta e a posição relativa entre punções e matrizes, que a cada estágio do estampo progressivo vão formando a dimensão final da peça-produto, e é dada por uma máquina tridimensional de medição, cuja inserção de dados requer conhecimento técnico de metrologia, trigonometria aplicada, facilidade de cálculo e habilidade com a operação do equipamento, para que a medição seja certa da primeira vez e para que sua leitura e interpretação estejam de acordo com o projeto inicial, dando ao ferramenteiro ajustador a certeza para decidir continuar a montagem ou fazer os ajustes necessários para correção. Neste setor, da metrologia, a carga-máquina utilizada, salvo picos, é de 55%.

Após a conclusão do projeto, a ferramenta é enviada para execução do *try out* em uma nova área de produção em que estão instaladas novas prensas mecânicas de 150 Ton. a 400 Ton. de força, nas quais a ferramenta será adaptada para a obtenção da primeira amostra da peça, sendo acompanhado pelo cliente. Com a fabricação de somente algumas dezenas de peças, estas são enviadas para a inspeção de amostra, tanto na metrologia da ferramentaria como na do cliente, e seus resultados comparados. A aprovação de todas as cotas do desenho de produto implica na aprovação da peça e indiretamente na

aprovação da ferramenta. Quando alguma cota tiver sua dimensão fora do especificado, e não sendo essa cota a de uma medida crítica, a peça é aprovada sob condição de posterior correção.

Em todos os setores em que as partes são trabalhadas para transformação em peças, incluindo fornecedores externos, e com o andamento do cronograma aproximando-se da data final, cresce exponencialmente a importância de se ter um PCP que inclua em seu planejamento e em sua programação as previsões para a manutenção preventiva dos equipamentos, indicando a diminuição da capacidade instalada durante o período da manutenção sem, contudo, comprometer as datas de entregas das ferramentas.

5.4. Integração Vertical

Em um trabalho de fabricação de ferramenta feito sob encomenda é conveniente que a ferramentaria tenha o controle de todos os seus processos, verticalizados ao máximo dentro de uma viabilidade técnica e econômica previamente calculadas para a melhor gestão de seus recursos, sempre com o objetivo maior de produzir e entregar qualidade aos seus clientes, e cumprir os prazos contratados. A integração vertical deve perseguir níveis crescentes de utilização dos processos necessários para a fabricação de estampos. Em princípio, ficam de fora da verticalização as matérias-primas, peças *standards* e beneficiamentos, quando feitos por empresas que têm na escala de produção ou no emprego de tecnologia específica seus nichos de mercado.

5.5. Integração Horizontal

É de grande importância para o sucesso comercial da ferramentaria no curto prazo, e sua sobrevivência no mercado no longo prazo, a integração horizontal. Esta se inicia com seus fornecedores de matérias-primas, principalmente aços, peças *standards*, fabricadas sob normas ou sob encomenda, e também com os vários fornecedores de serviços de beneficiamento, todos necessários para a fabricação de um estampo. Esta parte da integração horizontal é a que é chamada pré-venda. Mas é na pós-venda de ferramentas, dita a jusante, que a integração horizontal mostra sua maior importância. Quando da negociação inicial para a fabricação da ferramenta, fica estipulado em contrato, que a ferramentaria é responsável pelas afiações e manutenções futuras do estampo, quando a ferramentaria, como empresa fabricante de lâminas, utilizar esta ferramenta.

O grande desgaste das ferramentas e suas possíveis quebras ocorrem em consequência de cada novo *set up*. Em cada *set up*, por mais resistente que seja a estrutura da ferramenta, esta irá operar punções e matrizes em posições relativas diferentes, influenciadas negativamente pelo estado de manutenção das prensas, que acarretam uma menor vida útil da ferramenta. Quando da utilização de uma prensa que está conforme as normas dinâmicas de funcionamento, esta dá ao estampo, principalmente o estampo progressivo, um desempenho que só irá requerer afiação após a fabricação de cerca de 1.000.000 a 2.000.000 de batidas, com aumento do intervalo de tempo entre as manutenções planejadas para a troca de partes desgastadas.

Os gastos previstos com as afiações e manutenções, e possíveis substituições da ferramenta é o que une a empresa e seus clientes nessa integração horizontal e define a construção de uma nova ferramenta, dentro de uma viabilidade econômica. Esta nova ferramenta vai pouco a pouco sendo projetada por sucessivas pequenas modificações de processo, resultado de observações feitas e registradas a cada desmontagem, limpeza, afiação, lubrificação e remontagem do estampo em uso. Dentro da oportunidade surgida, de substituição da ferramenta, procura-se evoluir tecnicamente o produto nos itens que implicam em maior durabilidade do estampo. Este trabalho feito pela ferramentaria, com base em histórico de vida útil de estampos similares, das quantidades produzidas, relacionando-as a afiações e manutenções é de grande importância para o cliente e ponto de partida para o estudo de possível redução de horas necessárias para construção da nova ferramenta substituta.

5.6. Qualidade e Produtividade

O nível de qualidade da empresa como um todo, originado no chão de fábrica na fabricação de estampos, tem sua confirmação no baixo índice de retrabalho e de sucata, não comprometendo os prazos contratados e numa produtividade crescente, fruto da experiência de seus ferramenteiros em todos os seus setores, devido à repetitividade de seus processos, mas de total diversidade de suas peças.

Segundo Costa Neto (2007), a Qualidade e a Produtividade sofreram evoluções ao longo do tempo, acompanhando a evolução histórica dos processos produtivos, sendo elas, hoje, consideradas instrumentos básicos da gestão empresarial.

O conceito de Qualidade foi objeto de muita discussão no tempo e até hoje suscita inúmeras controvérsias. No entanto, há certo consenso em admitir cinco visões para a Qualidade:

a) transcendental, ligada à idéia de excelência entregue ao cliente do produto ou do serviço;

b) baseada no uso do produto ou do serviço, ligada à idéia de serventia;

c) baseada no usuário, ligada ao atendimento das necessidades dos clientes;

d) baseada no processo de fabricação, ligada à idéia de conformidade, isto é, o quão bem o processo está executando aquilo que foi especificado no projeto;

e) baseada no valor, ligada a considerações econômicas e financeiras.

