

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA

**A INFLUÊNCIA DA PREPARAÇÃO DE MÁQUINAS E
DISPONIBILIDADE DOS MEIOS DE USINAGEM
SOBRE A PRODUÇÃO**

**DISSERTAÇÃO SUBMETIDA À UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM ENGENHARIA MECÂNICA**

MARCELO SCHROEDER STEVAN

FLORIANÓPOLIS, FEVEREIRO DE 1999.

A INFLUÊNCIA DA PREPARAÇÃO DE MÁQUINAS E DISPONIBILIDADE DOS MEIOS DE USINAGEM SOBRE A PRODUÇÃO

MARCELO SCHROEDER STEVAN

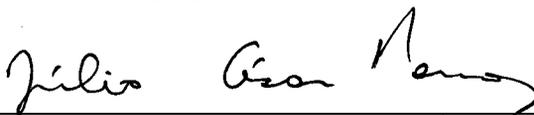
ESTA DISSERTAÇÃO FOI JULGADA PARA OBTENÇÃO DO TÍTULO DE:

“MESTRE EM ENGENHARIA”

ESPECIALIDADE: ENGENHARIA MECÂNICA – ÁREA DE CONCENTRAÇÃO
FABRICAÇÃO – APROVADA EM SUA FORMA FINAL PELO PROGRAMA DE PÓS-
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA



Prof. Lourival Boehs, Dr. Eng.
Orientador



Prof. Julio César Passos, Dr.
Coordenador do Curso

BANCA EXAMINADORA



Prof. Áureo Campos Ferreira, Ph.D
Presidente



Prof. Abelardo A. de Queiroz, Ph.D



Prof. Carlos Henrique Ahrens, Dr. Eng.

A Deus, por tudo.

À minha mãe, pelo constante apoio.

Em memória de meu pai.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Lourival Boehs, pela orientação, paciência e constante incentivo na elaboração e finalização deste trabalho.

Ao Eng.º Edson Duwe, Gerente Industrial da Mannesmann Rexroth, pela confiança, sugestões e auxílio disponibilizado.

Ao Prof. Abelardo A. de Queiroz, Ph.D, pelas sugestões apresentadas.

À Mannesmann Rexroth Automação Ltda., Unidade de Pomerode / SC, pelo apoio irrestrito e fornecimento de condições técnicas e humanas para execução do trabalho.

À Universidade Federal de Santa Catarina, através do Departamento de Engenharia Mecânica, que acolheu e permitiu a complementação de minha formação.

À CAPES pela colaboração financeira.

Aos colaboradores da Mannesmann Rexroth, pela participação e envolvimento, sem os quais este trabalho seria impossível de ser realizado.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	x
LISTA DE TABELAS.....	xi
LISTA DE GRÁFICOS.....	xii
RESUMO.....	xiii
SUMMARY.....	xiv

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO

1.1 - Considerações Sobre o Atual Estágio do Desenvolvimento Industrial, Econômico e Comercial.....	1
1.2 - Localização e Identificação do Problema a Ser Estudado.....	3
1.3 - Justificativas para o Desenvolvimento do Estudo.....	3

CAPÍTULO II

DEFINIÇÃO DE OBJETIVOS, DELIMITAÇÃO DO TEMA E LOCAL DO ESTUDO DE CASO

2.1 - Objetivo Geral.....	6
2.2 - Objetivos Específicos.....	6
2.2.1 - Quanto à capacidade produtiva.....	6
2.2.2 - Quanto à filosofia do gerenciamento dos meios de produção.....	6
2.3 - Delimitação do Tema e Local do Estudo de Caso.....	7

CAPÍTULO III

ABORDAGENS ORGANIZACIONAIS ATUALMENTE VIGENTES

3.1 - Tecnologia de Grupo.....	8
3.2 - Manufatura Celular.....	11
3.3 - <i>Just-in-Time</i> (JIT).....	14
3.4- Tecnologia da Produção Otimizada (<i>Optimized Production Technology</i> - OPT).....	16
3.4.1 - Tipos de recursos.....	17
3.4.2 - Preparação de máquinas.....	17
3.4.3 - Tamanho dos lotes de produção.....	17
3.4.4 - Efeito das incertezas.....	19
3.4.5 - <i>Lead-times</i> (tempos de ressuprimento).....	20
3.4.6 - Vantagens do sistema OPT.....	20
3.5 - Manufatura Integrada por Computador (<i>Computer Integrated Manufacturing</i>).....	21

CAPÍTULO IV

O GERENCIAMENTO DOS MEIOS DE PRODUÇÃO

4.1 - Definições.....	24
4.2 - A Importância do Gerenciamento dos Meios de Produção.....	25
4.3 - Principais Problemas Relacionados com o Gerenciamento dos Meios de Produção..	29
4.4 - Objetivos do Gerenciamento dos Meios de Produção via Computador e a Importância do Emprego de um <i>Software</i> Especialista.....	30
4.5 - Setores da Fábrica Envolvidos com o Gerenciamento dos Meios de Produção.....	34
4.6 - Atividades de Implantação de um Sistema Gerenciador dos Meios de Produção.....	36
4.7 - Dispositivos de Fixação de Peças.....	41

CAPÍTULO V

TROCA RÁPIDA DE FERRAMENTAL

5.1 - Introdução.....	43
-----------------------	----

5.2 - Importância e Benefícios Gerados pela Redução do Tempo de Preparação de Máquinas.....	45
5.3 - Métodos de Execução.....	46

CAPÍTULO VI

METODOLOGIA UTILIZADA PARA O DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO CONDIÇÕES INICIAIS ENCONTRADAS

6.1 - Descrição do Ambiente da Pesquisa.....	48
6.1.1 - Almojarifado de ferramentas, afiação e compras.....	49
6.1.2 - Planejamento de processo.....	50
6.1.3 - Engenharia industrial.....	50
6.1.4 - Central de pedidos (Planejamento da Produção).....	50
6.2 - Análise da Variável Tempo de Preparação de Máquinas.....	51
6.2.1 - Metodologia do levantamento das informações sobre preparação de máquinas.....	52
6.2.2 - Atividades iniciais.....	52
6.2.3 - A razão da criação das 20 etapas de acompanhamento.....	54
6.2.4 - Formação dos grupos de trabalho.....	56
6.2.5 - Análise quantitativa.....	57
6.2.6 - Análise qualitativa.....	59
6.2.7 - Processamento e tratamento das informações coletadas.....	61
6.3 - Principais Problemas Encontrados Inicialmente.....	62
6.3.1 - Principais problemas na MF1.....	63
6.3.2 - Principais problemas na MF2.....	68
6.3.3 - Principais problemas na MF3.....	71
6.3.4 - Problemas comuns.....	73
6.4- Análise da Variável Gerenciamento dos Meios de Produção.....	74
6.4.1 - Histórico.....	74
6.4.2 - Metodologia adotada para levantamento das informações.....	75
6.4.3 - Situação organizacional inicial e problemas encontrados.....	75

CAPÍTULO VII

MEDIDAS CORRETIVAS PARA REDUZIR O TEMPO DE PREPARAÇÃO DE MÁQUINAS E SISTEMATIZAR O EMPREGO DOS MEIOS DE PRODUÇÃO

7.1 - Ações para Redução do Tempo de Preparação de Máquinas.....	77
7.1.1 - Medidas corretivas relevantes.....	77
7.1.2 - Tempos ideais (ou objetivos).....	81
7.2 - Ações para Sistematização no Emprego dos Meios de Produção.....	83
7.2.1 - Atividades desenvolvidas para implantação do sistema gerenciador.....	86

CAPÍTULO VIII

RESULTADOS

8.1 - Na Capacidade Produtiva.....	88
8.2 - A Influência do Gerenciamento de Ferramentas na Fabricação.....	94
8.3 - As Mudanças na Reorganização Fabril dos Meios de Produção.....	96
8.4 - As Mudanças na Rotina de Execução das Atividades.....	96
8.5 - A Economia Obtida em Ferramental.....	98
8.6 - Reflexos das Melhorias Apresentadas Sobre o Custo de Fabricação.....	98

CAPÍTULO IX

CONSIDERAÇÕES FINAIS E SUGESTÕES PARA FUTUROS TRABALHOS

9.1 - Considerações Finais.....	102
9.1.1 - Aspectos técnicos.....	102
9.1.2 - Aspectos humanos.....	103
9.1.3 - Aspectos administrativos.....	105
9.1.4 - A metodologia adotada.....	106
9.1.5 - Benefícios para a Mannesmann Rexroth.....	107
9.2 - Sugestões para Futuros Trabalhos	108

CAPÍTULO X

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... 109

ANEXOS

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Produção em lotes no universo da manufatura.....	9
Figura 2 – Peças agrupadas por critério geométrico.....	10
Figura 3 – Peças agrupadas por critério de processo.....	11
Figura 4 – Arranjo em linha.....	12
Figura 5 – Arranjo funcional.....	13
Figura 6 – Arranjo celular.....	13
Figura 7 – Curva U para lotes econômicos.....	18
Figura 8 – Lote de transferência e lote de processamento.....	19
Figura 9 – Sistemas e sub-sistemas CIM.....	23
Figura 10 – Interação dos diferentes bancos de informações.....	31
Figura 11 – Carrinho para transporte de ferramentas até a máquina.....	50
Figura 12 – Dispositivo tipo torre, utilizado na MF1.....	67
Figura 13 – Morsa utilizada na fixação de peças na MF2.....	69
Figura 14 – Dispositivos de fixação de peças da MF3.....	71
Figura 15 – Microcomputadores para transferência do programa CNC.....	78
Figura 16 – DNC.....	78
Figura 17 – Mordentes modificados para facilitar a montagem.....	79
Figura 18 – Máquina de Pre-set.....	79
Figura 19 – Rugosímetro e base de verificação de planicidade.....	80
Figura 20 – Fila de materiais a serem processados.....	80
Figura 21 – Quadro de programação do horário da próxima preparação.....	84
Figura 22 – Estante para colocação de ferramentas afiadas e para afiar.....	84
Figura 23 – Sistema GEFER III instalado no Almoxarifado de Ferramentas.....	85
Figura 24 – Locais de armazenagem no Almoxarifado de Ferramentas.....	86

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Equipes de trabalho.....	57
Tabela 2 – Número de preparações acompanhadas para o levantamento quantitativo.....	58
Tabela 3 – Entrevistas x local de trabalho.....	61
Tabela 4 – Histograma de análise das atividades da MF1.....	66
Tabela 5 – Histograma de análise das atividades da MF2.....	70
Tabela 6 – Histograma de análise das atividades da MF3.....	72
Tabela 7 – Tendência de redução do tempo de preparação.....	89
Tabela 8 – Tendências no tempo de preparação dos produtos acompanhados.....	91
Tabela 9 – Análise da tendência de melhoria por máquina.....	91
Tabela 10 – Economia em ferramental.....	99
Tabela 11 – Resumo da tendência de redução de custos.....	100

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Produto sem tendência de melhoria no tempo de preparação.....	93
Gráfico 2 – Produto instável.....	93

RESUMO

A necessidade de otimização dos processos produtivos torna-se sensivelmente mais evidente com o aumento da competitividade industrial. No setor metal-mecânico, mais precisamente na área de fabricação através de processos de usinagem, esforços tem sido conduzidos no sentido de se reduzirem os custos e tempos de fabricação.

Estudos preliminares indicaram que uma parcela representativa do tempo utilizado em preparações de máquina está relacionado ao controle e manipulação dos meios de produção. O objetivo de se reduzir o tempo de preparação de máquinas fundamenta-se em possibilitar a redução do tamanho dos lotes, aumentando a agilidade da empresa perante às flutuações do mercado e reduzir o capital investido em estoques de segurança.

Neste sentido, este trabalho consistiu-se de um estudo de caso, desenvolvido nas dependências da empresa Mannesmann Rexroth Automação Ltda, unidade de Pomerode / SC, onde inicialmente foram efetuados estudos para determinação de quais atividades estavam presentes nas preparações de máquina. Na seqüência, um levantamento quantitativo foi executado através do acompanhamento de diversas preparações de máquina para determinar quais atividades eram mais relevantes em termos de consumo de tempo. Para definir quais dificuldades estavam contribuindo para o consumo elevado de tempo, foi estabelecida uma metodologia de pesquisa qualitativa, baseando-se em entrevistas gravadas com os colaboradores ligados à atividade de preparação.

[Correlacionando os dados do levantamento quantitativo com as informações obtidas na pesquisa qualitativa, foram propostas ações corretivas visando eliminar ou atenuar os problemas detectados no emprego dos meios de produção e ações visando auxiliar na sistemática de trabalho antes e durante as preparações.]

[Ao final, foram comparados os tempos obtidos nas preparações iniciais com os tempos obtidos ao final do trabalho, onde constatou-se uma apreciável tendência de melhoria para a maioria dos produtos analisados, isto em termos de custos e tempo de preparação das máquinas.¹]

¹ Palavras chave: setup, redução do tempo de preparação de máquinas, gerenciamento de ferramentas

ABSTRACT

With the increase of industrial rivalry there has been a considerable concern about the optimization of productive processes. Regarding the metal mechanic sector, more precisely the manufacturing processes, efforts have been made in order to reduce the costs and length of production.

There have been some researches indicating that a considerable part of the time spent on setting up the machine is related to the control and manipulation of the production means. It is believed that the decrease of this time will allow the reduction of the manufacturing lots, contributing to the performance of the company towards the market oscillations as well as reducing the investments in stocks.

Accordingly, the present work, which is a case study, developed in the Mannesmann Rexroth Automação Ltda. plant, Pomerode / SC branch, shows the study made to determine the activities done when setting up the machines. Besides, a quantitative survey was made during this process, in order to verify the most relevant activities in terms of time consumption. Moreover, a qualitative research methodology, based on interviews with the workers, was established in order to define the problems responsible for the increasing of time consumption.

Consequently, the data contained in the quantitative survey plus the information obtained from the qualitative research were analysed. Based on the analysis, some corrective actions were proposed with a view to shortening or eliminating the problems verified in the production means as well as some actions that may improve the work before and during the preparations.

Finally, the time spent in setting up the machines in the beginning and at the end of the research were compared. Fortunately, a slight improvement in terms of costs and set up time was observed in most products analysed.

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO

O comportamento da economia mundial apresenta-se como um fator de grande importância e influência nas práticas gerenciais das empresas. Desta forma, algumas considerações são necessárias para demonstrar a interação entre as atividades administrativas empresariais e o estágio econômico-comercial vigente.

1.1 - Considerações Sobre o Atual Estágio do Desenvolvimento Industrial, Econômico e Comercial

No decorrer dos últimos anos, as atividades produtivas que agregam valor a um bem manufaturado tem continuamente apresentado transformações que visam adequá-las a um ambiente econômico mais globalizado envolvendo empresas e países. As mudanças que estão ocorrendo não são meras tendências, mas sim conseqüências da necessidade das empresas buscarem novas tecnologias, novos mercados e novos métodos de gerenciamento ou de redefinição dos seus processos e negócios, através de uma melhor integração da cadeia empresa – cliente – fornecedor.

Fundamentado principalmente em razões de natureza política, o Brasil manteve-se por muito tempo distante de uma posição comercial mais aberta. Durante o período em que isto ocorreu, não haviam grandes preocupações por parte das indústrias em relação à competição internacional pelo mercado nacional, devido às restrições protecionistas às importações. Somente as empresas exportadoras preocupavam-se com aspectos relacionados às melhores práticas administrativas e tecnológicas mundiais (CORRÊA e GIANESI, 1993). Porém, com a gradual derrubada das barreiras alfandegárias, este panorama mudou drasticamente. Analisando-se a última década, verifica-se que mudanças estruturais administrativas tiveram que ser impostas, almejando atenuar as diferenças criadas por este período de certo isolamento tecnológico e grande isolamento comercial.

A necessidade de integração com outros mercados tem requerido formas diferenciadas de gestão comercial e industrial que proporcionem, além de resultados mais rentáveis, crescimento e

consolidação para aquelas empresas que rapidamente eliminam suas falhas gerenciais e otimizam seus processos produtivos. Também mudanças com características de natureza basicamente culturais estão sendo implementadas ou refocalizadas em novas metas que venham proporcionar a transformação em empresas de categoria mundial.

Apesar de ainda recente no Brasil, este processo de internacionalização dos mercados já começa apresentar resultados na balança contábil das empresas, quer pelo incremento nas vendas juntamente com um crescimento produtivo, quer pela redução drástica nas receitas e necessidade de encolhimento da atividade industrial. Frente a esta nova realidade, não restam muitas alternativas às empresas do ramo metal-mecânico a não ser rever seus atuais métodos de trabalho, de maneira a permitir a contestação, revisão e alteração de suas práticas. Segundo Ricardo MOTTA (1995), para ser competitiva, a empresa terá que assimilar muito bem o significado da expressão flexibilidade. Diante de mudança no mercado, elas devem ser capazes de reconfigurar-se anual, mensal ou até mesmo diariamente. Para tornar possível esse tipo de agilidade nas empresas, seus líderes estão enfatizando o rápido desenvolvimento de tecnologias, produtos e serviços, sistemas flexíveis e adaptáveis de produção e incentivos ao trabalho em equipe (HOFFHERR e YOUNG, 1995).

Inserida neste contexto, a fabricação de componentes metálicos através de processos de usinagem tem sido precursora de uma série de outras atividades ligadas à produção de bens manufaturados, em diferentes ramos industriais. Analisando-se a constituição de diversos produtos ou a forma como estes foram fabricados, verifica-se que houve uma aplicação direta ou indireta da tecnologia e processos de usinagem.

Funcionando, portanto, como um ponto inicial para uma cadeia produtiva variada, a otimização dos processos de usinagem é vital para uma redução de custos e tempos de fabricação. Neste sentido, observa-se que vários podem ser os fatores que contribuem na eficiência dos resultados obtidos, como máquinas-ferramentas, sistemas computacionais de apoio, processos de fabricação, ferramentas de corte e disponibilização de informações.

Porém, não somente características técnicas associadas à fabricação são determinantes na obtenção de resultados satisfatórios. O correto gerenciamento dos recursos aliado a uma definição coerente do que produzir, quando produzir e quanto produzir, traduz todo o esforço da companhia em competitividade e custos atraentes. Depreende-se desta análise a necessidade de haver uma integração ou sinergia no controle das informações propriamente técnicas com os dados relativos à administração, organização e condução da atividade industrial. Ou seja, deve

haver um planejamento da produção que considere aspectos relacionados ao aumento da flexibilidade e da capacidade produtiva de maneira a atenuar a vulnerabilidade das empresas às oscilações presentes no mercado consumidor, sem repasse de custos ou degradação da qualidade dos produtos.

1.2 - Localização e Identificação do Problema a Ser Estudado

Em empresas que apresentam em suas linhas de fabricação, produtos que contenham uma elevada diversidade de componentes usinados, verifica-se que a organização no fluxo das informações e o desenrolar das ações inerentes aos processos de fabricação é de fundamental importância para a obtenção de ganhos de produtividade, custos e qualidade.

Uma grande parcela do tempo consumido na preparação de máquinas de usinagem devem-se ao fornecimento, manipulação, troca de informações e dados, controle e movimentação de ferramentas de corte, elementos de fixação de ferramentas e sistemas de fixação de peças. Desta forma, tem-se constatado que estes meios de produção representam uma parcela importante no tempo total dedicado para colocar uma máquina em condições de trabalho para usinar um novo lote de peças.

Assim, reduzir este tempo de preparação através de atividades sistematizadas e otimizadas permitirá às empresas um aumento real da capacidade produtiva, ou seja, mais tempo útil será empregado em atividades que agregam valor ao produto. Por outro lado, uma utilização mais eficiente do tempo permitirá um aproveitamento melhor dos recursos homem e máquina, evitando investimentos desnecessários em equipamentos novos e/ou ampliação de postos de trabalho, trazendo reflexos positivos sobre a redução dos custos de fabricação.

1.3 - Justificativas para o Desenvolvimento do Estudo

O setor de manufatura ou chão-de-fábrica, como é normalmente chamado, foi relegado a segundo plano durante muito tempo pelos outros setores da fábrica. Visto normalmente como um mal necessário, parecia sempre trabalhar na contramão das necessidades do restante das outras áreas da empresa, sempre buscando resolver os problemas emergentes no último instante, conforme CORRÊA e GIANESI, citados por FORTULAN (1996).

Em função da necessidade de revalorizar a manufatura como meio de aumento de competitividade, as empresas começaram a defender uma integração mais eficaz do setor produtivo com outras áreas, principalmente administrativas (CORRÊA e GIANESI,

1993)(FORTULAN, 1996). Assim, introduziram-se novas formas de trabalho, conceitos e técnicas organizacionais no setor produtivo visando atingir os quatro elementos chaves que são a razão de ser das empresas: melhoria da qualidade dos produtos, aumento da produtividade, redução do custo de fabricação e diminuição do prazo de entrega.

Segundo HARMON e PETERSON (1991), com base em estudos de milhares de diferentes tipos de máquinas em todo o mundo, a experiência na redução do tempo de “*setup*”¹ de máquinas, mostra que, dependendo do grau já existente de organização na preparação das máquinas, a redução média de custos esperada pode situar-se entre 75 e 80%.

Henrique CORRÊA (1993), cita que os custos de preparação de máquinas, normalmente uma função do tempo de preparação, é fator muito importante a ser levado em conta quando se considera a flexibilidade de determinado equipamento. Quanto menos relevantes os custos de preparação, menos relevantes as economias de escalas e portanto a produção de lotes pequenos torna-se praticamente tão econômica quanto a de lotes grandes. Isto faz com que se possa produzir quantidades menores por produto, de grande variedade de diferentes tipos de produtos a custos comparáveis aos de produzir grandes quantidades de um ou poucos tipos diferentes de produtos.

Desta forma, a sobrevivência das empresas nacionais depende principalmente do desenvolvimento de tecnologias próprias que visem a otimização dos seus processos produtivos, reduzindo custos e prazos de entrega e aumentando sua produtividade e qualidade. O objetivo de analisar o tempo despendido em preparação de máquina e sua correlação com o correto emprego de ferramentas de corte e elementos de fixação de ferramentas fundamenta-se nos seguintes pontos (ANTUNES JR. et al, 1993)(HARMON, 1993)(HUTCHINS, 1993)(CHARNEY, 1991)(HARMON e PETERSON, 1991)(SHINGO, 1985)(MOURA e BANZATO, 1996)(CORRÊA e GIANESI, 1993):

- a) Necessidade de aumentar a capacidade produtiva: torna-se evidente que a rápida disponibilização de determinada máquina para execução de um novo serviço é fator primordial para o atendimento de diversos pedidos em curto espaço de tempo;

¹ Tempo de *setup* ou tempo de preparação de máquinas

- b) Redução do tamanho dos lotes: o aumento da flexibilidade na preparação das máquinas e, portanto, para a fabricação de novos lotes, permite que haja uma redução na quantidade de peças produzidas por lote. Isto proporciona vantagens às empresas pela diminuição do capital em processo, inventários menores, redução de locais de armazenamento e ainda deteriorações de produtos estocados;
- c) Redução do ciclo total de fabricação do produto (*lead time*): através do aumento da flexibilidade e adaptabilidade para fabricação, ocorre um fluxo mais organizado dos componentes nos diferentes estágios de fabricação. Ou seja, a redução do tempo de preparação das máquinas permite que as mesmas estejam operantes um período de tempo maior, atenuando os sintomas dos "gargalos de produção" favorecendo uma redução nos prazos de entrega do produto final ao cliente;
- d) Fabricação em função da demanda: a partir do momento que a empresa torna-se flexível, ajustando-se fácil e rapidamente ao funcionamento nem sempre previsível do mercado, pode-se reduzir o estoque de componentes a um mínimo necessário para atendimento imediato de pedidos. Ou seja, a empresa torna-se ágil para produzir novos lotes em função da demanda, fazendo com que as vendas concretas orientem a produção e não somente estatísticas de vendas passadas ou já ocorridas.

CAPÍTULO II

DEFINIÇÃO DE OBJETIVOS, DELIMITAÇÃO DO TEMA E LOCAL DO ESTUDO DE CASO

2.1 - Objetivo Geral

Desenvolver um estudo de caso em uma empresa metal-mecânica visando buscar ganhos de produtividade e redução dos custos de fabricação através de possíveis melhorias oriundas da preparação de máquinas e gerenciamento dos meios de produção.

2.2 - Objetivos Específicos

2.2.1 - Quanto à capacidade produtiva

- a) Efetuar um levantamento quantitativo e qualitativo dos problemas que atualmente estão influenciando na preparação de máquinas;
- b) Avaliar a influência na produção, oriunda do uso de um sistema gerenciador de meios de produção;
- c) Estimar os ganhos no tempo de preparação de máquinas decorrente do emprego de uma metodologia sistematizada de utilização dos meios de produção;
- d) Propor medidas corretivas visando reduzir o tempo de preparação dos meios de produção;
- e) Estimar os reflexos das melhorias apresentadas sobre a redução dos custos de fabricação;

2.2.2 - Quanto à filosofia do gerenciamento dos meios de produção

- a) Apresentar as atividades necessárias e executadas para a realização da implantação da filosofia do gerenciamento dos meios de produção;
- b) Identificar os impactos na reorganização fabril dos meios de produção devido ao uso de um sistema gerenciador dos meios de produção;
- c) Observar condutas comportamentais das pessoas envolvidas com a utilização de um sistema gerenciador dos meios de produção e as mudanças nos procedimentos de trabalho destas na empresa;
- d) Avaliar a economia em ferramental que o emprego de um sistema gerenciador dos meios de produção poderá proporcionar à empresa;

2.3 - Delimitação do Tema e Local do Estudo de Caso

O trabalho se caracterizou como um estudo de caso realizado nas dependências da Mannesmann Rexroth Automação Ltda., situada na cidade de Pomerode / SC, empresa do setor metalúrgico com produção de itens seriados, fabricados por usinagem e voltados para a linha hidráulica (válvulas e bombas hidráulicas).

A Mannesmann Rexroth Automação Ltda., é uma subsidiária do grupo alemão Mannesmann Rexroth GmbH, líder mundial na fabricação de produtos destinados à automatização industrial, naval, automotiva, mineração, hidroelétrica e siderúrgica. Atuando em mais de 50 países, a Mannesmann Rexroth conta hoje, no Brasil, com duas unidades produtivas, localizadas em Pomerode / SC e Diadema / SP, além de filiais de vendas situadas nas principais cidades.

A Mannesmann Rexroth apresenta, na unidade produtiva de Pomerode / SC, seu sistema de manufatura baseado no modelo de células de fabricação (ou mini-fábricas – MF), dentro das quais existem ilhas especializadas em determinado tipo de tarefa ou operação produtiva.

Em função da importância estratégica de determinadas máquinas, bem como o seu grau de utilização, foram selecionadas algumas máquinas localizadas em diferentes ilhas e células, conforme mostrado a seguir:

- **Na célula 1 (ou MF1):** máquinas localizadas na ilha de fundidos, compreendendo três centros de usinagem Nbh-70 Thyssen Hüller. Ilha responsável pela usinagem, principalmente, de carcaças em ferro fundido para válvulas da linha direcional industrial e válvulas da linha direcional móbil;
- **Na célula 2 (ou MF2):** máquinas localizadas na ilha de usinagem, compreendendo um centro de usinagem Nbh-65 Thyssen Hüller. Ilha responsável pela usinagem de carcaças em ferro fundido para válvulas não direcionais e peças prismáticas com geometrias bastante diversificadas;
- **Na célula 3 (ou MF3):** máquinas localizadas na ilha de flanges, compreendendo um centro de usinagem Nbh-65 Thyssen Hüller e um torno CNC Traub TNA 480. Responsáveis pela usinagem de flanges, tampas e carcaças em ferro fundido de bombas hidráulicas de engrenagens e de palhetas.

CAPÍTULO III

ABORDAGENS ORGANIZACIONAIS ATUALMENTE VIGENTES

Neste capítulo são apresentados, sucintamente, aspectos relacionados à diferentes sistemas e/ou filosofias administrativas atualmente empregados por empresas de diferentes ramos e formas de atuação. O capítulo IV faz referência à filosofia de Gerenciamento dos Meios de Produção, trazendo definições, forma de aplicação, importância e benefícios do seu emprego para as indústrias do setor metal-mecânico.

Para finalizar a revisão bibliográfica, o capítulo V apresenta as principais características sobre a questão de redução do tempo de preparação de máquinas com uma visão voltada principalmente para as máquinas-ferramenta de usinagem.

3.1 - Tecnologia de Grupo

As teorias de administração da produção de décadas passadas consistiam em orientar o trabalho na direção da organização e divisão das atividades por especialização, com a execução de acordo com definições de estudos de tempos e movimentos (LORINI, 1993).

Nos últimos anos, porém, a administração da produção vem apresentando sensíveis transformações em virtude da considerável diversificação dos itens produzidos nas indústrias do ramo metal-mecânico e da necessidade de evolução tecnológica para atender aos requisitos de qualidade e custo impostos pelo mercado consumidor.

Um dado relevante, relativo à crescente diversificação da produção industrial em empresas do ramo metal-mecânico, demonstra que 75% das peças produzidas estão inseridas em lotes com tamanho igual ou menor que 50 unidades. Nos países industrializados, a parcela relativa ao total de produtos manufaturados chega a representar 30% do Produto Interno Bruto – PIB. Deste volume, cerca de 40% são relativos à produção em lotes, sendo que desta parcela, 75% são considerados lotes pequenos ou médios com quantidades inferiores a 50 unidades (GROOVER, 1987)(LORINI, 1993). A figura 1 abaixo esquematiza melhor as relações anteriormente expostas.

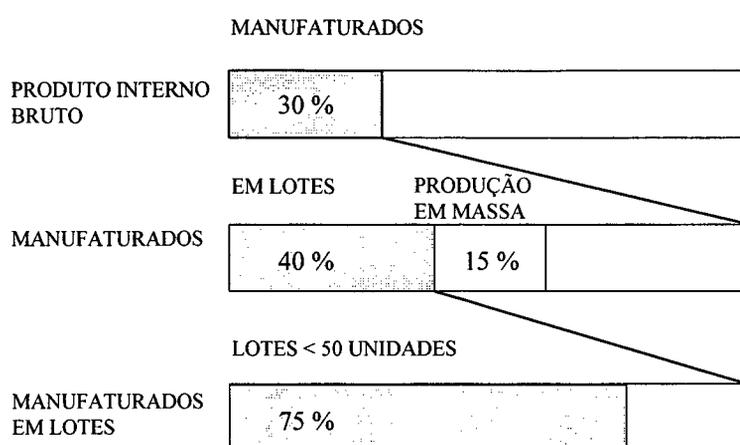


FIGURA 1 - Produção em lotes no universo da manufatura
(Fonte: (GROOVER, 1987)(LORINI, 1993)

Esta realidade tem conduzido à algumas complicações nas atividades operacionais diárias, principalmente no que diz respeito ao planejamento da produção. Ou seja, uma maior variabilidade de tipos de peças sendo produzidas em pequenos lotes requer um aumento proporcional no número de planos de processo, atividades de programação de máquinas, planejamento de carga máquina além da disponibilização de um volume maior de recursos, como meios de produção, entre os quais dispositivos de fixação de peças, ferramentas, acessórios para fixação de ferramentas. Deve-se considerar também uma elevação nos tempos de preparação de máquinas, uma periodicidade maior em atividades de preparação de máquina, aumento nas taxas de refugo e necessidade de destinar um aporte maior de recursos para o efetivo controle da qualidade.

Portanto, avaliando-se todas as variáveis oriundas de uma produção diversificada e em volumes reduzidos, pode-se esperar, a priori, que ocorrerá uma diminuição da qualidade e produtividade com conseqüente aumento nos custos de fabricação. Para então solucionar esta possível dificuldade, tornou-se necessário reavaliar a estrutura organizacional da produção de maneira a viabilizar também para os pequenos e diversificados lotes as vantagens em termos de custos atreladas à produção em alta escala ou em massa.

Uma forma de contornar algumas das dificuldades citadas anteriormente pode ser obtida com a utilização da Tecnologia de Grupo, que representa uma filosofia aplicada ao gerenciamento das atividades de produção na qual se procura obter vantagens econômicas da similaridade das peças fabricadas em pequenos lotes, produzindo-as em conjunto (famílias) como se pertencessem a um grande lote. A Tecnologia de Grupo também costuma ser caracterizada

como uma codificação das características e dimensões de peças manufaturadas com o intuito de agrupar itens com necessidades semelhantes de processos e recursos (LORINI, 1993)(GROOVER, 1987)(HARMON e PETERSON, 1991).

Segundo Cyril CHARNEY (1991), identificar e explorar a similaridade de peças e processos de fabricação pode permitir uma grande economia para a indústria através de um aumento na velocidade de produção e redução de custos. Não somente melhorias na preparação de máquinas e tempo de ciclo de fabricação, mas também uma efetiva redução de custos devido ao aumento da racionalização da fabricação, redução dos custos de inventário em processo, custos com ferramentais e custos com programação.

Segundo Flávio LORINI (1993), a implantação da Tecnologia de Grupo exige algumas modificações na estrutura funcional do ambiente fabril, como: adequação do *layout* físico, implantação de um sistema de codificação e classificação, racionalização de projetos e processos de fabricação, criação de famílias de peças e células de máquinas.

A organização das famílias de peças e células permite ganhos sensíveis em termos de redução dos tempos improdutivos, principalmente os de preparação de máquina, movimentação, ajustes ou períodos de espera (LORINI, 1993).

As peças podem ser agrupadas em função de similaridades geométricas ou por critério de processo, sendo as regras definidas em função da realidade ou objetivos do usuário. As figuras 2 e 3 ilustram melhor as duas formas de agrupamento.

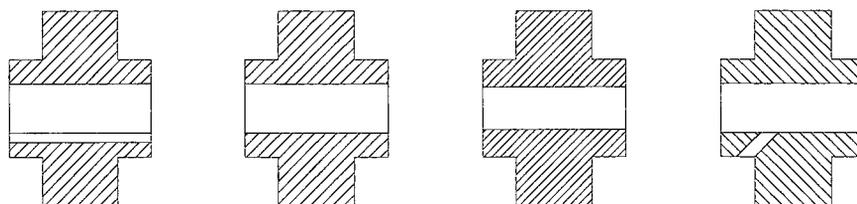


FIGURA 2 - Peças agrupadas por critério geométrico

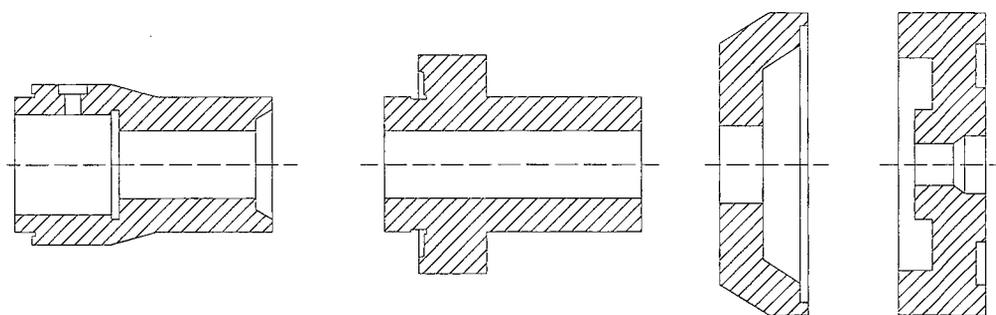


FIGURA 3 - Peças agrupadas por critério de processo

Uma vez organizado o sistema de manufatura com base na filosofia da Tecnologia de Grupo, altera-se a maneira de conduzir a produção. A partir deste momento, um novo enfoque é dado na utilização das ferramentas, processos de fabricação, emprego de dispositivos e máquinas. Visualiza-se a produção como famílias de peças e não mais como produtos isolados com características de fabricação únicas e diferenciadas. Além disto, a implantação desta filosofia pode envolver diferentes setores de uma empresa, como Projetos, Planejamento do Processo, Planejamento e Controle da Produção, entre outras, favorecendo deste modo a integração e sinergia das atividades.

3.2 - Manufatura Celular

A forma com que estão dispostas máquinas e equipamentos em um ambiente fabril freqüentemente são determinantes nos resultados de produtividade. Considerando-se que tempos de movimentação e espera estão associados à improdutividade, otimizar e racionalizar os tempos de passagem entre os diferentes setores ou postos de trabalho é fundamental para redução de perdas desta natureza.

Basicamente, a disposição das máquinas pode ocorrer de três formas distintas, segundo LORINI (1993): arranjo em linha, arranjo funcional, arranjo em grupo.

- a) Arranjo em Linha: compreende a disposição das máquinas na forma de uma linha de produção ordenadas seqüencialmente conforme determinado tipo de produto. Aplicada em processos de fabricação simples e/ou de grande volume, caracteriza-se também por

seu emprego em linhas de montagem de produtos seriados. Apresenta geralmente em sua composição máquinas bastante dedicadas, específicas para a execução de determinada característica, tornando este modelo de arranjo bastante inflexível e condicionando a velocidade da linha à capacidade da máquina mais lenta.

- b) Arranjo Funcional: compreende o modelo mais tradicionalmente aplicado nas indústrias do ramo metal-mecânico, onde as máquinas de mesmo princípio ficam dispostas juntas. Desta forma, são formados grupos de máquinas que realizam processos semelhantes, devendo o produto percorrer conjuntos distintos até completar todas as suas operações. Esta disponibilização permite que diferentes operações em termos de complexidade e demanda sejam executadas, porém deve haver um controle otimizado da ocupação das máquinas de modo evitar elevados tempos de espera para o início do processamento.
- c) Arranjo Celular: trata-se atualmente do modelo com maior tendência de utilização pelas vantagens oferecidas em termos de redução do tempo de processamento, redução dos tempos de espera e preparação de máquinas, aumento do grau de especialização e comprometimento dos colaboradores, facilidade de planejamento da ocupação das máquinas e elevado índice de produtividade e qualidade que podem ser obtidas. Esta forma de disposição das máquinas objetiva atender a fabricação completa, ou seja, executar todas as operações de uma família de peças que apresentem características geométricas e/ou de processo semelhantes.

As figuras abaixo ilustram as definições apresentadas.

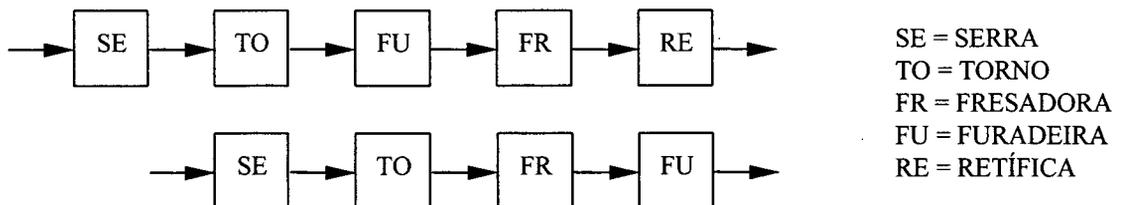


FIGURA 4 - Arranjo em Linha

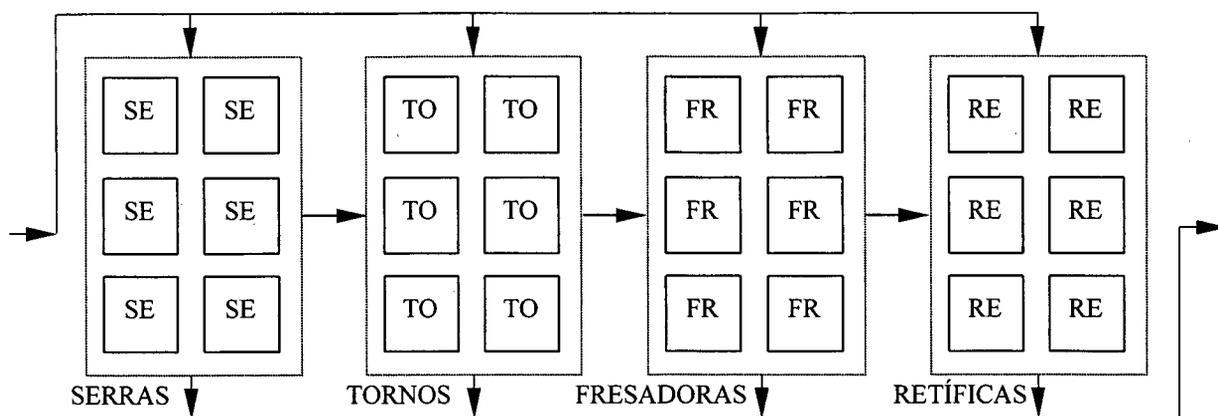


FIGURA 5 - Arranjo Funcional

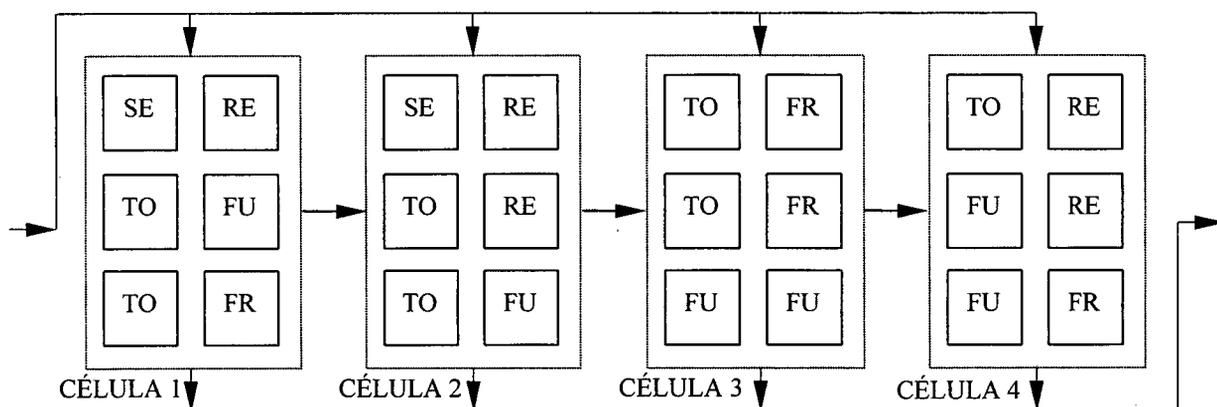


FIGURA 6 - Arranjo Celular

Dentro do arranjo celular, podem ser identificadas quatro tipos de disposição das máquinas, conforme José Celso CONTADOR (1995, a)(1995, b): por produto com predominância da máquina, por produto com predominância do homem, por processo e por posição fixa do produto. A célula de manufatura por produto com predominância da máquina ocorre quando os postos de serviço estão dispostos na seqüência das etapas do processo de fabricação de um produto ou uma família de produtos, finalizando a fabricação em uma área restrita.

A célula de manufatura por produto com predominância do homem é semelhante à anterior, porém somente parte da fabricação é executada na área restrita. Para a célula de fabricação por processo, há um agrupamento de operações por máquinas de mesmo tipo, porém

voltadas para uma linha de produtos. Finalmente, a célula de fabricação por posição fixa do produto é caracterizada pelo agrupamento de operários que trabalham em volta de um produto colocado em uma posição fixa.

Conforme CHARNEY (1991), a manufatura celular tem proporcionado um melhor controle dos produtos em fabricação através da redução dos tempos de preparação de máquina e otimização dos tempos de produção e movimentação das peças. Além disto, os princípios da Tecnologia de Grupo guiam também a criação das Células de Manufatura, as quais incluem tipicamente uma variedade de máquinas e ferramentas que são dedicadas para a produção eficiente de um grupo de peças similares.

3.3 - *Just-in-Time* (JIT)

A filosofia *Just-in-Time* surgiu no Japão na década de 70 como um modelo administrativo desenvolvido pela Toyota visando coordenar e orientar a produção de acordo com as diferentes solicitações de modelos e cores de carros colocados pelo mercado de automóveis (PRODUTIVIDADE E QUALIDADE NO PISO DE FÁBRICA, 1989).

Conforme CORRÊA et al. (1993), o *Just-in-Time* não resume-se apenas a uma técnica administrativa da produção. Sua amplitude torna-o uma filosofia, pois inclui aspectos relativos à administração de materiais, gerenciamento da qualidade, arranjo físico, projeto do produto, organização do trabalho e gestão de recursos humanos.

Objetivando sempre a otimização contínua do processo produtivo, a filosofia JIT apresenta como meta a redução dos estoques como forma de eliminar problemas relativos a desperdícios (MOURA, 1989)(HUTCHINS, 1993). Geralmente, os estoques são criados como mecanismos de segurança contra a interrupção do processo produtivo devido principalmente a três fatores (CORRÊA et al., 1993): problemas de qualidade na linha de fabricação, ocorrência de quebra ou necessidade de manutenção de máquinas e atividades de preparação de máquina.

A manutenção de altos índices de estoque termina por encobrir problemas relativos aos três fatores citados, impedindo que se visualize as dificuldades e por conseguinte, atenuando ou eliminando esforços da empresa no sentido de buscar continuamente novas melhorias para o seu processo produtivo.

Portanto, através da redução dos estoques, também há uma redução proporcional dos desperdícios porque são reduzidas as ocorrências com (GRAVEL et al., 1988)(DICASALI, 1986)(HUTCHINS, 1993)(MOURA, 1989):

- filas de materiais em processamento, as quais ocupam espaço, prolongam o ciclo de fabricação, requerem controles para acompanhamento administrativo além de estarem sujeitas a danos de transporte ou acondicionamento irregular;
- elevados estoques que empatam o capital nas prateleiras, ocupam espaço demais, exigem controles administrativos além das peças estarem sujeitas à obsolescência;
- produção de peças defeituosas e necessidade de reparos ou retrabalhos;
- baixa taxa de utilização da mão-de-obra dos operadores.