Costa Neto (2007) também diz que o conceito de Produtividade é bem menos controverso que o da Qualidade, pois está ligado ao bom aproveitamento físico dos recursos disponíveis, com um mínimo de desperdício, para se conseguir os resultados desejados. Em termos gerais, o conceito de Produtividade pode ser encarado como igual à divisão dos resultados pelos insumos.

Essa relação, entretanto, pode ser interpretada de várias formas e em diferentes contextos. Na ferramentaria, como um primeiro passo para se implantar um projeto de Qualidade, e que também visasse ao aumento contínuo da Produtividade, foi visto que seria necessário algo inicial, e atendendo à sugestão de uma empresa de consultoria, foi implementado no início dos anos 2000, em toda a fábrica, o Programa **5S**.

Segundo nota de redação da revista Banas Qualidade, este programa foi criado no Japão há 60 anos e adotado no Brasil há 20 anos.

O Programa **5S** é uma alternativa para formar uma base cultural nas empresas, tanto para o sucesso de modelos de gestão, quanto para o de ferramentas gerenciais. Problemas de comportamento como desperdício, desordem, sujeira, falta de higiene e indisciplina dificultam a implantação dos programas de qualidade e reduzem os benefícios esperados. O programa tem como base a eliminação do desperdício, ou seja, tudo o que gera custo extra, e está dividido em cinco fases:

- **Seiri** – Senso de Utilização: “Separar o útil do inútil, eliminando o desnecessário”. O que é usado sempre, colocar próximo ao local de trabalho. O que é desnecessário deve ser eliminado.
- **Seiton** – Senso de Arrumação: “Identificar e arrumar tudo, para que qualquer pessoa possa localizar tudo facilmente”. O objetivo é padronizar as nomenclaturas; usar rótulos e cores vivas seguindo um padrão; guardar objetos diferentes em locais diferentes; expor visualmente os pontos críticos, tais como extintores de incêndio, locais de alta tensão e partes de máquinas

que exijam atenção. Determinar locais de armazenamento de cada objeto; eliminar portas, se possível; não deixar objetos no meio do caminho que atrapalhem a movimentação no local.

- **Seiso** – Senso de Limpeza: “Manter um ambiente sempre limpo, eliminando as causas da sujeira e aprendendo a não sujar”. O ambiente limpo traduz benefícios de qualidade e segurança. O senso de limpeza proporciona maior produtividade das pessoas e evita perdas e danos de materiais.

- **Seiketsu** – Senso de Saúde e Higiene: “Manter um ambiente de trabalho sempre favorável à saúde e à higiene”. Higiene é a manutenção de limpeza e de ordem. Em um ambiente limpo, a segurança é maior. Para tanto é preciso tomar um conjunto de medidas que são: ter os três primeiros **S** previamente implantados; eliminar as condições inseguras de trabalho e difundir material educativo sobre saúde e higiene.

- **Shitsuke** – Senso de Autodisciplina: “Fazer dessas atitudes, ou seja, da metodologia **5S**, um hábito, transformando-os num modo de vida”. Usar a criatividade em todas as atividades do trabalho; melhorar a comunicação entre o pessoal; compartilhar visão e valores; treinar o pessoal com paciência e persistência, conscientizando-os para a prática dos **5S** e, de tempos em tempos, avaliar os avanços do programa.

Após a implementação do programa, a equipe que desenvolveu o **5S** se organizou para fazer visitas de inspeção nas diversas áreas. Os pontos positivos e negativos encontrados foram apontados, e o mais importante dessas visitas não foi só verificar se a teoria estava correta na prática, mas o

principal objetivo foi verificar mudanças de atitudes, comportamentos e o pensamento do pessoal envolvido.

5.7. Fluxo de Informação

As informações que fluem pela ferramentaria começam por uma previsão da demanda feita pelos agentes consumidores de estampos: indústria automobilística, linha branca, eletroeletrônicos, computadores, brinquedos, telefonia celular e fixa, Embraer, fabricantes de equipamentos agrícolas, de motocicletas, etc..

Esses dados podem ser colhidos diretamente dos clientes, ou indiretamente na internet, ou nas publicações especializadas que tratam sobre novos lançamentos de produtos, feiras e em fontes oficiais de associações que congregam suas indústrias.

Os dados, obtidos pelo setor de marketing, após serem filtrados, discutidos e ponderados, transformam-se em informações.

Contatos feitos pela área comercial com os vários segmentos industriais confirmam, com certo grau de certeza, os dados anteriores.

Estes dados são transformados em informações que são levadas à engenharia de produtos para avaliar quanto destas demandas, percentualmente, poderão ser atendidas com a capacidade atual, e até quando.

Se forem necessários investimentos na aquisição de novos equipamentos é feita em paralelo uma pesquisa com possíveis fornecedores

dos serviços demandados, para atendimento imediato, até a chegada dos novos equipamentos.

Oferecendo serviço de ferramentaria a esses clientes, e conseguindo um pedido e uma programação firme de ferramentas, esta venda flui pela empresa num sentido em que irá chegar a todos os fornecedores. Notar que o fluxo de informação é no sentido contrário ao fluxo de materiais.

Uma vez inserido no sistema, o fluxo de materiais avança dentro do que já foi apresentado no item 5.2. relativo ao processo produtivo.

Para entendimento deste fluxo de informações é também usada a figura 01- Esquema das relações do PPCP, onde se percebe três vertentes principais relativas ao planejamento, programação e controle da produção e, portanto, a administração da produção de um produto feito por encomenda: estratégia competitiva, paradigmas de manufatura e prioridades competitivas, além do *know-how* adquirido ao longo de mais de 20 anos de experiência profissional.

Nessa empresa, na ferramentaria, trabalham 90 pessoas como mão de obra direta, em dois turnos, produzindo mensalmente 15.000h de trabalho, aplicados na confecção das ferramentas. Outros 43 funcionários, que são mão-de-obra indireta, trabalham nos setores de compras, custo, metrologia, programação, engenharia de processos, marketing, manutenção, recebimento de materiais, recepção de produtos, informática e restaurante.