De forma genérica, pode-se resumir alguns dos benefícios obtidos com o emprego da filosofia *Just-in-Time* na produção, conforme (MOURA, 1989)(CORRÊA et al., 1993)(PRODUTIVIDADE E QUALIDADE NO PISO DE FÁBRICA, 1989)(QUEIROZ, 1997)(CHARNEY, 1991)(SHINGO, 1989)(HUTCHINS, 1993):

* com a redução do volume de itens em processamento, ocorre uma otimização do processo produtivo, gerando produtos com uma expectativa de consumo breve. Depreende disto prazos de entrega menores, redução de custos com estoques, melhor aproveitamento do capital investido;

* um número menor de itens sob controle também favorece que falhas relativas à qualidade sejam mais prontamente detectadas e sanadas;

* a filosofia impõe uma necessidade de busca constante por flexibilidade através de estudos de fluxo da produção visando uma sincronização dos processos de fabricação e o emprego dos recursos disponíveis, redução dos tempos de preparação de máquinas, otimização do processo de fabricação propriamente além de organização administrativa da produção, controles estoques mais apurado, acompanhamentos mais simplificados da produção e controle da qualidade voltado à eliminação das causas dos defeitos;

* através de uma relação de parceria com fornecedores, torna-se facilitada a redução do estoque de produtos de terceiros, controle de inventário e controle da qualidade de recebimento;

* a aplicação da filosofia JIT na aquisição em conjunto com investimentos em redução de *setup* pode apresentar resultados benéficos na redução dos custos totais considerando-se o produto acabado e a taxa de material adquirido em pequenos lotes (HONG et al., 1992);

* uma administração voltada para a otimização da produção, combatendo desperdícios e buscando sempre o desenvolvimento contínuo favorece o comprometimento e envolvimento dos colaboradores e alta administração na busca pelo sucesso mútuo;

* o resultado final é permitir que a peça correta, esteja no local adequado, no momento definido, na quantidade estipulada, com a qualidade desejada e a um mínimo custo.

3.4 - Tecnologia de Produção Otimizada (*Optimized Production Technology*) (OPT)

O OPT (*Optimized Production Technology*), mais conhecido como Teoria das Restrições, nada mais é do que um sistema de administração da produção desenvolvido recentemente por um grupo de pesquisadores israelenses que teve como principal divulgador o físico Eliyahu Goldratt (CORRÊA et al., 1993).

Ao contrário dos demais sistemas de administração da produção, o OPT não é uma técnica de domínio público, sendo que o repasse de informações relativas ao seu funcionamento são efetuadas por empresas que detém o direito de comercializá-la.

Esta técnica afirma que o objetivo básico de qualquer empresa é ganhar dinheiro. Com o pensamento voltado neste sentido, este sistema atua principalmente sobre três pontos: Fluxo de Materiais na Fábrica, Nível dos Estoques e Despesas Operacionais (CORRÊA et al., 1993). Cabe detalhar melhor estes pontos:

* Fluxo de Materiais: refere-se à taxa segundo o qual uma empresa gera recursos através da venda de seus produtos. Materiais acabados armazenados são considerados como estoque.

* Estoque: relaciona apenas o valor investido em matéria prima nos produtos que a empresa pretende vender. O valor agregado pelo trabalho é incluso como despesas operacionais

* Despesas Operacionais: são os valores gastos na transformação do estoque ou da matéria prima em fluxo ou ganho de dinheiro através da venda.

Desta forma, o desempenho de uma empresa tenderá a condição ótima quando simultaneamente for possível aumentar o fluxo de materiais, reduzir estoques e reduzir as despesas operacionais. O resultado deste conjunto de ações poderá ser evidenciado através da elevação dos lucros líquidos, retorno sobre o investimento e o fluxo de caixa (CORRÊA et al., 1993).

Como forma de atingir a meta principal, ou seja, ganhar dinheiro, o OPT considera que os quatro pontos seguinte são alicerces fundamentais: tipos de recurso, preparação de máquina, tamanho dos lotes de produção e efeito das incertezas. A seguir, são descritos resumidamente estes quatro pontos. Informações mais detalhadas podem ser encontradas em (CORRÊA et al., 1993).

3.4.1 - Tipos de recursos

Por recurso, o sistema OPT entende como os equipamentos ou máquinas disponibilizados na fábrica para a execução de determinadas atividades necessárias à produção de um produto. Para isto, o sistema classifica-os em recursos gargalos e recursos não gargalo. Recursos gargalo são aqueles que possuem uma ocupação elevada ou total em relação ao tempo de sua disponibilidade. Ou seja, são aqueles onde a produção sofre um estrangulamento devido a incapacidade da máquina em processar em tempo hábil todo o material recebido. Os recursos não gargalos apresentam uma ocupação inferior à demanda colocada pelo mercado, ou seja, apresentam disponibilidade para utilização.

Baseado no exposto, o sistema OPT defende a necessidade de se estabelecer um fluxo contínuo da produção. Ao fazer isto, são identificados as restrições ou máquinas gargalo que impedem a produção seja conduzida de uma forma constante.

Outro fator refere-se a inutilidade de se ativar um recurso não gargalo precedente a um recurso gargalo. Ou seja, ativar um recurso não gargalo mais que o suficiente para alimentar um recurso gargalo limitante não contribui em nada com os objetivos colocados pelo OPT.

3.4.2 - Preparação de máquinas

Na sistemática do OPT, não há importância estratégica na redução dos tempos de preparação de máquinas que não sejam recursos gargalo (ou recursos onde há o estrangulamento da produção). Ou seja, o tempo economizado na preparação de um recurso não gargalo apenas deixa-o mais ocioso, pois sua utilização é definida por outra restrição do sistema e não por sua disponibilidade.

Parte-se então do pressuposto que se uma hora é reduzida na preparação de uma máquina gargalo, então uma hora é ganha no sistema produtivo como um todo, já que o recurso gargalo limita a capacidade de todo o fluxo produtivo.

Desta forma, torna-se necessário identificar quais operações empregam recursos gargalo de maneira a otimizar o tempo de preparação ou viabilizar estudos para a redução do número de preparações favorecendo o aumento do fluxo da produção.

3.4.3 - Tamanho dos lotes de produção

Segundo os conceitos tradicionais de lote econômico, considera-se que os custos de preparação de máquina declinam à medida que o volume de peças, ou seja, o tamanho do lote em

processamento aumenta. Porém, conforme explanado anteriormente, segundo a filosofia OPT não há vantagens para o sistema produtivo a redução do tempo de preparação de máquinas consideradas não gargalo. Assim, a tradicional curva em U, usada por muito tempo e para todos os tipos de recurso, não seria genericamente válida.

Na filosofia OPT são pertinentes duas considerações sobre tamanho de lotes. A primeira, refere-se ao lote de processamento, ou seja, aquele tamanho de lote que vai ser processado num recurso antes que este seja reparado para processamento de outro item. A outra consideração refere-se ao lote de transferência, ou seja, aquele tamanho de lote que é transferido para as próximas operações.

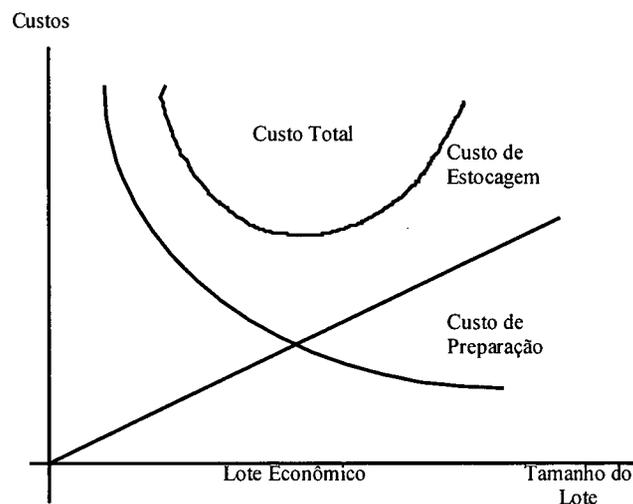


FIGURA 7 - Curva em U para lotes econômicos

Portanto, na filosofia OPT, os lotes podem ser transferidos para a operação subsequente mesmo que o lote inicial não esteja completamente processado. Obtém-se com isto uma redução dos tempos de passagem dos produtos pela fábrica. A figura abaixo ilustra as diferenças entre lotes de transferência e lotes de processamento.

Outro ponto a destacar na filosofia OPT trata da forma com que são definidos os tamanhos de lote. Diferentemente dos sistemas tradicionais, o tamanho dos lotes a serem processados é uma função da situação momentânea da fábrica, podendo variar de operação para operação. Tais lotes são calculados considerando-se os custos de carregar os estoques, a disponibilidade dos recursos de produção e as necessidades de cada item.

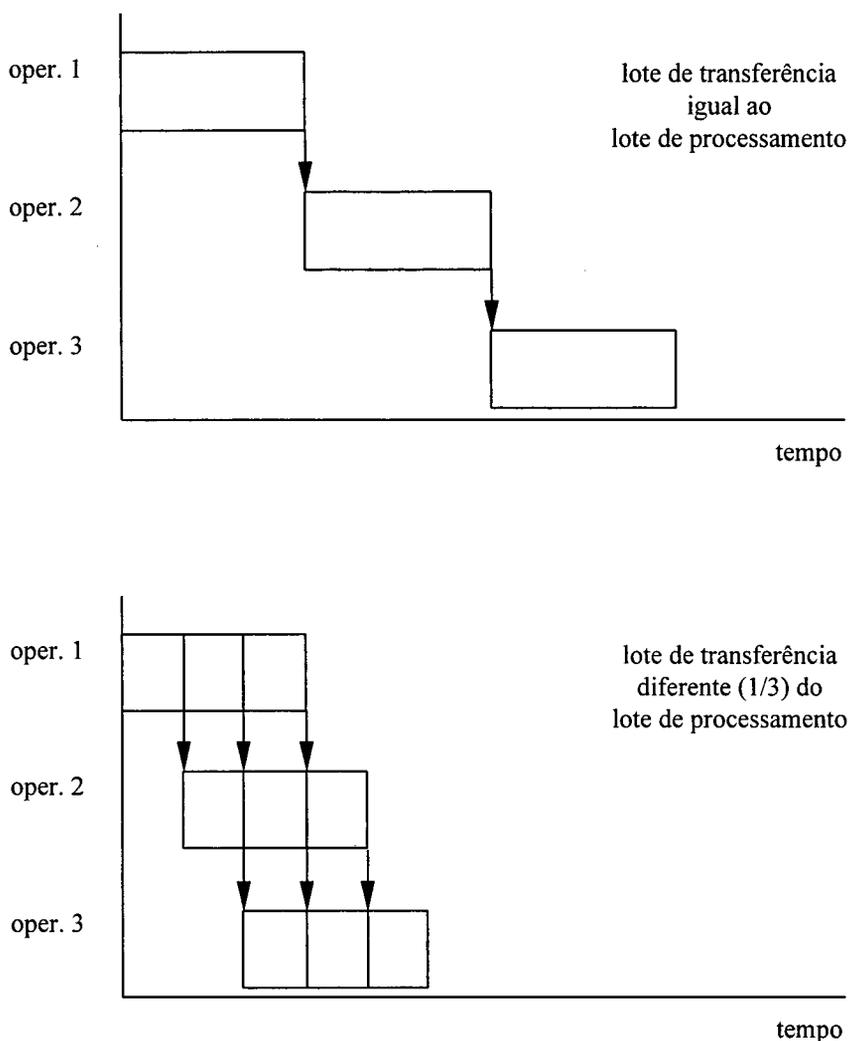


FIGURA 8 - Lote de Transferência e Lote de Processamento

3.4.4 - Efeito das incertezas

Por sua complexidade intrínseca, os sistemas de produção estão sujeitos à ocorrência de eventos de natureza aleatória, nem sempre passíveis de previsão. Devido a isto, devem ser previstos mecanismos de segurança que venham a evitar prejuízos ao sistema global de produção.

As incertezas no processo produtivo são geradas ou surgem devido a falhas nos recursos, flutuações no desempenho do trabalho dos operadores, limites de capacidade (capacidade técnica de produção) dos equipamentos. Para fins de planejamento da produção, consideram-se valores médios de tempo de processamento, tempo de preparação e tempo de fabricação de

determinado produto. Porém, estes tempos estão sujeitos a flutuações estatísticas devido a probabilidade destas ocorrências aparecerem em maior ou menor escala. Pode-se, via treinamentos, manutenção preditiva ou preventiva, automatização de tarefas e/ou otimização das atividades, atenuar sua ocorrência, porém dificilmente esta parcela aleatória será eliminado completamente dos processos produtivos.

A principal consequência gerada incide em atrasos na produção. Pelo fato das operações produtivas serem seqüenciais, e dependentes uma da outra, a ocorrência de qualquer efeito aleatório em um ponto do processo de produção repercute em toda a cadeia produtiva. Esta propagação torna-se crítica quando atinge um recurso gargalo, pois o mesmo determina o fluxo do sistema e os níveis de estoque.

Portanto, a programação da produção deve considerar um determinado estoque de segurança de produtos para processamento antes de um recurso gargalo. Com isto, evita-se que falhas em recursos não gargalos interfiram em todo o processo de fabricação, pois inicialmente serão criados estoques intermediários em recursos não gargalos e ociosidade em recursos gargalo e posteriormente, elevada quantidade de material a ser processado nos recursos gargalo e uma ociosidade ainda maior nos recursos não gargalos situados após.

3.4.5 - *Lead-times* (tempos de ressuprimento)

Os sistema tradicionais de gerenciamento da manufatura, como por exemplo o MRPII (*Manufacturing Resources Planning*), fazem o planejamento da produção a partir da data de entrega. Ou seja, considera os tempos de execução dos diferentes processos presentes na fabricação e determina então uma data recomendada para início da produção, considerando inclusive a necessidade de compra ou não de materiais.

O sistema OPT age de forma diferente. Em função da urgência em produzir um item, o sistema determina a prioridade de execução deste item no recurso gargalo. Com isto, considera-se no processo de planejamento além da programação das atividades, a disponibilidade de capacidade dos recursos gargalo. Assim, os *lead times* são resultados da forma com que os itens foram programados, não assumindo valores pré-determinados.

3.4.6 - Vantagens do sistema OPT

O Sistema OPT tem por natureza básica focalizar a atenção principalmente nos recursos gargalos. Desta maneira, todo o esforço de melhoria que uma empresa pode fazer em seu

processo produtivo fica concentrado, inicialmente, nos recursos que são determinantes para os ganhos em produtividade e prazos. Da mesma forma, o sistema OPT realça os problemas existentes na linha de produção, favorecendo a tomada de ações corretivas e, conseqüentemente, melhorando a qualidade intrínseca do produto e de atendimento aos prazos estipulados.

Os resultados de um sistema OPT implementado são verificados principalmente nos aspectos relacionados à redução do nível de estoques e *lead times* de produção. Considerando-se que atualmente há uma busca incessante por níveis mais elevados de qualidade, produtividade e prazos de entrega reduzidos, este sistema administrativo parece atender a todos estes requisitos com uma redução de custos operacionais relativos a estoques de material acabado ou em processamento.

As limitações no emprego deste sistema recaem principalmente na falta de um domínio público maior desta sistemática, devido também ao seu recente desenvolvimento. O Sistema OPT diverge sensivelmente em alguns dogmas impostos pelo sistema tradicional de administração da manufatura. Além disto, como relatado anteriormente, seu foco principal incide na identificação e otimização do desempenho dos recursos gargalos, os quais nem sempre são tão facilmente detectados.

3.5 - Manufatura Integrada por Computador (*Computer Integrated Manufacturing* – CIM)

A integração da manufatura por computador consiste, basicamente, em unificar e centralizar todas as informações pertinentes a respeito da fabricação de um produto em um sistema computacional. Desta forma, dados relativos ao projeto, manufatura, programação de máquinas, planejamento do processo e gerenciamento dos meios de produção ficam integrados e correlacionados, permitindo otimizar sensivelmente a capacidade de trabalho com a mínima intervenção humana (BOOGERT, 1994)(CHARNEY, 1991)(PROENÇA et al., 1995).

A Sociedade dos Engenheiros de Fabricação dos Estados Unidos (SME), apresenta uma definição de CIM, citada por (SHRENSKER, 1990) que é a seguinte:

"CIM é a integração total da manufatura de uma empresa através do uso de sistemas de comunicação de dados, culminando com novas filosofias gerenciais que melhoram a organização e a eficiência pessoal".

Um sistema CIM empregado de forma correta, promove a integração computacional dos seguintes pontos em uma organização fabril: pré-vendas, planejamento dos negócios e suporte,

projeto do processo e do produto, planejamento do processo de fabricação, controle do processo de fabricação, sistemas de monitoramento do chão-de-fábrica, automatização do processo (PROENÇA et al., 1995). A figura 9 ilustra as áreas de atuação citadas anteriormente e suas respectivas atividades.

Adriano PROENÇA (1991) afirma que o objetivo estratégico de um investimento em direção à integração da manufatura por computador é a capacitação das empresas em responderem rapidamente, a custos aceitáveis, às turbulências no mercado consumidor. As empresas pretendem com isto ou reagir à concorrência que está oferecendo ao mercado uma gama variada de produtos, ou quer ela mesma atingir o mercado com uma renovada capacidade de ação.

A associação de computadores à manufatura traz uma agilidade e flexibilidade à produção até então inimagináveis. A fábrica digitalizada permite a customização de produtos em quantidades unitárias e com entregas ao mercado na velocidade da produção em massa (PROENÇA et al., 1995).

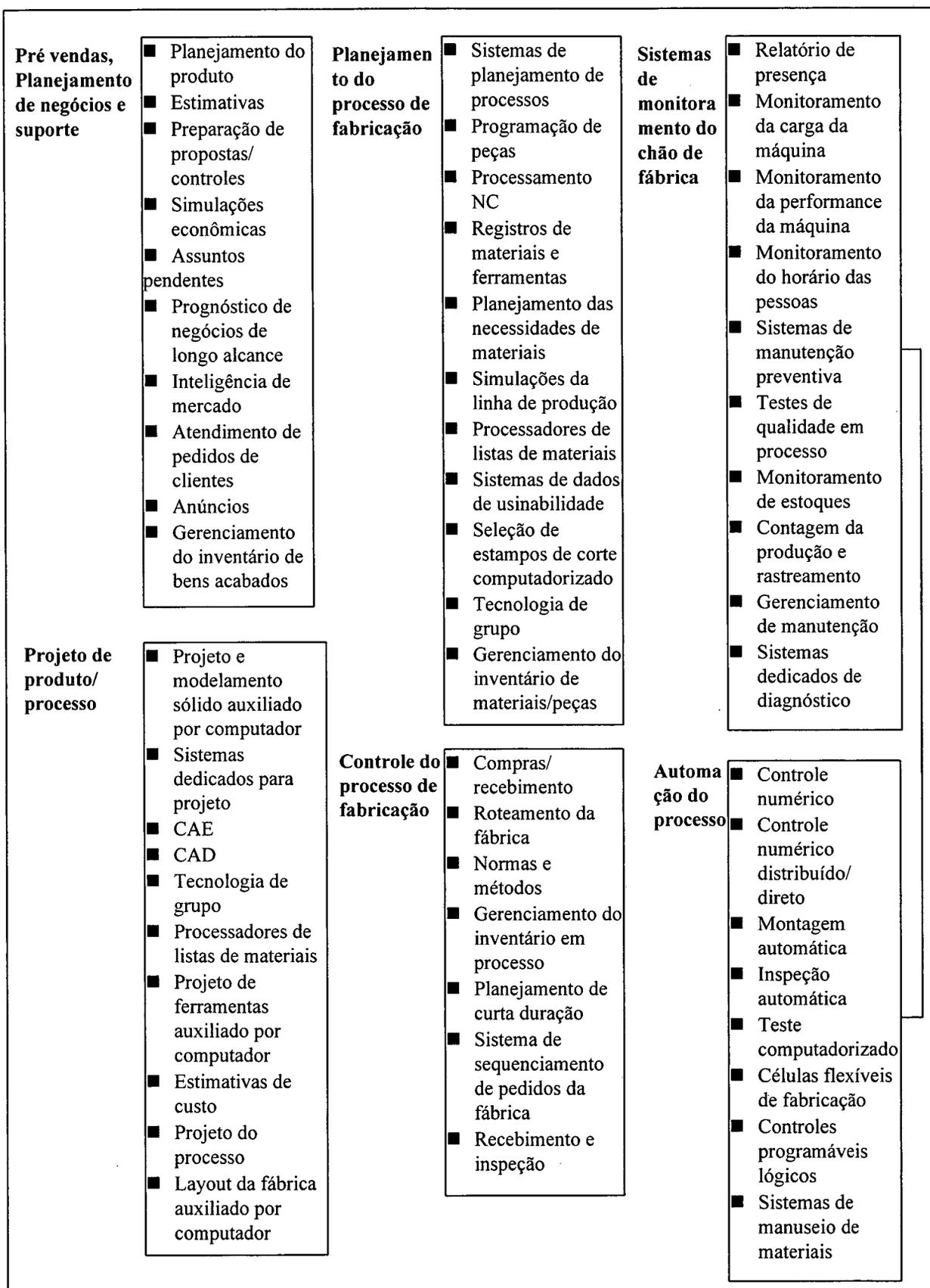


FIGURA 9 - Sistemas e sub-sistemas CIM

(fonte: SME – (CHARNEY, 1991))

CAPÍTULO IV

O GERENCIAMENTO DOS MEIOS DE PRODUÇÃO

O avanço constante da tecnologia de fabricação tem proporcionado o desenvolvimento de um número cada vez mais significativo de meios de produção capazes de direcionarem as empresas na busca de padrões mais elevados de qualidade e produtividade. Porém, paralelamente à disponibilização de um volume maior de recursos há um aumento considerável de dados e informações que necessitam ser armazenados para consulta e utilização de maneira a permitir a utilização de forma mais conveniente todo o potencial destes meios. No entanto, somente com a utilização de recursos computacionais torna-se possível, técnica e economicamente, administrar estas informações e acessá-las de forma rápida e segura.

Esta preocupação em utilizar sistemas computacionais para apoio no Gerenciamento de Meios de Produção tem sido evidenciado, no Brasil, desde meados da década passada em trabalhos realizados por vários pesquisadores (BOEHS et al., 1987)(BOEHS et al., 1988)(BOEHS et al., 1989)(BOEHS, TRANI e ALMEIDA JR., 1991)(ROZENFELD et al., 1991)(PIMENTA JR., 1991).

Assim, apresenta-se no item 4.1 as definições básicas do que vem a ser um Sistema Gerenciador dos Meios de Produção bem como do que trata a filosofia de Gerenciamento dos Meios de Produção. O item 4.2 traz afirmações que comprovam a importância desta filosofia como uma ferramenta gerencial para as indústrias do setor metal-mecânico.

4.1 - Definições

Analisando-se somente a indústria metal-mecânica o setor de usinagem, entende-se por meios de produção todas as ferramentas de corte de geometria definida ou não, pastilhas intercambiáveis, suportes e elementos de fixação destas ferramentas, instrumentos de medição, dispositivos ou sistemas de fixação de peças e máquinas, ou seja, todos os elementos físicos utilizáveis ou necessários para a usinagem de determinado produto.

A correta utilização dos meios de produção na fabricação de itens usinados é de vital importância na obtenção de produtos de qualidade, no momento desejado e com custos compatíveis. Assim, para que haja a utilização adequada e otimizada destes meios, deve haver uma sistemática na administração, organização, sistematização e disponibilização de todas as informações e dados relativos a estes e sua inter-relação, sendo este o princípio básico da filosofia do Gerenciamento dos Meios de Produção.

Uma definição clássica de gerenciamento dos meios de produção é a seguinte:

“Gerenciamento dos Meios de Produção é a capacidade de se ter o meio correto, na máquina devida, no momento certo, adequado a uma determinada quantidade de peças e mantendo um número razoável em reserva.” (BER et al., 1985)(PIMENTA JR., 1991)

Um Gerenciador De Meios De Produção é um sistema computacional que permite administrar toda a informação relacionada com ferramentas de corte, elementos de fixação de peças e ferramentas, máquinas, além de outras, em uma indústria metal-mecânica, através de uma tecnologia computacional responsável por entregar as ferramentas adequadas, nas quantidades necessárias, para as máquinas determinadas e na hora certa dentro de um processo produtivo (MASON, 1991, a, b)(BOEHS, 1992). Este sistema é responsável em fazer todas interações necessárias entre as diferentes fontes de dados armazenados fornecendo então resultados que venham a dinamizar e otimizar os processos de fabricação (BOEHS, STEVAN e SCHMIDT, 1997).

4.2 - A Importância do Gerenciamento dos Meios de Produção

Com o advento das máquinas CNC, ocorreu também uma intensificação no desenvolvimento das ferramentas de corte, através do desenvolvimento de novas geometrias e materiais, permitindo grandes avanços na tecnologia de fabricação. Por outro lado, as máquinas acompanharam esta tendência, resultando em produtos com maior capacidade e flexibilidade no emprego das ferramentas de corte. Entretanto, com este desenvolvimento, os custos das ferramentas foram incrementando continuamente. Análises de investimento confirmam este aspecto e revelam um constante aumento do capital investido em ferramentas, apresentando situações nas quais o capital

investido em ferramentas e elementos de fixação é superior ao próprio valor do equipamento da empresa (ROZENFELD e PIMENTA JR., 1991)(BEARD, 1991).

Desta forma, verifica-se a importância do Gerenciamento dos Meios de Produção quando se apreciam os incrementos nas quantidades e nos custos das ferramentas junto com sua imensa capacidade tecnológica, comparado com os custos dos equipamentos de manufatura. Estes custos podem ser divididos em duas categorias: diretos e indiretos. Os custos diretos são os custos de compra, armazenamento e manutenção dos componentes das ferramentas, sendo que estes custos tem aumentado muito devido o desenvolvimento na tecnologia de manufatura. Os custos indiretos são aqueles devidos à preparação e transporte das ferramentas, ou devidos à ausência das ferramentas ou a uma ferramenta inapropriada no momento de realizar a usinagem (BOEHS, 1992).

Lourival BOEHS citando MILBERG et al. (1996) relata que uma administração eficiente pode reduzir significativamente as ferramentas na fábrica. Com o planejamento ótimo da disponibilidade de ferramentas ocorre uma redução nas interrupções durante o período de passagem da peça pelo chão-de-fábrica.

CHUNG (1991) afirma que a falta de um apropriado planejamento de ferramentas pode impedir um fluxo suave da produção, podendo resultar em aumento de filas além de dificultar a programação da produção. Ferramentas erradas e duplicações desnecessárias representam grandes desperdícios. Além disto, a falta de um adequado tratamento administrativo com as ferramentas afeta a produtividade, especialmente em ambientes com manufatura automatizada (CHANDRA, LI e STAN; 1993).

Frederick MASON (1993) afirma que:

"o gerenciamento dos recursos de ferramental em muitas empresas pode ser caracterizado como crime culposos por negligência. Se as matérias primas ou os trabalhos em curso fossem manipulados da mesma maneira que as ferramentas, os administradores seriam considerados maus profissionais ou incompetentes".

Somente na indústria norte americana, cerca de US\$ 1,5 bilhão são gastos anualmente apenas com ferramentas de corte, o que já correspondem ao terceiro fator de custos mais importante. (MASON, 1991, a). Outros bilhões são gastos com elementos correlatos.

Uma análise comparativa entre o valor da ferramenta em relação à máquina que a utiliza mostra que (GONZÁLEZ, 1995):

- de 20 a 25% do custo inicial de uma nova máquina é investido em ferramental para que ele possa entrar em condições de operação para a produção;
- no final da vida útil do equipamento, um valor que corresponde de 7 a 10 vezes o seu valor será gasto em ferramentas.

Muitas vezes, a falta de uma ferramenta de US\$ 50 pode deixar parada uma máquina de US\$ 500.000 e toda a infra-estrutura que existe por detrás da mesma, além de acarretar atraso na entrega do produto e aumento dos estoques, uma vez que para o operador não ficar parado, ele irá processar uma ordem futura, cujo produto ficará parado até a data prevista para seu consumo (FORTULAN, 1996). Além disto, o dinamismo com que a produção deve ser conduzida atualmente inviabiliza que atividades de busca, seleção improvisada e/ou afiação de ferramentas na última hora sejam processadas (CRAPART et al., 1994).

Conforme (MASON, 1986)(MASON, 1993)(CHUNG, 1991)(MELNYK e LYMAN citados por FORTULAN, 1996)(CRAPART e LECUCQ, 1994)(EVERSHEIM et al., 1991)(FORTULAN e RESENDE, 1997)(MACCHIAROLI e RIEMA, 1996) (BOEHS e GUENTHER, 1994) (AMERICAN MACHINIST, 1994) em estudos na área de gerenciamento dos meios de produção, observaram o seguinte:

- normalmente, cerca de 30 a 60% do estoque de ferramentas destinadas à produção estão em algum lugar do chão-de-fábrica, muitas vezes perdidas, ou armazenadas em locais indevidos;
- cerca de 16% das ordens de produção planejadas não podem ser executadas devido à indisponibilidade de ferramentas;
- usualmente, de 40% a 80% do tempo de encarregados e mestres de produção é desperdiçado na busca e procura de ferramentas;
- em determinadas empresas, cerca de 20% do tempo dos operadores é destinado à procura de ferramentas;

- o orçamento anual de uma empresa metalúrgica para os meios de produção é geralmente 7 a 12 vezes maior que o orçamento do equipamento total;
- aproximadamente 14% do custo total de fabricação correspondem aos meios de produção;
- estudo realizado pelo Centro Técnico das Indústrias Mecânicas da França, indicou que as ferramentas representam, em média, 23% dos recursos globais de uma fábrica.

Somente os dados acima já justificam a importância deste tipo de gerenciamento. Porém, os meios de produção apresentam diferentes particularidades que devem ser conhecidas para o melhor aproveitamento de seu potencial. MELNYK e LYMAN citados por FORTULAN (1996) relatam que existem três peculiaridades que ajudam a transformar as ferramentas num recurso que é único e difícil de gerenciar:

- 1) As ferramentas adequam a capacidade de trabalho de uma máquina às suas características. Exemplificando, uma furadeira tem capacidade de executar uma grande variedade de furações, porém uma vez escolhida a broca específica, a capacidade da furadeira estará limitada a um diâmetro de furo e material da ferramenta específico;
- 2) Para que qualquer ordem de produção possa ser atendida, é necessário haver disponibilidade e diversidade de ferramental;
- 3) Ferramentas, assim como materiais, não podem ser utilizados em mais de um lugar ao mesmo tempo. Para a execução de um trabalho devem estar disponíveis não somente os componentes do produto, mas também as ferramentas, cuja capacidade deve ser medida em tempo de vida.

Estes relatos indicam que há uma necessidade de contemplar de forma interativa o tratamento prestado às ferramentas de corte e aos demais meios de produção. Porém, existe um elevado volume

de informações ligado à utilização destes meios, o que somente através do emprego de sistemas computacionais permite o aproveitamento adequado de suas capacidades.

A ausência de uma metodologia adequada para tratamento deste volume de informações cria uma série de problemas que estão relacionados no item 4.3 seguinte. Na seqüência, apresenta-se no item 4.4 os objetivos e benefícios gerados pela emprego de um sistema computacional de gerenciamento das informações relativas aos meios de produção. Destaca-se que desde aspectos relevantes até minúcias devem ser considerados para que haja um completo domínio da função desempenhado pelo meio, sua utilidade perante os demais meios e o momento adequado de buscá-lo e utilizá-lo.

4.3 - Principais Problemas Relacionados com o Gerenciamento dos Meios de Produção

As empresas que atuam no setor de usinagem encontram as seguintes dificuldades no trabalho diário com os meios de produção (STEVAN e CURY, 1997):

a) Problemas de Ordem Operacional:

- * falta de conhecimento das ferramentas realmente disponíveis na fábrica;
- * informações técnicas e/ou comerciais sobre as ferramentas inadequadas, obsoletas ou insuficientes;
- * ausência de critérios e meios que facilitem a seleção e utilização das ferramentas;
- * morosidade na seleção e preparação das ferramentas com conseqüente aumento no tempo de preparação das máquinas;
- * dificuldade para identificação das ferramentas devido a diversidade de formas, de geometrias, de materiais e de fornecedores;

b) Problemas de Ordem Administrativa:

- * desconhecimento do local de armazenamento e/ou utilização;
- * as condições de armazenamento de ferramental variam desde locais totalmente desordenados a locais organizados, mas precários em termos de ergonomia, funcionalidade, movimentação e facilidade da procura e busca;

- * estoque contendo ferramentas obsoletas e/ou improdutivas;
- * incapacidade de acompanhar o consumo com precisão;
- * problemas com super ou sub-dimensionamento do estoque;
- * ausência de sistemas de informações facilitadores do controle de estoque e inventário;
- * ineficácia do controle adotado para acompanhar a movimentação das ferramentas durante o turno de trabalho;
- * compras desnecessárias, baseadas em critérios e procedimentos inadequados;
- * processo de compra não sistematizado ou sincronizado com as necessidades atuais da fábrica (compras com atraso e em regime de urgência);
- * ausência de troca de informações entre os diversos setores da fábrica, mais precisamente os seguintes: planejamento e processos, engenharia industrial, compras e almoxarifado;

c) Problemas de Ordem Técnica:

- * falta de critérios de padronização de formas, geometrias, dimensões e materiais;
- * conhecimentos insuficientes sobre o estado de manutenção e do tempo de utilização das ferramentas;
- * ausência de critérios e métodos para a manutenção das ferramentas;
- * conhecimento apenas parcial sobre intercambiabilidade de ferramentas e seus respectivos elementos de fixação (dispositivos, suportes);
- * utilização de ferramentas sem empregar suas condições otimizadas de trabalho (parâmetros de corte inadequados);
- * conhecimentos técnicos de domínio restrito a pessoas com maior experiência;

4.4 - Objetivos do Gerenciamento dos Meios de Produção via Computador e a Importância do Emprego de um *Software* Especialista

Existem atualmente no mercado, diferentes formas e concepções de *softwares* de sistemas computacionais voltados à administração e controle dos meios de produção (MASON, 1993)(CRAPART et al., 1994). No entanto, há uma grande similaridade no modo de funcionamento destes. A principal característica reside na criação de arquivos ou banco de dados sobre ferramentas,

dispositivos, máquinas, materiais, dados de processo, etc., projetados para servir como fonte única de informações para os diferentes usuários dentro da empresa e atender seus diferentes requisitos (TANI, 1997)(BOEHS, 1996).

Um sistema funciona de forma integrada, quando estes diferentes arquivos são interligados, trocando dados e emitindo as informações desejadas e necessárias para a produção (figura 10).

Em linhas gerais, os objetivos de um sistema gerenciador de meios de produção são: minimizar as perturbações no decorrer dos processos produtivos, melhorar a utilização dos recursos de fabricação, minimizar o número de rejeições, reduzir os custos globais ocasionados pelas ferramentas de corte (GONZÁLEZ, 1995).

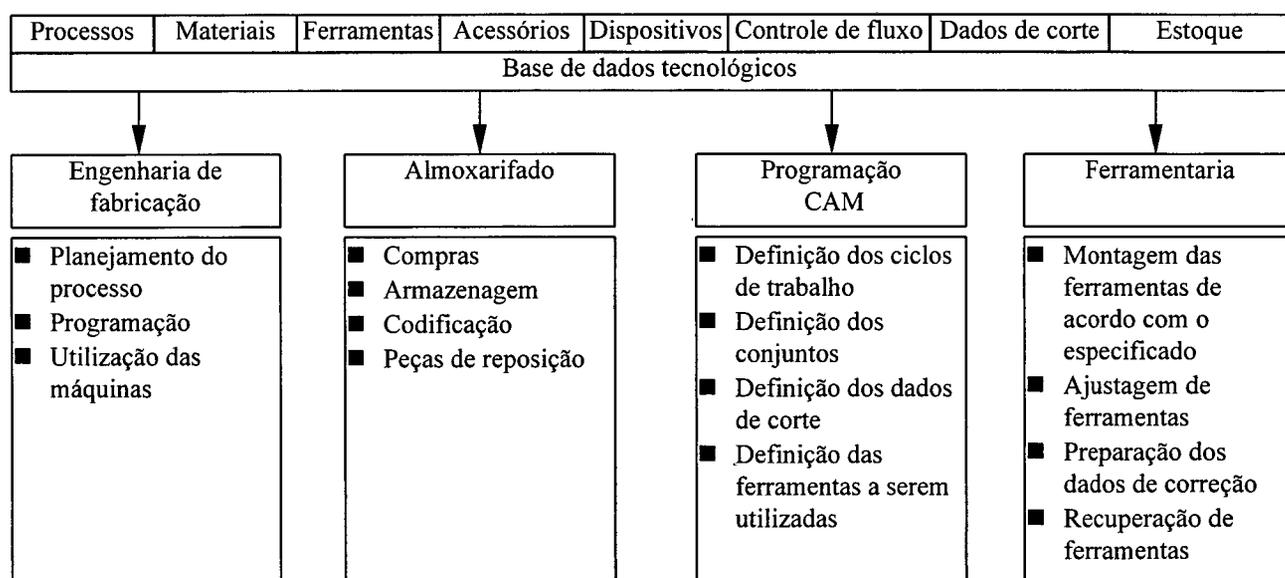


FIGURA 10 - Interação dos Diferentes Bancos de Informações

Porém, o emprego de sistemas computacionais especialista destinados ao gerenciamento das informações relativas aos meios de produção no campo da usinagem tem atrelados a sua utilização os seguintes benefícios, conforme (BOOGERT, 1994)(BOEHS, BACHMANN e STEVAN, 1994)(STEVAN e CURY, 1997)(BOEHS, STEVAN e SCHMIDT, 1997)(TANI, 1997):

* favorecer a difusão dos conhecimentos a respeito de ferramentas;

- * auferir um maior envolvimento técnico na preparação das ferramentas para usinagem de diferentes peças;
- * através da disponibilização imediata ou mais rápida das informações, reduzir o tempo de preparação das máquinas;
- * reduzir estoques e eliminar ferramentas obsoletas ou desnecessárias pela própria organização que a implantação do sistema requer;
- * controlar o fluxo das ferramentas no chão de fábrica;
- * eliminar controles manuscritos;
- * explorar mais o potencial das montagens de ferramentas e seus acessórios de fixação (melhorar a utilização dos recursos);
- * acompanhar a vida útil e a permanência de ferramentas desde a aquisição até o sucateamento;
- * minimizar rejeições de peças por problemas de qualidade e/ou utilização inadequada de ferramentas;
- * atender requisitos do item 4.9 das Normas ISO Família 9000, versão 1994, onde as ferramentas desempenham um parâmetro importante (BOEHS, STEVAN e SCHMIDT, 1997);
- * apresentar as informações em forma de relatórios como: listagens, análises estatísticas, levantamento de consumo e vida útil, folhas de preparação a serem enviadas à máquina, etc.;
- * possibilitar o controle individual das ferramentas que necessitam de uma atenção especial;
- * sistematizar através da informatização dados sobre: controles de quebra, localização, quantidade, necessidade de aquisição, planejamento de estoques;
- * minimizar as perturbações no decorrer dos processos produtivos;

* reduzir custos da fabricação;

Segundo alguns especialistas em CIM, a próxima geração de sistemas computacionais voltados ao gerenciamento dos meios de produção, a próxima geração de programas conhecerá uma integração mais forte, sob a forma de bases de dados orientadas para objetos, com informações então comuns a todas as funções da empresa, e, por conseguinte, não redundantes (TÖNSHOFF e DITTMER, 1990)(VEERAMANI et al., 1992)(CRAPART et al., 1994).

Estudos visando o desenvolvimento de sistemas computacionais mais complexos que permitam sincronizar melhor a necessidade de produção de determinado lote e a capacidade das máquinas em função do número de ferramentas que podem ser fixadas no magazine também estão sendo conduzidos em diferentes centros de pesquisa. Nestes sistemas, determina-se o melhor sequenciamento dos lotes a serem produzidos de maneira a reduzir o número de preparações de máquina e/ou paradas de máquina para troca de ferramentas do magazine através da produção de peças com requisitos de ferramentais semelhantes, não desconsiderando prazos de entrega ou de processamento destes lotes (GÓMEZ e LORENA, 1998)(CHANDRA e STAN, 1993)(COLEMAN et al., 1996).

Charles R. BROWN (1997) relata sobre a importância de softwares destinados à localização de ferramentas, o qual automatiza as transações no almoxarifado de ferramentas e ajuda os programas de redução do tempo de *setup*, tais como agrupamento e pré-aferição de ferramentas. Com sua utilização, o almoxarifado pode entregar as montagens requeridas, melhorando a estratégia de utilização da máquina. Trata-se na verdade de um método computadorizado de rastreamento das ferramentas, podendo ser usado para gerir quais itens foram destacadas para determinado trabalho, quais funcionários as requisitaram ou ainda em que local elas se encontram.

Estudos visando a melhor seleção de ferramentas, atuando conjuntamente com sistemas CAPP são apresentados nos seguintes trabalhos: (GIUSTI et al., 1986) (DOMAZET., 1990)(MAROPOULOS, 1992)(HINDUJA et al., 1993)(EVERSHEIM et al., 1994) os quais não serão abordados neste trabalho por se distanciarem do escopo pretendido. Já o trabalho de GIUSTI et al. (1990) considera um sistema computacional que comande as atividades de montagem e

desmontagem das ferramentas e seus elementos de fixação, através do emprego de robôs manipuladores.

No item 4.5 subsequente, são referenciados os setores produtivos e de apoio na indústria envolvidos no funcionamento do sistema de gerenciamento de meios de produção. Finalmente, no item 4.6 são descritas as atividades mínimas necessárias para a implantação de um sistema computacional de gerenciamento de meios de produção.

4.5 - Setores da Fábrica Envolvidos com o Gerenciamento dos Meios de Produção

O sucesso do emprego de um Sistema Gerenciador dos Meios de Produção está no envolvimento e participação dos diversos setores da empresa, os quais devem contribuir no âmbito de suas responsabilidades tanto na implantação quanto na manutenção das informações cadastradas

O emprego adequado das opções e aproveitamento da capacidade do software é imprescindível para obter os melhores resultados em termos de controle e redução de custos com ferramental. Para tanto, é necessário adotar o sistema como principal meio e fonte de informações relativas à ferramentas e seus respectivos elementos de fixação.

O sistema deve relacionar, de uma forma ou de outra, quase todos os setores da fábrica. Entretanto, alguns setores estão especialmente envolvidos e beneficiados, como os seguintes (CRAPART e LECUCQ, 1994):

- **Planejamento de Processos / Engenharia Industrial:** principal usuário do sistema devido a responsabilidade pela definição de quais meios serão empregado. Geram documentos relacionando ferramentas e dispositivos adequados ao tipo de peça a ser usinada. Os processistas não apenas conhecerão em detalhes que ferramentas a fábrica possui, mas poderão também avaliar quais são as melhores, de menor custo ou maior disponibilidade e capacidade tecnológica. Além disso, apresentará também como responsabilidade, o cadastramento técnico dos dados e a inserção de novos meios (como ferramentas, dispositivos e máquinas)(MAROPOULOS, 1992).

- **Planejamento e Controle da Produção:** as ordens de produção serão geradas tendo em vista a disponibilidade da ferramenta e outros recursos, ou seja, uma previsão de uma possível troca de ferramentas entre as máquinas.
- **Almoxarifado:** o almoxarife será capaz de localizar, a qualquer momento, onde está cada ferramenta que for controlada pelo sistema. Além disto, pode ser desenvolvida uma cultura na empresa sobre como executar e substituir componentes de uma montagem. A implantação pode ser motivo de uma reorganização física e nova disposição de ferramentas e dispositivos nos locais de ferramentas, eliminação de documentos obsoletos e/ou controles manuscritos, identificação de locais de armazenagem, dinamização do processo de busca e seleção, controle de estoques e aquisições.
- **Projetos:** o projetista poderá conhecer as ferramentas, dispositivos de fixação outros elementos da produção antes de confeccionar o projeto. Com isto, poderá projetar detalhes nas peças que impliquem em aquisições de novas ferramentas ou não. Partindo deste princípio, será possível ao almoxarife padronizar seu ferramental, reduzindo custos de aquisição e de manutenção.
- **Compras:** terão suas atividades facilitadas, através da execução de aquisições mais sistematizadas, permitindo a seleção de fornecedores com maior rigor. As compras devem ser fundamentadas em características comerciais e técnicas, que são disponibilizadas pelo sistema. Tais informações vêm da análise da engenharia industrial quanto à capacidade de atendimento (ou performance) de determinadas ferramentas e quanto à quantidades a serem adquiridas em atendimento ao setor de Almoxarifado.
- **Produção:** será beneficiada através de fornecimento de dados sobre a utilização da ferramenta, como instrução de preparação da máquina, da peça e da montagem, e também de dados de corte para as ferramentas e tempo de vida estimado para as ferramentas. Além disto, cada máquina pode ser considerada um ponto de controle sobre a movimentação, o que motiva a uma organização dos locais de armazenamento junto às máquinas.

4.6 - Atividades de Implantação de um Sistema Gerenciador dos Meios de Produção

A implantação de um Sistema de Gerenciamento dos Meios de Produção envolve várias etapas de trabalho e, como todo processo de melhoria, requer a participação de diferentes setores agindo conjuntamente. O tempo que será despendido na implantação não pode ser considerado em termos gerais, pois cada empresa terá uma característica própria. Fatores como nível organizacional já existente, quantidade de ferramental a ser gerenciado e a própria receptividade por parte dos funcionários, dentre outros, influenciam no estabelecimento de cronogramas de implantação. Conforme (CRAPART e LECUCQ, 1994), a implantação de um sistema de gerenciamento dos meios de produção não deve ser uma atividade improvisada. Exige-se um trabalho preliminar de inventário de estoques e captação de informações técnicas.