5.8. Fabricação de Lâminas para Motores Elétricos

Há uma nova área construída e já utilizada ainda de maneira incipiente para a fabricação de lâminas para motores elétricos. Nesta área há quatro prensas mecânicas de 120 Ton. a 400 Ton., com velocidades de 120 a 480 batidas por minuto equipadas com desbobinadores duplos, endireitadores e alimentadores conjugados às prensas e uma máquina de corte de bobinas, a *Slitter*, com largura de processamento de até 1,20m que está sendo modificada para 1,50m, e estará liberada até dezembro de 2010. Essa *Slitter* está instalada junto ao almoxarifado de estoques de bobinas de aço silício, com saída para a área de fabricação de lâminas para motores elétricos. Os estoques de bobinas de aço silício, com espessura de 0,5 mm para fabricação das lâminas são excessivos para as necessidades atuais, porém foram definidos como uma estratégia para obtenção de cotas nas siderúrgicas nacionais e um mínimo de quantidade necessário para importações. Esta importação é usada também em caráter estratégico quando da negociação de preço com as usinas locais.

Por outro lado, por uma decisão de marketing, para se conseguir os pedidos iniciais de novos clientes é imperioso não depender dos prazos praticados pelas siderúrgicas no fornecimento de aço silício.

Foi montado pela área comercial uma equipe de vendedores técnicos para prospectar possíveis usuários de laminação com suas respectivas ferramentas.

Embutido na estratégia de fabricação de lâminas há um ganho financeiro proveniente de um fluxo constante de caixa, com a possibilidade de casar a fabricação e venda das lâminas com a fabricação e venda de suas respectivas

ferramentas. Os serviços previstos de manutenção das ferramentas e suas prováveis substituições no futuro, também estão sendo cogitados como uma importante fonte de recursos.

Atualmente a bobina *standard* das siderúrgicas tem uma largura de 1,20m e está sendo modificada para 1,50m com implementação prevista para o segundo trimestre de 2011. Quando da necessidade de matéria-prima específica em largura, para cada cliente/ferramenta, a bobina é fatiada com a largura necessária e esta operação é programada pelo PCP, via MRP. No caso, se houver uma programação firme feita pelos clientes, haverá a necessidade do uso de um *software* de recorte de estoque para minimizar a sobra da bobina, o que hoje é considerado como uma perda planejada, pois sua largura é inferior a toda e qualquer bobina em uso. Esta bobina que sobra é vendida no mercado de varejo para pequenos fabricantes de estampados, sem acesso às siderúrgicas.

No caso da fabricação de lâminas produzidas por estampo progressivo, ora se iniciando, estão sendo desenvolvidos, projetados e executados dispositivos hidráulicos e pneumáticos comandados eletronicamente, conjugados com o fluxo da tira e com a velocidade da prensa para acumular as lâminas em pacotes, *stack*, (figura 13) na quantidade necessária e altura especificada. Este projeto, que agrega valor ao produto, foi adquirido sob licença de uma empresa alemã e sua aplicação ocorre dentro do tempo-máquina de estampagem e está sendo oferecido a todos os clientes.

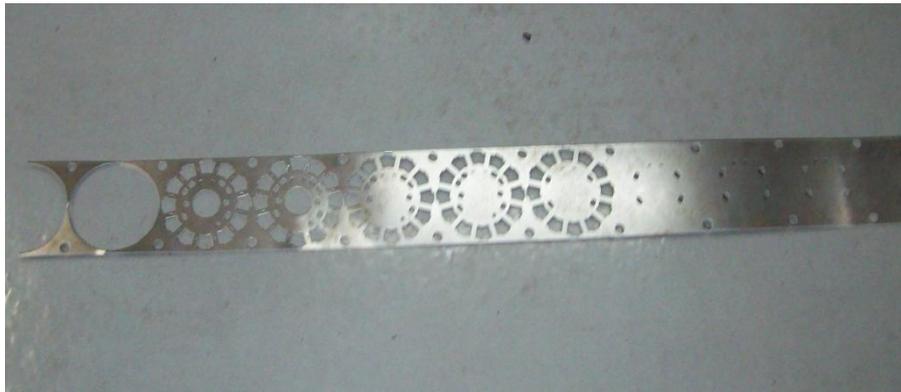


Figura 12 - Foto do autor – Tira feita pelo estampo das figuras 09 e 10



Figura 13 - Foto do autor – Stack feito por lâminas da tira da figura 12

A lâmina que irá formar o *stack* (figura 13) é extraída da tira (figura 12).

Esta nova atividade de fabricação de lâminas para motores está introduzindo a empresa em um novo paradigma de manufatura, a de Manufatura de Massa Atual (MMA) “puxada” internamente no chão de fábrica por um cartão *kanban* dentro de um sistema JIT. A matéria prima, bobina de aço silício, é adquirida diretamente das siderúrgicas nacionais ou importada e “empurrada” pelo sistema integrado de manufatura MRP. A previsão é

transformar de 1.500 Ton. a 2.500 Ton. de matéria-prima por mês, em lâminas, neste primeiro ano de produção.

O aço silício utilizado para a fabricação das lâminas tem sua perda eletromagnética medida por equipamentos específicos. A bobina de aço, ao chegar ao recebimento de materiais, tem várias tiras cortadas para amostra, nas medidas de 0,1m de largura x 0,35m de comprimento, para verificação em laboratório de sua perda. Comercialmente esta perda deve ser a menor possível, pois seu valor é indiretamente proporcional ao preço da lâmina. Para diminuir esta perda, as lâminas de aço silício são colocadas numa esteira, com velocidade constante de 10m/h, em um forno horizontal de 50m de comprimento, à temperatura de 400°C a 780°C, em meio a atmosferas de nitrogênio, vapor d'água e oxigênio, para recozimento e orientação dos grãos.

Tanto a compra da matéria-prima externamente, como a produção interna são comandadas por um Planejamento, Programação e Controle da Produção (PPCP), com visão para as estratégias corporativas da empresa, controladas ainda de maneira incipiente.

Com as lâminas avulsas são formados pacotes de 50 cm de comprimento, amarrados com arame e cada pacote é protegido com papel antiumidade, embalados em caixas padrão e enviadas aos clientes. Com os *stacks* são feitos os mesmos procedimentos. Essas operações de embalagem precedem as operações de logística que são ainda administradas de forma pouco convencional, devido a um PPCP não totalmente desenvolvido.