As principais etapas estão listadas a seguir, conforme verificado em (BOEHS e ALMEIDA JR., 1991)(BOEHS, BACHMANN e STEVAN, 1994)(TANI, 1997)(CRAPART e LECUCQ, 1994):

a) Levantamento da Situação Vigente

O trabalho inicial consiste de um levantamento de informações que fornecerá subsídios de como a empresa encontra-se em relação ao seu ferramental, determinando então com que rigor será executado o trabalho de implantação. Assim, empresas com um ferramental amplamente seriado e de rápida reposição poderão optar por um controle mais genérico, e empresas possuidoras de um ferramental caro que apresente uma vida mais elevada poderão optar por um controle mais criterioso e individualista. Outras empresas com ampla diversificação no seu ferramental poderão mesclar tanto características de um caso quanto de outro.

O levantamento da situação atual deve objetivar conhecer e criticar vários aspectos da organização da fábrica. O ponto de partida quase sempre é o almoxarifado ou a ferramentaria, onde o volume de itens reunidos é maior. Deve-se julgar os critérios envolvendo desde a disposição física das prateleiras até a eficiência do controle no fornecimento de ferramentas para a produção.

O chão de fábrica também será foco de atenção do levantamento da situação atual. Deve-se conhecer e julgar as condições de armazenamento de ferramentas junto às máquinas, o fluxo destas ferramentas no chão de fábrica e os cuidados que elas recebem.

Setores de engenharia, como o Planejamento de Processos e o setor de Projetos também devem ser avaliados sob o ponto de vista de seu conhecimento sobre os meios de produção que a empresa dispõe.

O objetivo da etapa de levantamento da situação vigente é, portanto, retratar o que está acontecendo na fábrica em termos de ferramentas, desde a concepção do projeto até o descarte das ferramentas gastas.

b) Proposta de Implantação

O resultado da etapa anterior é um estudo que mostrará a empresa a sua real necessidade de gerenciar as ferramentas adequadamente. Este estudo culmina numa proposta de implantação técnica, que deverá descrever cada passo a ser tomado e que resultados poderão ser colhidos.

c) Organização e Documentação

O Gerenciamento dos Meios de Produção não é uma filosofia isolada dos demais métodos organizacionais. Utiliza outras filosofias para construir o seu embasamento, como Tecnologia de Grupo. Dela extraem-se os princípios de disposição de informações em níveis subordinados, constituindo-se assim as famílias de dados.

Classicamente, a Tecnologia de Grupo sugere classificações e codificações para auxiliar o trabalho de identificação nas empresas, tendo sempre em foco principalmente a peça a ser fabricada (LORINI, 1993).

O termo família é usado para designar uma lista de peças agrupadas por algumas de suas características de similaridade. Não existem regras rígidas ou gerais para determinar que peças e/ou ferramentas serão agrupadas em que famílias. Assim, cada tipo de usuário poderá definir seus

próprios critérios, para determinar como uma família estará adaptada às necessidades de classificação de sua empresa.

O objetivo é identificar características que permitam agrupar determinados elementos para facilitar a consulta e estabelecer as relações entre eles, obtendo-se com isto uma elevada padronização.

d) Cadastramento das Informações

A atividade de cadastramento de itens no Sistema de Gerenciamento de Ferramentas consome a maior parte do tempo de implantação. Nesta etapa são cadastradas no sistema informações de natureza técnica, tecnológicas, administrativas e comerciais.

Fazem parte desta etapa não só o levantamento de todas as dimensões de todos os tipos de ferramentas que a fábrica coleciona, mas também de todas as quantidades envolvidas. É necessário levantar informações não só das ferramentas de alta rotatividade ou de compra normal, mas também de itens especiais ou de improvisações. A atividade deve envolver um inventário propriamente dito nas ferramentas guardadas, mantidas em estoque e das em operação na fábrica.

O objetivo desta etapa é confeccionar um banco de dados sobre ferramentas, acessórios, pastilhas, dispositivos de fixação, materiais e até mesmo máquinas e componentes auxiliares que deverão disponibilizar uma consulta rápida e objetiva para vários usuários na empresa.

e) Codificação

A utilização de códigos para identificar os diferentes recursos que são adquiridos pela empresa é uma prática bem difundida dentro do meio fabril, principalmente em termos de controle de estoques. O código é um elemento de identificação rápida, e deve funcionar como tal. No trabalho de levantamento da situação vigente da empresa, deve-se julgar a adequação dos códigos utilizados para discriminar as ferramentas de corte. O código deve assegurar a individualidade de cada item, e seu embasamento deve contemplar os diversos aspectos que são abordados na nomenclatura técnica da ferramenta (BOEHS, STEVAN e SCHMIDT, 1997).

Analisando com ênfase nas aplicações da Tecnologia de Grupo, um sistema de classificação e codificação, segundo LORINI (1993), deve possuir algumas características operacionais básicas, como:

- 1) ser suficientemente abrangente, para englobar todos os itens do universo de produção em que está inserido;
- 2) ser mutuamente exclusivo, no sentido de permitir incluir semelhanças ou excluir diferenças, usando-se parâmetros claramente definidos;
- 3) basear-se em características permanentes que sejam facilmente identificáveis;
- 4) ser adaptável a mudanças e expansões tecnológicas;
- 5) ser compatível com aplicações computacionais e permitir integração entre os diferentes sistemas utilizados pela empresa.

Existem vários sistemas de codificação relacionados com ferramentas e seus itens correlatos (SAINT-CHELY, CRAPART, LECUCQ e HE, 1992)(STEVAN e SCHMIDT, 1997), porém, cada empresa deverá optar por adotar alguma codificação já existente ou desenvolver uma específica que atenda convenientemente as suas necessidades.

f) *Layout dos Locais de Armazenamento*

A atividade de busca e armazenamento de ferramenta apresenta problemas quando a organização é precária ou os métodos não são bem estabelecidos para a sistemática de armazenamento.

Como o fornecimento da ferramenta deve se dar da maneira rápida e eficaz, questões como a disposição de itens segundo critérios de localização, ergonomia, luminosidade, espaçamento e identificação visual passam a ser fundamentais.

g) Reavaliação dos Parâmetros de Estoque

Os parâmetros de estoque - quantidade máxima, ponto de pedido e quantidade mínima - são bons termômetros para indicar o momento certo de abastecer a fábrica. Sua utilização é bem disseminada, mas a sua característica de constante manutenção é muitas vezes menosprezada pelas fábricas. Isto porque os sistemas que controlam o estoque estão muito distanciados do local mais propício para colher estas informações, no caso, o almoxarifado.

Um Sistema de Gerenciamento dos Meios de Produção deve possibilitar a atualização com facilidade de um banco de dados sobre o consumo das ferramentas num determinado momento. Assim, é necessário julgar e realimentar constantemente os parâmetros de estoque, fornecendo um subsídio precioso, voltado a assistência da atividade de compra.

h) Organização de Ferramentas Junto às Máquinas

No chão de fábrica, é muito comum encontrar ferramentas indevidamente alocadas junto às máquinas. É muito freqüente encontrar uma certa displicência dos operadores no sentido de devolver a ferramenta ao almoxarifado após terminado o serviço. Surgem, então, sérios problemas como a indisponibilidade da ferramenta no momento que ela deveria ser fornecida para uma nova tarefa de fabricação.

i) Controle de Fluxo

Um sistema de gerenciamento deve permitir que a movimentação das ferramentas, o abastecimento e o controle de estoque estejam vinculados, buscando retratar de maneira fiel e eficaz a realidade física da fábrica. Também deve facilitar as atividades de acompanhamento dos meios nos diferentes postos de trabalho, favorecendo análises de vida útil, desempenho e adaptabilidade.

Alguns procedimentos poderão ser automatizados, utilizando recursos como leitura ótica, *chips* eletrônicos, entre outros, conforme descrito no artigo da Revista Máquinas e Metais (fev., 1990). Outros meios podem ser verificados nas publicações de MARTENS et al., (1991) e TONSHOFF et al. (1992).

j) Padronização das Ferramentas

Nesta etapa, os trabalhos se direcionam a proporcionar a redução do ferramental no almoxarifado através do conhecimento profundo da utilidade que cada item tem para a empresa.

k) Treinamento no Sistema

O sucesso de qualquer programa ou filosofia, destinado a diferentes setores ou com diferentes intenções dependerá principalmente do grau de envolvimento e conhecimento das pessoas.

Portanto, um treinamento adequado deve demonstrar qual a capacidade, qual o relacionamento entre os diferentes setores da empresa e o que um sistema gerenciador dos meios de produção pode apresentar como retorno.

4.7 - Dispositivos de Fixação de Peças

No ambiente da manufatura através de processos de usinagem, os dispositivos de fixação de peças desempenham papel fundamental na produtividade e qualidade dos produtos usinados. A produtividade é fortemente influenciada pela flexibilidade, capacidade e funcionabilidade do dispositivo projetado. Por sua vez, a qualidade é favorecida por dispositivos que assegurem maior rigidez para suportar os esforços provenientes das ferramentas de corte e que permitam um correto posicionamento das peças fixadas, garantindo a obtenção das tolerâncias geométricas requeridas e evitando erros de fixação das peças por parte do operador.

De forma genérica, os dispositivos de fixação podem ser divididos em dois grupos principais: os sistemas exclusivos de fixação (*fixtures*) e os sistemas de fixação e orientação (*jigs*), conforme CONSALTER (1996). Neste sentido, os sistemas exclusivos de fixação tem por objetivo prender, suportar e posicionar a peça para a operação de usinagem, enquanto os sistemas de fixação e orientação destinam-se a guiar a ferramenta além da função de fixar adequadamente a peça.

Os sistemas de fixação e orientação mais comuns são aqueles destinados aos processos de furação e mandrilamento, sendo que a diferença entre ambos está no tipo, tamanho e localização das respectivas buchas. Os mais utilizados são os destinados às operações de furação e suas aplicações se estendem para outros processos similares como roscagem, alargamento, chanframento, rebaixamento e escareação, além de operações de montagem. Os sistemas exclusivos de fixação são classificados normalmente de acordo com o tipo de máquina a que são adaptados ou quanto ao tipo de processo de usinagem ao qual estão relacionados (CONSALTER, 1996).

Dentro do contexto do Gerenciamento dos Meios de Produção, os dispositivos de fixação representam um quesito importante, pois diversas informações relativas a estes necessitam ser compartilhadas com os diferentes bancos de dados ou os outros meios. Além disto, também para este tipo de meio o volume de informações intrínsecas é bastante elevado, o qual somente pode ser administrado eficazmente via recursos computacionais.

Este trabalho não tem a pretensão de aprofundar o estudo, teórico e prático, no tema gerenciamento de dispositivos de fixação de peças. Almeja-se apenas apontar a influência dos dispositivos sobre a questão do *setup* das máquinas e peças em estudo.

Maiores informações relativas ao gerenciamento de dispositivos de fixação podem ser encontradas em: (CONSALTER, 1996).

CAPÍTULO V

TROCA RÁPIDA DE FERRAMENTAL

5.1 - Introdução

Nos últimos anos, as empresas brasileiras de manufatura tem buscado com avidez padrões mais elevados de produtividade e qualidade para eliminar o desnível de competitividade que as separam da indústria internacional.

Conforme Henrique CORRÊA (1993) e Ricardo MOTTA (1995), o grande desafio das empresas na busca da competitividade está centrado na capacidade de desenvolvimento de novas tecnologias, novos mercados e novos métodos de gerenciamento que permitam elevar a flexibilidade das empresas favorecendo o aumento da produtividade fabril.

Depreende desta colocação a necessidade de implementar mudanças na organização que visem tornar as empresas mais ágeis e adaptáveis ao mercado conforme seu planejamento estratégico. Por exemplo, se a empresa escolhe competir em variedade de modelos de produtos, precisa ter rapidez na preparação de máquinas e rapidez na manufatura. Se escolher competir em novos produtos, precisa de agilidade para projetar, preparar protótipos, construir o ferramental, divulgar o novo produto, estudar processos, preparar máquinas e fabricar. Se escolher competir em prazo de entrega, precisa de rapidez na produção (ZACCARELLI citado por CONTADOR, 1994).

Verifica-se do exposto anteriormente que, indiferente do campo de atuação escolhido, o setor da produção é o principal envolvido e responsável em alavancar o aumento da produtividade.

Patrick SHANNON (1997) comenta que as empresas, além de fornecer produtos e serviços de alta qualidade que atendam as necessidades dos clientes, precisam simultaneamente reduzir custos e tempos.

Para isto, diferentes metodologias ou filosofias podem ser aplicadas, porém todas têm na essência o combate à ineficiência através da redução do tempo inativo do homem, da máquina e do material e a redução dos custos.

Na produção, uma das maiores fontes de desperdício de tempo situa-se sobre as atividades de preparação de máquinas, que compreende o período desde o momento do término da última peça do lote anterior, até o momento em que se tenha feito a primeira peça do lote posterior (FRUTUOSO, 1995)(MOURA et al., 1996).

Neste sentido, um estudo conduzido pelo Centro Técnico das Indústrias Mecânicas da França (1998), concluiu que o tempo gasto na mudança da produção de um produto para outro, ou seja, o tempo de preparação, pode variar de 30% a 50% do tempo disponível de uma máquina-ferramenta, e quanto menores forem os lotes a serem produzidos, maior será a sua influência sobre o custo de produção.

Uma das formas de reduzir este tempo improdutivo, consiste em implementar métodos sistematizados que visem organizar, orientar e promover o desenvolvimento de melhorias nas atividades de preparação, conferindo a agilidade e flexibilidade necessárias à produção (BOEHS, STEVAN, SCHMIDT e DUWE, 1998). Conforme Reinaldo MOURA e Eduardo BANZATO (1996), a redução do tempo de preparação de máquinas (*setup*) deve ser encarada como um conjunto de medidas que ajudarão as empresas, anualmente, a atingirem as metas fixadas para a produtividade, lucratividade e competitividade. Portanto, o objetivo da redução do tempo de preparação é a obtenção de flexibilidade na produção, permitindo a produção de lotes menores, sem perda de produtividade e de qualidade (SILVA et al., 1998).

Há duas diferentes e importantes vertentes na bibliografia quanto à discussão de tempos de preparação de máquinas. Uma sugere que a automação flexível é a principal forma de atingir níveis mais altos de flexibilidade do equipamento. A outra, baseada no pensamento japonês, sugere uma abordagem baseada no método. Esta emprega conceitos de organização, métodos de trabalho e racionalização no uso de equipamentos convencionais (CORRÊA, 1993).

A primeira abordagem considera que um sistema de produção pode atingir níveis mais elevados de flexibilidade através do emprego de tecnologia, ou, em outras palavras, via automação flexível. Charles R BROWN (1997) relata que as novas tecnologias estão criando uma mudança acelerada nas características da manufatura. As tendências nesta área incluem: usinagem com máquinas multieixos e multifunções; ferramental de troca rápida semi-automática e automática; dispositivos de fixação modulares; sistemas de informação da manufatura que se comunicam com o escritório e com sistemas de engenharia; controles de máquina que privilegiam a inovação na programação e no

processamento de peças com funções para gerenciamento de ferramentas e sensoreamento dessas ferramentas; sistemas automáticos de armazenamento, transporte e troca de ferramentas; aferição em processo e pós-processo da peça e da ferramenta de corte, com realimentação para compensação da ferramenta, entre outras.

A outra abordagem, baseada no método, iniciou-se no Japão e mais tarde passou a ser utilizada ao redor do mundo. Shigeo SHINGO (1985)(1989), o criador do sistema SMED (*Single Minute Exchange of a Die*) contribuiu significativamente no aprimoramento do esforço para a redução do tempo de preparação. Seu método basicamente define dois tipos de atividades relacionadas à preparação da máquina: a atividade de *setup* interno, que podem são executadas somente quando a máquina encontra-se parada e de *setup* externo, que podem ser executadas quando a máquina encontra-se em operação.

Desta maneira, SHINGO (1985)(1989) aconselha separar as atividades de *setup* externo e interno, fazendo esforços e análises para transformar o máximo possível das atividades em externas. Para isto, aconselha reexaminar as atividades visando encontrar pontos de melhoria que possam agilizar as atividades de *setup* interno ou que possam ser convertidas para execução externa.

5.2 - Importância e Benefícios Gerados pela Redução do Tempo de Preparação de Máquinas

Analisando-se os processos de fabricação, em particular os de usinagem, é facilmente constatado que pequenas melhorias de caráter organizacional podem promover sensíveis ganhos de produtividade, sem que isto requeira a provisão de um volume elevado de investimentos em equipamento e/ou pessoal (BOEHS, STEVAN, SCHMIDT e DUWE, 1998).

Robert HALL (1988) relata que estudos conduzidos a respeito de produtividade concluíram que os tempos de preparação são freqüentemente reduzidos em 50% ou mais, mediante ações de organização, ou seja, tendo tudo preparado para quando chegar a hora da preparação. Essas melhorias podem ampliar-se com o tempo, de modo que sejam atingidos valores de até 90% de redução no tempo de preparação, dependendo do grau de organização existente na empresa. Cerca de 50% deste tempo provém da organização do local de trabalho, deixando-o pronto para realizar a troca de ferramental assim que a máquina pára.

As vantagens da redução do tempo de preparação de máquinas são constatadas através da possibilidade de diminuição do tamanho dos lotes e do capital de giro, permitindo um ciclo de

fabricação mais ágil com imediata redução dos estoques em processo. Outros resultados significativos são também a diminuição de riscos devido a obsolescência e/ou deterioração dos materiais e produto (SILVA et al., 1998).

Richard SCHONBERGER (1989) mostra que o cálculo para a definição dos lotes econômicos não leva em conta que a qualidade dos produtos, os refugos, a motivação e o senso de responsabilidade do pessoal e a produtividade são muito influenciados pelo tamanho do lote. Além disso, os custos de preparação da máquina e manutenção dos estoques podem ser reduzidos ao longo do tempo, de modo que o lote econômico pode-se tornar cada vez menor, tendendo à unidade. Assim, o objetivo é agir sobre a realidade do chão-de-fábrica de modo a remover os obstáculos que elevam os custos e, conseqüentemente, o tamanho do lote com todas as mazelas que isso representa.

Além disto, a possibilidade de fabricar lotes menores favorece a redução dos refugos e retrabalhos, pois os defeitos são localizados em um tempo mais curto e a fonte dos mesmos é rapidamente detectável (ANTUNES Jr., 1993).

5.3 - Métodos de Execução

José Celso CONTADOR (1995, c) recomenda três providências para reduzir o tempo de preparação:

- 1) Refere-se à programação da produção. O setor de planejamento e controle da produção (PCP), deve programar e repassar com relativa antecedência as ordens de produção que serão fabricadas. Com isto, o setor de almoxarifado pode disponibilizar o ferramental necessário sem que haja prejuízos no consumo do tempo por parte dos preparadores de máquina;
- 2) A segunda providência refere-se às condições do ferramental. Para evitar que problemas relativos à ferramentas inadequadas, quanto à sua manutenção, sejam constatados durante a preparação, sugere-se que somente aquelas em perfeitas condições de uso sejam guardadas no almoxarifado. Isto significa que todas as ferramentas após sua utilização devem passar por uma vistoria e conseqüente correção de problemas. O próprio operador pode apontar as deficiências das ferramentas;
- 3) Por último, relaciona-se as ferramentas manuais, ou acessórias, utilizadas para os ajustes necessários durante a preparação. Para evitar que o preparador interrompa a preparação

para procurar ou buscar uma chave de aperto, um parafuso, ou algo semelhante, convém que para cada máquina ou operador seja disponibilizado um jogo das ferramentas necessárias. Esta simples ação já favorece a economia ou o não desperdício de tempo durante as preparações.

Gustavo KANNENBERG et al. (1995) comenta que numa ótica de curto prazo, procura-se melhorar os tempos de preparação para liberar a capacidade em máquinas gargalo, favorecendo o aumento de produção. A longo prazo, procura-se fazer com que todas as máquinas da fábrica tenham condições de baixar seus tempos de preparação, proporcionando além da redução dos custos, pela redução dos estoques intermediários, uma maior flexibilidade da produção.

Segundo estes autores, um roteiro básico para implementação das atividades de visando a redução do tempo de preparação é o seguinte:

- a) Convencimento, conscientização e comprometimento da alta administração da empresa;
- b) Definição das áreas a serem atacadas inicialmente;
- c) Estabelecimento de grupos de trabalho;
- d) Conscientizar os envolvidos sobre a importância da atividade de preparação de máquinas;
- e) Escolha da técnica a ser adotada para o levantamento das informações;
- f) Levantamento da informações;
- g) Análise e tratamento das informações colhidas;
- h) Verificar quais atividades de preparação podem ser realizadas com a máquina parada e quais somente são executadas com a máquina em funcionamento;
- i) Paralelamente, organizar o ferramental utilizado;
- j) Elaboração de procedimentos ou documentos que facilitem as atividades de preparação por parte dos operadores;

A sistemática proposta tem características de médio prazo, e considera apenas aspectos administrativos e humanos, buscando o desenvolvimento de um ambiente favorável à implantação da técnica de redução dos tempos de preparação.

CAPÍTULO VI

METODOLOGIA UTILIZADA PARA O DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO E CONDIÇÕES INICIAIS ENCONTRADAS

6.1 - Descrição do Ambiente da Pesquisa

Considerou-se para fins deste estudo de caso somente as peças produzidas através de centros de usinagem CNC e torno CNC, utilizados na produção de válvulas hidráulicas e bombas hidráulicas. Foram analisados 78 produtos diferentes, cuja operação principal está direcionada para as máquinas selecionadas, apresentadas no item 2.3, as quais foram agrupadas nas diferentes ilhas atendendo a critérios que consideraram conceitos de tecnologia de grupo para a definição dos produtos, além de requisitos referentes à capacidade produtiva adequada para atender as necessidades do mercado, grau de utilização das máquinas em relação aos produtos e demanda prevista, capacidade da máquina em executar as operações previstas, fluxo dos produtos / componentes no interior da fábrica e meios de produção disponíveis para o agrupamento.

A definição das células de usinagem como locais de estudo seguiu um critério baseado no pressuposto de que o tempo economizado numa máquina gargalo é o tempo ganho para o sistema global de fabricação (CORRÊA et al. , 1993)(SHINGO, 1985). Desta forma, pela importância e dificuldade intrínsecas de sua preparação, aliada à situação estratégica de produção perante às necessidades de mercado, como redução de custos de fabricação e pronto atendimento dos prazos de entrega, foram selecionadas as máquinas descritas no item 2.3. Os componentes fabricados nestas unidades apresentam características geométricas complexas, além de exigências dimensionais severas, sendo alguns pertencentes a famílias de produtos distintos. Devido a esta complexidade, um elevado número de ferramentas são necessárias para sua execução, sendo hoje responsáveis por relevantes parcelas de tempo gasto e desperdiçado nas preparações das máquinas.

Em função do elevado número de variáveis que a análise desta natureza apresenta, um estudo de caso mostra-se como a estratégia mais eficaz na busca de respostas à questionamentos do tipo "como" e "por quê" certos fenômenos ocorrem. Quando há pouca possibilidade de controle sobre os

eventos estudados e quando o foco de interesse é sobre fenômenos atuais, a pesquisa na forma de estudo de caso permite analisar um problema dentro de um contexto de vida real (GODOY, 1995, a).

Inicialmente, são descritos os diferentes setores envolvidos no contexto deste estudo. Apresenta-se a influência e importância destes na atividade de gerenciamento dos meios de produção e, por conseguinte, na preparação de máquinas.

6.1.1 - Almojarifado de ferramentas, afiação e compras

O almojarifado de ferramentas é responsável pelo atendimento e suprimento de meios de produção para toda a fábrica. Conforme a necessidade de produção de determinado item, o almojarifado deve ser informado previamente para que haja tempo hábil para realizar a preparação e disponibilização das montagens das ferramentas necessárias. O repasse das informações correspondente às ferramentas frequentemente é efetuado pelos próprios operadores/preparadores de máquina que entregam ao almojarife uma relação das ferramentas necessárias para o produto a ser usinado e cuja máquina está sendo preparada.

Em algumas máquinas, devido a freqüente utilização de determinadas ferramentas em diferentes produtos, optou-se por deixá-las alocadas no próprio magazine da máquina, reduzindo com isto o tempo de preparação da mesma no almojarifado e tempo de colocação na máquina.

As ferramentas após serem preparadas (montadas) no almojarifado são armazenadas em um carrinho especial e conduzidas até a máquina, conforme pode-se na figura 11.

6.1.2 - Planejamento do processo

As atividades de planejamento do processo de fabricação compreendem a confecção de planos de trabalho, elaboração do programa CNC (através de *software* específico), elaboração do croqui de fixação das peças no dispositivo de fixação e definição das ferramentas necessárias, através de um documento denominado de Folha de Preparação de Produto (FPP). Atualmente, este documento está sendo gerado parcialmente através de um Sistema Gerenciador de Ferramentas desenvolvido em conjunto com o Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Santa Catarina, denominado GEFERII. Em dezembro de 1998, algumas Folhas de Preparação de Produto (FPP's) começaram a ser formuladas pela nova versão do referido sistema, o GEFERIII.



FIGURA 11 - Carrinho para transporte de ferramentas até a máquina

6.1.3 - Engenharia industrial

Responsável pelo desenvolvimento de novos meios de produção como ferramentas e dispositivos de fixação de peças, além de teste de ferramentas que visem aumentar a produtividade através da redução do tempo de usinagem.

Além disto, a engenharia industrial tem por objetivo detectar pontos falhos no ambiente produtivo, desenvolvendo soluções que permitam empregar os meios de produção de forma otimizada.

6.1.4 - Central de pedidos (planejamento da produção)

A autorização para o início da produção de um novo lote é gerada em função do consumo do mercado, sendo gerenciada com o auxílio de um *Kanban*¹ de acompanhamento do nível de estoque de carcaças acabadas ou componentes de bombas disponibilizados para a montagem. Portanto, conforme o consumo de carcaças / componentes utilizados na montagem, são geradas necessidades de produção reguladas em lotes através dos cartões de *kanban*.

¹ *Kanban*: sistema de controle da produção baseado no emprego de cartões que definem as quantidades a serem produzidas em função do consumo.

No fornecimento de produtos acabados, a Central de Pedidos faz a interface entre as necessidades de consumo dos clientes e o planejamento da produção, através da definição de datas, quantidades, atualização e/ou revisão dos quadros de *kanban* e controle no suprimento de componentes comerciais que são agregados ao produto final. Coordena também todas as atividades ligadas à montagem, teste e expedição de produtos da célula em questão.

A fábrica de Pomerode não fatura ou expede produtos diretamente aos clientes Mannesmann Rexroth. Todos os pedidos são colocados pela fábrica de Diadema, São Paulo, que gerencia toda a logística de distribuição no Brasil e América do Sul, além dos itens exportados. Portanto, a programação do que produzir depende basicamente da colocação de ordens de produção oriundos da fábrica de Diadema.

6.2 - Análise da Variável Tempo de Preparação de Máquinas

As atividades iniciais, com o propósito de atingir os objetivos deste trabalho, consistiram em desenvolver metodologias para o levantamento de informações que demonstrassem a situação vigente na atividade de preparação de máquinas e o seu relacionamento com os meios de produção. Ou seja, buscou-se conhecer detalhes e características para fundamentar o desenvolvimento do trabalho.

Para a execução destas atividades, foi primordial o envolvimento de colaboradores de diferentes locais de trabalho no parque fabril. Cabe citar que todo o trabalho teve acompanhamento da gerência industrial da fábrica, a qual autorizou a participação irrestrita de todo o pessoal necessário.

Convém ressaltar que a técnica de redução do tempo de preparação apresentada neste trabalho baseou-se, inicialmente, na filosofia japonesa desenvolvida por SHINGO (1985)(1989), que procura implementar melhorias através de conceitos de organização e mudança nos métodos de trabalho. A abordagem tecnológica deve ser considerada posteriormente, quando as possibilidades de melhoria administrativa estiverem exauridas. Desta forma, somente com investimentos em automatização poderão ser obtidos novos valores em termos de redução do tempo.

6.2.1 - Metodologia do levantamento das informações sobre preparação de máquinas

Visando obter as informações a respeito do comportamento, ocorrência e gravidade dos problemas que atualmente interferem na preparação de máquinas, foram estabelecidas formas de levantamento de dados visando aprofundar o conhecimento e análise desse problema.

No desenvolvimento da metodologia foram consideradas diferentes origens de informações, envolvendo assuntos distintos, de onde foram retirados princípios e características que pudessem ser adaptados ao estudo de caso. Ou seja, em função de particularidades da empresa, produto, máquinas, etc., foi desenvolvida uma metodologia própria, formulada com base em diferentes fontes bibliográficas (SHINGO, 1985)(CHARNEY, 1991)(ANTUNES JR et al., 1993)(KANNENBERG et al., 1995)(MOURA et al., 1996)(BROWN, 1997).

Verificou-se que um ponto relevante para o estudo era a quantidade de tempo despendida em cada etapa presente em uma preparação. Desta forma, um levantamento quantitativo contendo o tempo e observações atenderia perfeitamente este propósito. Porém, constatou-se que somente as informações de ordem quantitativa não forneceriam dados comprobatórios que permitissem atribuir um grau de importância ou peso à determinada atividade. Conforme (MINAYO, 1993), quanto mais complexo for o fenômeno sob investigação, maior deverá ser o esforço para se chegar a uma quantificação adequada, porque algumas atividades são inerentemente difíceis de serem mensuradas e quantificadas. Deve ser exercitada uma considerável habilidade no julgamento dos fatores que são relevantes ou pelo menos importantes na contribuição de determinado problema.

Assim, tornou-se imprescindível empregar outra forma de avaliação que permitisse entender o problema sobre diferentes aspectos. A metodologia adotada para isto foi a de uma pesquisa qualitativa, pois a mesma permite que partindo-se de questões amplas hajam definições no decorrer da investigação (GODOY, 1995, b).

6.2.2 - Atividades iniciais

Para a execução do levantamento quantitativo do tempo gasto, detectou-se a primeiramente a necessidade de conhecer o processo ou as atividades envolvidas durante a execução de uma preparação.

Portanto, para as máquinas / ilhas selecionadas foi estabelecida uma análise empregando-se o Método de Observação (PATTON, 1986), para identificação e levantamento das principais etapas envolvidas em cada preparação. Segundo Arilda GODOY (1995, b), quando observamos, estamos procurando apreender aparências, eventos e/ou comportamentos que retratam uma determinada situação.

Assim, foram acompanhadas diversas preparações em cada uma das 3 células de usinagem em estudo com o intuito de apenas coletar um maior número de variáveis que podem ocorrer durante esta atividade, sem se preocupar com o tempo consumido e com a execução das tarefas. Esta análise originou uma planilha genérica contendo todas as atividades que podem ocorrer durante determinada preparação. Sintetizada na forma de 20 itens, esta planilha permite a inclusão de qualquer atividade em uma das etapas estabelecidas, sem prejuízo à qualidade das informações coletadas.

O propósito da criação desta planilha foi o de preparar uma ferramenta adequada para a realização da coleta de dados e informações de forma sistematizada. Com isto objetivou-se facilitar as análises de comportamento das tarefas de preparações das máquinas em função das atividades e ações em implementação. Também referente ao caráter textual ou denominativo das etapas, considerou-se os nomes usuais aplicados pelos operadores e preparadores, a fim de evitar interpretações incorretas.

Ao longo do desenvolvimento do trabalho, verificou-se a necessidade de otimizar esta planilha quanto à apresentação, dados a serem preenchidos e complementos para facilitar a distinção entre as 20 etapas estabelecidas. O Anexo 01 apresenta esta planilha na forma final, empregada durante a coleta de dados.

Cabe esclarecer que a bibliografia consultada recomenda, também, o emprego de técnicas de filmagem para a identificação dos elementos presentes na atividade de preparação (MOURA et al., 1996), sendo que após a análise do filme, as informações devem ser repassadas para documentos. Em virtude da indisponibilidade de equipamento desta natureza e do desejo de acompanhar um volume relativamente elevado de preparações para a criação da planilha, optou-se pelo método descrito anteriormente.

6.2.3 - A razão da criação das 20 etapas de acompanhamento

Descreve-se a seguir a razão e importância das vinte etapas de análise estabelecidas, além de maiores esclarecimentos:

- a) Documentos: etapa inclusa para registrar perdas de tempo dos preparadores na busca ou espera dos documentos necessários, bem como na definição da carga máquina ou produto a ser preparado;
- b) Enviar Programa para o Planejamento: computar o tempo de acionar o DNC, comunicar o Planejamento e confirmar junto ao Planejamento o recebimento do programa;
- c) Chamar Programa do Planejamento: semelhante à etapa anterior, somente em sentido inverso;
- d) Colocar Ferramentas no Magazine da Máquina: para registrar o tempo gasto pelo preparador para, manualmente, retirar as ferramentas do carrinho de transporte e fixá-las na máquina;
- e) Montar / Desmontar Dispositivo de Fixação de Peças: foi considerado o trabalho de desmontar dispositivos de torres de fixação e/ou retirada da torre com empilhadeiras, montagem e ajuste do novo dispositivo;
- f) Passar Ferramentas: consistiu em acompanhar o tempo despendido na atividade de rodar o programa bloco a bloco, ou seja, acionar o avanço da máquina nos deslocamentos livres (em G00 e G01) e reduzir quando da aproximação da ferramenta em relação à peça ou ao dispositivo de fixação. Atividade executada para evitar possíveis choques entre ferramenta e peça;
- g) Medir Peças: foi considerado o tempo de medição consumido no próprio local de trabalho ou em medições mais especializadas, realizadas em equipamentos dedicados situados na Garantia da Qualidade;
- h) Conferir (Analisar) / Retirar Ferramentas do Magazine: considerou o tempo gasto pelo preparador para analisar as ferramentas fixas no magazine, que não foram retiradas na troca do lote. Caso detectado alguma irregularidade nas condições de corte ou fixação da ferramenta, esta era retirada;
- i) Trocar Ferramenta Não Adequada: tempo levantado se durante a preparação, quando da atividade de Passar Ferramentas, fosse detectada alguma ferramenta com afiação irregular, ou ainda, após a Conferência e Retirada da Ferramenta do Magazine devido a alguma irregularidade;

- j) Falta / Espera de Ferramentas da Afição / Almojarifado: tempo considerado pela espera no fornecimento de uma ferramenta não afiada, ou não comprada, ou não encontrada até o início da preparação;
- k) Procurar / Montar / Tirar Corretor no Almojarifado: tempo consumido pelo preparador, geralmente no terceiro turno de trabalho, para procurar uma ferramenta no almojarifado, montar no suporte adequado e tirar o corretor no pre-set situado no almojarifado;
- l) Corrigir / Alterar Programa na Máquina: tempo gasto pelo preparador e/ou pessoal do planejamento para acertar o programa na máquina;
- m) Operar Outras Máquinas: consistiu em apontar o tempo em que o preparador teve que auxiliar outro colaborador em outra máquina ou ainda operar outra máquina em produção;
- n) Fatores Aleatórios: para registrar o tempo onde a preparação foi interrompida devido a falta de energia ou reuniões. No caso de falta de energia, outras atividades da preparação não tinham condições de prosseguir ou já haviam sido executadas;
- o) Manutenção Elétrica e/ou Mecânica: para apontar o tempo gasto na eliminação de falhas funcionais da máquina durante a preparação e também atividades ligadas à manutenção, como limpeza da máquina e troca de óleo;
- p) Instrumentos de Medição e/ou equipamentos de apoio: registro do tempo de buscar e/ou procurar na Garantia da Qualidade os instrumentos de medição do produto a ser fabricado para buscar equipamentos de apoio, como empilhadeiras, utilizados na movimentação e disponibilização do material a ser processado;
- q) Colocar Corretor de Ferramentas: tempo consumido durante a digitação (introdução) do corretor da ferramenta no programa CNC via teclado da máquina;
- r) Retirar Peças do Lote Anterior do Dispositivo de Fixação: tempo consumido para a retirada das peças do lote anterior ainda presas no dispositivo;
- s) Montar Peça no Dispositivo de Fixação: apontado somente para determinadas peças onde a fixação das mesmas exige uma demanda de tempo elevada;
- t) Ausência do Operador / Encerrar Lote Anterior: consistiu de levantar o tempo gasto para preencher os documentos da ordem de produção anterior, relatórios de inspeção, apontamentos de produtividade e envio das peças processadas para o próximo posto de trabalho.

6.2.4 - Formação dos grupos de trabalho

Em função da abrangência do trabalho e da necessidade de dedicação de uma quantidade de tempo razoável para o levantamento das informações, foram formados grupos de trabalho envolvendo operadores e preparadores de máquina, além do pessoal de apoio, como almoxarifado de ferramentas, engenharia industrial e planejamento. Conforme J. P. Womack citado por CORRÊA (1993) e MOURA et al. (1996), as equipes são importantes para se obter flexibilização, divulgação e fundamentação na introdução de novos conceitos. O trabalho em equipe procura elevar os pontos fortes de seus integrantes ao máximo, reduzindo os pontos fracos às suas dimensões mínimas (IMAM - EQUIPES DE TRABALHO, 1996)(SMIALEK, 1998).

Estes grupos de trabalho acompanharam todo o desenvolvimento do estudo de caso, desde as atividades iniciais para determinação da forma de conduzir o trabalho até as etapas para coleta de dados, discussão de ações corretivas, proposição de soluções e adequação, e execução das atividades resultantes da análises. As equipes foram constituídas conforme mostra a tabela 1.

Durante o desenvolvimento do trabalho foram efetivadas reuniões distintas para cada célula de fabricação objetivando discutir assuntos relativos à atividade de preparação de máquinas. Executadas em local específico ou no próprio ambiente de trabalho, convencionou-se que o número máximo de integrantes seria de 5 (cinco) pessoas, além do coordenador das atividades. Foram então formados 3 (três) grupos de trabalho, cada qual para uma ilha específica. Utilizou-se de critérios de rotatividade para os operadores / preparadores e pessoal administrativo, de forma a permitir a participação de todos e evitar excesso de pessoas durante as reuniões.

Para não prejudicar o andamento das atividades da fábrica, as reuniões para cada grupo tinham periodicidade semanal, com duração máxima de 1 (uma) hora, sendo conduzidas com base em uma pauta de assuntos previamente elaborada pelo coordenador. Após cada encontro, foram geradas atas de reunião como forma de documentar e preparar um histórico das atividades desenvolvidas. As reuniões foram coordenadas pelo autor deste trabalho.

TABELA 1 - Equipes de trabalho

EQUIPES DE TRABALHO	
Função // Departamento	Quantidade de Colaboradores
Operadores / Preparadores de Máquina // Produção (MF1)	07
Operadores / Preparadores de Máquina // Produção (MF2)	02
Operadores / Preparadores de Máquina // Produção (MF3)	03
Produtividade / Apontamento das Informações	02
Engenharia Industrial / Planejamento da Produção	05
Almoxarifado de Ferramentas / Afiação de Ferramentas	03
Coordenação das Atividades / Coordenação Fábrica	02
TOTAL DE PARTICIPANTES	24

6.2.5 - Análise quantitativa

Finalizada a etapa de configuração da planilha de acompanhamento, iniciou-se as atividades de levantamento de informações quantitativas.

Em função do elevado número de componentes que são usinados nas máquinas selecionadas e devido alguns estarem em processo de descontinuação da fabricação, decidiu-se basear os estudos em determinados itens com vida útil ainda longa e de importância em termos de consumo e produção. A relação dos produtos acompanhados que tiveram repetitividade de preparações encontra-se no Anexo 02.

O levantamento quantitativo consistiu de um acompanhamento por parte de um cronometrista, com o auxílio dos operadores/preparadores, de diversas preparações onde foram registrados os tempos consumidos em cada atividade (etapa) de cada preparação. A metodologia empregada fez uso de cronômetros, onde dependendo da origem da tarefa, houve o enquadramento em uma das vinte etapas pré-estabelecidas, anteriormente descritas.

Além do registro do tempo, outras informações foram coletadas, como: dados do produto, número de paletes da máquina, número de ferramentas da operação, número de ferramentas trocadas, número de peças por ciclo, tamanho do lote, quais atividades tiveram que ser executadas com a máquina parada ou com a máquina produzindo, além de outras (vide Anexo 01).

Durante o levantamento, foram introduzidos comentários ou observações do crono-analista que serviram, também, como uma fonte de informações sobre possíveis problemas atrelados à atividade em questão. Outro ponto a destacar no uso da planilha foi a possibilidade de identificação das atividades passíveis de serem executadas com a máquina produzindo. Através deste conhecimento, pode-se desenvolver mecanismos para a melhoria nos tempos de preparação.

Este levantamento quantitativo permitiu o conhecimento estratificado dos passos mais significativos em termos de importância relativa ao consumo de tempo, orientando os trabalhos futuros. Durante toda a execução do estudo este levantamento teve continuidade. Ou seja, mesmo após identificadas as etapas mais relevantes no consumo do tempo, manteve-se este levantamento de modo a possibilitar uma avaliação da evolução das ações corretivas que foram implementadas com a finalidade de corrigir as deficiências detectadas.

A tabela 2 abaixo ilustra resumidamente o número de preparações acompanhadas nesta fase.

TABELA 2 - Número de preparações acompanhadas para o levantamento quantitativo

LEVANTAMENTO QUANTITATIVO	
LOCAL	QTIDADE DE PREPARAÇÕES ACOMPANHADAS
Célula 1 / Ilha 1 / MF3	81
Célula 2 / Ilha 2 / MF3	90
Célula 3 / Ilha 3 / MF3	235
TOTAL DE PREPARAÇÕES	406

O Anexo 02 apresenta a relação de produtos onde houve o acompanhamento das preparações e o número de preparações acompanhadas para cada produto. Deve-se ressaltar que a variação no

número de preparações acompanhadas deve-se principalmente aos seguintes fatores: impossibilidade de acompanhar todas as preparações, devido a coincidência de diversas trocas de trabalho em um único dia, imprevisibilidade do consumo do mercado, que indiretamente dita quais produtos devem ser fabricados e reestruturação da linha de produtos da fábrica, onde alguns produtos foram desativados no transcorrer do trabalho. Não estão relacionados os produtos onde a preparação foi acompanhada em uma única ocasião apenas. Para estes itens, os valores apontados foram considerados na análise comportamental da máquina e ilha, e não para uma avaliação do desenvolvimento do produto em função das medidas corretivas propostas. Outro fato a destacar é que não foram acompanhadas preparações denominadas de *try-out*, ou seja, primeira preparação de determinado produto em dada máquina, independente da semelhança funcional da mesma com outras.

Para o tratamento computadorizado do levantamento executado via planilha de acompanhamento, foram criados Histogramas de Análise das Atividades, onde os tempos coletados foram então armazenados e processados. Assim, pode-se obter em termos percentuais e absolutos cumulativos o tempo consumido por atividade, em diferentes formas de apresentação: por máquina, por célula e para a fábrica como um todo. No Anexo 03 são apresentados os Histogramas de Análise das Atividades por célula e para a fábrica. Devido ao elevado número de preparações acompanhadas, foram geradas muitas folhas referentes aos histogramas por máquina, razão pela qual não foram inseridos no anexo. Os Histogramas de Análise das Atividades apresentados correspondem ao período final do trabalho.

6.2.6 - Análise qualitativa

Em cada preparação existem dificuldades que serão determinantes no tempo consumido para realizá-la. Assim, devido ao elevado número de variáveis (ou dificuldades) envolvidas em cada etapa, sendo a maioria de conhecimento exclusivo das pessoas responsáveis pelas atividades cotidianas, concluiu-se sobre a necessidade de levantar sistematicamente e analisar estas informações. Além disto, o levantamento quantitativo pode indicar várias atividades com consumo de tempo elevado, porém, não determina qual atividade é crítica ou passível de redução substancial no tempo após a implementação de ações corretivas.

Segundo Arilda GODOY (1995, b), no estudo de caso o pesquisador geralmente utiliza uma variedade de dados coletados em diferentes momentos, por meio de variadas fontes de informação. Tem como técnicas fundamentais de pesquisa a observação e a entrevista, produzindo relatórios que apresentam um estilo mais informal, narrativo, ilustrado com citações, exemplos e descrições fornecidos pelos entrevistados. Ainda que estudos de caso sejam, em essência, pesquisas de caráter qualitativo, podem comportar dados quantitativos para auxiliar ou direcionar algum aspecto da investigação. Arilda GODOY (1995, a) também afirma que quando o objetivo é a compreensão mais ampla do fenômeno como um todo, na sua complexidade, um estudo de caráter qualitativo exploratório descritivo parece ser o mais adequado.

Assim, para o levantamento qualitativo deste trabalho, utilizou-se também um método de pesquisa não experimental descritivo (do tipo *Survey*), muito embora apresentando algumas características da pesquisa de avaliação com estudos de campo (PATTON, 1986)(DEMPSEY et al., 1992) (POLIT et al., 1994)(CONSALTER, 1997).

Na elaboração desta pesquisa qualitativa, utilizou-se como subsídios iniciais os dados observados durante a confecção da planilha de acompanhamento das atividades de preparação bem como os resultados parciais que o levantamento quantitativo passou a fornecer.

A análise destas informações resultou numa relação de perguntas pré-elaboradas e diferenciadas, destinadas aos principais envolvidos na preparação de máquinas, além de pessoal ligado aos setores de apoio, como engenharia industrial, planejamento de processos, afiação de ferramentas, almoxarifado de ferramentas e centrais de pedidos. As perguntas formuladas encontram-se no Anexo 04.

Desta forma, um número representativo de pessoas (14 no total) pertencentes a diferentes departamentos foram entrevistados utilizando-se recursos de gravação em fita cassete para armazenamento das informações por eles fornecidas, seguindo orientação descrita por Arilda GODOY (1995, b). De modo a não inibir os entrevistados, preocupou-se em inicialmente prestar esclarecimentos sobre o motivo e a importância do estudo para a melhoria das atividades futuras na empresa. Objetivou-se com isto, facilitar e ampliar a comunicação com o entrevistado, favorecendo a exposição de maior quantidade de informações.

Também durante a entrevista, teve-se o cuidado de evitar que o entrevistado fugisse do assunto, confundindo atividades de preparação com atividades de produção, haja vista que podem ocorrer problemas semelhantes em ambas. A tabela 3 abaixo apresenta o número de funcionários entrevistados por local de trabalho.

TABELA 3 - Entrevistados x local de trabalho

ENTREVISTADOS x LOCAL DE TRABALHO	
<u>Local de Trabalho</u>	<u>Número de Entrevistados</u>
Operadores / Preparadores MF1	5 pessoas
Operadores / Preparadores MF2	2 pessoas
Operadores / Preparadores MF3	3 pessoas
Planejamento / Engenharia Industrial	3 pessoas
Afiação / Almoxarifado	1 pessoas
TOTAL DE ENTREVISTADOS	14 PESSOAS

6.2.7 - Processamento e tratamento das informações coletadas

Após as entrevistas, as respostas da pesquisa qualitativa foram então transcritas e categorizadas em função da origem, culminando nas questões e dificuldades mais representativas ligadas à preparação das máquinas por ilha de fabricação. O Anexo 05 apresenta a categorização dos dados referente às áreas estudadas e o capítulo VII um resumo das ações corretivas executadas. Verifica-se que alguns problemas são de origem comum, estando presentes nos diferentes locais estudados, enquanto outros são específicos, relacionados principalmente à dificuldade do produto fabricado em determinado local.

Com base na provável origem, os resultados qualitativos obtidos foram associados às etapas presentes no levantamento quantitativo. Ou seja, correlacionou-se às etapas onde houve maior consumo de tempo, as prováveis causas geradoras. Desta forma, identificou-se os problemas mais

relevantes e que podem fornecer os ganhos mais significativos quando solucionados ou minimizados. As correlações efetuadas estão apresentadas no Anexo 06 e comentários dos aspectos mais relevantes no item 6.3.

As etapas com valores mais significativos em termos de consumo de tempo foram obtidos dos Histogramas de Análise de Atividades compilados por célula, conforme apresentado no Anexo 03, utilizando-se dos dados existentes naquele momento da análise.

Os dados correlacionados na forma apresentada no Anexo 06, serviram como um guia para os assuntos abordados nas reuniões com os grupos de trabalho, favorecendo a proposição de ações corretivas, a implementação de soluções estruturadas e o acompanhamento e avaliação dos resultados obtidos.

Para a definição da causa raiz, geradora do problema principal, foram empregadas diferentes técnicas, descritas a seguir:

- levantamento de maiores características do problema através do Método do 5W + 1H (*why, where, who, what, when, how*)(CAMPOS, 1992);
- identificação e definição das causas influentes através do Diagrama de Causa e Efeito (ISHIKAWA, 1993) e técnica do *Brainstorming* ou “Tempestade Cerebral” (CAMPOS, 1989);
- utilização da técnica dos 5 POR QUÊS;

As informações foram obtidas através de reuniões com os grupos de trabalho, onde as propostas apresentadas foram discutidas para análise da viabilidade e definição de responsável(is). No Anexo 06, estão relacionadas as propostas e ações executadas para as causas primárias identificadas.

6.3 - Principais Problemas Encontrados Inicialmente

Através de uma análise na Categorização dos Dados do Levantamento Qualitativo (vide Anexo 05), pode-se registrar as dificuldades relatadas pelos entrevistados para a execução das atividades de preparação. Estas informações foram então correlacionadas com os dados do levantamento quantitativo para destacar as dificuldades mais relevantes e nortear a condução do trabalho (vide Anexo 06).

Convém ressaltar que, como colaboradores de diferentes áreas foram selecionados para as entrevistas, pode-se entender muitos problemas sob vários aspectos relatados de diferentes pontos de vista, favorecendo as análises e detecção da causa fundamental. Assim, foram relacionadas inúmeras dificuldades, as quais após uma análise crítica constatou-se que eram consequência de uma causa raiz primária.

A seguir apresenta-se, com comentários, os principais problemas detectados em função de sua importância relativa no consumo do tempo:

6.3.1 - Principais problemas na MF1

No início dos estudos, o levantamento quantitativo indicou que as atividades mais relevantes no consumo do tempo estavam relacionadas à atividade de PASSAR FERRAMENTAS, ou seja, a atividade de executar o programa bloco a bloco, reduzindo e aumentando o avanço da máquina com o intuito de detectar erros de programação e/ou de corretor das ferramentas. Esta precaução, que deveria ser considerada somente para a primeira preparação de um produto em determinada máquina (*try-out*), acabou sendo estendida para todas as preparações, mesmo aquelas com grande repetitividade.

Uma análise empregando-se ferramentas da qualidade (vide item 6.2.7), indicou a existência de várias causas primárias, as quais agindo de forma interativa, ocasionavam uma falta de confiança nos dados e condições do ferramental repassado pelo Planejamento e Almoxarifado de Ferramentas, respectivamente. Relaciona-se a seguir as principais causas com repercussão na atividade de PASSAR FERRAMENTAS:

- a) Incerteza do corretor da ferramenta: dúvidas quanto ao local onde o corretor foi referenciado pelo almoxarife e desconfiança dos valores indicados pela máquina de *pre-set*;
- b) Incerteza das condições do programa: a inexistência de critérios para alteração nos programas CNC acabou criando dúvidas quanto a validade do programa fornecido. Excessivas alterações, aliadas a observações manuscritas e morosidade para atualização

das correções, originaram dúvidas se o programa existente no Planejamento realmente poderia ser considerado o mais otimizado, contendo as correções apontadas como necessárias na última preparação. A inexistência de cópias controladas do programa permitiu o aparecimento programas parciais, manuscritos, rotinas de apoio, etc., que eram somadas ao programa originalmente repassado pelo Planejamento;

- c) Incerteza quanto aos pontos zero da máquina: as máquinas da MF1, por serem idênticas, podem em função da necessidade fabricar um item previamente programado para ser produzido exclusivamente em outra. Porém, divergências entre os pontos zero das máquinas criaram dúvidas quando aos deslocamentos, ainda que pequenos, requerendo observações e correções no programa, impedindo que o avanço da máquina fosse liberado em sua totalidade;

- d) Incerteza quanto às ferramentas e montagens fornecidas: em algumas ocasiões, quando o almoxarife não encontrava a ferramenta especificada na FPP, ou o suporte necessário não estava disponível, eram implementadas substituições improvisadas. Isto ocasionou problemas, pois a ferramenta substituta não apresentava o mesmo comportamento durante a usinagem, devido a dados de corte diferentes ou mesmo características construtivas. Além disto, surgiram necessidades de incluir outras ferramentas para permitir a obtenção da mesma qualidade ou operação que a originalmente estipulada fazia sozinha. Problemas de controle de estoque geravam, em algumas ocasiões a falta da ferramenta prevista. Em outras, a quebra aliada a falta de comunicação ao setor de Almoxarifado atrapalhou a solicitação de nova ferramenta em tempo hábil. Deve-se ressaltar que as ferramentas empregadas na MF1 são, em sua maioria, ferramentas especiais, projetadas especialmente para determinada operação. Devido a isto, além do elevado custo atrelado às mesmas, deve-se programar com certa antecedência a sua reposição;

- e) Atualização dos programas: em função de testes de novas ferramentas para melhoria da produtividade, muitas ferramentas foram alteradas porém sem a correção paralela do programa e FPP. Surgiram então divergências entre estes dois documentos, ou ambos estavam obsoletos, requerendo correções de programa e alterações de ferramental durante a preparação;
- f) Ausência do Preparador: devido às incertezas citadas nos itens anteriores, os preparadores necessitavam em muitas ocasiões deixar seu posto de trabalho para solucionar estas dúvidas no Almoxarifado de Ferramentas ou no setor de Planejamento.

A tabela 4 a seguir apresenta os valores percentuais referente às preparações acompanhadas no período compreendido entre o início dos trabalhos até julho de 1998. Verifica-se que o percentual de consumo de tempo na atividade de executar o programa CNC bloco a bloco era bastante significativo. Constata-se também que o percentual de tempo de ausência do preparador da máquina no momento da preparação apresentava um valor elevado.

Outro ponto relevante de consumo de tempo na MF1 estava relacionado à atividade de MONTAR / DESMONTAR DISPOSITIVO DE FIXAÇÃO. Em virtude do elevado tempo de fabricação, alguns dispositivos não estavam em boas condições de uso. Em outras ocasiões, pequenos componentes destes foram retirados para aproveitamento em outro dispositivo, como por exemplo parafusos e garras. Foram constatadas perdas de tempo para identificar dispositivos semelhantes, os quais devem ser montados em paletes distintos, devido a falta de uma identificação numérica gravada. Além disto, os croquis de fixação não estavam suficientemente detalhados para facilitar o trabalho de montagem. Cabe ressaltar que os dispositivos empregados na MF1 são, em função do tipo de produto, bastante complexos, permitindo a fixação de várias peças e favorecendo a usinagem de diferentes faces da peça, conforme pode ser visualizado na figura 12 através da fixação em lados diferentes da torre. Estas particularidades exigem grande atenção no momento da montagem do dispositivo para evitar posicionamentos invertidos ou problemas de choques com ferramentas quando do giro do palete.

TABELA 4 – Histograma de análise das atividades da MF1

RESUMO DOS APONTAMENTOS		
MF1 – Todas as Máquinas (5105, 5106, 5110)		
01	Procurar Documentos	0,65%
02	Enviar Programa	2,06%
03	Chamar Programa	3,21%
04	Retirar Peças do Lote Anterior	0,44%
05	Colocar Ferramentas	4,52%
06	Corrigir / Alterar Programa	5,04%
07	Montar / Desmontar Dispositivo de Fixação	8,42%
08	Passar Ferramentas	29,09%
09	Ausência / Falta / Espera de Ferramentas	0,81%
10	Procurar / Montar / Tirar Corretor Ferramentas	0,92%
11	Trocar Ferramenta Não Adequada	4,00%
12	Conferir / Retirar Ferramenta do Magazine	0,67%
13	Colocar / Conferir Corretores na Máquina	0,97%
14	Montar Peças no Dispositivo	1,38%
15	Medir Peças	6,61%
16	Equipamentos de Apoio	1,24%
17	Operar Outras Máquinas	4,61%
18	Manutenção / Limpeza da Máquina	4,34%
19	Fatores Aleatórios	5,13%
20	Ausência do Operador	15,89%

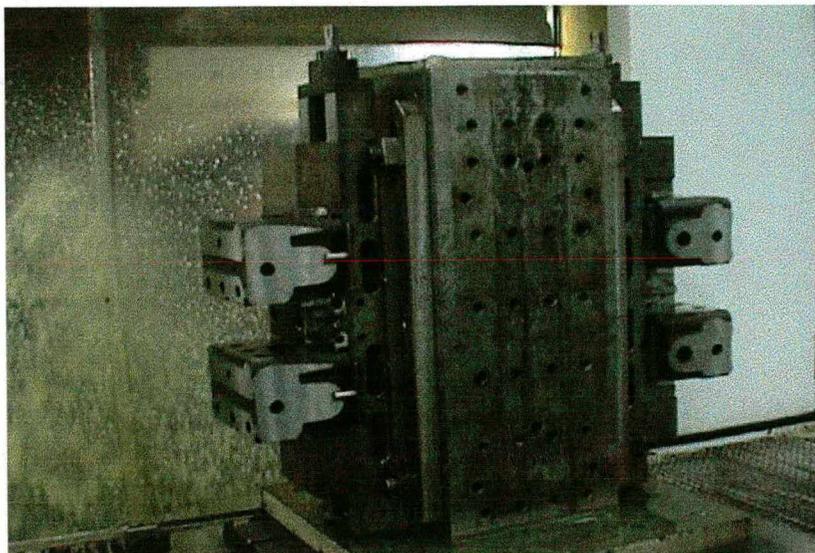


FIGURA 12 - Dispositivo tipo torre, utilizado na MF1

A disponibilização de ferramentas não adequadas, diferentes das estipuladas na FPP, geraram, além de incertezas no momento de rodar o programa bloco a bloco, a necessidade de troca quando constatada sua ineficácia. Perdas adicionais de tempo foram então computadas para retirar a ferramenta do magazine da máquina, desmontá-la para aproveitamento do suporte, procura e busca da ferramenta correta no almoxarifado (ou espera pela afiação / compra), montagem da ferramenta correta, presetagem, colocação no magazine, inserção dos valores do corretor na máquina e acerto do programa CNC. Constatou-se que o desdobramento do não fornecimento, no momento estabelecido da ferramenta correta, implicou negativamente em diversas atividades da preparação. Analisando-se os valores percentuais apresentados na tabela 4, verifica-se que o ideal seria que atividades como TROCAR FERRAMENTA NÃO ADEQUADA, CORRIGIR / ALTERAR PROGRAMA, AUSÊNCIA / FALTA / ESPERA DE FERRAMENTAS, PROCURAR / MONTAR / TIRAR CORRETOR DAS FERRAMENTAS tivessem percentuais próximos de zero, pois tais atividades somente são efetivadas devido à falhas no repasse das informações e meios de produção adequados.

Também atividades tipicamente de origem administrativas, como OPERAR OUTRAS MÁQUINAS e MANUTENÇÃO / LIMPEZA DAS MÁQUINAS apresentavam um elevado índice de consumo de tempo, resultante de falhas na alocação de pessoal para as máquinas disponíveis e programação das manutenções preventivas.

6.3.2 - Principais Problemas na MF2

De forma semelhante ao ocorrido na MF1, também para a MF2 uma grande parcela do tempo era consumida na atividade de PASSAR FERRAMENTAS. Apesar desta semelhança, diferenças foram detectadas, como as seguintes:

- a) Ao contrário da MF1, as ferramentas da MF2 são em sua maioria convencionais. O emprego de ferramentas não especificadas ocorreu devido ao descontrole do estoque e incapacidade de montagem no suporte adequado. A mudança para ferramentas alternativas, ainda que convencionais, implicou na necessidade de cuidados extras durante a fase de rodar o programa. Também o emprego de suportes não programados ou adequados nem sempre ofereceram as condições adequadas de montagem das ferramentas;
- b) Semelhantemente à MF1, problemas de corretor também foram detectados, gerando atenção para evitar choques durante o giro dos paletes com as ferramentas.

Um fator com demanda elevada de tempo na MF2 foi devido à MONTAGEM / DESMONTAGEM DE DISPOSITIVO DE FIXAÇÃO. Como as peças produzidas na MF2 são bastante diferentes em sua forma construtiva, há a utilização de uma gama bastante variada de dispositivos de fixação de peças, os quais requerem ajustes particulares para montagem em morsa, torre ou palete conforme designado nos croquis de fixação. Tais croquis atuam em conjunto com o programa CNC, indicando os deslocamentos e locais de usinagem. Em alguns casos, os croquis não estavam detalhados suficientemente de forma a indicar a correta posição de montar o dispositivo e peças a serem usinadas. Isto ocasionou a necessidade de rodar o programa bloco a bloco para verificar onde fazer os ajustes no dispositivo de fixação das peças.

Também os dispositivos de fixação empregados na MF2 utilizam um elevado número de parafusos para a fixação das peças. Tais parafusos são empregados na fixação de mordentes e calços que prendem a peça no dispositivo. A troca da peça ou a troca dos mordentes somente pode ser efetivada através da retirada completa dos parafusos, elevando o consumo do tempo. A figura 13 apresenta alguns dispositivos empregados na MF2.

A tabela 5 apresenta os percentuais de tempo despendidos nas atividades de preparação de máquinas na MF2 para o período de início deste trabalho até julho de 1998. Constata-se os elevados

valores percentuais no tempo consumido nas atividades de PASSAR FERRAMENTAS e MONTAR / DESMONTAR DISPOSITIVO DE FIXAÇÃO DE PEÇAS. O Anexo 03 apresenta o histograma de análise das atividades correspondente ao período final deste trabalho (após julho de 1998).

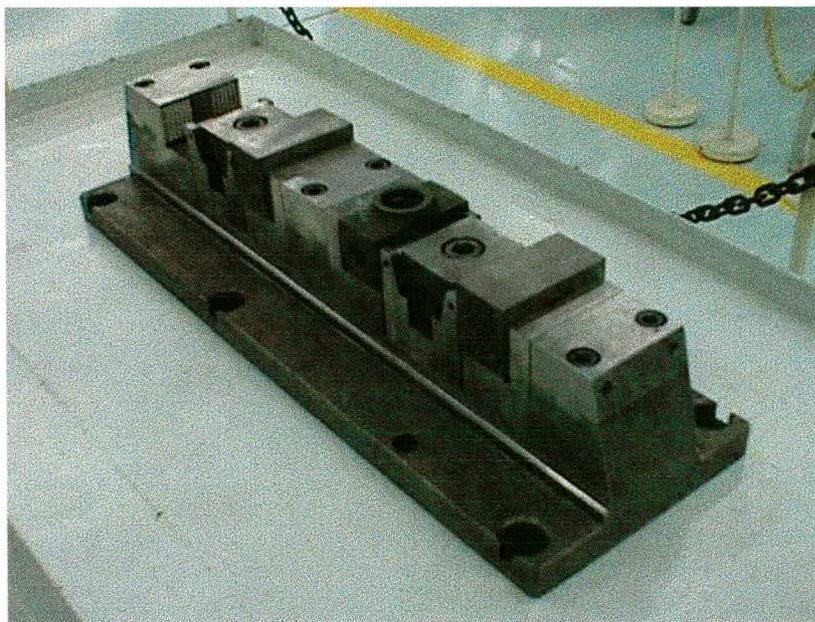


FIGURA 13 - Morsa utilizada na fixação de peças na MF2

Outro ponto de consumo de tempo na MF2 recai sobre a necessidade de, a cada preparação, todas as montagens serem retiradas, desmontadas e novamente montadas para o novo produto. Isto deve-se em razão da inexistência de suportes de fixação de ferramentas em quantidade elevada e da necessidade de dividir o emprego com outra máquina da MF3. Diferentemente da MF1, onde parte das montagens fica fixa permanentemente no magazine da máquina (sendo retiradas somente para manutenção e afiação), as montagens da MF2 precisam ser inseridas no magazine a cada preparação, juntamente com seus corretores.

TABELA 5 - Histograma de análise das atividades da MF2

RESUMO DOS APONTAMENTOS		
MF2 – Todas as Máquinas (5104)		
01	Procurar Documentos	0,19%
02	Enviar Programa	1,15%
03	Chamar Programa	2,38%
04	Retirar Peças do Lote Anterior	0,04%
05	Colocar Ferramentas	4,31%
06	Corrigir / Alterar Programa	4,90%
07	Montar / Desmontar Dispositivo de Fixação	15,57%
08	Passar Ferramentas	37,80%
09	Ausência / Falta / Espera de Ferramentas	6,00%
10	Procurar / Montar / Tirar Corretor Ferramentas	0,17%
11	Trocar Ferramenta Não Adequada	3,00%
12	Conferir / Retirar Ferramenta do Magazine	2,18%
13	Colocar / Conferir Corretores na Máquina	2,50%
14	Montar Peças no Dispositivo	0,35%
15	Medir Peças	11,26%
16	Equipamentos de Apoio	0,75%
17	Operar Outras Máquinas	0,22%
18	Manutenção / Limpeza da Máquina	1,76%
19	Fatores Aleatórios	2,46%
20	Ausência do Operador	3,28%

De forma semelhante ao ocorrido na MF1, os valores percentuais para as atividades de CORRIGIR / ALTERAR PROGRAMA, TROCAR FERRAMENTA NÃO ADEQUADA e AUSÊNCIA / FALTA / ESPERA DE FERRAMENTAS indicavam que tempo estava sendo desperdiçado em atividades que não agregavam valor às preparações de máquinas.

6.3.3 Principais problemas na MF3

Uma característica marcante no funcionamento da MF3 resume-se a rotatividade das peças e preparações. Como a produção nesta mini-fábrica é regida principalmente pelo sistema *Kanban*, os lotes são em essência pequenos, requerendo às vezes duas preparações do mesmo produto no mesmo dia. Os produtos usinados no centro de usinagem, apesar de não complexos em termos de características geométricas quanto à MF2, requerem a troca de alguns componentes dos dispositivos de fixação das peças. Para o torno CNC, muitas dificuldades são geradas quando da necessidade de troca da placa de castanhas da máquina. Em virtude do elevado peso, torna-se necessário o emprego de empilhadeiras elétricas no local de trabalho. Tais características são determinantes no tempo consumido na atividade de MONTAR / DESMONTAR DISPOSITIVO DE FIXAÇÃO. A figura 14 ilustra alguns dispositivos empregados na MF3 e a tabela 6 apresenta os valores percentuais relativos ao período total do estudo de caso.

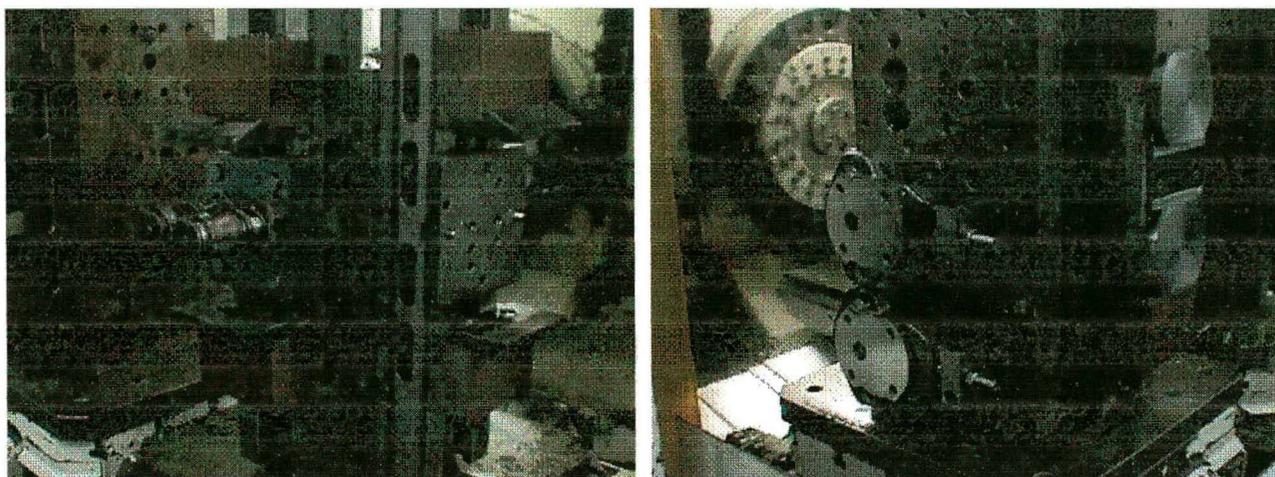


FIGURA 14 - Dispositivos de fixação de peças da MF3

Constata-se pelos valores percentuais apresentadas na tabela anterior, que o índice mais alto estava ligado à montagem e desmontagem dos dispositivos de fixação. Este índice foi elevado principalmente devido à troca de placas no torno CNC. No Anexo 03, uma planilha estratificada por máquina, traz o valor de 35% para o torno enquanto para o centro de usinagem um valor de 17%. Na seqüência, a atividade de PASSAR FERRAMENTAS também apresenta um percentual elevado, porém bastante abaixo dos valores contabilizados para a MF1 e MF2.

TABELA 6 - Histograma de análise das atividades da MF3

RESUMO DOS APONTAMENTOS		
MF3 – Todas as Máquinas (5103 e 2314)		
01	Procurar Documentos	0,31%
02	Enviar Programa	2,71%
03	Chamar Programa	4,05%
04	Retirar Peças do Lote Anterior	0,27%
05	Colocar Ferramentas	6,84%
06	Corrigir / Alterar Programa	7,15%
07	Montar / Desmontar Dispositivo de Fixação	25,10%
08	Passar Ferramentas	18,76%
09	Ausência / Falta / Espera de Ferramentas	0,94%
10	Procurar / Montar / Tirar Corretor Ferramentas	4,32%
11	Trocar Ferramenta Não Adequada	3,31%
12	Conferir / Retirar Ferramenta do Magazine	0,59%
13	Colocar / Conferir Corretores na Máquina	4,77%
14	Montar Peças no Dispositivo	0,30%
15	Medir Peças	12,14%
16	Equipamentos de Apoio	3,40%
17	Operar Outras Máquinas	0,70%
18	Manutenção / Limpeza da Máquina	0,44%
19	Fatores Aleatórios	1,54%
20	Ausência do Operador	2,36%

Outro problema identificado refere-se às atividades ligadas ao manuseio e fornecimento de ferramentas de corte. Grandes parcelas de tempo são consumidas nas atividades de COLOCAR FERRAMENTAS, PROCURAR / MONTAR / TIRAR O CORRETOR DE

FERRAMENTAS, COLOCAR O CORRETOR DA FERRAMENTAS NA MÁQUINA e TROCAR FERRAMENTA NÃO ADEQUADA. Isto deve-se principalmente à falta de FPP para a maioria dos produtos usinados na MF3, em virtude do pouco tempo de existência desta linha de produtos (bombas hidráulicas) na fábrica de Pomerode. As MF's 1 e 2, que produzem componentes de válvulas hidráulicas, fazem uso do Sistema GEFERII, o qual em virtude da obsolescência natural da linguagem de programação, não permite a inclusão dos dados relativos à MF3. Desta forma, são gerados problemas relativos a definição das ferramentas mais adequadas e respectivos suportes. O programa CNC citava apenas a ferramenta, não fazendo referência ao suporte, forma de montagem, local de medir o corretor, local de armazenagem da ferramenta, etc.

6.3.4 - Problemas comuns

Alguns problemas comuns foram detectados em todas as células estudadas. O principal, não pelo consumo de tempo, mas pelo grande número de ocorrências está ligado à atividade de CHAMAR E ENVIAR PROGRAMA, via DNC. Devido a distância do computador que armazena os programas no Planejamento, situado fora do prédio fabril, aliado à grande extensão em cabos para conduzirem estas informações, muitas informações eram perdidas ou chegavam incompletas. Na execução desta atividade, tornou-se necessário em cada preparação executar uma confirmação posterior para certificar que o programa fora enviado e/ou recebido.

Outro ponto com elevado percentual no consumo de tempo para todas as células deve-se à atividade de MEDIR PEÇAS. Em função da complexidade do produto usinado, algumas medições requerem equipamentos especiais situadas no setor da Qualidade, favorecendo variações nos tempos de medição para cada tipo de peça. Porém, não considera-se este tempo como desperdício, ou um tempo que necessite ser reduzido.

Procurou-se com as informações acima apresentar e comentar os principais problemas ou dificuldades detectadas no início do trabalho. Informações adicionais podem ser encontradas no Anexo 05.

6.4 - Análise da Variável Gerenciamento dos Meios de Produção

Os meios de produção tem função preponderante na agilidade e qualidade das atividades de preparação e de produção. Em virtude disto, torna-se necessário sistematizar um levantamento adequado das informações relativas a estes meios de modo a fornecer dados confiáveis e capazes de elucidar a interferência destes sobre a produção.

Desta forma, inicialmente apresenta-se um breve relato histórico sobre a relação entre a Mannesmann Rexroth e a filosofia de gerenciamento dos meios de produção, prosseguindo após com a apresentação da metodologia para levantamento das informações, situação organizacional inicial e caracterização dos principais problemas encontrados.

6.4.1 - Histórico

As atividades visando correto gerenciamento dos meios de produção sempre foram motivos de atenção para a Mannesmann Rexroth. No final da década passada, a empresa firmou um convênio com o Departamento de Engenharia Mecânica da UFSC para o desenvolvimento de um sistema computacional para gerenciamento dos meios de produção, mais especificamente as ferramentas de usinagem.

Deste trabalho conjunto, surgiu o Sistema GEFERII, o qual teve a participação deste autor na implantação ocorrida no primeiro semestre de 1993, na antiga planta industrial (provisória) situada em Pomerode. Em 1995, a Mannesmann Rexroth mudou-se para sua atual e definitiva planta, trazendo os conceitos da filosofia de gerenciamento dos meios de produção e mantendo a utilização do Sistema GEFERII.

Nos últimos anos, uma nova versão do Sistema GEFER, a versão III vem sendo desenvolvida. Novamente, optou-se por fazer a implantação piloto na Mannesmann Rexroth Unidade Pomerode. Tal sistema, ainda em fase de conclusão, apresenta novos recursos e novo projeto que permitirá um controle ainda mais eficaz dos meios de produção. Este sistema vem sendo desenvolvido de forma conjunta entre o Departamento de Engenharia Mecânica, a Provecto Soluções em Informática e a Mannesmann Rexroth Unidade Pomerode.

No segundo semestre de 1997, iniciaram-se as discussões para a implantação do Sistema GEFERIII através de reuniões com a equipe da Provecto e Mannesmann Rexroth para definição de detalhes operacionais.

6.4.2 - Metodologia adotada para levantamento das informações

O trabalho preliminar de levantamento das situação organizacional da fábrica de Pomerode quanto aos meios de produção iniciou-se somente no final do ano de 1997. Para efetivar tal atividade, contratou-se um estagiário de nível técnico para auxiliar e realizar as atividades de cadastramento, simulação e operação do novo sistema computacional de gerenciamento.

Para a execução do levantamento inicial da situação organizacional da empresa, além da equipe da Mannesmann Rexroth, participaram pessoas ligadas à Provecto Soluções em Informática, resultando um documento com informações sobre a situação organizacional e propostas de melhoria (PROVECTO, 1997).

A metodologia para este estudo consistiu em executar observações de caráter participativo (GODOY, 1995, b) e perguntas formuladas na ocasião (não estruturadas) para os almoxarifes e pessoal do planejamento.

6.4.3 - Situação organizacional inicial e problemas encontrados

Em virtude da mudança de planta produtiva no ano de 1995, foram determinados novos locais de armazenamento dos meios de produção, implementada uma nova concepção de funcionamento da fábrica (mini-fábricas), aquisição / transferência de novas máquinas e alteração na linha de produtos.

Algumas informações relativas à ferramentas, suportes de fixação e FPP's puderam ser corrigidas no sistema e/ou cadastradas. Mas em função da linguagem ultrapassada de programação do Sistema GEFERII, muitos dados não puderam ser inseridos de forma satisfatória ou mesmo atualizados.

Assim, houveram sensíveis perdas quanto a confiabilidade das informações armazenadas no GEFERII, tornando o sistema incompleto.

A seguir, relata-se as principais observações levantadas:

- necessidade de melhorias na identificação das ferramentas e suportes devido a transferência para novos meios de armazenamento;
- reavaliação das ferramentas em utilização, após as mudanças na linha de produção;
- ausência de rastreabilidade e/ou controle da localização das ferramentas na fábrica;
- o sistema GEFERII não permite um controle efetivo das ferramentas e suportes estocados, além de não informar a necessidade de compra;
- necessidade de troca de informações *on line* entre Almoxarifado e Planejamento, pois o sistema GEFERII não trabalha em rede;
- meios de produção não cadastrados, por inviabilidade e incapacidade de armazenamento do sistema GEFERII, como ferramentas da linha de Bombas Hidráulicas e dispositivos de fixação de peças;
- controle de estoques efetuado de forma manual, pois para o sistema GEFERII não foi previsto tal recurso;
- necessidade de verificação da disponibilidade de quantidade de suportes de fixação de ferramentas e modelos existentes;
- inexistência de FPP's para todos os produtos, pois o GEFERII não permite o cadastramento de novos itens;
- FPP's existentes no GEFERII apresentam diagramação fixa, impedindo a criação de novos campos e impossibilitando a inserção de observações relevantes, tais como local para tirar o corretor das ferramentas, ferramentas e dados de corte alternativos, dados do dispositivo de fixação das peças, etc.

O relatado anteriormente representa os principais problemas detectados. Deve-se, porém ressaltar, que existe um nível considerável bom no tratamento físico dos meios de produção, havendo necessidades de melhorias principalmente nas características administrativas.

No próximo capítulo são apresentadas as medidas corretivas adotadas para a redução do tempo de preparação assim como as atividades desenvolvidas para a implantação do sistema gerenciador GEFERIII.

CAPÍTULO VII

MEDIDAS CORRETIVAS PARA REDUZIR O TEMPO DE PREPARAÇÃO DE MÁQUINAS E SISTEMATIZAR O EMPREGO DOS MEIOS DE PRODUÇÃO

7.1 - Ações para Redução do Tempo de Preparação de Máquinas

Conforme descrito no capítulo anterior (item 6.2.7), os dados do levantamento quantitativo e as informações de caráter qualitativo foram correlacionadas em uma planilha e discutidas com os grupos de trabalho, gerando propostas de medidas corretivas que estão compiladas no Anexo 06 e descritas de forma resumida no presente capítulo.

7.1.1 - Medidas corretivas relevantes

As principais medidas corretivas adotadas para obter melhorias no tempo de preparação das máquinas, indistintamente da célula (MF) foram:

- definição de uma sistemática para revisão dos planos de trabalho, programas e croquis de fixação após a finalização da operação, para evitar a permanência na fábrica de documentos obsoletos ou que não retratem a forma mais otimizada de executar determinada atividade;
- desenvolvimento de uma rotina para que sejam efetuadas as correções necessárias nos documentos (programa, FPP, plano de trabalho, croquis de fixação), detectadas durante a preparação, quando da fabricação do lote em questão, objetivando evitar perda de informações devido ao esquecimento;
- utilização de cópias controladas de planos de trabalho, programas, croquis de fixação de peças e FPP's, com o intuito de evitar a duplicidade de cópias com origem desconhecida;
- criação de uma rotina para verificação diária da referência da máquina de *pre-set*, assegurando a indicação de valores corretos na verificação dos corretores das ferramentas;

- correção e padronização dos pontos zero de todas as máquinas. Isto garantiu segurança por parte dos preparadores quanto aos valores de deslocamento nos vários eixos de movimentação, determinados nos programas e nos valores dos corretores das ferramentas;
- instalação de microcomputadores para a transferência direta dos programas de usinagem das peças para as máquinas CNC, em substituição aos já obsoletos DNC's, vide figuras 15 e 16, com a finalidade de assegurar rapidez e confiabilidade na transmissão dos dados;

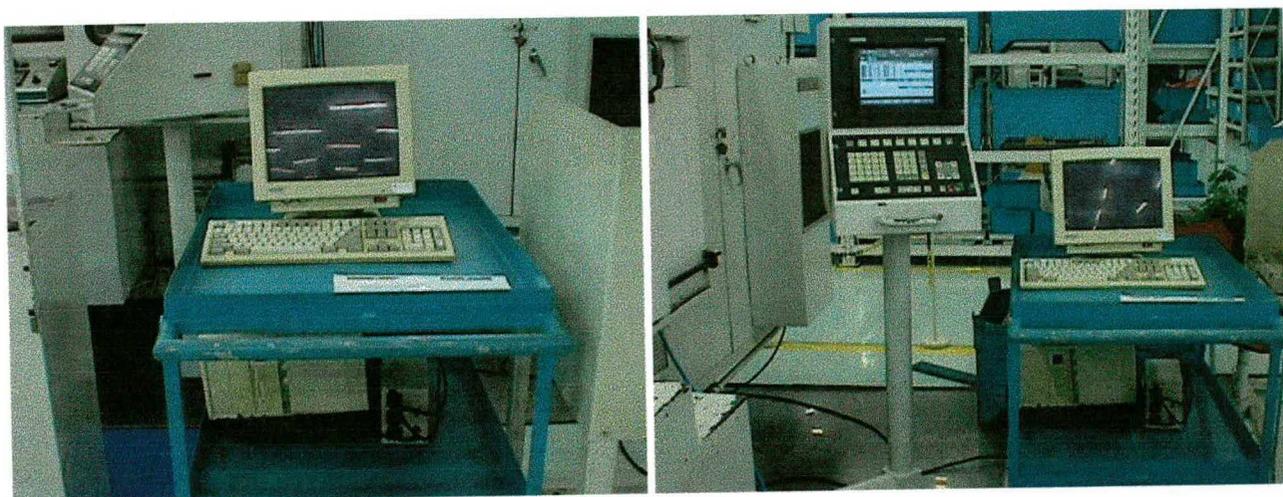


FIGURA 15 - Microcomputadores para transferência do programa CNC



FIGURA 16 - DNC

- realização de alterações nos dispositivos de fixação de peças, isto para facilitar a montagem e desmontagem dessas peças, vide figura 17;

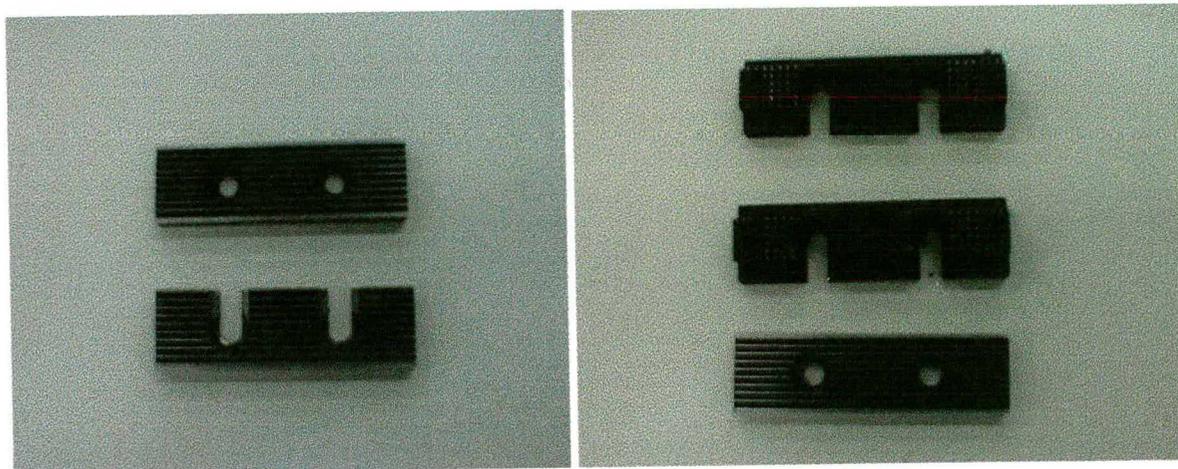


FIGURA 17 - Mordentes modificados (com rasgos) para facilitar a montagem

- manutenção e calibração da máquina de *Pre-set* situada no almoxarifado de ferramentas, vide figura 18;

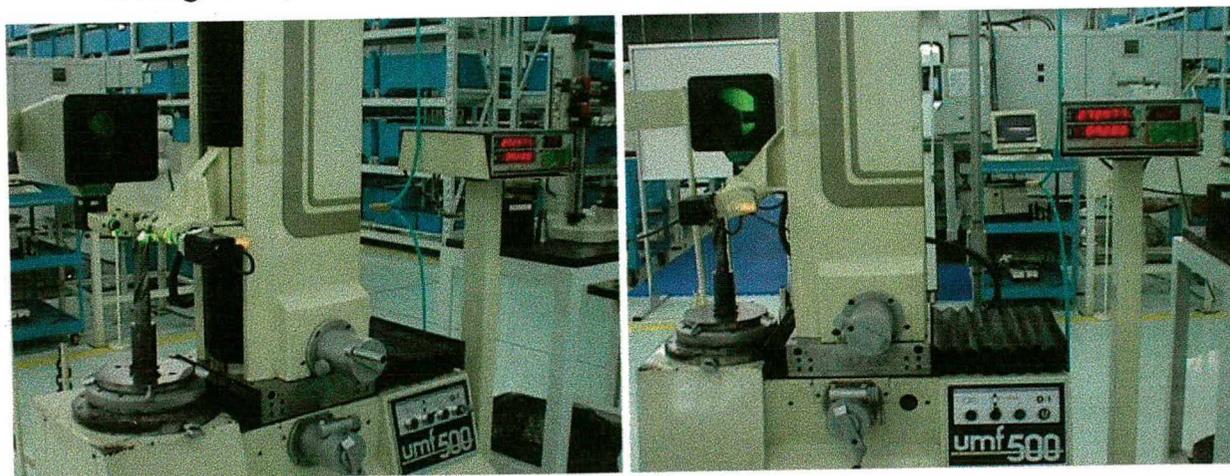


FIGURA 18 - Máquina de *Pre-set*

- disponibilização de instrumentos para medições especiais nas peças no próprio local de trabalho, vide figura 19, evitando o deslocamento dos preparadores até o setor da Qualidade;



FIGURA 19 - Rugosímetro e base de verificação de planicidade

- estabelecimento de rotina para disponibilização da matéria-prima a ser processada e documentação pertinente antes do início da preparação, conforme figura 20, evitando a perda de tempo para início da preparação;



FIGURA 20 - Fila de materiais a serem processados

- detalhamento dos croquis de fixação de peças, permitindo ao preparador montar os dispositivos com maior facilidade e precisão, sem requerer verificação posterior através da execução do programa CNC bloco a bloco (vide Anexo 07);
- numeração dos dispositivos de fixação de peças e ferramentas, para facilitar a identificação e citação nas FPP's;

- modificação na forma de condução do trabalho dos preparadores para aproveitar melhor o tempo. Por exemplo, durante a fase de preparação das ferramentas no almoxarifado (quando inviável de ser efetivada antes), os preparadores devem se ocupar com outras atividades, como montar o dispositivo de fixação;
- efetivação de trabalho de melhoria na qualidade das peças pré-usinadas, produzidas nas operações anteriores, evitando ajustes desnecessários devido a variabilidade das dimensões;
- definição de que testes de ferramentas serão executados somente durante a fabricação do lote, e não durante a preparação como de hábito;
- implantação de reuniões entre os preparadores nas mudanças de turno visando a melhoria na troca de informações sobre os produtos em preparação;
- treinamento dos almoxarifes sobre a importância do fornecimento de montagens de acordo com o designado na FPP;
- inclusão de informações adicionais complementares nos programas CNC para facilitar o trabalho dos preparadores caso a ferramenta indicada não esteja disponível. Inserção também dos limites de mudança dos corretores das ferramentas via programação que podem ser executados pelos preparadores;
- desenvolvimento de novos dispositivos que incorporam melhorias de montagem / desmontagem. Desenvolvimento de castanhas especiais para o torno CNC que permitam o emprego de somente uma placa;

7.1.2 - Tempos ideais (ou objetivos)

Uma sistemática escolhida para mensurar as melhorias conquistadas na redução do tempo de preparação de máquinas consistiu em elaborar uma metodologia para determinação de tempos objetivos de *setup*. Assim, os preparadores têm uma idéia aproximada de qual o tempo ideal para a execução de uma preparação e em quais pontos ou atividades está havendo desperdício de tempo. Também pode ser interpretado como um valor objetivo, visando a melhoria constante da performance de execução das preparações. Este tempo considera todas as variáveis envolvidas e

necessárias para a execução da preparação, prevendo minimizar os desperdícios que podem ocorrer. Para tanto estão sendo consideradas as seguintes variáveis:

- número de ferramentas necessárias a serem colocadas no magazine da máquina;
- tempo efetivo de usinagem das peças (com geração de cavaco);
- tempo de troca de ferramentas executada pela máquina (automaticamente);
- tempo de colocação (manual) das ferramentas no magazine;
- tipo e forma do dispositivo de fixação a ser preparado ou trocado;
- tempo de inserir / retirar o programa da memória da máquina;
- tempo de despreparação da máquina;
- tempo destinado à medição das peças;
- tempo destinado a fatores aleatórios e/ou conferência por parte do operador do trabalho realizado;
- deméritos devido a executar o programa bloco a bloco com avanços reduzidos.

O intuito de determinar tempos objetivos para as preparações máquinas reside no fato da necessidade de haver um padrão de referência para os preparadores de um tempo adequado. Desta forma, quanto maior for a fidelidade da formulação matemática em retratar a atividade de preparação, mais criteriosas poderão ser as análises gerenciais. Ou seja, serão conhecidos os limites técnicos e organizacionais que podem ser atingidos quanto à capacidade e esforços para a redução do tempo de preparação. Estudos futuros poderão concluir se é rentável ou sustentável a manutenção de máquinas com requisitos de *setup* elevados ou problemáticos ou ainda se convém destinar investimentos no sentido de automatizar determinadas funções.

A fórmula desenvolvida para as células 1 e 2 é apresentada abaixo. No Anexo 08 estão relacionados os produtos selecionados para cálculo do tempo objetivo. Para a célula 3 a sistemática não foi implantada em virtude das mudanças nos tipos de produtos usinados.

$$\mathbf{t_{ideal} = (n1 * t1) * 1,25 + tp + (n1 * t3) + td + tm + tmd + tcf + tdp}$$

onde:

$n1$ = número de ferramentas a serem trocadas ou necessárias para o lote em questão

$t1$ = tempo de troca da ferramenta automaticamente

para Nbh-65 = 25 segundos (0,41 min.)

para Nbh-70 = 35 segundos (0,58 min.)

1,25 = constante que considera executar o programa bloco a bloco

$t3$ = tempo de colocação da ferramenta no magazine

adotado constante de 20 segundos (0,33 min.) por ferramenta

tp = tempo de enviar e chamar o programa

adotado tempo de 6 minutos, considerando a busca do microcomputador

td = tempo de preparação do dispositivo de fixação de peças

adotado a média das preparações acompanhadas

tm = tempo de montagem das peças no dispositivo na primeira fixação

adotado constante de 1 minuto

tmd = tempo de medição das peças do primeiro ciclo

adotado constante de 10 minutos

tcf = tempo de conferência do operador

adotado tempo de 10 minutos

tdp = tempo de despreparação da máquina (máquina parada)

adotado tempo de 10 minutos

7.2 - Ações para Sistematização no Emprego dos Meios de Produção

Todo o trabalho de sistematização no emprego dos meios de produção esteve intimamente ligado à implantação do sistema gerenciador dos meios de produção, o qual englobou a maioria das atividades.