Na produção de lâminas já iniciada, está previsto até o fim do ano de 2010, um total de 22 pessoas, como mão de obra direta.

5.9. Perspectivas

Há atualmente novos clientes em potencial para grandes lâminas, formadas por segmentos. São os pequenos fabricantes de hidrogeradores para fazendas e pequenas localidades distantes dos distribuidores convencionais de energia elétrica, ou para uso em empresas de processamento de alumina, como medida preventiva contra eventuais quedas no fornecimento de energia elétrica. Outros clientes em potencial são os fabricantes de geradores eólicos no País, previsto para 2012.

Em um estudo preliminar de viabilidade técnica, econômica e financeira, coordenado pelo departamento de marketing, há a possibilidade de fabricação de eixos dos rotores para serem cravados nos pacotes de lâminas respectivos, agregando assim, maior valor ao produto. Inicialmente poderá haver uma etapa em que os eixos serão enviados pelos clientes ou diretamente pelos seus fornecedores atuais. A implementação deste projeto, se for viável, está prevista para o fim de 2011, porém, antes de se implementar esta nova produção, há a necessidade de desenvolver um Planejamento, Programação e Controle da Produção (PPCP) formal, com treinamento e conscientização dos funcionários para que contribua desde o início com as estratégias formuladas pela empresa.

Com a possibilidade de novos negócios locais e de possíveis exportações há necessidade de certificação da empresa com as normas ISO

9000/9001 e QS 9000/9001, esta, sugerido pelo autor. A qualidade necessária para essa certificação, em parte já existe como conceito em um projeto de qualidade. A diferença entre o projeto e a realidade do chão de fábrica será trabalhada para sua eliminação com a contratação de uma certificadora, e acompanhada pela gestão da qualidade, habilitando o pessoal existente e ou contratando pessoal já qualificado.

6. ANÁLISE E CONCLUSÕES

6.1. Análise

Ao fim deste trabalho é necessária uma análise do que foi documentado, começando com a ajuda da figura 14, do Prof. Azzolini, em que este coloca o Planejamento, Programa e Controle da Produção (PPCP) como sendo o cerne de uma empresa.

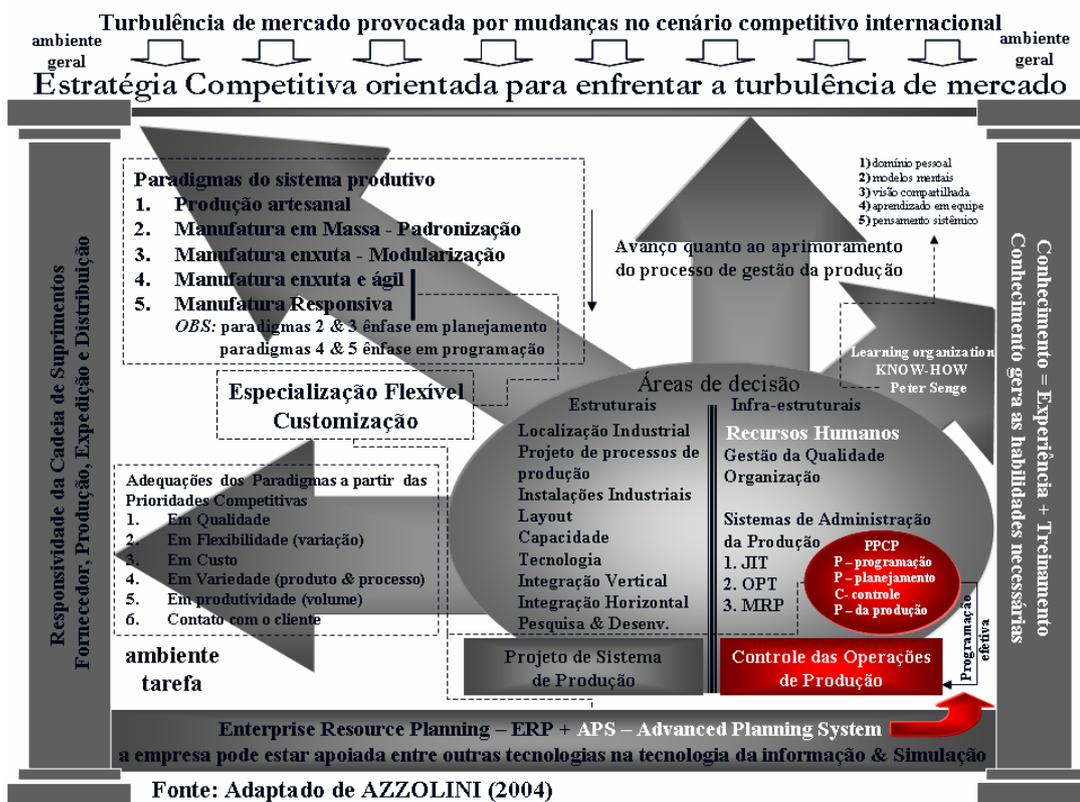


Figura 14 – Esquema das relações do PPCP

Esta figura permitiu ordenar a análise, segundo as vertentes em que se coloca o PPCP com o objetivo de se entender o que foi encontrado, e comparar

com as vertentes: do conhecimento, da gestão da produção, dos paradigmas produtivos e das prioridades competitivas.

Primeiramente, uma análise da área de decisão estrutural para o sistema produtivo:

Localização Industrial: Situada na Grande São Paulo, na região do ABC. O local foi escolhido por ser o berço da indústria automobilística.

Processo de Produção: Na fabricação de estampos complexos são usados todos os recursos necessários para uma fabricação pautada pela qualidade, produtividade e prazo.

Na fabricação de lâminas, ainda incipiente, o processo desenvolvido está em linha com o que há de mais moderno na tecnologia de produção.

Instalações Industriais: O novo prédio, expandido do inicial, incorpora o que há de moderno na construção civil, em termos de iluminação, circulação de ar e segurança.

As máquinas e equipamentos, muitos com mais de 20 anos de funcionamento, estão sendo substituídas por máquinas modernas, com tecnologia embarcada de última geração tanto na TI, como na microeletrônica.