Porém, pode-se ressaltar os seguintes trabalhos efetivados para a melhoria no gerenciamento e conseqüentemente na utilização dos meios de produção:

- disponibilização de quadro para programação das atividades de preparação de ferramental no almoxarifado. Através deste quadro, os preparadores informam antecipadamente (3 a 4 horas) o produto a ser produzido e o respectivo ferramental que deverá estar montado para início da preparação da respectiva máquina (vide figura 21);

		TROCA DE PRODUTOS / FERRAMENTAS																				
MARENGUANO REXROTH		HORA	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00		
SEGUNDA																						
TERÇA																						
QUARTA																						
QUINTA																						
SEXTA																						
SABADO																						

FIGURA 21 - Quadro de programação do horário da próxima preparação

- estante para disponibilização das ferramentas a serem afiadas. O responsável pela afiação retira a ferramenta a ser afiada dessa estante, remonta, tira o corretor e disponibiliza-a em outra prateleira indicativa de ferramentas liberadas para utilização (cor verde)(vide figura 22);



FIGURA 22 - Estante para colocação de ferramentas afiadas e para Afiar

- instalação de microcomputador para o Sistema GEFERIII no almoxarifado ligado *on line* com o Planejamento / Engenharia Industrial, conforme figura 23, permitindo consultas

mais confiáveis e rápidas. Além disto, o sistema GEFERIII será utilizado para controle do estoque, local de armazenamento e fluxo das ferramentas mais importantes na fábrica;

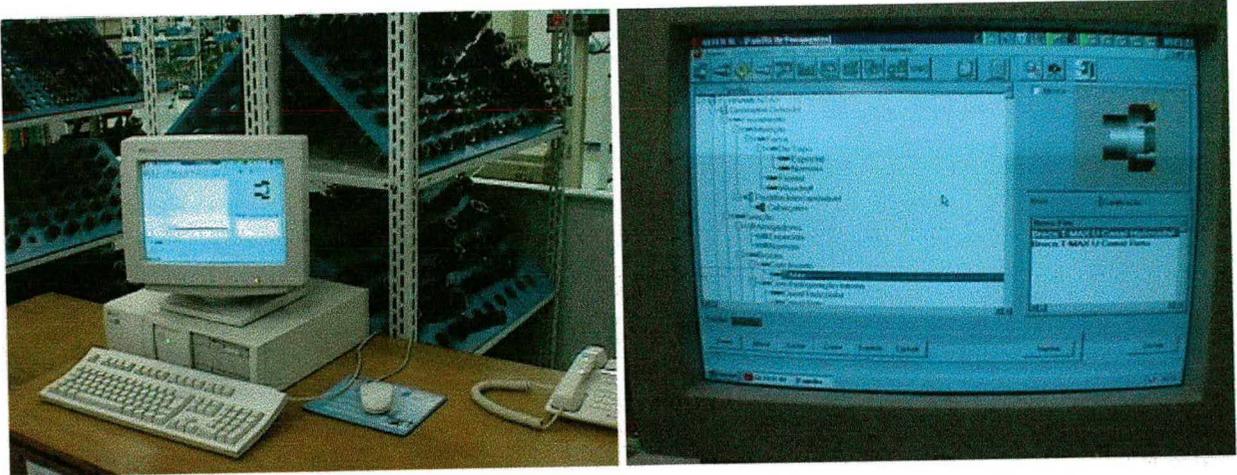


FIGURA 23 - Sistema GEFER III instalado no Almojarifado de Ferramentas

- sistema de transporte das ferramentas montadas até o local de trabalho, favorecendo a preservação das ferramentas e conferindo rapidez na entrega das montagens, vide figura 11;
- criação de sistemática para retirada mais freqüente do ferramental armazenado no magazine das máquinas. Desta maneira, ficam armazenadas somente as ferramentas com periodicidade de uso elevada, sendo que as outras são desmontadas e seus suportes aproveitados em outras montagens;
- aquisição de novos suportes de fixação de ferramentas;
- melhoria no controle das montagens através do emprego de cópias atualizadas de Folhas de Preparação de Produtos (FPP's), geradas pelo sistema GEFERII, aumentando a confiabilidade na troca das informações planejadas com as executadas e evitando o uso de documento obsoletos.

Além destas soluções, foram desenvolvidas outras durante a implantação do sistema, conforme demonstrado no item seguinte.

7.2.1 - Atividades desenvolvidas para a implantação do sistema gerenciador

A implantação de um sistema computacional desta natureza requer o preparo do ambiente de chão-de-fábrica. Desta forma, algumas atividades foram efetivadas inicialmente, como:

- reorganização física do almoxarifado de ferramentas, ordenando os itens conforme utilização e segregando os itens obsoletos;
- inventário das ferramentas e suportes existentes;
- alocação das ferramentas em embalagens especiais e identificação dos locais de armazenamento, conforme figura 24;
- organização das ferramentas e suportes existentes em forma de famílias, conforme Anexo 09;
- desenvolvimento de um código particular, que facilite as buscas no sistema;
- treinamento no novo sistema.



FIGURA 24 - Locais de armazenagem no Almoxarifado de Ferramentas

Após estas etapas iniciais, partiu-se para o cadastramento das informações técnicas de ferramentas e suportes de fixação. Para isto, utilizou-se de informações de catálogos e/ou projetos específicos de ferramentas desenvolvidos internamente. Foram então cadastrados os seguintes itens: ferramentas, suportes intermediários, acessórios, pastilhas e componentes auxiliares, além das máquinas.

Com os dados acima cadastrados, pode-se então implantar o controle de fluxo e iniciar a confecção das novas Folhas de Preparação do Produto (FPP's), ainda em fase de execução (vide exemplos de FPP do GEFERIII no Anexo 10 e do GEFERII no Anexo 11).

Como etapas a médio e longo prazo, planeja-se:

- estudo de consumo;
- otimização do número de itens;
- redução nos valores de compra;
- fornecimento de subsídios técnicos para orientar as compras;
- otimização dos dados de corte;
- testes de ferramentas.

Apesar do sistema GEFERIII não estar funcionando plenamente, alguns benefícios de sua utilização já começaram a produzir efeitos na preparação de máquinas. O capítulo seguinte apresenta os resultados conquistados.

CAPÍTULO VIII

RESULTADOS

8.1 - Na Capacidade Produtiva

As medidas corretivas adotadas para a redução do tempo de preparação e a implantação de um sistema gerenciador dos meios de produção proporcionaram melhorias na utilização do tempo de *setup* e, portanto, na capacidade produtiva.

Cabe, porém, alguns esclarecimentos sobre essas conclusões da melhoria na capacidade produtiva:

- a) Os trabalhos visando a redução do tempo de preparação foram efetivados somente nas máquinas consideradas gargalos de produção. Ou seja, as máquinas apontadas fazem parte de uma cadeia produtiva maior, sendo apenas uma das operações necessárias para finalizar a fabricação de determinado item;
- b) Nem todos os itens programados para usinagem nas máquinas escolhidas foram acompanhados. Alguns, por motivos de descontinuação da linha de fabricação, foram desconsiderados. Nestes casos, não foi dedicada nenhuma ação visando a otimização do processo de fabricação. Para estes itens, se houve melhorias na performance da preparação, ocorreram devido principalmente às ações executadas para sistematização no emprego dos meios de produção, às mudanças no almoxarifado de ferramentas e às atividades ligadas ao acerto das máquinas (padronização dos pontos zero);
- c) Deve-se ressaltar que todas as atividades de melhoria basearam-se principalmente em ações de caráter organizacional administrativo, sendo poucas ações provenientes de investimentos ou mudanças técnicas profundas. Ou seja, procurou-se inicialmente exaurir as possibilidades de melhorias com base em reavaliação dos procedimentos de trabalho. Em uma segunda fase, poderão ser efetivadas melhorias estruturais de natureza técnica, exigindo para isto um aporte maior de recursos;

d) Em função do acompanhamento ter sido efetivado somente para os itens mais importantes, sob o ponto de vista de continuidade da produção, e aliada a ações de melhoria restringida a algumas máquinas, não pode-se afirmar, quantitativamente, qual a redução do tempo global de passagem do produto pela fábrica ou qual a redução de tempo obtida nas ilhas, máquinas. Porém, tem-se indicadores da melhoria do tempo em alguns produtos, através da comparação entre o tempo colhido na primeira preparação e o tempo observado nas últimas preparações. A tabela 7 abaixo apresenta preparações onde constatou-se uma tendência de redução no tempo de preparação. A listagem completa dos produtos acompanhados pode ser verificada no Anexo 12, onde para alguns produtos são apresentados os valores de tempo consumidos antes e depois do início do estudo de caso. No Anexo 13 são apresentados alguns gráficos que indicam a melhoria dos tempos de preparação no decorrer do desenvolvimento do trabalho. Deve-se ressaltar que os valores apresentados nesta forma sugerem uma estimativa de redução do tempo de preparação, não significando que obrigatoriamente os produtos acompanhados apresentam agora este tempo de preparação;

TABELA 7 – Tendência de redução do tempo de preparação (em minutos)

RESUMO DA AVALIAÇÃO DA REDUÇÃO DO TEMPO DE PREPARAÇÃO					
Produto	Máquina	Tempo Final	Tempo Inicial	% Redução Tempo	Tempo Ideal
36868203	5110	110	525	79,0%	104,21
36470203	5106	37	305	87,9%	95,83
36339103	5106	23	161	85,7%	90,55
36357403	5106	105	255	58,8%	89,50
36116803	5106	148	200	26,0%	89,50
36031703	5105	49	389	87,4%	75,99
36285903	5105	84	737	88,6%	81,27
36068803	5104	140	356	60,7%	84,27
36086303	5104	176	240	26,7%	91,85

- e) A tabela 7 também apresenta um comparativo com os valores de tempo ideal (ou objetivo), calculados teoricamente, conforme apresentado no capítulo VII. Verifica-se que para alguns produtos o tempo da última preparação acompanhada está bastante próximo do calculado, enquanto outros ficaram bastante abaixo do esperado. Para os produtos com tempo de preparação ainda elevado em relação ao tempo calculado, acredita-se existirem possibilidades reais de melhoria à medida que as ações corretivas tornem-se fundamentadas;
- f) Uma análise nos dados apresentados no Anexo 12 revela que alguns produtos foram preparados em máquinas diferentes obtendo performances distintas. Isto pode ser explicado pelo fato de que existiam máquinas com divergências nos pontos zero. Estas diferenças ocasionaram cuidados extras, como ajustes nos programas e ferramentas, sendo a preparação tratada como *try-out*, apesar de não ser a primeira vez de fabricação neste local;
- g) Em virtude de algumas preparações terem sido acompanhadas poucas vezes, não pode-se afirmar que o percentual de redução do tempo na comparação primeira preparação e última preparação seja um resultado completamente sedimentado. Muitas modificações ainda continuam em processo de implantação, haja vista a gama variada de produtos aliada ao desconhecimento da data de fabricação de determinado item (a fabricação é regida pelo mercado consumidor). O que se pode verificar é a existência de uma tendência de redução no tempo de preparação de máquinas para uma parcela representativa dos produtos acompanhados, porém ainda existem possibilidades de ganhos administrativos, os quais ainda não foram conquistados. Quanto maior o número de preparações acompanhadas, maior o conhecimento da efetividade e fundamentação das ações implementadas;

Também convém explicar que as melhorias não ocorreram em todos os casos acompanhados. Em alguns casos, o tempo medido inicialmente foi menor que o das últimas medições. Análises na planilha de acompanhamento indicaram casos onde ficou clara a ocorrência de fenômenos aleatórios, como por exemplo, falta de energia ou reuniões. Em outros, a mudança de máquina, não prevista, ocasionou diferenças sensíveis na preparação de um mesmo produto. Além disto, determinadas preparações somente foram acompanhadas uma vez no período considerado (de

outubro de 1997 a novembro de 1998), o que impediu a constatação de resultados sobre o consumo de tempo durante o estudo para determinados produtos. A tabela 8 a seguir ilustra, em função dos produtos acompanhados, quantos itens mostraram uma tendência de redução do tempo através da comparação das preparações iniciais e das preparações finais (vide também Anexo 12 para informações mais completas):

TABELA 8 - Tendências no Tempo de Preparação dos Produtos Acompanhados

ANÁLISE DE ACOMPANHAMENTO DE PRODUTOS			
Número de Produtos Diferentes Analisados = 78			
Classificação dos Resultados	Qtidade	Percentual	Percentual Médio Total
Com Tendência de Melhoria	57	72% do total dos produtos analisados	52,7% foi o percentual médio de redução do tempo de preparação nos produtos com tendência de melhoria
Sem Tendência de Melhoria ou Instáveis	8	10% do total do total dos produtos analisados	
Com Tendência de Aumento do Tempo de Preparação	14	18% do total dos produtos analisados	80,5% percentual de piora em relação ao tempo inicial

A tabela 9 a seguir ilustra, por máquina, onde ocorreram casos com tendência de melhoria na redução do tempo de preparação:

TABELA 9 - Análise da Tendência de Melhoria por Máquina

ANÁLISE DA TENDÊNCIA DE MELHORIA POR MÁQUINAS			
Número de Produtos com Tendência de Melhoria: 57			
Máquina	N.º Preparações	Qtide de Produtos	% em relação total
5110	8	3	5,2%
5106	25	7	12,2%
5105	20	5	8,8%
5104	54	16	28,0%
5103	43	9	15,8%
2314	88	17	30,0%

Verifica-se pelos números acima que as máquinas com maior rotatividade de produtos obtiveram o maior número de produtos com tendência de melhoria. Para os produtos da MF3 ocorreram um número maior de preparações acompanhadas para o mesmo tipo de produto. A razão disto pode ser explicada, conforme abaixo:

- 1) Os produtos fabricados na MF1 já apresentam um certo tempo de produção na fábrica de Pomerode. Muitas correções já foram implementadas antes do início deste trabalho, além de existir um suporte maior de documentação gerada pelo próprio sistema GEFERII. O baixo número de preparações reside no fato dos volumes produzidos serem pequenos e haver uma elevada complexidade e tempo de usinagem (*lead time*) destes produtos;
- 2) Os produtos da MF2 também apresentam um tempo mais elevado de produção na fábrica de Pomerode quando comparados aos produtos da MF3. Porém, nesta mini-fábrica há uma variedade de produtos maior, com uma gama de dispositivos de fixação de peças diferentes, havendo produtos simples e outros complexos, sob o ponto de vista de preparação e usinagem. Também o sistema GEFERII atua apoiando estes produtos em tempo igualável ao da MF1;
- 3) A maioria dos produtos da MF3 são relativamente simples sob o aspecto de dificuldades de usinagem. Como a produção nesta mini-fábrica é regida pelo sistema de *Kanbans*, existe uma rotatividade maior dos lotes produzidos, o que explica o elevado número de preparações acompanhadas. Porém, nesta mini-fábrica o sistema GEFERII praticamente não foi utilizado, sendo que documentos do tipo FPP estão sendo gerados a partir da implantação do sistema GEFERIII.

O Anexo 13 ilustra alguns gráficos de desenvolvimento da performance das preparações durante os meses de estudo deste trabalho para alguns produtos acompanhados. Estão computados somente os produtos com um número de preparações acima de 4, as quais demonstram com maior fidelidade a sedimentação das ações corretivas implementadas.

Os produtos considerados instáveis, ou sem tendência de melhoria no tempo de preparação, apresentaram ora valores baixos de preparação e em outras ocasiões valores bastante elevados. Os gráficos 1 e 2 abaixo ilustram alguns produtos onde estas variações foram evidenciadas, servindo como exemplo para os demais produtos, não relacionados em anexo.

Produto: Flange B - 36540703

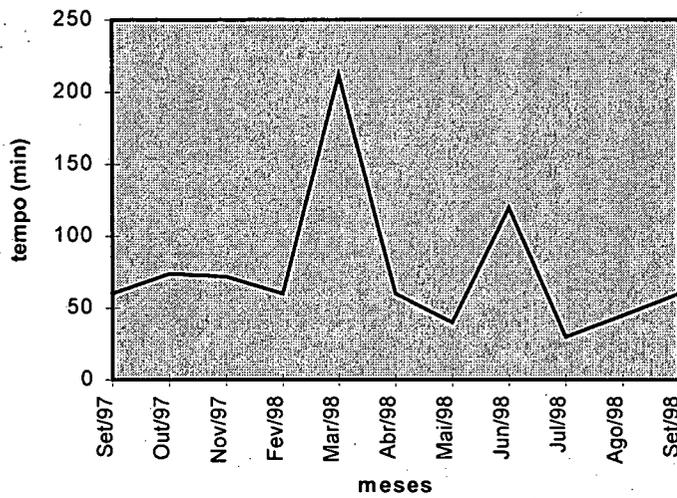


GRÁFICO 1 - Produto sem tendência de melhoria no tempo de preparação

Produto: Flange S - 36417203

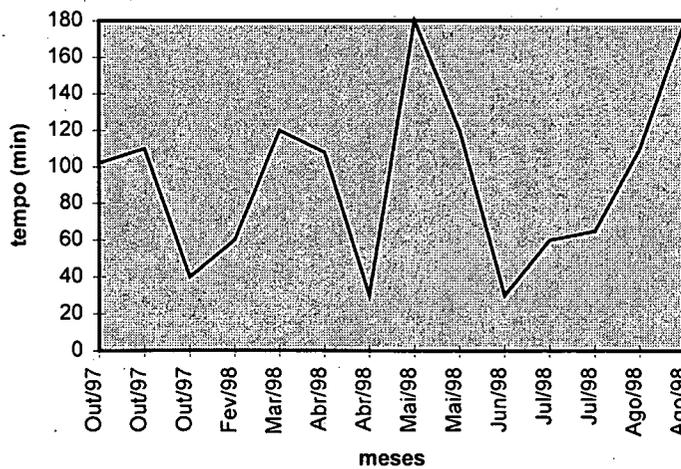


GRÁFICO 2 - Produto Instável

Em ambos os casos apresentados, o motivo da variação se resumiu à ocorrência de fatores aleatórios durante a preparação com elevada duração. Para estes produtos, uma análise na Planilha de Acompanhamento indicou perdas tempo com: medição de peças no setor da Qualidade, troca de ferramenta inadequada, montagem e colocação de ferramentas no magazine da máquina, falta de ferramentas e ferramentas desajustadas. A análise indicou a ocorrência de uma série de eventos que nestas preparações que surgiram como consequência de um problema inicial. Por exemplo, o fornecimento de uma ferramenta inadequada, gerou retirada e desmontagem para aproveitamento do suporte, ajuste do programa CNC, colocação de corretores na máquina, espera pelo almoxarifado, etc. Nos casos onde o tempo apresentado foi baixo, não houveram eventos anormais, ou seja, atividades de correção, sendo que toda a preparação transcorreu normalmente.

Do exposto acima, pode-se concluir que nem todas as ações corretivas estão implementadas satisfatoriamente. Existe ainda um período de acerto e contínuo treinamento das pessoas para a fundamentação das rotinas administrativas sugeridas.

Os produtos com tendência a aumentar o tempo de preparação tiveram poucas preparações acompanhadas. Conforme pode-se verificar no Anexo 12, 71% dos produtos acompanhados tiveram 2 ou 3 preparações analisadas. Pode-se concluir destes números que as ações corretivas ainda não surgiram os efeitos esperados em alguns produtos, quer pela morosidade na otimização da documentação e revisão dos programas e planos de trabalho, quer pela necessidade de haver um investimento maior em dispositivos de fixação de peças. Também não foram efetivados esforços de otimização de processo para produtos com fim de vida produtiva, caso dos itens 36536103 e 36585103, com 4 e 5 preparações respectivamente e que deixaram de ser produzidos em 1998.

8.2 - A Influência do Gerenciamento dos Meios de Produção na Fabricação

A utilização da técnica de gerenciamento dos meios conferiu à produção agilidade, flexibilidade e, principalmente, confiança. Estas proposições estão fundamentadas nos seguintes pontos:

- foram atenuados problemas relativos a incerteza das ferramentas montadas, gerados devido a indisponibilidade ou desconhecimento dos suportes adequados para fixação das ferramentas. Em alguns casos não era seguido o estipulado na FPP para a execução da montagem. O emprego de uma sistemática mais efetiva no controle dos itens existentes

tem proporcionado uma melhor racionalização no uso dos meios de produção, tanto de ferramentas quanto de suportes;

- não foram detectadas novas ocorrências de ferramentas fornecidas na máquina sem montagem (ferramentas soltas). Devido a falta de uma racionalização no emprego dos suportes, ocorreram casos onde era necessário finalizar a produção do lote anterior e desmontar determinada ferramenta para aproveitamento do suporte. Desta forma, atrasos eram gerados pela necessidade de montar, tirar corretor e inserir a ferramenta no magazine da máquina, sendo estas atividades executadas durante o tempo destinado à preparação da máquina;
- foram eliminados os problemas resultantes da necessidade de utilização de ferramentas não previstas ou obsoletas, mas que devido ao controle ineficaz das reposições tinham que ser empregadas para prosseguir a produção. Nestas situações, todos os parâmetros de corte tinham que ser alterados ou ainda novas ferramentas tinham que ser incluídas para compensar a ferramenta substituta. Estes ajustes atrasavam as atividades de preparação e reduziam a produtividade durante a fabricação do lote;
- as atividades de executar o programa bloco a bloco foram restringidas somente para as operações de *try-out* (primeira preparação). Isto ocorreu devido ao aumento da confiabilidade das montagens designadas nas FPP's, as quais começaram a apresentar novas informações sobre o ponto da ferramenta onde o corretor foi tirado, essencial para o caso de ferramentas com diversos diâmetros;
- o fornecimento de croquis de montagem mais detalhados dos dispositivos de fixação no palete assegurou uma maior confiança por parte dos preparadores quanto à localização correta dos pontos zero da peça em relação aos pontos zero da máquina;
- o controle mais efetivo dos meios existentes tem permitido utilizar algumas máquinas como almoxarifado. Ou seja, as ferramentas ficam montadas no próprio magazine da máquina, diminuindo os tempos de preparação quando da colocação das montagens;

Este tratamento basicamente administrativo aplicado aos meios de produção promoveu, indiretamente, uma sistematização no fornecimento de ferramental às máquinas e um domínio mais evidente das informações necessárias à fabricação. Com isto, houve por parte dos preparadores uma

confiança maior na veracidade dos dados e ferramentas disponibilizados, atenuando proporcionalmente as incertezas existentes inicialmente.

8.3 - As Mudanças na Reorganização Fabril dos Meios de Produção

As atividades desenvolvidas no almoxarifado de ferramentas foram de natureza organizacional, o que permitiu a criação de uma sistemática na execução dos trabalhos. Pode-se enumerar as seguintes principais ações implementadas:

- controle efetivo do ferramental existente, após cadastro no sistema GEFERIII. A comunicação via rede entre os bancos de dados do Planejamento e Almoxarifado também tem garantido agilidade nas consultas e desenvolvimento de FPP's mais adequadas com a realidade dos meios existentes;
- identificação das quantidades existentes de meios de produção através da técnica de *kanban*, além do controle no sistema. A técnica de visualização está auxiliando no controle das quantidades estocadas que devem ser programadas, contribuindo fortemente para evitar a falta de ferramentas;
- o emprego do sistema GEFERIII tem proporcionado agilidade nas buscas de ferramental armazenado;
- um melhor controle sobre as condições de corte das ferramentas foi implementado através do uso do sistema, informando dentre as ferramentas especiais, qual a sua situação;

8.4 – As Mudanças na Rotina de Execução das Atividades

A melhoria na troca de informações entre os setores favoreceu a sistematização na execução das atividades de preparação de máquinas. Porém, para permitir que todos os envolvidos na preparação de máquinas executem suas atividades adequadamente, foi necessário antes:

- uma definição mais confiável, por parte das centrais de pedido (PCP) sobre o que e quando produzir determinada peça;
- em função desta definição, a engenharia industrial pode revisar ou confeccionar os dados necessários para a fabricação com mais tempo, favorecendo a otimização dos processos de fabricação e a diminuição de possíveis erros gerados pela urgência;

- com informações mais precisas e enviadas com antecedência pela engenharia industrial, o almoxarifado de ferramentas pode se programar com maior eficiência na busca e disponibilização do ferramental desejado.

Estas atividades, basicamente de organização administrativa, favoreceram os preparadores de máquina evitando a quebra ou interrupção na sua seqüência de execução da preparação devido a indisponibilidade de ferramentas ou informações.

Em função do produto ou tipo de máquina, cada mini-fábrica tem sua rotina própria de execução da preparação. Porém, alguns pontos são comuns, garantindo uma sistematização na execução da atividade, tais como:

- conferência inicial da documentação do item a ser produzido (efetuado enquanto a máquina produz o lote anterior);
- buscar produtos a serem fabricados (efetuado enquanto a máquina produz o lote anterior);
- buscar instrumentos de medição (efetuado enquanto a máquina produz o lote anterior);
- despreparação do dispositivo de fixação de peças do lote anterior e das ferramentas que não serão aproveitadas;
- finalização da ordem anterior através do encerramento dos apontamentos e liberação das peças produzidas;
- montar dispositivo de fixação de peças do novo lote;
- enviar programa rodado e chamar novo programa CNC para / do microcomputador de apoio;
- colocar ferramentas no magazine / torre (quando necessário). As ferramentas são previamente disponibilizadas no local de trabalho pelo Almoxarifado de Ferramentas;
- conferir ferramentas fixas e aproveitáveis do magazine;
- inserir os corretores das ferramentas substituídas no programa;
- executar o programa bloco a bloco (quando necessário);
- executar a medição inicial das peças usinadas;
- efetuar os ajustes necessários;
- liberar a máquina para produção normal.

8.5 - A Economia Obtida em Ferramental

A necessidade de reorganização física do almoxarifado permitiu uma reavaliação das ferramentas e suportes de fixação existentes. Na tabela 10 apresenta-se a quantidade de itens que foram eliminados devido sua inutilidade para os produtos em fabricação atualmente. Os valores de custo apontados são estimados, considerando-se as ferramentas como já utilizadas.

As atividades de reorganização do almoxarifado continuam a ser efetivadas, haja vista que o sistema GEFERIII não encontra-se em pleno funcionamento, ou seja, existem ainda componentes a serem cadastrados. Novos itens também poderão ser excluídos quando estudos mais aprofundados forem iniciados, visando uma padronização das ferramentas e estudos resultantes de teste de performance de vida das ferramentas.

O tratamento contábil destinado às ferramentas não considera àquelas em utilização, somente as novas. Desta forma, não existem estimativas confiáveis do número total de ferramentas que ainda permanecem no almoxarifado, valores que somente serão conhecidos quando do término do cadastramento no sistema GEFERIII. Para as ferramentas novas, sem uso, foram contabilizadas 7062 peças, referentes a 396 itens distintos.

8.6 - Reflexos das Melhorias Apresentadas sobre o Custo de Fabricação

Como não foram consideradas todas as máquinas existentes, um levantamento completo de quanto foi a redução dos custos de fabricação nas células analisadas torna-se impossível. Porém, os ganhos obtidos com a redução do tempo de preparação podem ser verificados na tabela 11 abaixo, enquanto dados mais completos podem ser encontrados no Anexo 12, juntamente com os percentuais obtidos de redução do tempo de preparação.

Para a verificação do percentual de redução de custos, foram utilizados dados reais de custos de preparação adotados pela empresa, não divulgados para preservar o fator competitividade em relação à concorrência.

Verifica-se nas planilhas situadas no Anexo 12 que nem todos os produtos onde foi constatada uma tendência de melhoria efetuou-se uma análise de custos. Isto deve-se ao fato de que alguns itens não possuem uma estimativa de custos de preparação pré-dimensionada. Cabe também ressaltar que a redução de tempo foi considerada através da comparação entre a preparação inicial e a preparação final acompanhada. Tais valores foram os utilizados para o cálculo das diferenças no

custo de preparação no início e no final do trabalho. Estes valores são uma estimativa da tendência de redução de custos de preparação, não retratando ou afirmando que para os produtos acompanhados houve um decréscimo de custos conforme o apresentado.

TABELA 10 - Economia em Ferramental

FERRAMENTAS EXCLUÍDAS			
Denominação Genérica	Quantidade	Custo Unitário (R\$)	Custo Total (R\$)
Alargadores Especiais (RNB)	346	150,00	51900,00
Brocas Especiais (RNB)	317	60,00	19020,00
Brocas Escalonadas	2904	13,00	37752,00
Rebaixadores Especiais (RNB)	12	95,00	1140,00
Ferramentas Especiais (Rexroth)	14	45,00	630,00
Rebolos	1679	4,00	6716,00
Ferramentas de Brunir	18	920,00	16560,00
Pastilhas Especiais (RNB)	3	10,00	30,00
Ferramentas Especiais Torneam. Externo	13	15,00	195,00
Ferramentas Especiais Torneam. Interno	48	22,00	1056,00
Ferramentas Especiais p/ Canal Externo	13	15,00	195,00
Componentes Auxiliares	514	2,50	1285,00
TOTAL DE ITENS / CUSTO	5881		136.479,00

TABELA 11 – Resumo da tendência de redução de custos

RESUMO DA TENDÊNCIA DE REDUÇÃO DE CUSTOS			
Produto	Máquina	Nr. Preparações	% Redução de Custos
36868203	5110	2	33,84%
36440903	5106	4	34,23%
36291403	5105	3	37,60%
36068803	5104	4	5,90%
36294303	5103	11	8,09%
36403203	2314	2	6,31%

Apesar de alguns percentuais de redução do custo não serem expressivos, eles foram baseados em valores reais de preparação existentes na Mannesmann Rexroth, só não apresentados para resguardar o fator competitividade da empresa com a concorrência.

A literatura consultada (TREVINO et al., 1993), traz formulações matemáticas empíricas para avaliar e justificar os ganhos obtidos com a redução do tempo de preparação. Porém, optou-se por empregar a metodologia de cálculo de custos atualmente empregada na Mannesmann Rexroth.

Nesta equação, considera-se que:

$$CF = (TP * TX) + (T_{prep} * TX) / LOTE$$

onde:

CF = custo de fabricação da operação

TP = tempo padrão, ou tempo cronometrado por peça

TX = taxa da hora máquina, que considera depreciação, energia, etc.

T_{prep} = tempo de preparação

LOTE = quantidade de peças do lote

A produtividade por sua vez é mensurada da seguinte forma:

$$\text{PRODUTIVIDADE (\%)} = \text{RENDIMENTO (\%)} * \text{UTILIZAÇÃO (\%)}$$

Por conseguinte:

$$\text{RENDIMENTO} = \sum (\text{tempo real} * 100) / \sum (\text{tempo apontado})$$

onde:

tempo real = n.º de peças * tempo padrão e,

tempo padrão = tempo cronometrado por peça

$$\text{UTILIZAÇÃO} = \sum (\text{tempo apontado} * 100) / \text{tempo disponível}$$

onde:

tempo disponível = tempo que a máquina está disponível para produzir, desconsiderando as horas de descanso do operador e,

tempo apontado = tempo disponível - (tempo de preparação + tempos improdutivos (devido a quebra de ferramenta, falta de energia) + tempo de manutenção)

CAPÍTULO IX

CONSIDERAÇÕES FINAIS E SUGESTÕES PARA FUTUROS TRABALHOS

9.1 – Considerações Finais

Durante a execução deste trabalho, alguns pontos tornaram-se evidentes nas análises, comprovando experiências de outros autores e relatadas na bibliografia consultada. Para uma explanação mais didática, apresenta-se as considerações sob diferentes perspectivas.

9.1.1 - Aspectos Técnicos

O relacionamento entre a filosofia de gerenciamento dos meios de produção e a técnica de redução do tempo de preparação de máquinas mostraram-se fortemente interligadas. Em algumas ocasiões tornou-se difícil distinguir, se determinada atividade pertence a uma ou outra técnica.

No desenvolvimento do trabalho, constatou-se que determinados aspectos técnicos são fundamentais para a obtenção e implantação das melhorias desejadas. Para a filosofia de gerenciamento de meios de produção, tornou-se evidente a importância do emprego de um sistema computacional. Sem ele, determinadas atividades importantes não poderiam ser executadas, e outras consumiriam uma parcela considerável de tempo. Verificou-se que, indiretamente, o emprego incorreto dos meios de produção interferem negativamente no tempo de preparação das máquinas, ocasionando excesso de cuidados e atividades que não agregam valor à preparação e/ou produção, e requerendo então ações para sistematizar a sua utilização.

Quanto às atividades de redução do tempo de preparação, os resultados da implantação da filosofia de gerenciamento dos meios de produção puderam ser notados somente após a inserção de determinadas ações na produção. Um exemplo claro é o ajuste da máquina de presetagem de ferramentas e a padronização dos pontos zero das máquinas. Após estas mudanças, foi criado um ambiente de confiança no chão-de-fábrica, pois foram solucionadas causas geradoras de incertezas no emprego dos meios de produção, que se desdobravam em insegurança por parte das pessoas envolvidas para realizar essas preparações.

Em termos quantitativos, pode-se verificar que a maioria dos produtos, onde houve o acompanhamento das preparações de máquina, indicaram uma tendência de melhoria na redução do tempo de *setup*. Conforme apresenta a tabela 8, 72% desses produtos analisados indicaram esta tendência de redução no tempo de preparação, sendo que 52,7% foi o percentual médio de redução desse tempo, isto confrontando a condição inicial com a condição final. Isto confirma os valores apresentados por HALL (1988), de que a redução dos tempos de preparação de máquinas pode atingir valores de 50% ou mais, mediante somente a ações de organização. Segundo este mesmo autor, essas melhorias podem atingir um patamar de 90% dependendo do grau de organização existente numa empresa.

No caso da Mannesmann Rexroth, percentuais ainda mais elevados podem ser atingidos com base em algumas medidas simples de ordem administrativa, a partir do momento em que as ações corretivas estiverem fundamentadas a ponto de se tornarem uma rotina das atividades do dia-a-dia. Pode-se avaliar os histogramas de análise das atividades (Anexo 03) e verificar que ainda existem, para um período compreendido entre julho de 1998 e o final do trabalho, ocorrências isoladas de problemas que não agregam valor à produção. Após isto, novas melhorias poderão ser alcançadas, porém com investimentos na melhoria de dispositivos de fixação de peças e/ou emprego de máquinas de concepção mais recente.

9.1.2 - Aspectos Humanos

Após todo este período de desenvolvimento do estudo de caso, pode-se com relativa certeza, afirmar que as características ligadas à aspectos humanos são importantes na condução de qualquer trabalho de melhoria num ambiente fabril.

Uma grande parcela do tempo destinado à execução do trabalho foi consumida em atividades de conscientização, troca de informações e desenvolvimento de um ambiente de segurança, não relacionado ao pesquisador, mas sim às mudanças estruturais desejadas no sistema de produção. Constatou-se que uma palavra chave que determina o sucesso na implantação de novas metodologias é a segurança quanto ao que elas proporcionarão de resultados. Somente após a certificação de que era seguro e vantajoso executar determinadas atividades é que paradigmas existentes na preparação de máquinas começaram a ser vencidos. Porém, para atingir este nível de segurança, algumas

implementações de ordem técnica tiveram que ser realizadas, como o referenciamento dos pontos zero das máquinas e ajuste da máquina de *pre-set*. A partir disto, quebrar uma sistemática ou rotina de trabalho já em execução durante muito tempo, tornou-se uma tarefa menos difícil.

Outro importante aspecto relacionado à atividade humana resume-se à forma com que as pessoas entendem a necessidade de executar determinadas rotinas. Exemplifica-se citando a atividade de preparação de máquina como um todo. A cultura vigente para este tipo de atividade ficou claramente demonstrada no início das análises, quando os preparadores consideravam esta etapa um momento de relaxação, ou seja, sub-valorizando a importância da atividade.

Esta constatação tornou-se evidente em todas as células de usinagem estudadas. Provavelmente por desconhecerem a influência do tempo de preparação nos custos finais do produto, muitos não se preocupavam em agilizar a execução das tarefas.

Para reverter este quadro, todo um trabalho de conscientização, de quebra de paradigmas, teve que ser desenvolvido. Explicações sobre a participação do tempo de preparação no custo e produtividade da fábrica foram explanados, demonstrando de que formas estes valores estavam presentes no sistema de participação dos resultados que a empresa oferece aos seus funcionários.

Quando esta consciência se fortaleceu, grandes avanços puderam ser constatados na formulação de propostas e sugestões de melhoria para os três diferentes aspectos abordados neste capítulo, técnico, humano e administrativo. Tornou-se clara a mudança de atitude, de passiva anteriormente, aceitando e reclamando sobre os fatos que ocorriam, para uma atitude ativa, buscando, cobrando e perseguindo melhores performances e resultados.

Convém novamente ressaltar que a abordagem adotada para a redução dos tempos de preparação foi baseada no desenvolvimento de métodos de trabalho e organização, seguindo o estilo japonês pregado por SHINGO (1985). A principal desvantagem desta abordagem, segundo CORRÊA (1993) parece ser a necessidade de mudança na atitude das pessoas envolvidas e a maior dependência das habilidades dos operadores. Isto vem confirmar as observações retiradas deste estudo, sobre a importância de se formar uma força de trabalho comprometida e interessada por padrões mais elevados de produtividade.

Merece destaque também a criação de padrões de referência. Quando da formulação dos tempos ideais (ou objetivos), inicialmente entendeu-se que aqueles tempos propostos seriam uma

forma de impor de forma descendente melhorias na preparação. Novas explicações foram efetivadas, demonstrando quais os requisitos envolvidos no cálculo, de modo a tornar claro que tais números serviriam como patamares otimizados do tempo de preparação. A forma de exposição do cálculo também contribuiu para uma visualização dos pontos fracos, onde haviam perdas de tempo, originadas por descuidos e/ou desordem administrativa ou técnica.

Outro fator diferencial foi o nível de conhecimento dos preparadores. Nas planilhas de acompanhamento, eram visíveis as diferenças entre os preparadores mais experientes e os demais. Porém, constatou-se também que somente pelo fato de estarem sendo efetuadas medições e acompanhamentos do tempo consumido nas preparações, houveram reações positivas indiferentemente do nível de experiência das pessoas envolvidas no processo.

9.1.3 - Aspectos Administrativos

A questão administrativa no tratamento dos meios de produção e/ou nos trabalhos visando a redução do tempo de preparação, tornaram-se proeminentes nas discussões com os grupos de trabalho. Em determinadas tarefas, desconhecia-se qual seria o fluxo de trabalho, ou ações a serem tomadas, porque não haviam sido definidos responsáveis, ou instalada uma metodologia de troca de informações.

A partir do momento em que determinadas colocações começaram a ser implementadas, os resultados foram obtidos não somente nas máquinas estudadas, mas em toda a fábrica. A sistematização das atividades de troca de informações, a organização da informação dos e nos setores envolvidos, bem como a implementação de documentos mais detalhados foram fatores de grande importância nas melhorias conquistadas.

Neste sentido, o presente estudo de caso serviu para apontar os pontos falhos, evidenciando muitas vezes de forma numérica as deficiências. Convém ressaltar que os resultados obtidos até o momento são provenientes do tratamento corretivo e organizacional efetuado com base nos tópicos levantados através das pesquisas qualitativa e quantitativa, sendo essencialmente de natureza administrativa.

Em termos de custos de preparação, não pode-se afirmar o quanto as melhorias obtidas estão proporcionando à produção global da empresa, haja vista que somente uma parte dos itens fabricados foi considerada neste estudo. Porém, 27 produtos, dos 57 com tendência de melhoria tiveram uma análise de percentual de redução de custos na atividade de preparação de máquina. Em valores médios, a redução de custos de preparação foi da ordem de 14%, ainda muito abaixo em relação aos valores apresentados por HARMON e PETERSON (1991), na faixa de 75 e 80%. Porém, acredita-se que a evolução na performance de execução das atividades de preparação de máquinas, com base nas ações corretivas implementadas, seja contínua, permitindo novos ganhos em termos de custos e tempo.

9.1.4 – A Metodologia Adotada

A metodologia adotada para realizar este estudo mostrou-se eficaz, apesar de trabalhosa, requerendo uma dedicação constante para manter o desenvolvimento das atividades. Destaca-se como ponto positivo as entrevistas envolvendo funcionários de diferentes setores, o que permitiu o conhecimento dos problemas existentes de uma maneira mais ampla, sob diferentes aspectos ou pontos de vista. Isto favoreceu as análises e a busca para a causa principal, geradora do problema.

O levantamento de dados quantitativos permitiu, além do conhecimento das etapas mais relevantes em termos de consumo de tempo, acompanhar a performance de comportamento dos produtos em função do tempo e em função das seguidas preparações.

A forma de análise utilizando-se da correlação entre os aspectos qualitativos com aspectos quantitativos mostrou-se adequada para atacar os pontos principais e elaborar as propostas de ação corretiva. Apesar de não totalmente sedimentadas as ações corretivas, elas tem demonstrado sua viabilidade, haja vista que um percentual expressivo dos produtos acompanhados indicou uma tendência de redução do tempo de preparação de máquina.

Um aspecto relevante a concluir sobre a metodologia trata do tempo de maturação, dentro de uma empresa, sobre a mudança de uma filosofia ou de procedimentos de trabalho. Conforme comentado no item 9.1.2, a principal barreira a transpor quando da implementação de um novo conceito de trabalho refere-se à questão humana. Esta pode ser considerada a principal razão para

determinar o sucesso ou o insucesso de um programa de melhoria, determinando também o tempo para se obter os primeiros resultados e o progresso das atividades.

Concluiu-se que um programa de redução do tempo de preparação de máquinas está muito fortemente ligado ao gerenciamento dos meios de produção no aspecto técnico. As atividades de *setup* são consequência do nível de organização dos meios de produção, determinando a agilidade ou não das etapas presentes em uma preparação. Além disto, os aspectos administrativos, como por exemplo carga máquina, alocação de pessoal nas máquinas, fornecimento de equipamentos e/ou manutenção destes, interferem positivamente ou negativamente na preparação.

9.1.5 – Benefícios para a Mannesmann Rexroth

A Mannesmann Rexroth Unidade Pomerode sempre considerou o gerenciamento dos meios de produção uma filosofia importante dentro de seus objetivos estratégicos de melhoria contínua da produção e qualidade. Em função disto, o nível organizacional dos seus meios de produção pode ser considerado um referencial para outras empresas do setor metal-mecânico.

A utilização do sistema GEFER II já demonstrou a importância do emprego de um sistema computacional para auxílio na administração das informações relativas à ferramentas de corte, suportes de fixação, máquinas e emissão de FPP's. Com a implantação do Sistema GEFER III, benefícios adicionais poderão ser conquistados com o funcionamento *on line* do sistema, controle de dispositivos de fixação de peças, controle de estoques e rastreabilidade das ferramentas mais importantes.

Na filosofia de redução do tempo de preparação de máquina, o maior benefício obtido pela Mannesmann Rexroth foi a mudança de postura por parte dos preparadores em relação à atividade de preparação de máquinas. Verificou-se, ao final deste trabalho, que o posicionamento dos colaboradores era de evitar desperdícios de tempo, e para isto corriam atrás de informações ou itens que deveriam estar à disposição no início do trabalho de preparação. Isto tem favorecido cobranças aos setores fornecedores para que apresentem soluções e informações que venham a facilitar e agilizar o trabalho de preparação de máquinas.

9.2 – Sugestões para Trabalhos Futuros

Em virtude da constatação da importância da motivação do ser humano na produção, com conseqüências na produtividade e qualidade, sugere-se uma pesquisa, multi-disciplinar, para analisar de que modo as pessoas interferem positivamente ou negativamente na fabricação. Constatada estas razões, determinar de que forma a administração da empresa pode auxiliar no contínuo aumento do envolvimento das pessoas nas suas atividades diárias.

Considerando-se somente o âmbito técnico, um trabalho de continuidade na linha apresentada poderia ser efetuado. Porém, avaliando-se a performance na execução das preparações de máquina após a realização de investimentos específicos, voltado à otimização da atividade. Ou seja, executar o proposto por Charles BROWN (1997).

Dependendo da complexidade do produto a ser usinado, um fator preponderante na preparação de máquinas de usinagem reside sobre a flexibilidade, rigidez e resistência dos dispositivos de fixação de peças. Uma análise voltada ao emprego de dispositivos de fixação de peças, buscando elevar a repetitividade de posicionamento e confiabilidade de utilização poderia favorecer a produtividade e redução dos tempos de preparação.

Na linha de gerenciamento dos meios de produção, um trabalho visando acompanhar a vida útil da ferramenta através da determinação de critérios para a substituição programada, na preparação ou na produção. Poderiam então ser determinados as condições mais adequadas para interrupção da produção para a troca de ferramental, evitando desperdícios devido a quebra de ferramentas, aumento de refugo de peças, elevação de custos de manutenção e atrasos na produção.

CAPÍTULO X

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 - ANTUNES Jr., José Antônio Valle; RODRIGUES, Luís Henrique. **A Teoria das Restrições como Balisadora da Ações Visando a Troca Rápida de Ferramentas.** Revista Produção, vol. 3, nr. 2, p. 73-85, nov., 1993.
- 2 - BEARD, Tom. Managing Tools Profitably. **Modern Machine Shop**, p. 66-73, jan. 1991.
- 3 - BER, A. ; FALKENBURG, D.R. Tool Management for FMS. **Anais da CIRP**, v. 34, n. 1, 1985.
- 4 - BOEHS, Lourival; MORAIES, Luis H. A. **A nova técnica de gerenciamento de ferramentas de usinagem.** 7º Seminário de Comando Numérico no Brasil e 3ª Jornada Internacional de Automatização Industrial, São Paulo, 11 a 13 agosto 1987. Anais da SOBRACON, 1987, p. 06.10-06.21.
- 5 - BOEHS, Lourival; MORAIES, Luis H. A. **Ferramentas de usinagem - uma nova técnica de gerenciamento.** Revista Mundo Mecânico, n. 108, p. 20-26, mar. 1988.
- 6 - BOEHS, Lourival et al. **Ferramentas para usinagem - software de gerenciamento de apoio.** 1º Congresso Brasileiro de Engenharia Mecânica, Rio de Janeiro, 5-8 dez. 1989, Anais, ABCM, v. 2, p. 531-534, 1989.
- 7 - BOEHS, Lourival; TRANI, Fernando B.; ALMEIDA Jr., Flávio. **Racionalização e Organização na Área de Usinagem - Resultados Práticos.** 2º Simpósio Brasileiro sobre Tecnologia de Usinagem. SOBRACON, São Paulo, 1 a 9 mar. 1991.
- 8 - BOEHS, Lourival; ALMEIDA Jr., Flávio. **Usinagem: como organizar e racionalizar.** Anais do XI Congresso Brasileiro de Engenharia Mecânica, dez. 1991.
- 9 - BOEHS, Lourival. **Organização de informações na área de fabricação - ênfase ferramentas de usinagem.** Departamento de Engenharia Mecânica, UFSC. Monografia para Concurso de Professor Titular, p. 1-110, Florianópolis, out. 1992.
- 10 - BOEHS, Lourival; BACHMANN, Renato; STEVAN, Marcelo S.. **Gerenciamento de Ferramentas de Usinagem: um trabalho de cooperação Universidade/Empresa.** Precedings of the III CIMIS.net Workshop - Distributed Information Systems for CIM, Florianópolis, UFSC, p. 64-70, jun. 1994.

11 - BOEHS, Lourival; GUENTHER, Jacques F. **Gerenciamento via computador: um fator decisivo para a organização, racionalização e utilização de ferramentas de usinagem**. Anais do VI Congresso de Engenharia Mecânica do Chile, p. 83-88, nov. 1994.

12 - BOEHS, Lourival. **Automação Industrial para a Produtividade e Competitividade – módulo Gerenciamento de Ferramentas e Banco de Dados de Usinagem**. Apostila do curso ministrado na Universidade do Vale do Rio dos Sinos, out. 1996.

13 - BOEHS, Lourival; STEVAN, Marcelo S.; SCHMIDT, Marco A. **O Gerenciamento de Ferramentas e Seus Reflexos Sobre a Implantação de um Sistema da Qualidade Baseado nas Normas ISO Série 9000**. Anais do XIV Congresso Brasileiro de Engenharia Mecânica, Bauru, São Paulo, 8 a 12 dez. 1997.

14 - BOEHS, Lourival; STEVAN, Marcelo S.; SCHMIDT, Marco A.; DUWE, Edson. **Redução do Tempo de Preparação de Máquina: Um Estudo de Caso para uma Indústria Metal-Mecânica**. Anais do VIII Congresso Chileno de Engenharia Mecânica, Concepción, Chile, 27 a 30 de out. 1998.

15 - BOOGERT, R. M. **Tool Management in Computer Aided Process Planning**, Tese de Doutorado, University of Twent, Borne, Netherlands, 1994.

16 - BROWN, Charles R. **O ferramental de troca rápida contribui para a competitividade de indústrias**. *Revista Máquinas e Metais*, Aranda Editora, São Paulo, p. 50-89, jul. 1997.

17 - CAMPOS, Vicente Falconi. **TQC - Controle da Qualidade Total (No Estilo Japonês)**. Fundação Christiano Ottoni, Belo Horizonte, 5ª edição, 1992.

18 - CAMPOS, Vicente Falconi. **Gerência da Qualidade Total**. Fundação Christiano Ottoni, Belo Horizonte, 1ª edição, 1989.

19 - CHANDRA, P.; LI, S.; STAN, M. **Jobs and tool sequencing in na automated manufacturing environment**. *International Journal of Production Research*, v. 31, n. 12, p. 2911-2925, 1993.

20 - CHARNEY, Cyril. **Time to Market - Reducing Product Lead Time**. Society of Manufacturing Engineers - SME, Dearborn, 1991.

21 - CHUNG, C. H. **Planing Tool Requirements for flexible manufacturing systems**. *Journal of Manufacturing Systems*, v. 10, n. 6, p. 476-483, 1991.

22 - COLEMAN, P.; OZBAYRAK, M.; BELL, R. **Tool Management and Job Allocation in Flexible Machining Cells – Part 1: work-oriented strategies e Part 2: tool-oriented strategies**. *Journal of Engineering Manufacture*, v. 210, p. 405-427, 1996.

- 23 - CONSALTER, Luiz Airton. **Gerenciamento de Sistemas de Fixação de Peças em Processos de Fabricação por Usinagem**. Proposta de Trabalho de Tese, Universidade Federal de Santa Catarina – Departamento de Engenharia Mecânica, Florianópolis, nov. 1996.
- 24 - CONSALTER, Luiz Airton. **Pesquisa Qualitativa como Suporte ao Gerenciamento de Sistemas de Fixação de Peças**. Trabalho Parcial de Tese, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, abr. 1997.
- 25 - CONTADOR, José Celso. Produtividade Fabril I - Método para Rápido Aumento da Produtividade Fabril. **Revista Gestão & Produção**, v.1, n. 3, p. 217-238, dez. 1994.
- 26 - CONTADOR, José Celso. Produtividade Fabril II - Método para Rápido Aumento da Produtividade Fabril: Redução de Esperas Dentro do Ciclo da Operação. **Revista Gestão & Produção**, v. 2, n. 1, p. 25-37, abr. 1995, [a].
- 27 - CONTADOR, José Celso. Células de Manufatura. **Revista Produção**, v. 5, n. 1, p. 45-64, jul. 1995, [b].
- 28 - CONTADOR, José Celso. Produtividade Fabril III - Método para Rápido Aumento da Produtividade Fabril: Redução de Tempos Inativos e do Tempo de Espera do Material em Processo. **Revista Gestão & Produção**, v. 2, n. 2, p. 134-151, ago. 1995, [c].
- 29 - CORRÊA, Henrique Luiz. Flexibilidade nos Sistemas de Produção. **Revista de administração de empresas**, v. 33, n. 3, p. 22-35, mai./jun. 1993.
- 30 - CORRÊA, Henrique Luiz; GIANESI, Irineu G.N. **Just in Time, MRPII e OPT: Um Enfoque Estratégico**, 2ª edição, Editora Atlas, São Paulo, 1993.
- 31 - CRAPART, Jean-Calude; LECUCQ, Pascal. **Gerenciamento de Ferramentas: o que esperar de um software?** **Revista Máquinas e Metais**, Aranda Editora, p. 32-40, abr. 1994.
- 32 - DEMPSEY, P. A; DEMPSEY, A D. **Nursing Research with Basic Statistical Application**. 3. Ed, Jones and Bartlett Publishers, Boston, 1992.
- 33 - DICASILI, R.L. Job shops can use repetitive manufacturing methods to facilitate just-in-time production. **Industrial Engineering**, v. 18, n. 6, p. 48-52, jun. 1986.
- 34 - DOMAZET, D. The Automatic Tool Selection with the Production Rules Matrix Method. **Annals of the CIRP**, v. 39/1, p. 497-500, 1990.
- 35 - EVERSHEIM, W.; LENHART, M.; KATZY, B. Information Modelling for Technology Oriented Tool Selection. **Annals of the CIRP**, v. 43/1, p. 429-432, 1994.

36 - EVERSHEIM, W.; KALS, H.J.J.; KÖNIG, W.; VAN LUTTERVELT, C.-A.; MILBERG, J.; STORR, A.; TÖNSHOFF, H.K.; WECK, M.; WEULE, H.; ZDEBLICK, W.J. Tool Management: The Present and the Future. **Annals of the CIRP**, v. 40/2, p. 631-639, 1991.

37 - FORTULAN, Marcos Roberto. **O Chão de Fábrica e o Gerenciamento da Produção – com ênfase no gerenciamento de ferramentas**. Dissertação de Mestrado. Escola de Engenharia de São Carlos - USP, dez. 1996.

38 - FORTULAN, Marcos R.; RESENDE, Marino de O. O Gerenciamento de Ferramentas é importante dentro dos novos sistemas produtivos. **Revista Máquinas e Metais**, Aranda Editora, São Paulo, p. 111-119, jul. 1997.

39 - FRUTUOSO, José Wilson. **Setup**. Apostila SENAI Blumenau / SC. Curso Ministrado na Mannesmann Rexroth, jun. 1995.

40 - GIUSTI, F.; SANTOCHI M.; DINI, G. COATS: An Expert Module for Optimal Tool Selection. **Annals of the CIRP**, v. 35/1, p. 337-340, 1986.

41 - GIUSTI, F.; SANTOCHI, M.; DINI, G. An Integrated and Flexible System for Automatic Tool Assembly and Disassembly. **Annals of the CIRP**, v. 39/1, p. 29-32, 1990.

42 - GODOY, Arilda S. Introdução à Pesquisa Qualitativa e suas Possibilidades. **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v. 35, n. 2, p. 57-63, mar./abr. 1995 [a].

43 - GODOY, Arilda S. Pesquisa Qualitativa - Tipos Fundamentais. **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v. 35, n. 3, p. 20-29, mai./jun. 1995 [b].

44 - GÓMEZ, Arthur Togos; LORENA, Luiz Antonio N. Modelagem de Sistemas de Manufatura Flexíveis Considerando Restrições Temporais e a Capacidade do Magazine. **Revista Gestão e Produção**, v. 5, n.1, p. 69-80, abr. 1998.

45 - GONZÁLEZ, Isnardo J. **Uma Abordagem dos Aspectos Logísticos no Gerenciamento de Ferramentas de Usinagem**. Qualificação para Tese de Doutorado, UFSC, Florianópolis, 1995.

46 - GRAVEL, Y.P.; PRICE, W. L. Using kanban in a job shop environment. **International Journal of Production Research**. v. 26, n. 6, p. 1105-1118, 1998.

47 – GROOVER, Mikell P. **Automation Production Systems and Computer Integrated Manufacturing**. Prentice Hall, New Jersey, Englewood Cliffs, 1987.

48 - HALL, Robert. **Excelência na Manufatura**. 3. ed. São Paulo: IMAM, 1988.

- 49 – HARMON, Roy L.; PETERSON, Leroy D. **Reinventando a Fábrica – Conceitos Modernos de Produtividade Aplicados na Prática**. 1. ed. Rio de Janeiro: Editora Campus, 1991.
- 50 – HARMON, Roy L. **Reinventando a Fábrica II – Conceitos Modernos de Produtividade na Prática**. 1. ed. Rio de Janeiro: Editora Campus, 1993.
- 51 - HINDUJA, S.; BARROW, G. Sits – A Semi-Intelligent Tool Selection System for Turned Componentes. **Annals of the CIRP**, v. 42/1, p. 535-539, 1993.
- 52 - HOFFHERR, G.D.; YOUNG, N.W. **Equipes de Trabalho**. IMAM, São Paulo, 1ª edição, 1995.
- 53 - HONG, Jae-Dong; HAYYA, Jack C.; KIM, Seung-Lae. JIT Purchasing and Setup Reduction in an Integrated Inventory Model. **International Journal of Production Research**, v. 30, n. 2, p. 225 a 266, 1992.
- 54 - HUTCHINS, David. **Just in Time**. Editora Altas, 1ª edição, São Paulo, 1993.
- 55 - ISHIKAWA, Kaoru. **Controle de Qualidade Total à Maneira Japonesa**. Editora Campus: Rio de Janeiro, 2ª edição, 1993.
- 56 - KANNENBERG, Gustavo; ANTUNES Jr., José Antônio Valle. Proposta de uma Sistemática de Implantação de Troca Rápida de Ferramentas para Indústrias de Forma no Brasil. **Revista Produção**, v. 5, n. 1, p. 23-43, jul. 1995.
- 57 - LORINI, Flávio José. **Tecnologia de Grupo e Organização da Manufatura**. Editora da UFSC, 1ª ed., Florianópolis, 1993.
- 58 - MACCHIAROLI, R.; RIEMMA, S. Design of a tool management system in a flexible cell. **International Journal of Production Research**, v. 34, n. 3, p. 767-784, 1996.
- 59 - MAROPOULOS, P.G. Cutting Tool Selection: na intelligent methodology and its interfaces with technical and planning functions – part B. **Journal of Engineering Manufacture**. v. 206, p. 49-60, 1992.
- 60 - MARTENS, R.; DITTMER, H. ZOURDNUNG VON. Werkzeug und Werkzeugdaten. **VDI-Z**, v. 133, n. 4, p. 90-96, abr. 1991.
- 61 - MASON, Frederick. Computerized cutting tool management. **American Machinist**, p. 106-120, mai. 1986.
- 62 - MASON, Frederick. Cutting tools for the 90s. **American Machinist**, v. 135, n. 2, p. 43-48, fev. 1991. [a]

- 63 - MASON, Frederick. Getting control over tools is a trend. **American Machinist**. p. 45-49, may. 1991. [b]
- 64 - MASON, Frederick. Gerenciamento por Computador: mais benefícios que custos. **Revista Máquinas e Metais**, Aranda Editora, p. 66-78, fev. 1993.
- 65 - MINAYO, Maria Cecília de S. Quantitativo-Qualitativo: Oposição ou Complementaridade? **Caderno de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, p. 239-262, jul./set. 1993.
- 66 - MOTTA, Ricardo. A Busca da Competitividade nas Empresas. **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v. 35, n. 1, p. 12-16, mar/abr. 1995.
- 67 - MOURA, Reinaldo A. **Kanban: A Simplicidade do Controle da Produção**. 1ª edição, Instituto de Movimentação e Armazenagem de Materiais - IMAM, São Paulo, 1989.
- 68 - MOURA, Reinaldo; BANZATO, Eduardo. **Redução do Tempo de Setup – Troca Rápida de Ferramentas e Ajustes de Máquinas**. 1. ed. São Paulo: IMAM, 1996.
- 69 - PATTON, M. Q. **Qualitative Evaluation Methods**. 7. ed. Sage Publications Editor, Beverly Hills, California, 1986.
- 70 - PIMENTA JR., Tabajara. **Gerenciamento de Ferramentas por Computador**. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo – Escola de Engenharia de São Carlos, São Paulo, 1991.
- 71 - POLIT, D. F.; HUNGLER, B.P. **Fundamentos de Pesquisa em Enfermagem**. 3. Ed. Editora Artes Médicas, 1994.
- 72 - PROENÇA, Adriano. **Manufatura Integrada por Computador e Organização do Trabalho**. **Revista Produção**, v. 1, n. 2, p. 97-106, Rio de Janeiro, mar. 1991.
- 73 - PROENÇA, Adriano; NOGUEIRA, Andréa T.C.; SIMA, Arnaldo F.; ALMEIDA Filho, Ary P.; SCHEER, August W.; DANTAS, Eduardo H.G.P.; DESCHAMPS, Eduardo R.P.; ZERBONE, Ezio; OLIVEIRA, Geraldo L. M.; CAULLIRAUX, Heitor M.; OLIVEIRA, Marcelo G. de; SIMA, Reinaldo F.; ALCÂNTARA, Sérgio C. de; SILVA Filho, Sérgio J.M.da. **Manufatura Integrada por Computador**. Editora Campus, Rio de Janeiro, 1ª edição, 1995.
- 74 - QUEIROZ, Abelardo Alves de. **Apostila de aula da disciplina de Sistemas Produção**. Curso de Pós-Graduação em engenharia mecânica da UFSC, cópias heliográficas, 1997.

75 - ROZENFELD, Henrique; PIMENTA Jr., Tabajara. **Gerenciamento de Ferramentas voltado para a otimização da aplicação do ferramental**. Anais do XI Congresso Brasileiro de Engenharia Mecânica, São Paulo, p. 361-363, dez. 1991.

76 - SAINT-CHELY, J.; CRAPART, P.; LECUCQ, P.; HE, J. Codificação de Ferramentas: a base de um gerenciamento eficaz. **Revista Máquinas e Metais**, Aranda Editora, p. 30-35, São Paulo, set., 1992.

77 - SCHONBERGER, Richard. **Técnicas Industriais Japonesas: nove lições ocultas sobre a simplicidade**. São Paulo: Pioneira, 1989.

78 - SILVA, Itamar da; DURÁN, Orlando. Reduzindo os Tempos de Preparação de Máquinas em uma Fábrica de Autopeças. **Revista Máquinas e Metais**. Aranda Editora, São Paulo, p. 70-89, fev. 1998.

79 - SHANNON, Patrick. Métricas Comuns para toda a empresa. **Revista CQ-Qualidade**. São Paulo: p. 11-14, jul., 1997.

80 - SHINGO, Shigeo. **A Revolution in Manufacturing: The SMED System**. Cambridge, MA, Productivity Press, 1985.

81 - SHINGO, Shigeo. **A Study of the Toyota Production System - From an Industrial Engineering Viewpoint**. Productivity Press, Cambridge, MA, 1989.

82 - SHRENSKER, Warren L. **CIM: Computer Integrated Manufacturing: a working definition**. SME Blue Book Series, Society of Manufacturing Engineers, Dearborn, p. 2, 1990.

83 - SMIALEK, Mary Ann. O Sucesso Depende do Desempenho da Equipe. **Revista Banas Qualidade**, São Paulo, p. 8-12, dez., 1998.

84 - STEVAN, Marcelo S.; CURY, Guilherme F. **Gerenciamento de Ferramentas: Importância e Benefícios de um Sistema Especialista**. Palestra Técnica apresentada na FEIMAFE - Feira de Máquinas Ferramenta, Anhembi, São Paulo, 1997.

85 - STEVAN, Marcelo S.; SCHMIDT, Marco A. **Codificação de ferramentas**. Trabalho da Disciplina de pós graduação de Gerenciamento de Ferramentas, UFSC - Departamento de Engenharia Mecânica, 1997.

86 - TANI, Giovanni. Gerenciamento de Ferramentas em sistemas de manufatura equipados com máquinas CNC. **Revista Máquinas e Metais**, Aranda Editora, São Paulo, p. 46-57, dez., 1997.

- 87 - TREVINO, J.; HURLEY, B. J.; FRIEDRICH, W. A Mathematical Model for the Economic Justification of Setup Time Reduction. **International Journal of Production Research**, v. 31, n. 1, p. 191-202, 1993.
- 88 - TÖNSHOFF, H.K.; ERHAN, A; ROHDE, B. Marktübersicht Werkzeugidentificationssysteme. **VDI-Z**, v. 134, n. 1, p. 63-67, jan. 1992.
- 89 - TÖNSHOFF, H.K.; DITTMER, H. Object - Instead of Function Oriented Data Management for Tool Management as an Example Application. **Robotics & Computer Integrated Manufacturing**, v. 7, n. 1/2, 1990.
- 90 - VEERAMANI, D.; UPTON, D.; BARASH, M. Cutting Tool Management in Computer Integrated Manufacturing. **The International Journal of Flexible Manufacturing Systems**, v. 3/4, p. 237-265, 1992.
- 91 - _____. A identificação de ferramentas com etiquetas eletrônicas. **Revista Máquinas e Metais**, São Paulo, Aranda Editora, p. 16-24, fev. 1990.
- 92 - _____. **Equipes de Trabalho**. IMAM, São Paulo, 1ª edição, 1996.
- 93 - _____. **Making Manufacturing Cells Work**. Society of Manufacturing Engineers - SME, Dearborn, 1992.
- 94 - _____. **Produtividade e Qualidade no Piso de Fábrica**. 2ª edição, Instituto de Movimentação e Armazenagem de Materiais - IMAM, São Paulo, 1989.
- 95 - _____. Tool management seen as source of cost savings. **American Machinist**. p. 29-30, mai. 1994.
- 96 - _____. Com o SMED, os Tempos de Preparação de Máquinas Caem Vertiginosamente. **Revista Máquinas e Metais**, São Paulo, Aranda Editora, p.32-38, abr. 1998.
- 97 - _____. **Levantamento da Situação Atual da Organização, Documentação e Manipulação de Ferramentas na Mannesmann Rexroth**. Provector Soluções. Relatório de Visita. Florianópolis, CELTA, nov. 1997.

ANEXO 01

ANEXO 02

RELAÇÃO DE PREPARAÇÕES ACOMPANHADAS

Total Geral de Preparações Acompanhadas	406
--	------------

Produto	Máquina	Denominação	Nº Prepar.
MINI-FABRICA 1 / CÉLULA 1			
diversos	5110	produtos diferentes c/ 01 preparação	4
36868203	5110	Carcaça DR6	2
36339103	5110	Placa Paralela SM15	2
36292203	5110	Carcaça DZ6 DP	2
36289703	5110	Carcaça Z2S6	2
36035113	5110	Carcaça 4WE6-40	4
Total de Preparações Máquina 5110			16
diversos	5106	produtos diferentes c/ 01 preparação	5
36544703	5106	Carcaça Clark 28000	4
36470203	5106	Monobloco SM15	5
36440903	5106	Monobloco SM10	4
36423703	5106	Monobloco SM10	3
36357403	5106	Placa Entrada SM15	2
36351003	5106	Placa Paralela SM15	2
36339103	5106	Placa Paralela SM15	8
36116803	5106	Placa Entrada SM10	2
36020913	5106	Placa Paralela SM10	6
Total de Preparações Máquina 5106			41
diversos	5105	produtos diferentes c/ 01 preparação	4
36291403	5105	Carcaça ZDR10 DP	3
36287203	5105	Carcaça 4WEH16	4
36285903	5105	Carcaça 4WEH20	4
36074713	5105	Carcaça 4WEH10	3
36031713	5105	Carcaça 4WEH10	6
Total de Preparações Máquina 5105			24
Total de Preparações Acompanhadas - MF1			81
Total de Preparações Acompanhadas em uma ocasião apenas			13

Produto	Máquina	Denominação	Nº Prepar.
MINI-FABRICA 2 / CÉLULA 2			
diversos	5104	produtos diferentes c/ 01 preparação	29
36889203	5104	Carcaça SV/SL G 20-40	2
36889103	5104	Carcaça SV/SL P 20-40	2
36551203	5104	Carcaça SV/SL G 10-40	3
36551103	5104	Carcaça SV/SL P 10-40	3
36433703	5104	Placa G535	3
36293803	5104	Carcaça SM10/15	2
36285703	5104	Carcaça AF6	3
36237303	5104	Placa G342	6
36184803	5104	Placa Intermediária ZDBDS6	4
36106113	5104	Placa HSZ06	2
36089003	5104	Carcaça DBD10P	2
36086303	5104	Tampa Divisora de Fluxo G2	9
36069503	5104	Carcaça DBD6P	2
36068803	5104	Carcaça DBD6G	4
36068103	5104	Carcaça DBD20G	3
36068003	5104	Carcaça DBD10G	4
36027903	5104	Placa G341	2
36026703	5104	Placa G461	3
36024203	5104	Placa G156	2
Total de Preparações Acompanhadas Máquina 5104 / MF2			90
Total de Preparações Acompanhadas em uma ocasião apenas			29

Produto	Máquina	Denominação	Nº Prepar.
MINI-FABRICA 3 / CELULA 3			
diversos	5103	produtos diferentes c/ 01 preparação	3
36908303	5103	Tampa Traseira	4
36908203	5103	Flange A	2
36585103	5103	Carcaça G8	5
36540703	5103	Flange B	11
36536103	5103	Carcaça Clark 18000	4
36513403	5103	Flange Intermediária	6
36442003	5103	Flange Q	3
36417203	5103	Flange S	15
36403303	5103	Flange Intermediário Traseiro	5
36294403	5103	Carcaça V3 - 12	6
36294303	5103	Carcaça V3 - 40	11
36125603	5103	Tampa V3 - 40	3
36111103	5103	Flange	2
36092113	5103	Flange Intermediário G2	2
36089713	5103	Flange R	9
36088413	5103	Flange Dianteiro G2	3
Total de Preparações Máquina 5103			94
diversos	2314	produtos diferentes c/ 01 preparação	22
36944903	2314	Flange Dianteiro Especial	4
36595003	2314	Tampa V3 - 12	3
36560403	2314	Flange Intermediária Q	2
36540703	2314	Flange SAE B	10
36536203	2314	Tampa Clark G 18000	2
36513403	2314	Flange Intermediária	5
36499003	2314	Tampa V3 - 25	2
36484103	2314	Tampa V3 - 12	7
36484103	2314	Tampa V3 - 25	5
36482603	2314	Flange Dianteira G8	6
36442003	2314	Flange P	2
36417203	2314	Flange S	12
36404103	2314	Rotor A V3-25	3
36403303	2314	Flange Intermediária	2
36403203	2314	Flange Intermediária Traseira	2
36317303	2314	Tampa V3 - 30	8
36294403	2314	Carcaça V3 - 12	8
36294303	2314	Carcaça V3 - 25	11
36125603	2314	Tampa V3 - 40	5
36111103	2314	Flange	3
36108803	2314	Tampa V3	4
36092103	2314	Flange Intermediária G2	2
36089713	2314	Flange R	7
36083513	2314	Flange SAE A	2
36082713	2314	Flange Dianteiro	2
Total de Preparações Máquina 2314			141
Total de Preparações Acompanhadas - MF3			235
Total de Preparações Acompanhadas em uma ocasião apenas			25

ANEXO 03

Histograma de Análise das Atividades

Local: MF1

Atividade Genérica										Total	%	M
Máquina Nº	5105	5106	5110							por	x	É
Denominação	CU. NBH70	CU. NBH70	CU. NBH70							Ativida-	TOTAL	D
Data de Atualização	08/02/99	08/02/99	08/02/99							de (min.)		I
Tempo de Fabr. do lote (m) / lote												A
Procurar Documentos	88	1%	119	1%	45	1%				252	0,65	2,90
Enviar Programa	343	2%	260	2%	199	3%				802	2,06	9,22
Chamar Programa	415	3%	718	4%	119	2%				1252	3,21	14,39
Retirar Peças Lote Anterior	59	0%	90	1%	21	0%				170	0,44	1,95
Colocar Ferramentas	1049	7%	564	3%	146	2%				1759	4,52	20,22
Corrigir / Alterar Programa	807	5%	767	5%	389	5%				1963	5,04	22,56
Montar / Desmontar Dispositivo de Fixação	1179	8%	1736	11%	366	5%				3281	8,42	37,71
Passar Ferramentas	4695	31%	3329	20%	3306	46%				11330	29,09	130,23
Ausência / Falta / Espera de Ferramentas	187	1%	34	0%	93	1%				314	0,81	3,61
Procurar / Montar / Tirar Corretor de Ferram.	195	1%	153	1%	9	0%				357	0,92	4,10
Trocar Ferramenta Não Adequada	793	5%	490	3%	276	4%				1559	4,00	17,92
Conferir / Retirar Ferramenta do Magazine	60	0%	137	1%	64	1%				261	0,67	3,00
Colocar / Conferir Corretores (na máquina)	154	1%	142	1%	83	1%				379	0,97	4,36
Montar Peça no Dispositivo	60	0%	404	2%	75	1%				539	1,38	6,20
Medir Peças	1259	8%	736	4%	578	8%				2573	6,61	29,57
Apoio (Instrum. Medição, Empilhadeira)	148	1%	122	1%	214	3%				484	1,24	5,56
Operar Outras Máquinas	499	3%	832	5%	466	6%				1797	4,61	20,66
Limpeza da Máquina / Troca de Óleo / Manut.	658	4%	674	4%	359	5%				1691	4,34	19,44
Falores Aleatórios (Falta de Energia, Reunião)	1132	7%	575	3%	292	4%				1999	5,13	22,98
Ausência de Operador	1428	9%	4615	28%	145	2%				6188	15,89	71,13
Tempo Total de Preparação	15208	100%	16497	100%	7245	100%	0	0%	TOTAL DE PREP:	38950	100,00	447,70

Significados:

- Passar Ferramentas: rodar o programa, usinando, porém com velocidades reduzidas para detectar possíveis falhas na programação;
- Colocar Ferramentas: somente fixá-las no magazine da máquina;
- Ausência / Falta / Espera de Ferramentas: tempo destinado a aguardar afixação ou busca de nova ferramenta para prosseguir usinagem;
- Colocar / Conferir Corretores: atividade executada exclusivamente na máquina;
- Procurar / Montar / Tirar Corretores de Ferramentas: atividades executadas no almoxarifado de ferramentas;

Histograma de Análise das Atividades

Local: MF1

Máquina: 5105 + 5106 + 5110

Atividade Genérica	Produto						Total por Atividade (min.)	% TOTAL	M É D I A
	Máq. #	5105	5106	5110	C.U. NBH 70	C.U. NBH 70			
Denominação									
Data de Preparação		08/02/99	08/02/99		08/02/99				
emp. de fabric. do lote									
Procurar Documentos	37	2%	19	1%	16	1%	72	1,12	24,00
Enviar Programa	16	1%	64	4%	49	2%	129	2,01	43,00
Chamar Programa	62	3%	104	7%	48	2%	214	3,33	71,33
Encerantar / Retirar Peças Lote Anterior	5	0%	20	1%	0	0%	25	0,39	8,33
Colocar Ferramentas	136	6%	43	3%	37	2%	216	3,36	72,00
Corrigir / Alterar Programa	240	10%	153	10%	235	10%	628	9,77	209,33
Montar / Desmontar Dispositivo de Fixação	152	6%	129	8%	212	9%	493	7,67	164,33
Passar Ferramentas	619	26%	325	20%	379	16%	1323	20,59	441,00
Ausência / Falta / Espera de Ferramentas	17	1%	25	2%	455	19%	497	7,74	165,67
Procurar / Montar / Tirar Corretor de Ferram.	0	0%	50	3%	10	0%	60	0,93	20,00
Trocar Ferr. Não Adequada / Quebrada	144	6%	40	3%	71	3%	255	3,97	85,00
Conferir / Retirar Ferramenta do Magazine	10	0%	4	0%	5	0%	19	0,30	6,33
Colocar / Conferir Corretores (na máquina)	54	2%	6	0%	34	1%	94	1,46	31,33
Montar Peça no Dispositivo	75	3%	1	0%	42	2%	118	1,84	39,33
Medir Peças	246	10%	240	15%	582	24%	1068	16,62	356,00
Apoio (Instrum. Medição, Empilhadeira)	2	0%	0	0%	25	1%	27	0,42	9,00
Operar Outras Máquinas	152	6%	90	6%	0	0%	242	3,77	80,67
Limpeza da Máquina / Troca de Óleo / Manut.	65	3%	120	8%	237	10%	422	6,57	140,67
Fatores Aleatórios (Falta de Energia, Reunião)	53	2%	0	0%	0	0%	53	0,82	17,67
Ausência de Operador	315	13%	155	10%	0	0%	470	7,32	156,67
Tempo Total de Preparação	2400	100%	1588	100%	2437	100%	6425	100,00	2141,67
							TOTAL DE PREP	3	

Significados:

- Passar Ferramentas: rodar o programa, ushando, porém com velocidades reduzidas para detectar possíveis falhas na programação;
- Colocar Ferramentas: somente fixá-las no magazine da máquina;
- Ausência / Falta / Espera de Ferramentas: tempo destinado a aguardar afiação ou busca de nova ferramenta para prosseguir usinagem;
- Colocar / Conferir Corretores: atividade executada exclusivamente na máquina;
- Procurar / Montar / Tirar Corretores de Ferramentas: atividades executadas no almoxarifado de ferramentas;

Histograma de Análise das Atividades

Local: MF2

Máquina: 5104

Atividade Genérica		Produto		Tempo por Atividade (min)	% TOTAL	MÉDIA
Máq	Denominação	C.U. NH	70			
	Data de Preparação	08/02/99				
	Tempo de Fabr. do lote(nº do lote)					
Procurar Documentos		5	0%	5	0,15	5,00
Enviar Programa		27	1%	27	0,81	27,00
Chamar Programa		215	6%	215	6,47	215,00
Encertrar / Retirar Peças Lote Anterior		5	0%	5	0,15	5,00
Colocar Ferramentas		133	4%	133	4,00	133,00
Corrigir / Alterar Programa		217	7%	217	6,53	217,00
Montar / Desmontar Dispositivo de Fixação		763	23%	763	22,95	763,00
Passar Ferramentas		638	19%	638	19,19	638,00
Ausência / Falta / Espera de Ferramentas		80	2%	80	2,41	80,00
Procurar / Montar / Tirar Corretor de Ferram.		0	0%	0	0,00	0,00
Trocar Ferr. Não Adequada / Quebrada		125	4%	125	3,76	125,00
Conferir / Retirar Ferramenta do Magazine		112	3%	112	3,37	112,00
Colocar / Conferir Corretores (na máquina)		165	5%	165	4,96	165,00
Montar Peça no Dispositivo		1	0%	1	0,03	1,00
Medir Peças		550	17%	550	16,55	550,00
Apoio (Instrum. Medição, Empilhadeira)		155	5%	155	4,66	155,00
Operar Outras Máquinas		15	0%	15	0,45	15,00
Limpeza da Máquina / Troca de Óleo / Manut.		113	3%	113	3,40	113,00
Fatores Aleatórios (Falta de Energia, Reunião)		0	0%	0	0,00	0,00
Ausência de Operador		5	0%	5	0,15	5,00
Tempo Total de Preparação		3324	100%	3324	100,00	3324,00
		0	0%	0	0%	0,00
				TOTAL DE PREP.		3324

Significados:

- **Passar Ferramentas:** rodar o programa, usinando, porém com velocidades reduzidas para detectar possíveis falhas na programação;
- **Colocar Ferramentas:** somente fixá-las no magazine da máquina;
- **Ausência / Falta / Espera de Ferramentas:** tempo destinado a aguardar afiação ou busca de nova ferramenta para prosseguir usinagem;
- **Colocar / Conferir Corretores:** atividade executada exclusivamente na máquina;
- **Procurar / Montar / Tirar Corretores de Ferramentas:** atividades executadas no almoxarifado de ferramentas;

Histograma de Análise das Atividades

Local: MF3

Máquina: TODAS MF3

Atividade Genérica		Produto		Total por Atividade (min.)	% TOTAL	MÉDIA
Máquina Nº	Denominação	2314	5103			
TORNO CNC	CU. NBR#5					
Data de Atualização	08/02/99					
Tempo de Fabr. do lote/nº do lote						
Procurar Documentos		0	118	1%	118	0,31
Enviar Programa		817	215	1%	1032	2,71
Chamar Programa		882	658	3%	1540	4,05
Retirar Peças Lote Anterior		20	82	0%	102	0,27
Colocar Ferramentas		1368	1236	6%	2604	6,84
Corrigir / Alterar Programa		1016	1708	8%	2722	7,15
Montar / Desmontar Dispositivo de Fixação		6047	3505	17%	9552	25,10
Passar Ferramentas		2346	4793	23%	7139	18,76
Ausência / Falta / Espera de Ferramentas		105	254	1%	359	0,94
Procurar / Montar / Tirar Corretor de Ferram.		147	1498	7%	1645	4,32
Trocar Ferramenta Não Adequada		316	942	5%	1258	3,31
Conferir / Retirar Ferramenta do Magazine		67	156	1%	223	0,59
Colocar / Conferir Corretores (na máquina)		854	961	5%	1815	4,77
Montar Peça no Dispositivo		91	22	0%	113	0,30
Medir Peças		1347	3271	16%	4618	12,14
Apoio (Instrum. Medição, Empilhadeira)		1007	288	1%	1295	3,40
Operar Outras Máquinas		205	60	0%	265	0,70
Limpeza da Máquina / Troca de Óleo / Manut.		40	126	1%	166	0,44
Fatores Aleatórios (Falta de Energia, Reunião)		195	391	2%	586	1,54
Ausência de Operador		267	631	3%	898	2,36
Tempo Total de Preparação		17137	20913	100%	38050	100,00
				0	0%	145,23
					TOTAL DE PREP:	262

Significados:

- Passar Ferramentas: rodar o programa, usinando, porém com velocidades reduzidas para detectar possíveis falhas na programação;
- Colocar Ferramentas: somente fixá-las no magazine da máquina;
- Ausência / Falta / Espera de Ferramentas: tempo destinado a aguardar afiação ou busca de nova ferramenta para prosseguir usinagem;
- Colocar / Conferir Corretores: atividade executada exclusivamente na máquina;
- Procurar / Montar / Tirar Corretores de Ferramentas: atividades executadas no almoxarifado de ferramentas;

ANEXO 04

Módulo Engenharia Industrial – Planejamento

- 1) Descreva resumidamente as atividades, participação e influência do Planejamento nas operações de preparação de máquina. (Existem problemas ?).
- 2) Como funciona as atividades de envio do programa para a máquina e o recebimento do programa que estava na máquina. Qual a importância e necessidade desta tarefa? (Existem problemas ?).
- 3) Qual o procedimento adotado após o recebimento do programa da máquina, ou seja, após o recebimento de um programa que acabou de ser utilizado?
- 4) Qual o envolvimento ou influência do Planejamento com documentos (FPP do GEFER, programas, processos) durante uma preparação de máquina. Comente a existência ou não de alguma influência.
- 5) Baseado no seu conhecimento, como funciona e qual a importância da FPP para o andamento das preparações ? Existem ressalvas, restrições ou oposição quanto à sua utilização.
- 6) Quanto ao atendimento do que foi especificado na FPP, comente o que você tem constatado e suas possíveis influências positivas e negativas na preparação de máquinas.
- 7) Ao seu ver existem melhorias que poderiam ser efetivadas de modo que a FPP auxiliasse na redução do tempo de preparação de máquinas ?
- 8) Concentrando-se somente em ferramentas e dispositivos de fixação de ferramentas, qual a relação do Planejamento com o Almoxarifado de Ferramentas quanto a quantidades estocadas e/ou disponíveis.
- 9) Conforme constatado em acompanhamentos de preparações, existe uma atividade denominada "Passar Ferramentas" que tem sido responsável por uma grande parcela do tempo despendido no setup. No seu entendimento, quais seriam as razões ou causas que tem levado a esta constatação?
- 10) Existe algum posicionamento do Planejamento ao verificar que um programa foi enviado com alguma falha ou que o mesmo tenha sido alterado sem permissão ou conhecimento ? Como seu departamento reage a isto?
- 11) Ao seu ver, quais são as principais dificuldades que deveriam ser resolvidas para que o trabalho do Planejamento auxiliasse ainda mais na redução do tempo de preparação de máquinas? Você teria sugestões de melhorias ?

Módulo Engenharia Industrial – Afição, Desenvolvimento de Ferramentas e Almojarifado de Ferramentas

- 1) Durante uma preparação de máquina, você saberia dizer quais as principais dificuldades do seu setor no fornecimento de ferramental para a fábrica ?
- 2) Quais são seus procedimentos ao receber uma FPP (folha de preparação do produto) ? Quando você verifica que não pode atender aos itens da FPP, o que você faz? Comente com que frequência isto ocorre.
- 3) Descreva detalhadamente como você prepara as ferramentas e dispositivos e envia para as máquinas ?
- 4) Como são realizados os testes de novas ferramentas durante as preparações ? O Planejamento é informado para alterar o programa, é confeccionada nova FPP, o almojarife conhece e sabe montar esta nova ferramenta ?
- 5) No encerramento de um lote, quando as ferramentas são então trazidas para o almojarifado, quais são suas providências ?
- 6) Baseado na sua experiência, o que poderia ser mudado de maneira a melhorar as preparações ?
- 7) Você teria algo a comentar sobre pré-setagem de ferramentas ?

Módulo Operadores / Preparadores

- 1) Para iniciar esta entrevista, é importante o conhecimento de como é repassada a informação de que uma nova preparação deve ser iniciada e qual o produto será então fabricado. Ou seja, quais informações ou orientações são repassadas de maneira que o operador / preparador sabe que é hora de iniciar uma nova preparação.
- 2) Como se inicia uma nova preparação de máquina ? Quais são as atividades iniciais.
- 3) Toda vez que se inicia a preparação de um novo lote as ferramentas devem ser colocadas no magazine ? Se não, é realizada alguma verificação ou alguma ação de manutenção com as ferramentas já existentes ou fixadas no magazine? Existe alguma dificuldade na atividade de “colocar ferramentas” ?
- 4) Nos casos onde o ferramental permanece na máquina, este procedimento traz benefícios para a preparação?
- 5) Quando são feitas correções ou alterações no programa CNC, ou seja, quando você identifica a necessidade de uma correção? Isto é freqüente ? De que maneira estas correções são executadas e quais as atitudes tomadas para que não sejam repetidas as mesmas correções futuramente ? Que tipo de correção é mais freqüente ?
- 6) Em função de sua experiência, o que poderia ser feito para melhorar e evitar que programas errados ou desatualizados sejam fornecidos ?
- 7) Comente detalhadamente a atividade de Passar Ferramentas. Cite os aspectos positivos e os aspectos negativos desta atividade.(Por que esta atividade é executada ?)
- 8) No momento da preparação existe a disponibilização de todo o ferramental (ferramentas, dispositivos, IM) necessários e como ele é fornecido (disponibilizado)? Caso não, com qual freqüência isto ocorre e quais são suas providências?
- 9) Quando você verifica ou identifica que uma ferramenta não é adequada ou correta para aquela usinagem, ou seja, houve uma possível troca ? Quais são suas providências após esta verificação ? Quais os problemas que isto traz às preparações ?
- 10) Sobre o funcionamento e utilidade da folha de preparação do produto (FPP) gerada pelo sistema GEFER, comente as virtudes ou problemas da mesma.
- 11) Como e quando são fornecidas as ferramentas do almoxarifado de ferramentas ? Comente sobre a troca de informações entre o seu setor e o almoxarifado de ferramentas.

- 12) Quais são suas providências quando uma ferramenta quebra, ou está mal fixada ou é inadequada para o serviço em questão e o responsável pelo almoxarifado não está presente ou não pode lhe atender, durante a preparação. Existem casos onde é necessário procurar, montar e tirar corretor das ferramentas ? Comente sobre isto.
- 13) *Aproveitando sua experiência, gostaria de ouvir suas recomendações ou sugestões a respeito do fornecimento de ferramentas por parte do almoxarifado de ferramentas.(PERGUNTA CANCELADA)*
- 14) *Quais são suas providências quando ao iniciar a preparação de um novo lote você constata que algumas (ou todas) as ferramentas necessárias já estão fixadas no magazine. Existe alguma outra atividade que você necessite fazer para obter segurança antes de iniciar o trabalho ? (PERGUNTA OPCIONAL - FUNÇÃO DAS RESPOSTAS ANTERIORES)*
- 15) Existem duas atividades ligadas à transmissão dos dados que nós denominamos de "enviar programa" e "chamar programa". Comente algo sobre estas atividades.
- 16) De uma maneira bastante ampla, comente sobre dispositivos de fixação de peças. Nas suas preparações existem problemas ao lidar com estes ? Na sua opinião, o que poderia ser melhorado ?
- 17) Analisando somente para a atividade de setup (preparação), como funciona os serviços prestados por outros setores, como:
- a) da Garantia da Qualidade, através do fornecimento de instrumentos de medição, ou medição de peças, ou auxílio no esclarecimento de dúvidas.
 - b) do serviço de empilhadeira
 - c) da Manutenção
 - d) da Engenharia Industrial (planejamento)
 - e) da Afição (não almoxarifado de ferramentas)
 - f) da operação anterior (MF1 - UNIMAS)
- Faça comentários gerais a respeito de cada um.
- 18) Comente algo quando durante sua preparação você tem dificuldades com:
- a) documentos,
 - b) necessidade de operar outras máquinas,
- 19) De uma maneira geral, quais são as principais dificuldades que você acredita que existam e atrapalhem o andamento das preparações.
- 20) Com base na sua experiência, o que poderia ser realizado pela empresa para reduzir o tempo de preparação de máquinas.

- 21) Pergunta para a MF1 e MF2: Nos acompanhamentos que estamos executando, verificamos que grande parcela do tempo de preparação é destinado à atividade de "Passar Ferramentas". Você poderia comentar em detalhes esta tarefa e propor prováveis soluções para reduzir este tempo?
- 22) Pergunta para a MF2 e MF3: Nos acompanhamentos que estamos executando, verificamos que grande parcela do tempo de preparação é destinada à atividade de "Montar e Desmontar Dispositivo de Fixação". Quais são hoje suas maiores dificuldades para tratar com estes elementos e na sua concepção o que deveria ser mudado?
- 23) Pergunta para a MF3: Nos acompanhamentos que estamos executando, verificamos que parte do tempo é destinada à medição das peças. Comente algo sobre isto, detalhando como esta atividade é executada e se você tem condições de realizar esta tarefa adequadamente.