Para a fabricação de lâminas, as prensas rápidas e seus acessórios que alimentam a matéria-prima e os dispositivos de extração de peças e de retalhos são todos de procedência conhecida e de última geração.

Lay out : O que está sendo usado na ferramentaria é o tradicional, separado por setores: preparação, usinagem e montagem, não havendo até agora, segundo os diretores da empresa, nada que contribua com a melhoria

de fluxo das partes das ferramentas e, portanto, com a melhoria da produtividade e da qualidade.

A fabricação de lâminas, com prensas e equipamentos auxiliares, está instalada em linha com a saída de peças para o setor de expedição, cada prensa com a sua esteira de transferência de peças.

Capacidade: Ferramentaria - 22.000 h/mês, em dois turnos. É política da empresa manter sempre um turno livre para ser utilizado total ou parcialmente quando houver algo imprevisto, mantendo os prazos de entrega das ferramentas inalterados.

Na fabricação de lâminas, nesta fase de implantação que vai até o fim de 2010, são processados 1.500 Ton. a 2.500 Ton. de aço, por mês, em dois turnos.

Tecnologia: Disponível para fabricação de ferramentas complexas de pequeno e médio porte.

Laminação: ferramentas de alta produção, baixo desgaste pelo uso de metal sinterizado na matriz e punção, e formação automática dos *stacks*.

Integração Vertical: É intensa, a não ser a matéria-prima e peças *standards*. Está prevista a chegada de uma máquina de eletro-erosão a fio, verticalizando um beneficiamento atual.

Na laminação, a não ser a bobina de aço silício, a verticalização é total.

Integração Horizontal: Bem coordenada com os fornecedores a montante, quanto à qualidade requerida e nos prazos necessários. Com os clientes, a jusante, assistindo-os tecnicamente durante a vida útil da

ferramenta, com histórico, afiações, manutenções e provável menor dispêndio de horas para futuras substituições.

Na produção de lâminas ainda não houve necessidade de assistência aos clientes fora do planejado e programado.

Pesquisa e Desenvolvimento: Não há investimentos sob este título. Há visitas periódicas a feiras de máquinas na Alemanha, Estados Unidos, Itália e Taiwan. Há assinaturas de revistas especializadas e visitas a concorrentes e clientes para observação e troca de informações.

Em seguida, uma análise da área de decisão infra-estrutural no controle das operações de produção:

Gestão da Qualidade: Muito pouco formalizada, menos os desenhos de produtos e os projetos de ferramentas. Contudo, a qualidade entregue aos seus clientes, algumas vezes conseguida através de descartes e retrabalhos é satisfatória, e vem sendo incrementada ao longo do tempo. Para entrar efetivamente no mercado de produção de lâminas para motores elétricos e fabricação de suas respectivas ferramentas é necessário, devido às exigências de multinacionais aqui estabelecidas e para exportação, à certificação da empresa com as normas ISO 9000/9001 e também a QS 9000/9001, esta sugerida pelo autor, e que estão em desenvolvimento. A qualidade hoje existente terá que ser expandida por toda a empresa, iniciada com a implementação do programa **5S**.

Organização: O organograma da empresa é bem formatado e hierarquizado em quatro níveis: presidência, diretorias, técnicos e pessoal de fábrica.

A comunicação dentro da empresa é livre em todos os sentidos e direções. Presidente e diretores percorrem diariamente todos os setores da empresa, conversando com todos sobre o dia-a-dia e ouvindo críticas e sugestões para análise com o pessoal pertinente, na primeira oportunidade. De modo geral, essas críticas e sugestões fazem parte de uma reunião semanal, todas as sextas-feiras, às 9h00, impreterivelmente.

Sistema de Administração da Produção:

JIT: Tem sua utilização de maneira incipiente.

Lay out Celular: Não existe

Operário Multifuncional: Não existe formalmente, embora na ferramentaria, os ferramenteiros ajustadores e os operadores de máquina-ferramenta possam se revezar sem problema.

Qualidade Total: Não existe. Será incrementada por exigência da certificação ISO.

Kanban: Não existe

Troca Rápida de Ferramenta: Somente nas máquinas-ferramenta mais novas, desenvolvidas e projetadas pelos próprios fabricantes de máquinas. Nos equipamentos antigos foram implementados vários recursos, projetados pela ferramentaria, de acordo com o surgimento das necessidades.

Na fábrica de lâminas os equipamentos comprados já incluem vários dispositivos para *set up* rápido e substituição da bobina, com a prensa em operação.

Estoque Zero: Na ferramentaria, para cada ferramenta a ser produzida, a matéria-prima é única e as peças *standards* têm seu estoque regulado pelo sistema de duas gavetas.

Para a fabricação de lâminas, o aço em bobinas será o grande enfoque do estoque zero. Como já foi explicado, no momento, excede as necessidades.

OPT: Não é usado, porém, todos do chão de fábrica, técnicos do PCP e as diretorias sabem onde se manifestam os gargalos. Nos casos pontuais, as decisões que levam às alternativas que solucionam o problema, são também conhecidas.

MRP: Na ferramentaria é usado para as peças especiais compradas prontas ou beneficiadas.

Na laminação seu uso foi implementado para a compra das bobinas de aço *standard* das siderúrgicas, e para fatiá-las conforme a largura necessária para cada ferramenta, “empurrando-as” para a produção.

Conhecimentos: A nova vertente, mostrada na figura 14, adaptada do Prof. Azzolini, mostra a empresa que aprende a aprender. Este ambiente não foi percebido pelo autor. Quando das perguntas específicas sobre o assunto, as respostas foram muito desencontradas.

Gestão da Produção: Uma das vertentes da figura mostra uma preocupação constante em aprimorar a gestão quanto a prazos, produtividade,

qualidade entregue ao cliente, e segurança no trabalho. Ordem e limpeza fazem parte do programa **5S** e estão disseminados por toda a empresa e com bom desempenho. Constantemente, os funcionários fazem cursos sobre o assunto, além de convites feitos a elementos com muita experiência em produção para darem palestras *in company*.

Neste item deve-se ressaltar o cuidado que a empresa tem com o elemento humano, sua formação, sua vida, seus familiares e também com o entorno da empresa, com outras pessoas da comunidade.