ANEXO 05

CATEGORIZAÇÃO DOS DADOS DO LEVANTAMENTO QUALITATIVO

ANÁLISE MF1

Baseada nas Entrevistas

ORIGEM	DIFICULDADES CONSTATADAS	OBSERVAÇÕES RETIRADAS	CONSEQUÊNCIAS
<p>CARGA MÁQUINA</p>	<ul style="list-style-type: none"> necessidade de confirmação quanto a validade da carga máquina apresentada no início de cada semana; interrupções na preparação de um produto para a entrada de outro; troca de lotes na metade da fabricação, o que impede uma organização sistemática da próxima preparação; 	<ul style="list-style-type: none"> uma nova preparação somente inicia quando são repassados os documentos do produto a ser executado; 	<ul style="list-style-type: none"> atraso no início da preparação das ferramentas no almoxarifado (execução das montagens); atraso repercute na atividade AUSÊNCIA / FALTA / ESPERA DE FERRAMENTAS;
<p>DOCUMENTOS</p>	<ul style="list-style-type: none"> discordância entre as informações citadas no processo, desenho e programa; processos de produtos similares sendo utilizados para cobrir a ausência do documento apropriado; plano de fabricação desatualizado, incompleto; 	<ul style="list-style-type: none"> importante o acerto da documentação durante a fabricação do lote em questão, para que na próxima preparação não hajam dúvidas ou sejam perdidas informações relevantes por esquecimento; importante utilizar cópias controladas que assegurem a validade da última revisão; impedir que correções manuscritas sejam efetivadas nos documentos controlados; sugestões de melhorias devem ser analisadas no momento em que o lote está sendo produzido, e não na fabricação de um lote futuro; 	<ul style="list-style-type: none"> atraso no início da preparação na atividade DOCUMENTOS; repercute em dúvidas quando da atividade de PASSAR FERRAMENTAS pela incerteza da validade dos dados apresentados;
<p>DISPOSITIVOS DE FIXAÇÃO DE FERRAMENTAS (SUPPORTES)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ausência de suportes para fixação obriga a retirada das ferramentas da máquina, aguardar a desmontagem, nova montagem e então recolocação na máquina para a finalização da preparação; há a necessidade de procurar em outras máquinas (MF's) o suporte adequado para a execução da montagem correta; os almoxarifados, quando constatam a falta de suportes, fornecem as ferramentas soltas para que o preparador desmonte uma montagem que não será utilizada e monte a ferramenta necessária; 	<ul style="list-style-type: none"> a ausência de suportes implica em perda de tempo no setup, pois as montagens não ficam ou não estão disponíveis quando do início de uma nova preparação. Há a necessidade de aproveitamento dos suportes que estavam em utilização para a nova preparação; os preparadores devem desmontar ou aguardar a desmontagem e aproveitamento do suporte faltante para então finalizar a preparação; 	<ul style="list-style-type: none"> atraso no início da preparação das ferramentas no almoxarifado (execução das montagens); atraso repercute na atividade AUSÊNCIA / FALTA / ESPERA DE FERRAMENTAS; a falta de suportes pode ainda obrigar a confecção de uma montagem diferente da especificada na FPP, gerando problemas na atividade TROCAR FERRAMENTA NÃO ADEQUADA; a falta de suportes incide também na atividade de PROCURAR / MONTAR E TIRAR CORRETOR DE FERRAMENTAS, devido a busca em outras MF's;
<p>DISPOSITIVOS DE FIXAÇÃO DE PEÇAS</p>	<ul style="list-style-type: none"> dispositivos não numerados; dispositivos semelhantes mas com pequenas divergências que fazem diferença na preparação; ausência de partes de dispositivos, como parafusos de fixação, porcas, etc.; dispositivos mal conservados, ou 	<ul style="list-style-type: none"> podem ocorrer variações em função da morsa utilizada, encostos utilizados; obriga que correções no programa sejam sempre efetuadas; nem todas as peças são fabricadas com o mesmo dispositivo. Há a necessidade de trocar torres e colocar dispositivos de 	<ul style="list-style-type: none"> prejudica a atividade de PASSAR FERRAMENTAS, uma vez que não há confiabilidade na aproximação ferramenta x dispositivo; requer correções no programa, aumentando o tempo consumido na atividade CORRIGIR / ALTERAR

<p>CORRETOR DAS FERRAMENTAS (PRESETAGEM)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • incertezas quanto ao corretor da ferramenta na máquina, obrigando a rodar o programa bloco a bloco (passar o programa); • incerteza se os pontos zero da máquina e do programa estão corretos; • corretor não é tirado no local correto; • incerteza quanto aos valores indicados pela máquina de pre-set; 	<ul style="list-style-type: none"> • os pontos zero são calculados pelos preparadores de forma estimada, conferindo com os pontos zero do programa; 	<ul style="list-style-type: none"> • a umidade de montagem do dispositivo na máquina, aliada a dificuldade de fixação das peças pelo elevado número de elementos de fixação, implica no tempo das atividades de MONTAR PEÇA NO DISPOSITIVO, RETIRAR PELAS DO LOTE ANTERIOR E MONTAR / DESMONTAR DISPOSITIVO DE FIXAÇÃO DE PEÇAS; • requer correções nos corretores das ferramentas, no caso a atividade de COLOCAR / CONFERIR CORRETORES; • requer um tempo maior destinado a medição das peças, haja vista que os corretores podem estar diferentes do planejado; • implica diretamente na atividade de PASSAR FERRAMENTAS, pois não há confiança na aproximação das ferramentas; • implica em outras atividades como: COLOCAR / CONFERIR CORRETORES, CORRIGIR / ALTERAR PROGRAMA, COLOCAR FERRAMENTAS (quando necessário retirar a ferramenta para conferir o corretor);
<p>SITUAÇÃO DAS FERRAMENTAS DE USINAGEM FORNECIDAS</p>	<ul style="list-style-type: none"> • incertezas quanto a qualidade da afiação das ferramentas; • ferramentas erradas (dimensional ou afiação incorreta) provenientes de fornecedores externos; • ferramentas fornecidas fixadas em dispositivos não adequados (mandril ao invés de pinça). Folha de montagem (FPP) não é obedecida por parte dos montadores (almoxarifes); • algumas vezes não existem as ferramentas indicadas na FPP; • ferramentas fornecidas para os preparadores desmontadas, isto é, sem o suporte necessário. Implica que o preparador procure em sua máquina ou em outras um suporte que atenda; • ausência de ferramentas indicadas no programa; 	<ul style="list-style-type: none"> • a afiação é verificada pelos preparadores no momento da colocação da ferramenta no magazine; 	<ul style="list-style-type: none"> • implica em TROCAR FERRAMENTA NÃO ADEQUADA; • consequentemente, as atividades de PROCURAR / MONTAR / TIRAR CORRETOR DAS FERRAMENTAS, AUSÊNCIA / FALTA / ESPERA POR FERRAMENTAS, CONFERIR / RETIRAR FERRAMENTA DO MAGAZINE, PASSAR FERRAMENTAS e COLOCAR / CONFERIR CORRETORES;
<p>TRANSMISSÃO DO PROGRAMA</p>	<ul style="list-style-type: none"> • problemas de conexão dos cabos do DNC em outra MF; • o micro do Planejamento às vezes não aceita o envio do programa da máquina; • problemas de funcionamento do DNC (gerais); • é necessário rodar o programa bloco a bloco porque podem existir problemas de programação, como avanços rápidos (G00), recuos, etc.; 	<ul style="list-style-type: none"> • algumas vezes o programa enviado para o Planejamento só chega pela metade; • há a necessidade de verificação para certificar se o programa chegou (completo) no planejamento; 	<ul style="list-style-type: none"> • atrasos nas atividades de CHAMAR E ENVIAR PROGRAMA;
<p>PROGRAMA</p>			<ul style="list-style-type: none"> • implica diretamente na atividade de PASSAR FERRAMENTAS; • tempo gasto com pessoal de APOIO (no caso, Planejamento / Eng^a Industrial);

	<ul style="list-style-type: none"> • ferramenta por falta, desconhece-se os dados de corte para a nova ferramenta; quando há a falta de uma ferramenta e a substituta atua diferentemente, devem ser feitas algumas alterações no programa; • necessidade de corrigir o programa via teclado da máquina, manualmente; • preparações executadas com base em cópias (folhas) de programa alteradas (rascunhadas, rascunhadas) pela inexistência de cópias controladas ou atualizadas. Também para conhecimento de outras opções quando inexistente a ferramenta indicada inicialmente; • programas atualizados na máquina são enviados para o Planejamento via DNC, porém em algumas ocasiões não transformada a extensão .RED; • alterações no programa são efetuadas e não registradas (por esquecimento, muitas vezes). A folha do programa permanece na máquina, porém diferente do programa na memória; • pontos zero diferentes da última preparação; • ponto zero da máquina diferente do ponto zero do preset; • inexistência de critérios ou limites permitidos para os preparadores alterarem os programas; • não comunicam a quebra de ferramentas para facilitar o controle do estoque do almoxarifado; • não empregam sistematicamente o cartão de novas preparações ou desconhecem como utilizá-lo; • testes de ferramentas são realizados porém os programas permanecem com as informações diferentes em relação ao par tipo(s) de ferramenta(s) x dados de corte; • ausência de controle de informações a respeito do local de armazenamento e quantidades das ferramentas; • informações sobre os locais de armazenamento estão desatualizadas; • falta de controle de acessórios para manutenção das ferramentas como calços, parafusos, etc.; • desconhecimento de como montar e regular certas ferramentas; • diferenças no conhecimento de cada preparador permite que alguns façam 		<p>preparadores para corrigir o programa e adequar à nova ferramenta substituta;</p>
<p>PREPARADORES</p>			<ul style="list-style-type: none"> • implicam em atrasos nas atividades de aquisição de ferramentas, impedindo que as ferramentas adequadas sejam montadas, atrasando na atividade de PASSAR FERRAMENTAS devido a troca por ferramenta não prevista;
<p>PLANEJAMENTO / ENG. INDUSTRIAL</p>			<ul style="list-style-type: none"> • implica em atrasos na atividade de PASSAR FERRAMENTAS;
<p>ALMOXARIFADO DE FERRAMENTAS</p>			<ul style="list-style-type: none"> • implica em atrasos na atividade de FALTA / ESPERA DE FERRAMENTAS;
<p>QUALIFICAÇÃO / GRAU DE HABILIDADE DOS</p>			<ul style="list-style-type: none"> • implica em CORRIGIR/ALTERAR PROGRAMA, PASSAR FERRAMENTAS;

<p>DISPONIBILIDADE DE FERRAMENTAS</p>	<ul style="list-style-type: none"> • a indisponibilidade de ferramentas acarreta em alterações não esperadas no programa; • acarreta também a busca por ferramentas substitutas pelos operadores ou almoxarifates durante a preparação; 		<ul style="list-style-type: none"> • implica em PASSAR FERRAMENTAS E FALTA / ESPERA DE FERRAMENTAS;
<p>FPP</p>	<ul style="list-style-type: none"> • às vezes não indica o local correto para tirar o corretor da ferramenta; • incerteza quanto ao comprimento das ferramentas que devem ser montadas; • informações da FPP não são iguais a da folha do programa; • croqui de fixação não indica a posição correta do ponto onde o dispositivo deve ser preso na morsa (valor) ou torre (ex.: dispositivo para SM10 e SM15); • não informa o local onde a ferramenta fica armazenada no almoxarifado; • a marcação (X) que os preparadores fazem na FPP antes do envio para o almoxarifado pode corresponder a intenção de necessidade ou não de determinadas montagens. Depende do critério de cada preparador; 	<ul style="list-style-type: none"> • para as ferramentas que são montadas no almoxarifado antes da preparação, o corretor é anotado à lápis na FPP. Em outras preparações, este valor deverá ser apagado e colocado o novo; 	<ul style="list-style-type: none"> • implica na atividade de PASSAR FERRAMENTAS; • implica no fornecimento de ferramentas totalmente desnecessárias;

CATEGORIZAÇÃO DOS DADOS DO LEVANTAMENTO QUALITATIVO

ANÁLISE MF2

Baseada nas Entrevistas

ORIGEM	DIFICULDADES CONSTATADAS	OBSERVAÇÕES RETIRADAS	CONSEQUÊNCIAS
CARGA MÁQUINA	<ul style="list-style-type: none"> necessidade de confirmação quanto a validade da carga máquina apresentada no início de cada semana; interrupções na preparação de um produto para a entrada de outro; troca de lotes na metade da fabricação, o que impede uma organização sistemática da próxima preparação; ausência de suportes para fixação obriga a retirada das ferramentas da máquina, aguardar a desmontagem, nova montagem e então recolocação na máquina para a finalização da preparação; há a necessidade de procurar em outras máquinas (MF's) o suporte adequado para a execução da montagem correta; 	<ul style="list-style-type: none"> uma nova preparação somente inicia quando são repassados os documentos do produto a ser executado; a ausência de suportes implica em perda de tempo no setup, pois as montagens não ficam ou não estão disponíveis quando do início de uma nova preparação. Há a necessidade de aproveitamento dos suportes que estavam em utilização para a nova preparação; existem 2 máquinas que empregam o mesmo tipo de suporte, sendo que a máquina 5103 fica com montagens paradas sem utilização; 	<ul style="list-style-type: none"> atraso no início da preparação das ferramentas no almoxarifado (execução das montagens); atraso repercute na atividade AUSÊNCIA / FALTA / ESPERA DE FERRAMENTAS; atraso no início da preparação das ferramentas no almoxarifado (execução das montagens); atraso repercute na atividade AUSÊNCIA / FALTA / ESPERA DE FERRAMENTAS; a falta de suportes pode ainda obrigar a confecção de uma montagem diferente da especificada na FPP, gerando problemas na atividade TROCAR FERRAMENTA NÃO ADEQUADA; a falta de suportes incide também na atividade de PROCURAR / MONTAR E TIRAR CORRETOR DE FERRAMENTAS, devido a busca em outras MF's;
DISPOSITIVOS DE FIXAÇÃO DE PEÇAS	<ul style="list-style-type: none"> existem folgas que variam nas diferentes montagens, requerendo correções nos corretores do programa; dispositivos complicados para montar e desmontar em função da quantidade de parafusos e necessidade de retirá-los totalmente do alojamento; não existem todos os dispositivos para todos os produtos; 	<ul style="list-style-type: none"> podem ocorrer variações em função da morsa utilizada, encostos utilizados; obriga que correções no programa sejam sempre efetuadas; nem todas as peças são fabricadas com o mesmo dispositivo. Há a necessidade de trocar torres e colocar dispositivos de fixação especiais e vice-versa; 	<ul style="list-style-type: none"> prejudica a atividade de PASSAR FERRAMENTAS, uma vez que não a confiabilidade na aproximação ferramenta x dispositivo; requer correções no programa, aumentando o tempo consumido na atividade CORRIGIR / ALTERAR PROGRAMA; a dificuldade de montagem do dispositivo na máquina, aliada a dificuldade de fixação das peças pelo elevado número de elementos de fixação, implica no tempo das atividades de MONTAR PEÇA NO DISPOSITIVO, RETIRAR PELAS DO LOTE ANTERIOR E MONTAR / DESMONTAR DISPOSITIVO DE FIXAÇÃO DE PEÇAS; requer correções nos corretores das ferramentas, no caso a atividade de COLOCAR / CONFERIR CORRETORES; requer um tempo maior destinado a medição das peças, haja vista que os corretores podem estar diferentes do planejado;

<p>(PRESETAGEM)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • rodar o programa bloco a bloco (passar o programa); • incerteza se os pontos zero da máquina e do programa estão corretos; • corretor não é tirado no local correto; 	<p>preparadores de forma estimada, conferindo com os pontos zero do programa;</p> <p style="text-align: center;">3</p>	<ul style="list-style-type: none"> • implica em outras atividades como: COLOCAR / CONFERIR CORRETORES, CORRIGIR / ALTERAR PROGRAMA, COLOCAR FERRAMENTAS (quando necessário retirar a ferramenta para conferir o corretor); 	<p>SITUAÇÃO DAS FERRAMENTAS DE USINAGEM FORNECIDAS</p>	<ul style="list-style-type: none"> • incertezas quanto a qualidade da afiação das ferramentas; • ferramentas erradas (dimensional ou afiação incorreta) provenientes de fornecedores externos; • ferramentas fornecidas fixadas em dispositivos não adequados (mandril ao invés de pinça); • algumas vezes não existem as ferramentas indicadas na FPP; 	<ul style="list-style-type: none"> • a afiação é verificada pelos preparadores no momento da colocação da ferramenta no magazine; 	<ul style="list-style-type: none"> • implica em TROCAR FERRAMENTA NÃO ADEQUADA; • consequentemente, as atividades de PROCURAR / MONTAR / TIRAR CORRETOR DAS FERRAMENTAS, AUSÊNCIA / FALTA / ESPERA POR FERRAMENTAS, CONFERIR / RETIRAR FERRAMENTA DO MAGAZINE, PASSAR FERRAMENTAS e COLOCAR / CONFERIR CORRETORES;
<p>TRANSMISSÃO DO PROGRAMA</p>	<ul style="list-style-type: none"> • problemas de conexão dos cabos do DNC em outra MF; • o micro do Planejamento às vezes não aceita o envio do programa da máquina; • sub-programa que deve também ser enviado; • problemas de funcionamento do DNC (gerais); 	<ul style="list-style-type: none"> • algumas vezes o programa enviado para o Planejamento só chega pela metade; • há a necessidade de verificação para certificar se o programa chegou (completo) no planejamento; 	<ul style="list-style-type: none"> • atrasos nas atividades de CHAMAR E ENVIAR PROGRAMA; 				
<p>PROGRAMA</p>	<ul style="list-style-type: none"> • é necessário rodar o programa bloco a bloco porque podem existir problemas de programação, como avanços rápidos (G00), recuos, etc.; • quando há a necessidade de trocar uma ferramenta por falta, desconhece-se os dados de corte para a nova ferramenta; 		<ul style="list-style-type: none"> • implica diretamente na atividade de PASSAR FERRAMENTAS; • tempo gasto com pessoal de APOIO (no caso, Planejamento / Eng^a Industrial); 				
<p>FPP</p>	<ul style="list-style-type: none"> • às vezes não indica o local correto para tirar o corretor da ferramenta; • incerteza quanto ao comprimento das ferramentas que devem ser montadas; • croquis de fixação não são suficientemente detalhados para facilitar as atividades de preparação do dispositivo de fixação de peças; 	<ul style="list-style-type: none"> • quanto mais detalhado o croqui de fixação, maior a certeza do preparador que a peça montada no mesmo encontra-se no ponto certo, referenciado no programa; 	<ul style="list-style-type: none"> • implica na atividade de PASSAR FERRAMENTAS; 				

CATEGORIZAÇÃO DOS DADOS DO LEVANTAMENTO QUALITATIVO

ANÁLISE MF3

Baseada nas Entrevistas

ORIGEM	DIFICULDADES CONSTATADAS	OBSERVAÇÕES RETIRADAS	CONSEQUÊNCIAS
<p>DISPOSITIVOS DE FIXAÇÃO DE FERRAMENTAS (SUPORTES)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ausência de suportes para fixação obriga a retirada das ferramentas da máquina, aguardar a desmontagem, nova montagem e então recolocação na máquina para a finalização da preparação; há a necessidade de procurar em outras máquinas (máquina 5104 - MF2) o suporte adequado para a execução da montagem correta; 	<ul style="list-style-type: none"> a ausência de suportes implica em perda de tempo no setup, pois as montagens não ficam ou não estão disponíveis quando do início de uma nova preparação. Há a necessidade de aproveitamento dos suportes que estavam em utilização para a nova preparação; existem 2 máquinas que empregam o mesmo tipo de suporte, sendo que a máquina 5103 fica com montagens paradas sem utilização; os suportes do torno ficam no próprio local de trabalho, não havendo maiores problemas de troca; 	<ul style="list-style-type: none"> atraso no início da preparação das ferramentas no almoxarifado (execução das montagens); atraso repercute na atividade AUSÊNCIA / FALTA / ESPERA DE FERRAMENTAS; a falta de suportes pode ainda obrigar a confecção de uma montagem diferente da especificada na FPP, gerando problemas na atividade TROCAR FERRAMENTA NÃO ADEQUADA; a falta de suportes incide também na atividade de PROCURAR / MONTAR E TIRAR CORRETOR DE FERRAMENTAS, devido a busca em outras MF's;
<p>DISPOSITIVOS DE FIXAÇÃO DE PEÇAS</p>	<ul style="list-style-type: none"> dispositivos complicados para montar e desmontar em função da quantidade de parafusos e necessidade de retirá-los totalmente do alojamento; necessidade de retirar a torre no centro de usinagem em função do tipo de produto, requerendo ajustes quando da recolocação; dispositivos de difícil manuseio, pesados, requerendo o emprego de empilhadeiras para auxílio na troca, por exemplo a troca de placas no torno 2314; 	<ul style="list-style-type: none"> nem todas as peças são fabricadas com o mesmo dispositivo. Há a necessidade de trocar torres e colocar dispositivos de fixação especiais e vice-versa; há necessidade de troca constante das placas de 2 ou 3 castanhas devido a inexistência de castanhas especiais; 	<ul style="list-style-type: none"> a dificuldade de montagem do dispositivo na máquina, aliada a dificuldade de fixação das peças pelo elevado número de elementos de fixação, implica no tempo das atividades de MONTAR PEÇA NO DISPOSITIVO, RETIRAR PELAS DO LOTE ANTERIOR E MONTAR / DESMONTAR DISPOSITIVO DE FIXAÇÃO DE PEÇAS; requer um tempo extra para retirar e trocar a placa, necessitando a busca de empilhadeiras, influenciando na atividade de MONTAR / DESMONTAR DISPOSITIVO DE FIXAÇÃO; requer correções nos corretores das ferramentas, no caso a atividade de COLOCAR / CONFERIR CORRETORES; requer um tempo maior destinado a medição das peças, haja vista que os corretores podem estar diferentes do planejado;
<p>CORRETOR DAS FERRAMENTAS (PRESETAGEM)</p>	<ul style="list-style-type: none"> incertezas quanto ao corretor da ferramenta na máquina, obrigando a rodar o programa bloco a bloco (passar o programa), para o centro de usinagem; necessidade, para o caso do torno, de tirar o corretor na máquina; 		<ul style="list-style-type: none"> implica diretamente na atividade de PASSAR FERRAMENTAS, pois não há confiança na aproximação das ferramentas; implica em outras atividades como: COLOCAR / CONFERIR CORRETORES, CORRIGIR / ALTERAR PROGRAMA, COLOCAR FERRAMENTAS (quando necessário retirar a ferramenta para conferir o corretor);

	<ul style="list-style-type: none"> • o micro do Planejamento às vezes não aceita o envio do programa da máquina; • sub-programa que deve também ser enviado; • problemas de funcionamento do DNC (gerais); 	<ul style="list-style-type: none"> • há a necessidade de verificação para certificar se o programa chegou (completo) no planejamento; • há necessidade de verificar se a conexão esta funcionando ou ligá-la em todas as preparações, pois quando da utilização do DNC em outra MF a ligação é interrompida; 	<p>ENVIAR PROGRAMA;</p>
<p>FERRAMENTAS ADEQUADAS</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ocorrência do fornecimento de ferramentas inadequadas devido a falta em estoque; • ferramentas montadas incorretamente devido a falta de FPP's para muitos produtos; 	<ul style="list-style-type: none"> • para a linha de bombas, o sistema GEFERII não está sendo utilizado, impedindo a emissão de FPP's; 	<ul style="list-style-type: none"> • incide em problemas na atividade de PASSAR FERRAMENTAS, devido a incerteza da performance da ferramenta substituída; • havendo problemas da ferramenta durante o uso, requer a necessidade de troca, repercutindo na atividade de TROCAR FERRAMENTA NÃO ADEQUADA;
<p>PROGRAMA</p>	<ul style="list-style-type: none"> • é necessário rodar o programa bloco a bloco porque podem existir problemas de programação, como avanços rápidos (G00), recuos, etc.; • quando há a necessidade de trocar uma ferramenta por falta, desconhece-se os dados de corte para a nova ferramenta; 		<ul style="list-style-type: none"> • implica diretamente na atividade de PASSAR FERRAMENTAS; • tempo gasto com pessoal de APOIO (no caso, Planejamento / Eng^a Industrial);

ANEXO 06

ORIGEM	PROBLEMA PRINCIPAL (CAUSA GERADORA)	PROPOSTAS APRESENTADAS	AÇÕES EXECUTADAS
CARGA MÁQUINA	<ul style="list-style-type: none"> ausência de sistemática no planejamento da carga máquina; kanbans com número elevado de peças; 	<ul style="list-style-type: none"> desenvolver, no início de cada semana, uma relação dos produtos a serem fabricados no período de 7 dias. Atualizações ou alterações na lista somente podem ser efetivadas a partir do terceiro produto em espera para produzir; reavaliação dos kanbans para tamanhos menores, de modo a evitar a ocupação elevada da máquina; 	<ul style="list-style-type: none"> criado a Carga Máquina Semanal, onde em função dos dados da Central de Pedidos (PCP), é idealizada a programação de produção semanal de acordo com as necessidades de reposição de estoques; kanbans serão reavaliados periodicamente para verificar se estão de acordo com o consumo do mercado e disponibilidade de ocupação da máquina;
DISPOSITIVOS DE FIXAÇÃO DE FERRAMENTAS (SUPORTES)	<ul style="list-style-type: none"> quantidade de suportes insuficiente aliada a má distribuição de suportes entre as máquinas que os utilizam; 	<ul style="list-style-type: none"> verificar quais suportes estão fixos na máquina porém sem utilização devido a produtos desativados; centralizar a guarda de suportes montados no almoxarifado de ferramentas; se necessário, adquirir novos suportes; 	<ul style="list-style-type: none"> retrados dispositivos sem utilização ou com pouca utilização, porém fixos na máquina, após avaliação dos produtos que continuam em fabricação; o almoxarifado de ferramentas fica responsável em centralizar e disponibilizar as montagens requeridas; solicitada a compra de dispositivos faltantes ou descartados por motivo de quebra;
DISPOSITIVOS DE FIXAÇÃO DE PEÇAS	<ul style="list-style-type: none"> dispositivos antigos, com tempo de utilização elevado; 	<ul style="list-style-type: none"> definir local de guarda dos dispositivos e seus componentes (parafusos, porcas, etc.); iniciar o controle de localização de dispositivos e seus componentes no GEFERIII; realçar as características particulares de cada dispositivo, incluindo-as nos croquis de fixação; projetar e revisar dispositivos. Reformar quando passível de execução; 	<ul style="list-style-type: none"> definido prateleiras de guarda dos dispositivos por grupo de máquinas; cadastramento no sistema GEFERIII dos dispositivos versus produtos aplicáveis, juntamente com seus componentes auxiliares; croquis de fixação das peças e montagem do dispositivo no palete da máquina mais detalhados, ou criados quando da inexistência;
CORRETOR DAS FERRAMENTAS (PRESETAGEM)	<ul style="list-style-type: none"> ausência de sistemática para calibrar a máquina de pre-set; ponto zero das máquinas não ajustado aos pontos zero do programa; local de tirar o corretor não está definido na FPP; 	<ul style="list-style-type: none"> criar uma sistemática para verificação periódica da calibragem da máquina de pre-set; ajustar pontos zero da máquina com o pre-set; definir no GEFERIII o local para correto para tirar o corretor; 	<ul style="list-style-type: none"> sistemizado que diariamente e após interrupções de energia o preset será referenciado e calibrado; nas manutenções periódicas ou corretivas, as máquinas serão ajustadas nos seus pontos zero de acordo com o preset, padronizando-as; folhas de preparação de produtos (FPP's) detalharam um ou mais locais de referência onde o corretor foi baseado;
SITUAÇÃO DAS FERRAMENTAS DE USINAGEM FORNECIDAS	<ul style="list-style-type: none"> ausência de sistemática para verificação do estado das ferramentas após a usinagem de um lote; ausência de controle de ferramentas especiais adquiridas; falta de sistemática em seguir o especificado na FPP por parte 	<ul style="list-style-type: none"> sistemizar a análise das ferramentas após a desmontagem dos suportes; utilizar o GEFERIII para controle das ferramentas especiais adquiridas; treinar os almoxarifés; sistemizar inspeção de recebimento de ferramentas especiais adquiridas; 	<ul style="list-style-type: none"> ferramentas fixas, ou reaproveitadas em nova preparação, são verificadas 100% antes do início da usinagem. Atividade executada pelo preparador; criada instrução da qualidade para inspeção de ferramentas especiais no recebimento de materiais; almoxarifés treinados a não fornecerem ferramentas desmontadas;

	<p>TRANSMISSÃO DO PROGRAMA</p> <ul style="list-style-type: none"> • problemas funcionais no DNC; • DNC antigo; • sistema de fiação muito longo e improvisado para a transferência dos dados; 	<ul style="list-style-type: none"> • estudo proposta para substituir o DNC por um microcomputador móvel ou utilização dos micros da Central de Pedidos ; 	<p>a não aceitarem o fornecimento de ferramental nestas condições;</p> <ul style="list-style-type: none"> • sistema GEFERIII controlará as ferramentas especiais, de elevado custo; • DNC's substituídos por 3 microcomputadores que atendem a todas as máquinas das 3 mini-fábricas. Operação sob responsabilidade dos operadores e preparadores; • criada uma instrução de trabalho para orientar o uso e impedir a perda de informações otimizadas de programação por uso inadequado;
<p>PROGRAMA</p>	<ul style="list-style-type: none"> • programas otimizados continuam sofrendo alterações e requerendo atualizações; • ausência de troca de informações entre fábrica e planejamento; • ausência de critérios para a alteração do programa por parte dos preparadores; 	<ul style="list-style-type: none"> • estudo para definir limites para correção dos programas na máquina; • serão colocados dados de corte alternativos nos programas para utilização quando da ausência da ferramenta previamente indicada; • favorecer a troca de informação entre engenharia industrial e produção no momento em que surgem as dúvidas durante a preparação; 	<ul style="list-style-type: none"> • operadores e preparadores ficarão responsáveis no repasse de informações para a otimização da documentação do produto (programa, FPP, croquis, etc.); • as otimizações serão executadas antes do início da fabricação do item selecionado, ou seja, durante o período de preparação com o acompanhamento da engenharia industrial; • outras dúvidas que surjam durante a fabricação serão sanadas neste período (de preparação); • à medida que forem sendo otimizados, os programas conterão dados informativos complementares, como limite de alteração no programa dos corretores, dados de corte alternativos, ferramentas alternativas, etc.; • os programas conterão informações adicionais para adequar o programa a uma ferramenta substituta. Alterações profundas somente com a participação dos programadores;
<p>FPP</p>	<ul style="list-style-type: none"> • FPP não otimizada, padronizada e revisada para a condição atual de usinagem; • ausência de sistemática de troca de informações entre operadores e almoxarifades; 	<ul style="list-style-type: none"> • para cada nova preparação será repassado a documentação com cópias controladas, revisadas e otimizadas nos pontos deficientes; • alteração no leiaute da FPP no sistema GEFERIII para impedir erro na troca de informações; 	<ul style="list-style-type: none"> • FPP + programa + croquis serão repassados somente com cópias controladas pelo Planejamento / Engenharia Industrial; • na medida do possível, todas as FPP's serão revisadas e otimizadas, antes ou durante a execução da preparação; • FPP do GEFERIII terá campos complementares contendo informações para os almoxarifades;
<p>DOCUMENTOS</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ausência de documentos com cópias controladas e otimizadas; • documentos com excesso de alterações manuscritas, planos muito complexos; • troca do sistema de dados de gerenciamento da empresa (Magnus); 	<ul style="list-style-type: none"> • para produção, somente serão enviadas cópias controladas para assegurar a validade da última revisão efetuada; • as Centrais de Produção informarão com antecedência a produção de novos itens ou de itens sem a documentação completa para que a engenharia industrial tenha tempo hábil de fornecer; • simplificação dos planos de trabalho; • sistematizar as revisões; 	<ul style="list-style-type: none"> • FPP + desenhos + folha do programa + croquis de fixação serão repassados somente com cópia controladas pelo Planejamento / Engenharia Industrial; • a produção deverá ser sempre baseada em documento único, destinado somente ao produto em questão, o qual será mais simples e padronizado; • após a produção do item, os documentos são enviados para a engenharia industrial para completar as revisões não efetivadas durante a fase produtiva; • as correções na documentação serão efetivadas sempre que possível no momento da fabricação do lote em questão;

	<p>de informações entre os setores;</p> <ul style="list-style-type: none"> ausência de sistemática para solicitação de preparações para a hora prevista para início da preparação; 	<p>informações entre os preparadores do mesmo setor e com os outros setores da fábrica;</p> <ul style="list-style-type: none"> utilizar o cartão de solicitação de preparação de ferramental em função da hora prevista para início da preparação; 	<p>reuniões rápidas para esclarecimento da situação em que se encontra a produção;</p> <ul style="list-style-type: none"> criada sistemática para comunicação e requisição de ferramentas quebradas ou inadequadas; o emprego do cartão de solicitação de preparação funcionará como requisito de preparação de ferramentas, sendo apresentado com uma antecedência de 3 horas;
<p>PLANEJAMENTO / ENGENHARIA INDUSTRIAL</p>	<ul style="list-style-type: none"> ausência de sistemática para o teste de ferramentas novas; 	<ul style="list-style-type: none"> definir regras para o teste de ferramentas e formas de atualização da documentação em função da aprovação da nova ferramenta; 	<p>* definido que ferramentas somente serão testadas durante a produção do lote, nunca na preparação. Caso a ferramenta seja aprovada, toda a documentação deverá ser atualizada no momento em que o lote ainda estiver em produção, através de cópias controladas;</p>
<p>ALMOXARIFADO DE FERRAMENTAS</p>	<ul style="list-style-type: none"> sistema de gerenciamento GEFERII obsoleto. Informações não atualizadas na transferência da fábrica; falta de treinamento dos almoxarifates; 	<ul style="list-style-type: none"> implementar o sistema GEFERIII; treinar almoxarifates; 	<ul style="list-style-type: none"> cadastrar todas os dados relativos a meios de produção no sistema GEFERIII, utilizando para gerenciar estas informações; a engenharia industrial será responsável em periodicamente treinar os almoxarifates para novas ferramentas ou para reciclagem de conhecimentos;
<p>QUALIFICAÇÃO DOS PREPARADORES</p>	<ul style="list-style-type: none"> falta de experiência na função; 	<ul style="list-style-type: none"> treinar e acompanhar os preparadores mais novos; 	<ul style="list-style-type: none"> preparadores mais experientes serão responsáveis pelas preparações dos colaboradores mais jovens, repassando informações e orientando sobre a melhor forma de proceder;
<p>DISPONIBILIDADE DE FERRAMENTAS</p>	<ul style="list-style-type: none"> ausência de controle de estoques; 	<ul style="list-style-type: none"> controlar estoques através de quantidades mínimas necessárias; 	<ul style="list-style-type: none"> utilizar o sistema GEFERIII para o controle de estoques e informação da necessidade de aquisição de ferramentas;

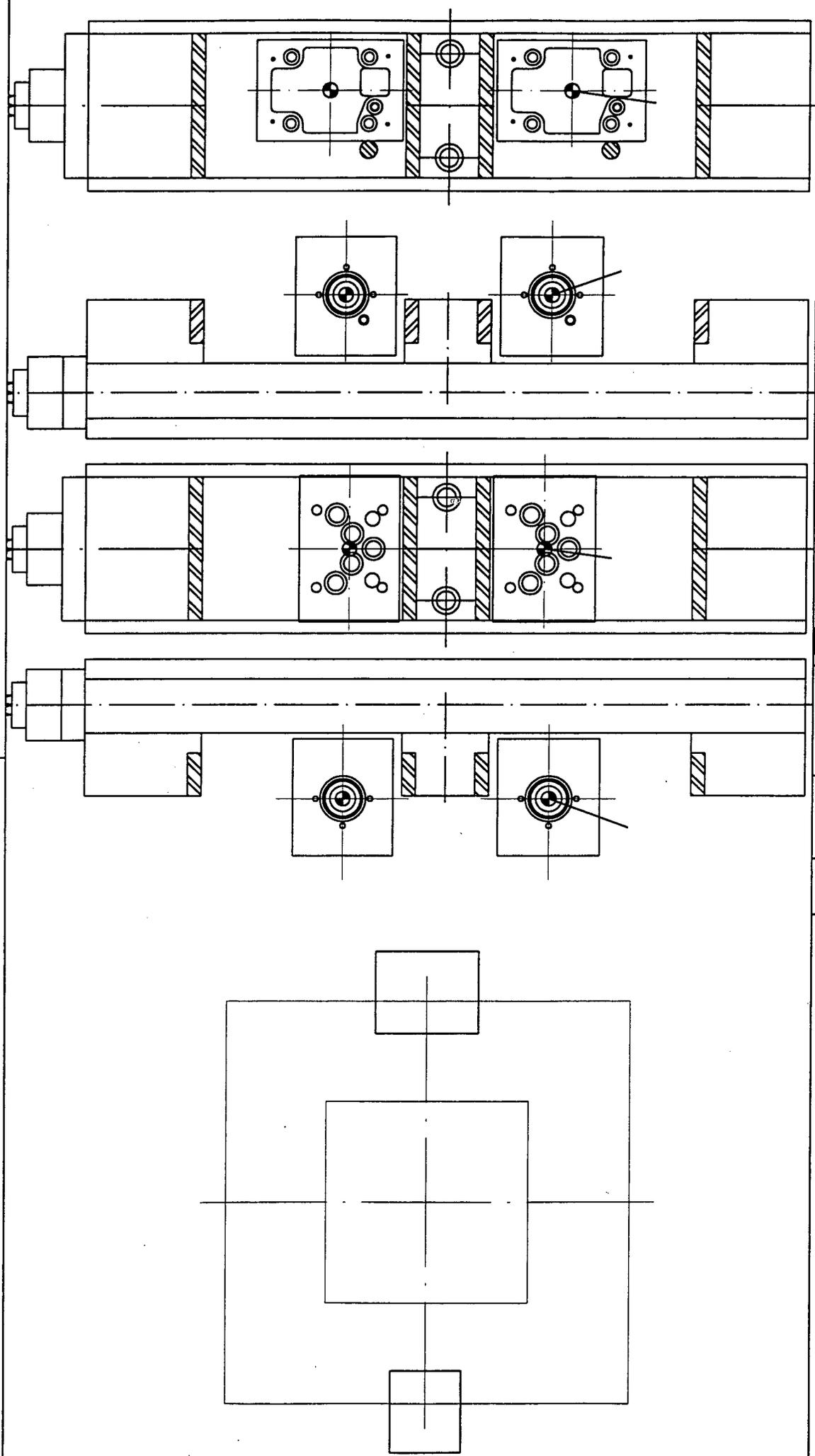
ORIGEM	PROBLEMA PRINCIPAL (CAUSA GERADORA)	PROPOSTAS APRESENTADAS	AÇÕES EXECUTADAS
CARGA MÁQUINA	<ul style="list-style-type: none"> ausência de sistemática no planejamento da carga máquina; 	<ul style="list-style-type: none"> iniciar estudo para regularizar o atendimento dos kanbans. Planejar a usinagem dos pré-usinados de maneira a otimizar o emprego dos dispositivos de fixação; elaborar uma relação de produtos a serem usinados semanalmente. Atualizações ou alterações somente podem ser efetivadas a partir do terceiro produto em espera para produzir; 	<ul style="list-style-type: none"> criada a Carga Máquina Semanal, onde em função dos dados da Central de Pedidos (PC), é elaborada a programação de produção semanal;
DISPOSITIVOS DE FIXAÇÃO DE FERRAMENTAS (SUPPORTES)	<ul style="list-style-type: none"> quantidade de suportes insuficiente aliada a má distribuição de suportes entre as máquinas que os utilizam; 	<ul style="list-style-type: none"> elaborar um levantamento dos principais suportes necessários para a MF2 (via GEFERIII); levantar, via GEFERIII, a quantidade total de suportes, bem como tipos existentes; elaborar outras atividades enquanto o almoxarife prepara as novas montagens, como preparar o dispositivo de fixação de peças; compra de novos suportes; 	<ul style="list-style-type: none"> efetivado levantamento dos principais suportes utilizados, com base nas FPP's do GEFERII e GEFERIII; somente serão mantidas montagens fora da máquina dos suportes com excedente; adquirido novos suportes; durante a preparação das montagens, o preparador deve instalar o dispositivo de fixação das peças, ou outras atividades necessárias que somente podem ser executadas com a máquina parada;
DISPOSITIVOS DE FIXAÇÃO DE PEÇAS	<ul style="list-style-type: none"> dispositivos sem controle de manutenção, relacionamento a um produto, identificação ou projeto/planejamento; ausência de planejamento na utilização de diferentes tipos de dispositivos em função do produto a ser usinado em determinado período; dispositivos (mordentes) não práticos quanto à atividade de montar e desmontar (necessidade de retirar todos os parafusos para soltá-los); 	<ul style="list-style-type: none"> através de um planejamento melhor da carga máquina, programar a usinagem semanal de peças que empreguem apenas o dispositivo de fixação "torre" (atualmente, há considerável perda de tempo na troca de dispositivos fixos para torres com morsas); verificar, analisar e solicitar melhorias nos mordentes dos produtos onde a documentação encontra-se em estágio de otimização mais avançada; solicitar a numeração dos encostos laterais e inclusão destes números na FPP; projetar novos dispositivos e otimizar os existentes, criando rasgos para facilitar a retirada sem a necessidade de soltar os parafusos completamente; 	<ul style="list-style-type: none"> conforme forem otimizados os produtos, será solicitada à Engª Industrial a otimização dos elementos de fixação de peças; testes de otimização realizados com alguns mordentes indicaram a viabilidade da proposta. Projeto de novos mordentes foi encaminhado à engenharia industrial; mordentes foram modificados para facilitar a montagem, através da criação de rasgos que facilitam favorecem a desmontagem sem a necessidade de retirada dos parafusos; encaminhada à engenharia industrial a confecção dos dispositivos de fixação faltantes; recuperação e melhoria de alguns dispositivos em estado de conservação precário;
CORRETOR DAS FERRAMENTAS (PRESETAGEM)	<ul style="list-style-type: none"> ausência de sistemática para calibrar a máquina de preset; ponto zero das máquinas não ajustado aos pontos zero do programa; local de tirar o corretor não está definido na FPP; 	<ul style="list-style-type: none"> criar uma sistemática para verificação periódica da calibragem da máquina de preset; ajustar pontos zero da máquina com o preset; 	<ul style="list-style-type: none"> sistemizado que diariamente e após interrupções de energia o preset será referenciado e calibrado; nas manutenções periódicas ou corretivas, as máquinas serão ajustadas de acordo com o preset;

<p>DE USINAGEM FORNECIDAS</p>	<p>verificação do estado das ferramentas após a usinagem de um lote;</p> <ul style="list-style-type: none"> ausência de controle de ferramentas especiais adquiridas; falta de sistemática em seguir o especificado na FPP por parte dos almoxarifades; 	<ul style="list-style-type: none"> desmontagem dos suportes; utilizar o GEFERIII para controle das ferramentas especiais adquiridas; treinar os almoxarifades; 	<p>máquina, todas as ferramentas estão sendo verificadas quanto a integridade de afiação e conservação;</p> <ul style="list-style-type: none"> sistema GEFERIII auxiliará no controle da situação e emprego das ferramentas de corte mais importantes (rastreadibilidade); treinamento dos almoxarifades para efetivarem as montagens de acordo com o especificado;
<p>TRANSMISSÃO DO PROGRAMA</p>	<ul style="list-style-type: none"> problemas funcionais no DNC; 	<ul style="list-style-type: none"> substituir o DNC por um microcomputador móvel ou utilização dos micros da Central de Pedidos; 	<ul style="list-style-type: none"> substituído os DNC's por 3 microcomputadores que atenderão toda a fábrica;
<p>PROGRAMA</p>	<ul style="list-style-type: none"> programas otimizados continuam sofrendo alterações e requerendo atualizações; ausência de troca de informações entre fábrica e planejamento; 	<ul style="list-style-type: none"> reavaliar conforme utilização os programas dos produtos que continuarão em produção; estudo para definir limites para correção dos programas na máquina; serão colocados dados de corte alternativos nos programas para utilização quando da ausência da ferramenta previamente indicada; incluir informações / comentários no programa para auxiliar os preparadores; 	<ul style="list-style-type: none"> operadores e preparadores ficarão responsáveis no repasse de informações para a otimização da documentação do produto (programa, FPP, croquis, etc.); as otimizações serão executadas antes do início da fabricação do item selecionado; outras dúvidas que surjam durante a fabricação serão sanadas neste período (de fabricação); correções na documentação serão efetuadas durante a preparação, através da disponibilização de cópias controladas;
<p>FPP</p>	<ul style="list-style-type: none"> FPP não otimizada (revisada) para a condição atual de usinagem; 	<ul style="list-style-type: none"> reavaliar e otimizar as FPP's para os itens onde a produção continuará; 	<ul style="list-style-type: none"> FPP + programa + croquis serão repassados somente com cópias controladas pelo Planejamento; reavaliar FPP conforme os itens forem produzidos;

ORIGEM	PROBLEMA PRINCIPAL (CAUSA GERADORA)	PROPOSTAS APRESENTADAS	AÇÕES EXECUTADAS
DISPOSITIVOS DE FIXAÇÃO DE FERRAMENTAS (SUPPORTES)	<ul style="list-style-type: none"> quantidade de suportes insuficiente aliada a má distribuição de suportes entre as máquinas que os utilizam; 	<ul style="list-style-type: none"> elaborar um levantamento dos principais suportes necessários para a MF2 e MF3 (via GEFERIII); levantar, via GEFERIII, a quantidade total de suportes, bem como tipos existentes; compra de novos suportes; 	<ul style="list-style-type: none"> efetivado levantamento dos principais suportes utilizados, com base nas FPP's do GEFERII e GEFERIII; somente serão mantidas montagens fora da máquina dos suportes com excedente; adquirido novos suportes;
DISPOSITIVOS DE FIXAÇÃO DE PEÇAS	<ul style="list-style-type: none"> dispositivos sem controle de manutenção, relacionamento a um produto, identificação ou projeto/planejamento; ausência de planejamento na utilização de diferentes tipos de dispositivos em função do produto a ser usinado em determinado período; 	<ul style="list-style-type: none"> projetar novos dispositivos e otimizar os existentes, criando rasgos para facilitar a retirada sem a necessidade de soltar os parafusos completamente; confeccionar castanhas especiais para evitar a troca de placas no torno; 	<ul style="list-style-type: none"> recuperação e melhoria de alguns dispositivos em estado de conservação precário; em projeto novos dispositivos para emprego no centro de usinagem; desenvolvidas castanhas especiais para evitar a troca de placas;
CORRETOR DAS FERRAMENTAS (PRESETAGEM)	<ul style="list-style-type: none"> ausência de sistemática para calibrar a máquina de preset; ponto zero das máquinas não ajustado aos pontos zero do programa; local de tirar o corretor não está definido na FPP; ausência de um sistema de preset específico para ferramentas de torneiar; 	<ul style="list-style-type: none"> criar uma sistemática para verificação periódica da calibragem da máquina de preset; ajustar pontos zero da máquina com o preset; 	<ul style="list-style-type: none"> sistemizado que diariamente e após interrupções de energia o preset será referenciado e calibrado; nas manutenções periódicas ou corretivas, as máquinas serão ajustadas de acordo com o preset;
FERRAMENTAS ADEQUADAS	<ul style="list-style-type: none"> ausência de controle de estoque de ferramentas; ausência de FPP para orientar os almoxarifades na montagem mais adequada; 	<ul style="list-style-type: none"> controlar o estoque mínimo de ferramentas através do sistema GEFERIII; implementar as FPP's do sistema GEFERIII; 	<ul style="list-style-type: none"> sistema GEFERIII controlará o estoque mínimo de ferramentas, informando quando da necessidade de compra; as FPP's para a linha de bombas serão emitidas pelo sistema GEFERIII;
TRANSMISSÃO DO PROGRAMA	<ul style="list-style-type: none"> problemas funcionais no DNC; 	<ul style="list-style-type: none"> substituir o DNC por um microcomputador móvel ou utilização dos micros da Central de Pedidos; 	<ul style="list-style-type: none"> substituído os DNC's por 3 microcomputadores que atenderão toda a fábrica;
PROGRAMA	<ul style="list-style-type: none"> programas otimizados continuum sofrendo alterações e requerendo atualizações; ausência de troca de 	<ul style="list-style-type: none"> reavaliar conforme utilização os programas dos produtos que continuarão em produção; estudo para definir limites para correção dos programas na máquina; 	<ul style="list-style-type: none"> operadores e preparadores ficarão responsáveis no repasse de informações para a otimização da documentação do produto (programa, FPP, croquis, etc.);

	planejamento;	<p>nos programas para utilização quando da ausência da ferramenta previamente indicada;</p> <ul style="list-style-type: none">• incluir informações / comentários no programa para auxiliar os preparadores;	<p>fabricação do item selecionado;</p> <ul style="list-style-type: none">• outras dúvidas que surjam durante a fabricação serão sanadas neste período (de fabricação);• correções na documentação serão efetuadas durante a preparação, através da disponibilização de cópias controladas;
--	---------------	--	---