A terceira vertente diz respeito aos paradigmas do sistema produtivo:

Produção Artesanal: Somente empregada no polimento de pequenos detalhes das matrizes das ferramentas, feito manualmente com o auxílio de limas diamantadas de diversos formatos e de diversas granas.

Manufatura em Massa: Não é um paradigma da fabricação de ferramentas. Na fabricação de lâminas, no entanto, esse paradigma está presente, pois há uma grande produção, padronização das peças dada pela ferramenta e, portanto, baixo custo operacional.

Manufatura Enxuta: É um dos paradigmas da fabricação de ferramentas, pois a qualidade de conformidade e dos materiais empregados implica na qualidade da peça/produto fabricada.

Manufatura Ágil: Citado por Godinho (2004), este paradigma tem como medida de *performance* a velocidade de adaptação da manufatura às mudanças do ambiente, e mais ainda caracterizou as empresas que conscientemente usam a mudança como forma de serem lucrativas. Na

fabricação de ferramentas há a necessidade de modificações ou para atender os clientes, ou para ajustar alguma montagem, e isto tem que ser feito sem prejuízo do prazo dado e é encarado pela empresa como uma oportunidade de atender a um cliente.

Na fabricação de lâminas, a manufatura ágil ainda não foi observada.

Manufatura Responsiva: É a característica principal de ganho de pedido junto aos clientes de ferramentas.

Na laminação, com produção programada e satisfatoriamente cumprida, essa característica de prazo dado, torna-se rotina.

Na última vertente, vê-se como uma empresa pode adequar seus paradigmas às prioridades competitivas de Porter (1986):

Qualidade: Preocupação constante de todos na empresa. Está implícita por conteúdo e explícita nas especificações das ferramentas e das lâminas.

Flexibilidade: Flexível para atender, durante o processo de fabricação das ferramentas, as modificações solicitadas por seus clientes, sem prejuízo do prazo contratado, usando horas extras, terceiro turno e, eventualmente, recorrendo a fornecedores.

Custo: Competitivo na fabricação de ferramentas e na de laminação, internamente. Marginal, em termos de exportação.

Variedades: Cada ferramenta é única, em razão da peça que irá produzir, mas o processo de fabricação tem uma sequência padronizada, porém, dimensionalmente diferente.

Produtividade: Há ganhos significativos conseguidos, ao longo dos anos, através da curva de aprendizado na fabricação de lâminas e do uso crescente do recurso de preparação externa das máquinas-ferramenta, com dispositivos do próprio fabricante da máquina e também com os desenvolvidos internamente.

A análise acima, feita pelo autor, depois de várias observações e conversas no chão de fábrica com os técnicos, com os diretores e com o presidente da empresa, demonstrou o muito que foi feito desde sua aquisição e o muito que falta para ela se tornar um fornecedor de excelência na produção de ferramentas e na produção de lâminas para motores elétricos, em nível global.

Ainda é muito pequena a influência positiva de um PPCP bem estruturado, que realmente comande a produção.

A importância de um PPCP pode ser entendida lendo-se o resultado de uma pesquisa pedida pelo governo inglês, no início da década de 1990, às universidades inglesas a fim de identificar as principais dificuldades de competitividade das empresas naquela década.

O resultado da pesquisa foi que as empresas já tinham alcançado um padrão de qualidade e de organização adequado e muitas vezes superior às exigências do mercado.

O principal problema de competitividade era a programação da produção em função da grande variedade de produtos, ciclo de vida dos produtos

reduzidos e a necessidade de se aperfeiçoar o uso de recursos, a fim de atender produtos customizados sem onerar a produtividade.

A partir dos resultados da pesquisa, o governo financiou o desenvolvimento de *softwares* especializados em programação da produção com base no conceito da Teoria das Restrições de Goldratt. Da década de 1990 a 2010, inúmeros *softwares* foram desenvolvidos e o departamento de Planejamento e Controle da Produção passou a ser definido como: Planejamento, Programação e Controle da Produção (PPCP). Estrategicamente, as funções desempenhadas pelo PPCP, quando bem desenvolvidas e alinhadas ao setor comercial e ao setor financeiro da empresa, passaram a apresentar resultados para a empresa quanto ao atendimento das estratégias competitivas da organização, daí o destaque em vermelho na figura 14 – adaptada do Prof. Azzolini, que desenvolveu essa tendência em 2004, por *feeling*, o que permite as seguintes indagações:

Pergunta: os sistemas Enterprise Resource Planning's (ERP) não atendem a necessidade de programação da produção? Não, pelo fato de tratarem a capacidade de modo infinito e pelo fato de não tratarem o relacionamento entre ordens de produção (exemplo: a dependência das ordens de produção de montagem com relação às ordens de produção de componentes).

Pergunta: a qualidade não vem antes do PPCP, e por isso se torna estratégica e deve ocupar, na figura 14, o papel do PPCP em destaque? Não.

A qualidade é obrigação da empresa e está no escopo da filosofia de gestão e que pode estar atrelada ao *Lean Manufacturing*, por exemplo, o *Lean* é um conjunto de práticas de gestão da produção dividido em quatro grandes grupos:

1) JIT: ferramentas e metodologias aplicadas à Gestão da Produção como, por exemplo, o mapeamento do fluxo de valor, o qual é uma técnica de planejamento.

2) Gestão da Qualidade: pergunta adiante.

3) Gestão da Manutenção: não foi percebida, e quando perguntada não foi obtida resposta sobre um planejamento preventivo da manutenção, incorporada ao MRP.

4) Gestão de Pessoas: a qualidade compõe um grupo de práticas no mesmo nível do conjunto de práticas do JIT e, portanto, tem o mesmo nível de importância. A questão é: a empresa deve se adequar em todos os grupos a fim de manter a estrutura e a infra-estrutura adequada ao alinhamento de suas estratégias competitivas? O que faz a diferença hoje, a partir dessa adequação estratégica, é garantir prazos e custos operacionais baixos, o que somente é alcançado a partir de um PPCP forte, o qual é estratégico para a empresa e deve estar ao lado direito do presidente da empresa.

Pergunta: o *Lean Manufacturing* não garante por si só a programação da produção de modo estratégico? Não. O aumento da variedade dos produtos e a sazonalidade das vendas fogem do objetivo original para o qual o *Lean Manufacturing* foi criado no Japão, a partir do conceito de demanda instável. Ele não dá essa visão e as empresas que atuam, na grande maioria ou até na

totalidade no mercado atual, enfrentam sazonalidades e incertezas de venda significativas e por isso estão partindo para o *Make to Order*, devendo ter uma programação efetiva e eficaz, a fim de garantir que as estratégias competitivas relacionadas a preço e prazo de entrega sejam atendidas. Em função do exposto o PPCP deve ser mantido na figura 14, como demonstrado.

Pergunta: a qualidade aparece na infra-estrutura e ao lado “adequação dos paradigmas a partir das prioridades competitivas” sobre a seta que indica o pilar dos fornecedores, qual o motivo? A adequação dos paradigmas passou ao longo do tempo, e dependendo do período com foco em adequações, as mudanças de cenário mundialmente falando e a década de 1990 foi à década da qualidade. Nesse sentido tanto a empresa quanto os seus fornecedores foram obrigados a se adequarem, e em muitos casos, a partir para a implantação da norma ISO 9000 e QS 9000, no setor automobilístico.

OBSERVAÇÃO: é no PPCP que os sistemas de coordenação de ordens atuam como, por exemplo: *Kanban* e MRP. Pela literatura, o JIT e o MRP passaram de simples técnicas auxiliares de planejamento e controle da produção para “estratégicas” da gestão da produção, o que torna evidente o papel estratégico do PPCP e suas funções e atividades. “A qualidade é obrigação e faz parte da infra-estrutura; se a infra-estrutura é adequada ao escopo de estratégias competitivas da empresa, com certeza há excelente gestão da qualidade”.

Por outro lado, essa figura nos mostra que o PPCP em uso pela ferramentaria está incompleto quanto às idéias de Peter Senge, não

alcançando ainda em toda a organização os cinco pontos: domínio pessoal, modelos mentais, visão compartilhada, aprendizado em equipe e pensamento sistêmico.

Quanto aos avanços no aprimoramento do processo de gestão da produção, verificamos estarem bastante desenvolvidos.

As áreas de decisão estruturais e infra-estruturais têm recebido da alta direção grande empenho na solução de eventuais problemas.

Os paradigmas do sistema produtivo, já citados anteriormente, são basicamente os de manufatura enxuta e ágil e o de manufatura responsiva, para a fabricação de ferramentas e para a produção de lâminas, o paradigma é o da produção de massa atual.

Quanto às prioridades competitivas analisadas por Porter (1999), temos que a Qualidade/Produtividade, a Flexibilidade, o Custo e a Variedade dos processos na fabricação das ferramentas estão todos em bom nível e melhorando continuamente. Apenas quanto ao item Contato com o Cliente, não foi possível obter informações.

Para as perguntas acima, as respostas são relativas a programas e sinais enviados pelo sistema do PPCP. O gerenciamento é uma atividade administrativa de tomada de decisões, que somente pode ser feito pelo homem, e mais rapidamente quando auxiliado por recursos de TI.

No caso de qual estratégia de manufatura é a mais adequada para prever o que acima expomos para a ferramentaria em questão, vê-se que a solução mais compatível com as necessidades de atender os clientes, é a

prática da Manufatura Responsiva (MR), e da Manufatura Enxuta (ME), que são dois dos Paradigmas Estratégicos de Gestão da Manufatura (PEGEM), desenvolvidos por Godinho (2004). A combinação dos dois paradigmas faz com que entre ambos haja uma sinergia em que o resultado conjunto supera, nas variáveis tempo, pontualidade/prazo, e na variável qualidade/produktividade, as expectativas dos clientes.

Do mesmo modo, os princípios de Porter (1990): preço, qualidade, flexibilidade e prazo estão presentes nos serviços prestados pela ferramentaria aos seus clientes.

O preço, embora seja item importante de qualquer cotação, e de importância decisória, no caso pode ser mais alto que o da concorrência, porém, o cliente pode estar disposto a pagá-lo devido à confiança existente de que a ferramentaria irá entregar o pedido dentro do prazo estipulado e dentro das especificações pedidas, o que para ele, cliente, tem um valor maior.

A qualidade está presente fisicamente na ferramenta entregue através da conformidade dimensional, qualidade da superfície (rugosidade), composição dos aços, tratamento térmico para obtenção de dureza requerida e as partes *standards* empregadas, compradas no comércio local, de procedência nacional ou importada, de marcas tradicionais. Sob o item qualidade tem-se também a escolha do projeto, aprovado previamente pelo cliente, que além de garantir a dimensão da peça a ser produzida na quantidade solicitada, deverá garantir também uma vida útil para o estampo,

com sucessivas afiações planejadas, o que permitirá amortizar o investimento inicial por vários períodos contábeis e por milhares a milhões de peças.

A flexibilidade é uma das mais marcantes características de uma ferramentaria e é posta a prova a todo instante, devido à grande variedade de partes e peças que devem ser cortadas, preparadas e usinadas com as mais diversas durezas e acabamentos, finalizadas para montagem e nas mais diferentes ferramentas para diferentes clientes.

O prazo é o principal ganhador de pedidos e gerador de lucros. O prazo a ser cumprido é totalmente tratado pelo PPCP como um simples dado, mas perseguido por todos os funcionários e pela diretoria como questão de honra. A cada entrega de um pedido soma-se ao *portfólio* da ferramentaria um fato a ser creditado à confiança futura.

Todos os princípios de Porter, acima, podem e devem ser trabalhados com maior acurácia a fim de se obter melhores resultados, o que se traduzirá em maior competitividade. Sendo a ferramentaria um elo de uma cadeia produtiva e de valor, também deve intensificar o desenvolvimento de sua rede interna de TI, para fora de seus limites, envolvendo com eficiência e eficácia seus fornecedores e clientes.

Outro aspecto em que o PPCP pode e deve contribuir é para planejar e programar a continuidade de treinamento de seus funcionários dentro do *up-to-date* das tecnologias avançadas embarcadas nos novos equipamentos, para que a ferramentaria e seus clientes possam usufruir o que há de melhor em inovação.

6.2. Conclusão

Após a análise dos diversos elementos, direcionados pela figura 14, conclui-se que há pontos que estão em linha com a teoria e outros que ainda precisam melhorar.

Na empresa em questão, seus diretores e presidente trabalham de forma coesa, com grande conhecimento do mercado interno, de fornecedores e do processo produtivo com base na qualidade, preço de venda e prazo.

Há, porém, problemas: Na fabricação de ferramentas, em que cada ferramenta, ou um conjunto delas, é de responsabilidade de um ferramenteiro, há o problema de “quem faz primeiro”, fruto de uma liderança mais forte, mais antiga, etc.. Somente um PPCP profissional, em nível de diretoria, poderia sanar isto, porém, ele deve ser resolvido no nível de fábrica.

Quanto à fabricação de lâminas, com mão de obra totalmente nova e como a capacidade utilizada até agora é de aproximadamente 60%, há muita ociosidade para se contornar eventuais problemas de produção.

Os estoques excessivos de matéria-prima, não testam nem a fabricação, nem o MRP utilizado. A meta é diminuir os estoques progressivamente.

Quanto à qualidade, estando em desenvolvimento a certificação da ISO e da QS, deve ser melhorada continuamente na fábrica, e expandida formalmente por toda a empresa.

O que é impactante para a empresa é o prazo acertado com os clientes, e para cumpri-lo com qualidade é muitas vezes sacrificada a produtividade, onerando o custo previsto e diminuindo a margem bruta.

Neste ano, de 2010, o foco é o incremento da produção de lâminas e seus respectivos *stacks*, e melhorar continuamente a qualidade e a produtividade da fabricação de ferramentas, diminuindo seu *lead time*. No próximo ano, o foco será a fabricação de eixos.

Os objetivos das prioridades competitivas são:

Prazo, principal item ganhador de pedido;

Custo, mantido dentro do planejado com acompanhamento diário, o que implica num preço de venda sem reajustes, menos as modificações solicitadas pelos clientes;

Flexibilidade, inerente à fabricação de ferramentas;

Variedade, pode-se dizer que é infinita, e que toda ferramenta é única, porém, os processos de obtenção das partes são semelhantes, onde o diferencial de ganho é a ação dos líderes de cada conjunto de ferramentas;

Produtividade, é conseguida pela experiência e habilidade dos ferramenteiros, pela tecnologia embarcada nas novas máquinas, pelo treinamento nestas novas tecnologias e pela melhoria do planejamento das ordens de compra e de produção emitidas pelo MRP, por exemplo, a compra antecipada dos blocos das bases superior e inferior dos estampos.

Há a necessidade de um contato com o cliente, além do meramente técnico e da negociação em si; trazer o cliente para ver *in loco* a fabricação de sua ferramenta, a produção de suas lâminas; reunir clientes não concorrentes para uma troca de idéias, o que pode beneficiar a todos.

Concluindo, este estudo, o primeiro investigando a interação e a importância do PPCP em uma área produtiva especial, feito em uma única empresa, pode ser estendido a uma rede de empresas, incluindo fornecedores e clientes, ou a outras ferramentarias. Este estudo não esgota o assunto, mas é o primeiro passo para futuras abordagens sobre o tema PPCP.

REFERÊNCIAS

AZZOLINI JR. *Tendência do processo de evolução dos sistemas de administração de produção*. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade São Paulo, São Carlos, 2004.

BUFFA, E.S. *Administração da produção*; Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1972

BURBIDGE, J.L. *Programação e controle da produção*. 8ª Ed. São Paulo: Livraria Pioneira Editora, 1987

CONTADOR, J.E. *Campos e armas da competição*. São Paulo: Saint Paul Editora Ltda., 2008

CORRÊA, H.L. e GIANESI, I. G. N. *Just in time, MRPII e OPT: Um enfoque estratégico*. São Paulo: Atlas, 1993.

CORRÊA, H.L. ; GIANESI, I.G.N. e CAON, M. *Planejamento, programação e controle da produção*. 5ª ed. São Paulo: Atlas, 2007.

COSTA NETO, P.L.O. *Qualidade e competência nas decisões*. São Paulo: Editora Blucher, 2007

FUSCO, J.P.A. e SACOMANO, J.B. *Operação e gestão estratégica da produção*. São Paulo: Arte e Ciência Editôra, 2007.

GODINHO, M.F. *Paradigmas estratégicos de gestão da manufatura: Configuração, relações com o planejamento e controle da produção e estudo exploratório na indústria de calçados*. Tese (Doutorado PPGE), Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2004.

GOLDRATT, E. *A Meta*. São Paulo: Educator, 1984.

HENRIQUE, L.C. e CARLOS, A.C. *Administração de produção e operações*. São Paulo: Atlas, 2004.

NIGEL, S.; CHAMBERS, S. e JOHNSTON, R. *Administração da produção*. São Paulo: Atlas, 2002.

OHNO, T. *O sistema Toyota de produção*. São Paulo: Editora Artes Médicas Sul, 1988

ORLICKY, J.A. *Net change material requirements planning*. IBM systems journal. 1973

PIRES, I.S.R. *Integração do planejamento e controle da produção a uma estratégia de manufatura*. Tese (Doutorado). USP, 1994

PORTER, M. *Estratégia competitiva*. 24ª ed. Rio de Janeiro: Ed. Campus, 1986

QUALIDADE BANAS. *Os 20 anos do Programa 5S no Brasil*. Revista, nº 219, ago/2010, pág. 66-74.

SACOMANO, J. B. ; FUSCO, J. P. A.; BARBOSA, F. A. e AZZOLINI JUNIOR, W. *Administração de operações*. São Paulo: Editora A&C, 2003

SACOMANO, J. B. e RESENDE, M. O. *Princípios dos sistemas de planejamento e controle da produção*. Universidade de São Paulo, São Carlos, 2000.

VOLLMANN, T.E.; BERRY, W.L.; WHYBERK, D.C. e JACOBS, F.R. *Sistemas de planejamento e controle da produção para o gerenciamento da cadeia de suprimentos*. 5ª ed. Porto Alegre: Artmed Editora S.A., 2006.

ZACARELLI, S. B. *Programação e controle de produção*. São Paulo, 1979.