ANEXO 07



Desen. 18/08/98 M. A. Soares

Data Nome

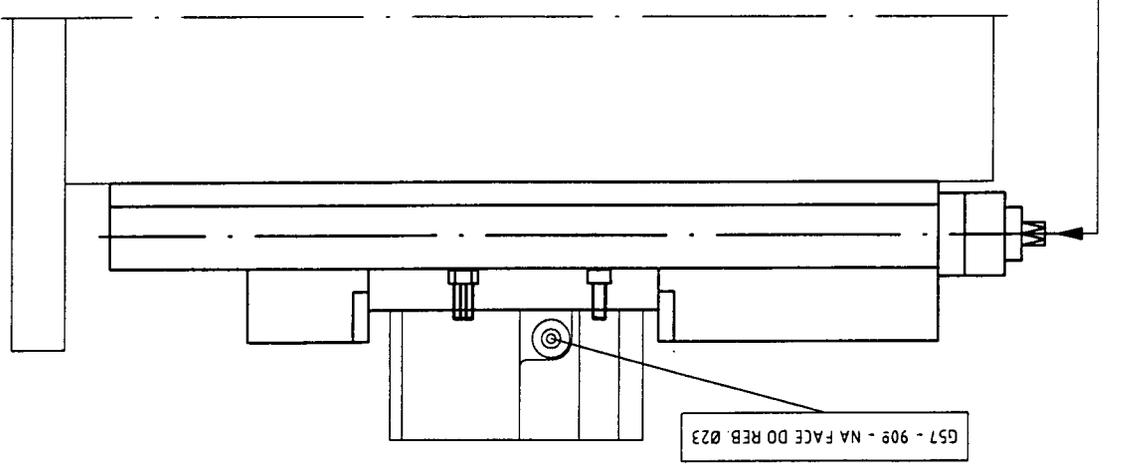
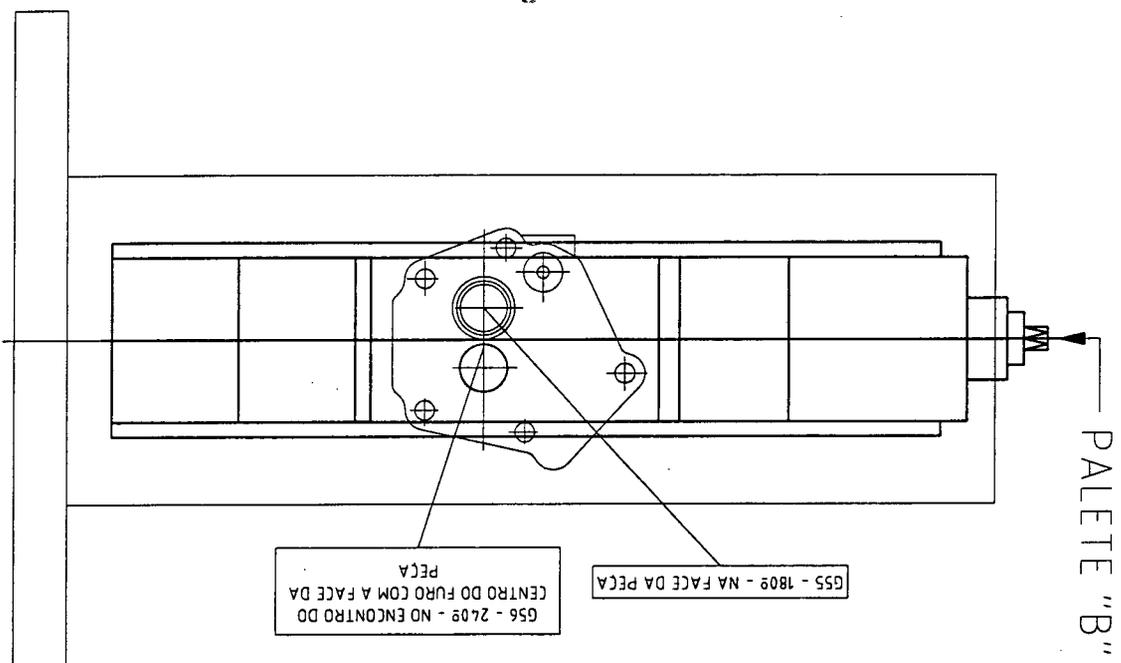
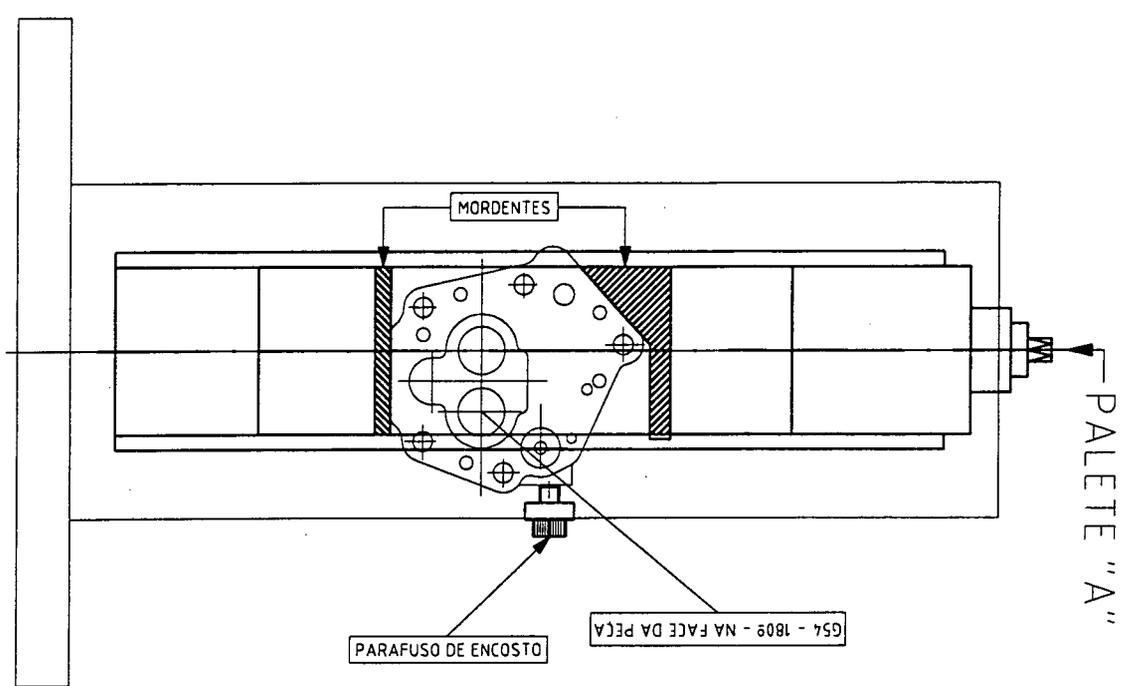
engineering
**Mannesmann
Rexroth**

Denominação: Carcaça 4WE10 32
 Desenho: 164.1007 / 02
 Código: 36031713
 Programa: %5105003.dnc

DISPOSITIVO: 2x - TORRE 7.08522.68-0

- 7.50660.68-1

2x - MORSA DSS100



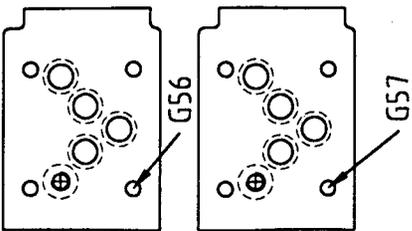
Desen.	20/11/98	M.S. Soares
	Data	Nome
Índ.	Nome	Data



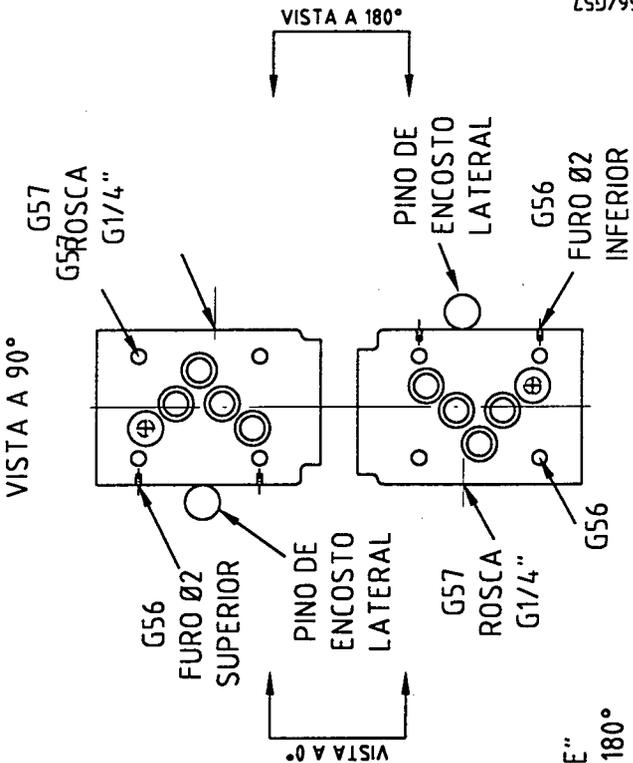
Denominação: Carçaça Bomba Clark G18000
 Desenho: 000.899.41-1 / 03
 Código: 36536103
 Programa: L5103638.dnc

FOLHA
1/1

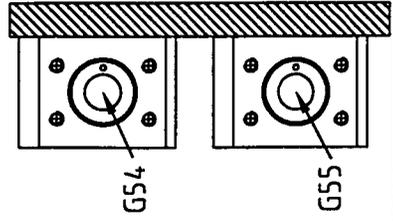
SEGUNDA FIXAÇÃO
FACE "A"
VISTA A 270°



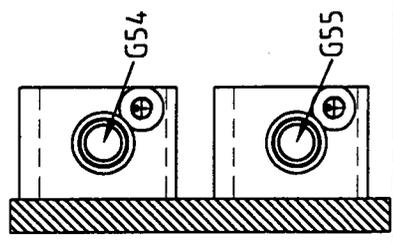
PRIMEIRA FIXAÇÃO
FACE "C"
VISTA A 90°



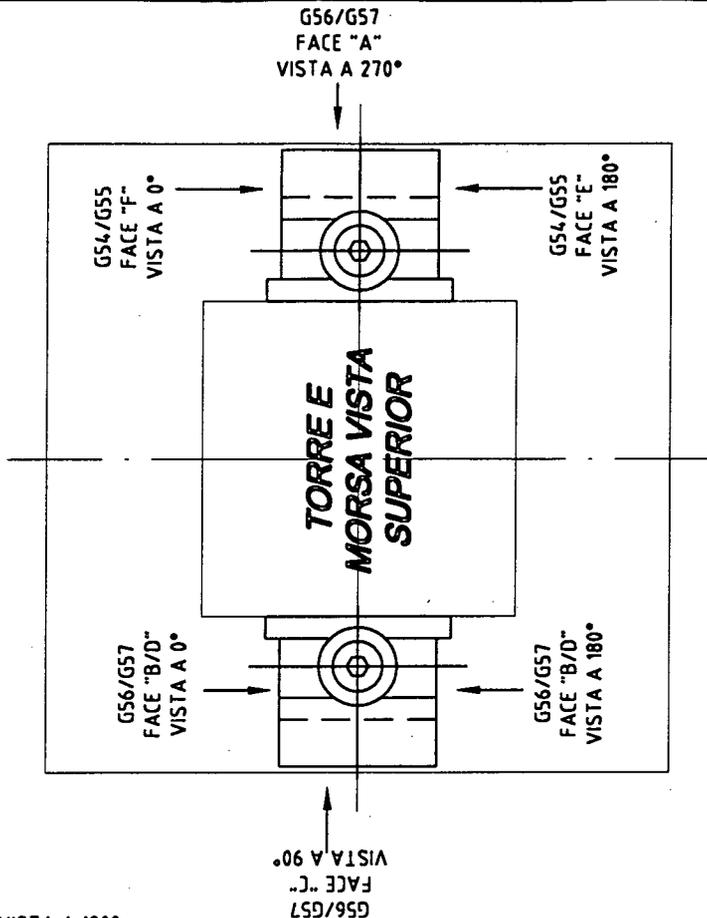
FACE "F"
VISTA A 0°



FACE "E"
VISTA A 180°



- OBS.: NA PRIMEIRA
FIXAÇÃO USAR PINO DE
ENCOSTO LATERAL Ø15
X 25 compr.
- TORRE 7.08522.68-0 (2x)
 - MORSA DSS100 (4x)
 - PLACAS 7.50578.68-1



Desen. 31/03/98 M.A. Soares

~~Data Nome~~

mannesmann
engineering
Rexroth
Engenharia Industrial - Pomerode - S.C.

Denominação: Carcaça ZDR100P
Desenho: 1.166.977 / 01
Código: 36291403
Programa: %5105010.dnc

PRODUTO

Arquivo: d:\planej\iam\Cronui Auto Cad\51051\%5105010.dwg

ANEXO 08

ACOMPANHAMENTO DO TEMPO DE SETUP

TEMPO DE PREPARAÇÃO IDEAL

MF1 - Válvulas Hidráulicas

$$t_{ideal} = (n1 \times t1) \times 1,25 + tp + n1 \times t3 + td + tm + tmd + tcf + tdp$$

onde:

n1 = número de ferramentas

t1 = tempo de troca da ferramenta automaticamente

para Nbh-65 = 25 segundos (0,41 min)

para Nbh-70 = 35 segundos (0,58 min)

1,25 = constante que considera rodar o programa bloco a bloco

t3 = tempo de colocação da ferramenta no magazine

adotado constante de 20 segundos (0,33 min) por ferramenta

tp = tempo de enviar e chamar programa

adotado constante de 6 minutos para as máquinas 5105, 5106 e 5110

td = tempo de preparação do dispositivo de fixação de peças

adotado média das preparações acompanhadas

tm = tempo de montagem das peças no dispositivo na primeira

fixação. Adotado constante de 1 minuto para as máquinas 5105, 5106 e 5110

tmd = tempo de medição das peças do primeiro ciclo

adotado constante de 10 minutos

tcf = tempo de conferência do operador

adotado tempo de 10 minutos

tdp = tempo de despreparação (máquina parada)

MÁQ	PRODUTO	n1	t1	tp	t3	td	tm	tmd	tcf	tdp	tempo ideal
5	36031513	13	0,58	6	0,33	44	1	10	10	10	94,72
1	36291003	20	0,58	6	0,33	44	1	10	10	10	102,10
1	36290203	26	0,58	6	0,33	44	1	10	10	10	108,43
0	36868203	22	0,58	6	0,33	44	1	10	10	10	104,21

5	36031713	18	0,58	6	0,33	20	1	10	10	10	75,99
1	36074713	23	0,58	6	0,33	20	1	10	10	10	81,27
0	36287203	33	0,58	6	0,33	20	1	10	10	10	91,82
5	36285903	23	0,58	6	0,33	20	1	10	10	10	81,27
	36291403	28	0,58	6	0,33	20	1	10	10	10	86,54
	36291303	28	0,58	6	0,33	20	1	10	10	10	86,54

5	36083103	13	0,58	6	0,33	43	1	10	10	10	93,72
1	36470203	15	0,58	6	0,33	43	1	10	10	10	95,83
0	36339103	10	0,58	6	0,33	43	1	10	10	10	90,55
6	36357403	9	0,58	6	0,33	43	1	10	10	10	89,50
	36423703	17	0,58	6	0,33	43	1	10	10	10	97,94
	36116803	9	0,58	6	0,33	43	1	10	10	10	89,50

TEMPO DE PREPARAÇÃO IDEAL

$$t_{ideal} = (n1 \times t1) \times 1,25 + tp + n1 \times t3 + td + tm + tmd + tcf + tdp$$

onde:

n1 = número de ferramentas

t1 = tempo de troca da ferramenta automaticamente

para Nbh-65 = 25 segundos (0,41 min)

para Nbh-70 = 35 segundos (0,58 min)

1,25 = constante que considera rodar o programa bloco a bloco

t3 = tempo de colocação da ferramenta no magazine

adotado constante de 20 segundos (0,33 min) por ferramenta

tp = tempo de enviar e chamar programa

adotado constante de 6 minutos para máquina 5104

td = tempo de preparação do dispositivo de fixação de peças

adotado média de todas preparações acompanhadas

tm = tempo de montagem das peças no dispositivo na primeira

fixação. Adotado constante de 1 minuto para 5104

tmd = tempo de medição das peças do primeiro ciclo

adotado constante de 10 minutos

tcf = tempo de conferência do operador

adotado tempo de 10 minutos

MF2 - Válvulas Hidráulicas

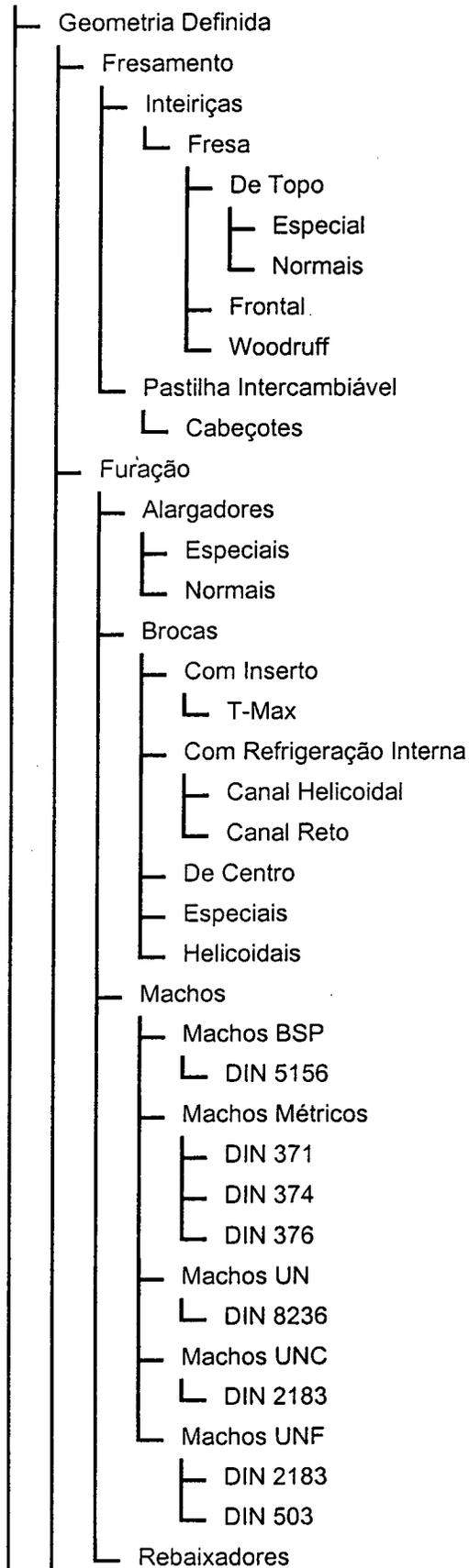
PRODUTO	n1	t1	tp	t3	td	tm	tmd	tcf	tdp	tempo objetivo
36024503	18	0,41	6	0,33	38	1	10	10	10	90,17
36025403	12	0,41	6	0,33	38	1	10	10	10	85,11
36027903	9	0,41	6	0,33	38	1	10	10	10	82,58
36068003	13	0,41	6	0,33	38	1	10	10	10	85,95
36068803	11	0,41	6	0,33	38	1	10	10	10	84,27
36084613	0	0,41	6	0,33	38	1	10	10	10	75,00
36086303	20	0,41	6	0,33	38	1	10	10	10	91,85
36106113	13	0,41	6	0,33	38	1	10	10	10	85,95
36184803	12	0,41	6	0,33	38	1	10	10	10	85,11
36202013	15	0,41	6	0,33	38	1	10	10	10	87,64
36202513	15	0,41	6	0,33	38	1	10	10	10	87,64
36237303	9	0,41	6	0,33	38	1	10	10	10	82,58
36241013	0	0,41	6	0,33	38	1	10	10	10	75,00
36285703	10	0,41	6	0,33	38	1	10	10	10	83,43
36551103	10	0,41	6	0,33	38	1	10	10	10	83,43
36551103	10	0,41	6	0,33	38	1	10	10	10	83,43
36551203	13	0,41	6	0,33	38	1	10	10	10	85,95
36680903	21	0,41	6	0,33	38	1	10	10	10	92,69
36835003	12	0,41	6	0,33	38	1	10	10	10	85,11
36835203	12	0,41	6	0,33	38	1	10	10	10	85,11
36835503	12	0,41	6	0,33	38	1	10	10	10	85,11
36889103	11	0,41	6	0,33	38	1	10	10	10	84,27
36889203	13	0,41	6	0,33	38	1	10	10	10	85,95
36889303	11	0,41	6	0,33	38	1	10	10	10	84,27
36889403	13	1,41	6	0,33	38	1	10	10	10	102,20
36551003	13	1,41	6	0,33	38	1	10	10	10	102,20

ANEXO 09

Relatório de Família de Ferramentas

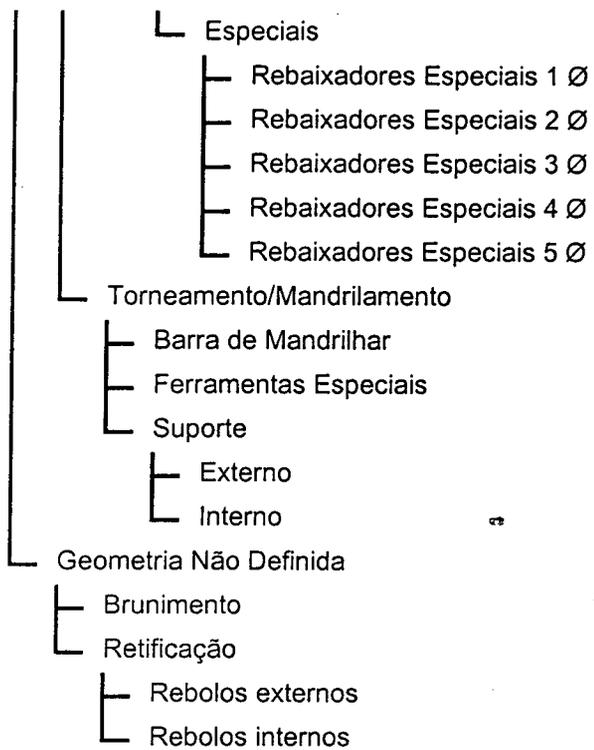
Data 22/01/99

L FERRAMENTAS



Relatório de Família de Ferramentas

Data 22/01/99



Relatório de Família de Pastilhas

Data 22/01/99

L PASTILHAS

- └─ Pastilha Análoga à ISO
 - └─ 90°
- └─ Pastilha Normalizada (ISO)
 - └─ 55°
 - └─ 60°
 - └─ 80°
 - └─ 90°
- └─ Pastilha Não-Iso
 - └─ Para Corte e Ranhura
 - └─ Para Rosca

Relatório de Família de Acessórios

Data 22/01/99

L ACESSÓRIOS

- └─ Acessórios p/ Centro de Usinagem
 - └─ Cabeçotes
 - └─ Cabeçotes Flutuantes Não Ajust.
 - └─ Cabeçotes Múltiplos ISO 40 DIN 69 871
 - └─ Cabeçotes p/ Rosquear c/ Torca Rápida
 - └─ Cones
 - └─ ISO 30 DIN 69 871
 - └─ ISO 40 DIN 2080
 - └─ ISO 40 DIN 69 871
 - └─ Prolongador P/ Cones Tr
 - └─ Suportes Cone Bilz
- └─ Acessórios p/ Tornos
 - └─ Porta Ferramentas VDI
- └─ Adaptadores Ajustáveis
 - └─ Adaptadores Ajustáveis DIN 6327/2
 - └─ Adaptadores Ajustáveis Porta Pinças de Precisão
 - └─ Adaptadores Ajustáveis Porta Pinças Troca Rápida
- └─ Buchas
 - └─ Buchas de Redução
- └─ Cones
 - └─ Cone Morse Porta Mandril
- └─ Mandris
- └─ Parafusos Chupeta
- └─ Pinças
 - └─ Pinças Cone Hidráulico
 - └─ Pinças de Precisão
 - └─ Pinças de Precisão c/ Extração
 - └─ Pinças de Precisão DIN 6328
 - └─ Pinças de Precisão DIN 6329
 - └─ Pinças de Precisão Rego-Fix
 - └─ Pinças de Precisão Troca Rápida DIN 371

Relatório de Família de Componentes Auxiliares

Data 22/01/99

L COMPONENTES AUXILIARES

- └─ Acessórios
 - └─ Chavetas
- └─ Calços
 - └─ Calços P/ Brocas "T" Max
- └─ Chaves
 - └─ Allen "T"
- └─ Molas
 - └─ Mola de Pressão
- └─ Parafusos
 - └─ Parafuso Cabeça Allen
 - └─ Parafuso Chupeta
 - └─ Parafuso P/ Pastilhas
 - └─ Parafuso Para Suportes
 - └─ Parafuso Simples
 - └─ Parafuso Tx - S
- └─ Pinos
 - └─ Pino Roscado
- └─ Porcas
 - └─ Porcas Especiais

Relatório de Família de Máquinas

Data 22/01/99

L MÁQUINAS

- └ Centro de Usinagem

 - └ NB-H 65

 - └ NB-H 70

- └ Tornos CNC

 - └ Torno COSMOS 20 SM

 - └ Torno TNA - 480

ANEXO 10

	NB-H70 / 01-24
ne ISO 40 - DIN 69 871- E.I.D.Cone Morse N°3	CONE-ISO/40-DIN/69 871-CM/3-LT/131,5
ne Morse Porta Mandril CM3 - Ø24 x 125 mm	CONE.M/PORT.MAND-CM/3-LT/125
ndril (Aperto c/ Chave) Ø34 x 60,5 mm	MAND-T.R/APERT-C/CHAVE-D/34-LT/60,5
sa Especial Ø10,6 MD	03.0198.39 - 4

ção T : 4 Macho M6 x 1 Reto DIN 371

Corretor:

afuso Chupeta M16 x 22	PARAF/CHUPET/M16 x 2
	NB-H70 / 01-24
ne ISO 40 - DIN 69 871- E.I.D.Tr 28 x 85 mm	CONE-ISO/40-DIN/69 871-Tr/28-LT/148,4
pt. Ajustável Port. Pinça - ETR - Ø19 mm	ADAP.P.M/TR2-D/28-LT/130
ça de ECTR1 DIN 371- Ø6,0 x 4,90 mm	PINÇA/ECTR1-DIN/371-D/Ø6,0-LT/64,5
cho M6 x 1 Reto DIN 371	39.0825.01

FPM - Folha de Preparação da Máquina

DADOS DA MÁQUINA

Criação:	22/01/99	Máquina:	NB-H70
Emissão:	22/01/99		Máquina nº5116
Revisão:	1 / 22/01/99	Operação:	20
Programa:	20	Programador:	James Luiz Formento

DADOS DA PEÇA

Denominação:	Carcaça 4WE 10-323
Código:	1641007
Nº do Desenho:	36031713

DADOS DA VERSÃO DA PEÇA

Denominação:	Carcaça 4WE 10-323
Código:	36031713

LISTA DOS COMPONENTES AUXILIARES

ANEXO 11

FPP - FOLHA DE PREPARACAO DO PRODUTO

Codigo PECA: 36082713	Maq. : TORNO TNA 480 / 2314	Disp.Fix 1: CAST.504.106.108-2x	Folha : 1
Denom. Peca: FLANGE DTA G2 -MWM	Num. : 2314	Disp.Fix 2: PLACA ROHM 2 CAST.	Criacao: 3/10/1997
Mater. Peca: GGG 40	N.Prog.: 2314203.DNC	Disp.Fix 3:	Emissao: 23/ 1/1999
Desenh.Peca: 201.724.41-2	Programador: MARON B.	Disp.Fix 4:	
Indice : 05	Operacao: 10		
Conjunto : G2-40B			
Processista: MARON B.			
Observ.Peca:		Observ.Ma:q: REV. 00 - 22/10/97	

DENOMINACAO	CODIGO DO COMPONENTE	Corr.Estim (Z)	Corr.	Corret. (X/P)						
MONTAGEM/COMPONENTE	COMPONENTE	LtMin	LtMax	Real (Z)	Estimado	Real	A	B	S(n)	F(vf)

UPORTE TORN.EXT.TIPO L	PCLNL 2525 M12	74.0000	103.000						0.8	
------------------------	----------------	---------	---------	--	--	--	--	--	-----	--

ASTILHA	CNMA 120408	IC-428		Alm.: ENCARREGADO PRODUCAO	Obs:					
UPORTE TORN.EXT.TIPO L	PCLNL 2525 M12	39.1672.01		Alm.: ARM4 - GAV1						
DI/40-ADAPT.TORN.EXT.ESQ	ESQ.-25X22-L1/107			Alm.: ARMARIO MAQUINAS						

UPORTE TORN.EXT.TIPO L	PCLNL 2525 M12	74.0000	103.000						0.4	
------------------------	----------------	---------	---------	--	--	--	--	--	-----	--

ASTILHA	CNMG 120404-MF2	TP-10		Alm.: ENCARREGADO PRODUCAO	Obs:					
UPORTE TORN.EXT.TIPO L	PCLNL 2525 M12	39.1672.01		Alm.: ARM4 - GAV1						
DI/40-ADAPT.TORN.EXT.ESQ	ESQ.-25X22-L1/107			Alm.: ARMARIO MAQUINAS						

ROCA TMAX - SANDVIK	TMAX D/18.5-L1/108	135.000	135.000						0.8	
---------------------	--------------------	---------	---------	--	--	--	--	--	-----	--

ASTILHA	LCMX 030304-53	GC3015		Alm.: ENCARREGADO PRODUCAO	Obs:					
ROCA TMAX - SANDVIK	TMAX D/18.5-L1/108			Alm.: ARM1 - GAV6						
DI/40-ADAPT. BROCA TMAX	VDI/40-D1/20-L1/130			Alm.: ARMARIO MAQUINAS						

UPORTE TORN.INT.TIPO F	S16R-STFCL 11	140.000	181.000						0.4	
------------------------	---------------	---------	---------	--	--	--	--	--	-----	--

ASTILHA	TCMT 110204-UR	GC4015		Alm.: ENCARREGADO PRODUCAO	Obs:					
UPORTE TORN.INT.TIPO F	S16R-STFCL 11	39.6239.01		Alm.: ARM4 - GAV3						
UCHA DE REDUCAO CILINDR.	BCH CIL-16x20- L1/84			Alm.: ARM2 - GAV6						
DI/40-ADAPT.TORN.INTERNO	D1/20-L1/158			Alm.: ARMARIO MAQUINAS						

ROCA TMAX - SANDVIK	TMAX D/27-L1/144	170.000	170.000						0.8	
---------------------	------------------	---------	---------	--	--	--	--	--	-----	--

ASTILHA	WCMX 050308 R-51	GC3015		Alm.: ENCARREGADO PRODUCAO	Obs:					
ROCA TMAX - SANDVIK	TMAX D/27-L1/144	39.5079.01		Alm.: ARM1 - GAV6						
DI/40-ADAPT. BROCA TMAX	VDI/40-D1/25-L1/134			Alm.: ARMARIO MAQUINAS						

ERRAM.RNB TORN.INT-PAST.	16.0450.39-4	140.000	140.000						0.0	
--------------------------	--------------	---------	---------	--	--	--	--	--	-----	--

ASTILHA	154.15-16.130	S1F		Alm.: ENCARREGADO PRODUCAO	Obs: TAMBEM CCGX050204 AL					
ERRAM.RNB TORN.INT-PAST.	16.0450.39-4			Alm.: GAV. _____						
UCHA DE REDUCAO CILINDR.	BCH CIL-22X32-L1/74			Alm.: GAV. _____						
DI/40-ADAPT.TORN.INTERNO	D1/32-L1/158			Alm.: ARMARIO MAQUINAS						

FPP - FOLHA DE PREPARACAO DO PRODUTO

Codigo PECA: 36082713	Maq. : TORNO TNA 480 / 2314	Disp.Fix 1: CAST.504.106.108-2x	Folha : 2
Denom. Peca: FLANGE DTA G2 -MWM	Num. : 2314	Disp.Fix 2: PLACA ROHM 2 CAST.	Criacao: 3/10/1997
Mater. Peca: GGG 40	N.Prog.:%2314203.DNC	Disp.Fix 3:	Emissao:23/ 1/1999
Desenh.Peca: 201.724.41-2	Programador: MARON B.	Disp.Fix 4:	
Indice : 05	Operacao: 10		
Conjunto : G2-40B			
Processista: MARON B.			
Observ.Peca:		Observ.Ma:q: REV. 00 - 22/10/97	

DENOMINACAO MONTAGEM/COMPONENTE	CODIGO DO COMPONENTE	Corr.Estim (Z)		Corr.	Corret. (X/P)					
		LtMin	LtMax	Real (Z)	Estimado	Real	A	B	S(n)	F(vf)
SUPORTE TORN. INT. TIPO U	S20S-SDUCL 11M	125.400	175.000						0.4	

PASTILHA	DCMT	TP	Alm.:	Obs:
SUPORTE TORN. INT. TIPO U	S20S-SDUCL 11M	39.6246.01	Alm.: ARM4 - GAV3	
DI/40-ADAPT.TORN.INTERNO	D1/20-L1/158		Alm.: ARMARIO MAQUINAS	

ANEXO 12

ANÁLISE DAS PREPARAÇÕES ACOMPANHADAS
VARIÁVEL CUSTO

Produto	Máquina	Denominação	Nº Prepar.	Tempo Inicial	Tempo Final	Menor Tempo	% Red. Tempo	% Red. Custo
36035113	5110	Carcaça 4WE6-40	4	645	222	222	65,6	4,84
36292203	5110	Carcaça DZ6 DP	2	370	243	243	34,3	15,14
36868203	5110	Carcaça DR6	2	525	110	110	79,0	33,84
36020913	5106	Placa Paralela SM10	6	200	62	62	69,0	13,82
36116803	5106	Placa Entrada SM10	2	200	148	148	26,0	5,12
36339103	5106	Placa Paralela SM15	8	161	23	23	85,7	5,89
36357403	5106	Placa Entrada SM15	2	255	105	105	58,8	6,27
36440903	5106	Monobloco SM10	4	918	117	117	87,3	34,23
36470203	5106	Monobloco SM15	5	305	37	37	87,9	13,35
36544703	5106	Carcaça Clark 28000	4	470	138	138	70,6	9,95
36031713	5105	Carcaça 4WEH10	6	389	49	49	87,4	9,48
36074713	5105	Carcaça 4WEH10	3	1320	330	330	75,0	16,4
36285903	5105	Carcaça 4WEH20	4	737	84	84	88,6	17,44
36287203	5105	Carcaça 4WEH16	4	942	185	185	80,4	16,4
36291403	5105	Carcaça ZDR10 DP	3	1351	357	342	73,6	37,6
36068003	5104	Carcaça DBD10G	4	240	153	153	36,3	1,6
36068803	5104	Carcaça DBD6G	4	356	140	140	60,7	5,9
36069503	5104	Carcaça DBD6P	2	330	110	110	66,7	16,36
36285703	5104	Carcaça AF6	3	218	129	129	40,8	8,59
36293803	5104	Carcaça SM10/15	2	733	323	323	55,9	48,93
36551103	5104	Carcaça SV/SL P 10-40	3	420	208	194	50,5	9,02
36551203	5104	Carcaça SV/SL G 10-40	3	440	298	298	32,3	5,96
36889103	5104	Carcaça SV/SL P 20-40	2	450	218	218	51,6	12,73
36889203	5104	Carcaça SV/SL G 20-40	2	321	210	210	34,6	6,53
36294303	5103	Carcaça V3 - 40	11	730	240	235	67,1	8,09
36403203	2314	Flange Intermediária Traseira	2	170	120	120	29,4	6,31
36403303	2314	Flange Intermediária	2	66	32	32	51,5	4,9

Quantidade de produtos com acompanhamento de custos de preparação

ANÁLISE DAS PREPARAÇÕES ACOMPANHADAS

VARIAÇÕES NO TEMPO DE PREPARAÇÃO

Produto	Máquina	Denominação	Nº Prepar.	Tempo Inicial	Tempo Final	Menor Tempo	% Red. Tempo
PRODUTOS COM TENDENCIA DE MELHORIA NO TEMPO DE PREPARAÇÃO							
36035113	5110	Carcaça 4WE6-40	4	645	222	222	65,6
36292203	5110	Carcaça DZ6 DP	2	370	243	243	34,3
36868203	5110	Carcaça DR6	2	525	110	110	79,0
36020913	5106	Placa Paralela SM10	6	200	62	62	69,0
36116803	5106	Placa Entrada SM10	2	200	148	148	26,0
36339103	5106	Placa Paralela SM15	8	161	23	23	85,7
36357403	5106	Placa Entrada SM15	2	255	105	105	58,8
36440903	5106	Monobloco SM10	4	918	117	117	87,3
36470203	5106	Monobloco SM15	5	305	37	37	87,9
36544703	5106	Carcaça Clark 28000	4	470	138	138	70,6
36031713	5105	Carcaça 4WEH10	6	389	49	49	87,4
36074713	5105	Carcaça 4WEH10	3	1320	330	330	75,0
36285903	5105	Carcaça 4WEH20	4	737	84	84	88,6
36287203	5105	Carcaça 4WEH16	4	942	185	185	80,4
36291403	5105	Carcaça ZDR10 DP	3	1351	357	342	73,6
36024203	5104	Placa G156	2	570	246	246	56,8
36026703	5104	Placa G461	3	213	140	140	34,3
36068003	5104	Carcaça DBD10G	4	240	153	153	36,3
36068803	5104	Carcaça DBD6G	4	356	140	140	60,7
36069503	5104	Carcaça DBD6P	2	330	110	110	66,7
36086303	5104	Tampa Divisora de Fluxo G2	9	240	176	150	26,7
36106113	5104	Placa HSZ06	2	252	230	230	8,7
36184803	5104	Placa Intermediária ZDBDS6	4	296	185	185	37,5
36237303	5104	Placa G342	6	300	213	130	29,0
36285703	5104	Carcaça AF6	3	218	129	129	40,8
36293803	5104	Carcaça SM10/15	2	733	323	323	55,9
36433703	5104	Placa G535	3	375	195	186	48,0
36551103	5104	Carcaça SV/SL P 10-40	3	420	208	194	50,5

36551203	5104	Carcaça SV/SL G 10-40	3	440	298	298	32,3
36889103	5104	Carcaça SV/SL P 20-40	2	450	218	218	51,6
36889203	5104	Carcaça SV/SL G 20-40	2	321	210	210	34,6
36088413	5103	Flange Dianteiro G2	3	269	180	178	33,1
36089713	5103	Flange R	9	46	30	30	34,8
36092113	5103	Flange Intermediário G2	2	225	110	110	51,1
36125603	5103	Tampa V3 - 40	3	153	45	43	70,6
36294303	5103	Carcaça V3 - 40	11	730	240	235	67,1
36403303	5103	Flange Intermediário Traseiro	5	119	58	30	51,3
36513403	5103	Flange Intermediária	6	80	43	43	46,3
36908203	5103	Flange A	2	282	90	90	68,1
36908303	5103	Tampa Traseira	4	95	60	30	36,8
36092103	2314	Flange Intermediária G2	2	130	80	80	38,5
36108803	2314	Tampa V3	4	390	150	150	61,5
36111103	2314	Flange	3	183	80	80	56,3
36125603	2314	Tampa V3 - 40	5	829	225	225	72,9
36294303	2314	Carcaça V3 - 25	11	122	60	60	50,8
36294403	2314	Carcaça V3 - 12	8	141	80	80	43,3
36317303	2314	Tampa V3 - 30	8	235	120	60	48,9
36403203	2314	Flange Intermediária Traseira	2	170	120	120	29,4
36403303	2314	Flange Intermediária	2	66	32	32	51,5
36404103	2314	Rotor A V3-25	3	108	90	90	16,7
36417203	2314	Flange S	12	128	60	60	53,1
36442003	2314	Flange P	2	153	37	37	75,8
36482603	2314	Flange Dianteira G8	7	652	60	60	90,8
36484103	2314	Tampa V3 - 12	6	126	60	60	52,4
36484203	2314	Tampa V3 - 25	5	140	78	78	44,3
36595003	2314	Tampa V3 - 12	3	110	60	60	45,5
36944903	2314	Flange Dianteiro Especial	4	150	120	50	20,0
% DE REDUÇÃO MÈDIO NO TEMPO DE PREPARAÇÃO (TENDÈNCIA)							52,7

PRODUTOS SEM MELHORIA NO TEMPO DE PREPARAÇÃO OU INSTAVEIS

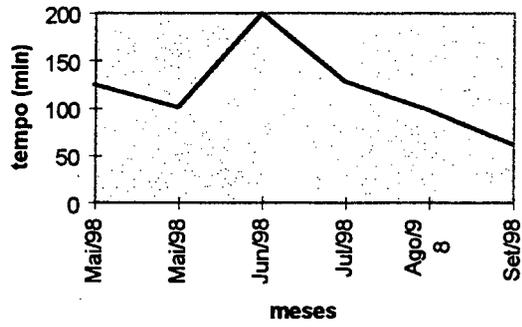
36089003	5104	Carcaça DBD10P	2	135	135	135	135	0,0
36111103	5103	Flange	2	363	328	328	328	9,6
36417203	5103	Flange S	15	102	180	180	30	-76,5
36442003	5103	Flange Q	3	120	110			8,3
36540703	5103	Flange B	11	60	60	60	30	0,0
36083513	2314	Flange SAE A	2	84	90	84	84	-7,1
36089713	2314	Flange R	7	49	60	60	49	-22,4
36540703	2314	Flange SAE B	10	181	165	165	60	8,8

PRODUTOS COM AUMENTO DO TEMPO DE PREPARAÇÃO

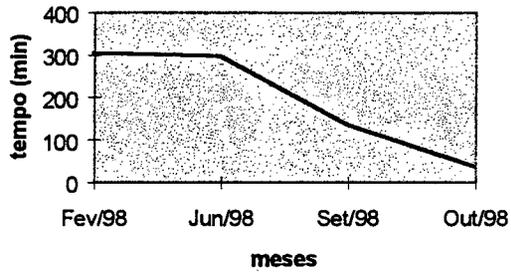
36289703	5110	Carcaça Z2S6	2	420	580	420	420	-38,1
36339103	5110	Placa Paralela SM15	2	219	415	219	219	-89,5
36351003	5106	Placa Paralela SM15	2	300	350	300	300	-16,7
36423703	5106	Monobloco SM10	3	380	626	380	380	-64,7
36027903	5104	Placa G341	2	165	232	165	165	-40,6
36068103	5104	Carcaça DBD20G	3	468	463	265	265	1,1
36294403	5103	Carcaça V3 - 12	6	109	405	109	109	-271,6
36536103	5103	Carcaça Clark 18000	4	495	772	285	285	-56,0
36585103	5103	Carcaça G8	5	137	228	90	90	-66,4
36082713	2314	Flange Dianteiro	2	166	270	166	166	-62,7
36499003	2314	Tampa V3 - 25	2	30	89	30	30	-196,7
36513403	2314	Flange Intermediária	5	85	110	85	85	-29,4
36536203	2314	Tampa Clark G 18000	2	331	528	331	331	-59,5
36560403	2314	Flange Intermediária Q	2	60	91	60	60	-51,7

ANEXO 13

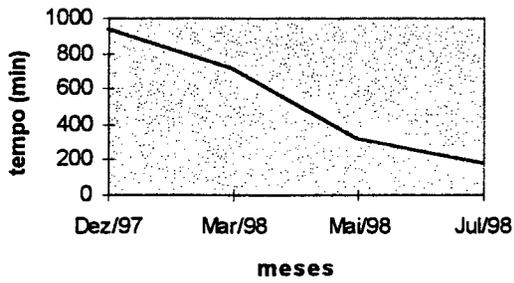
Produto: Placa SM10 - 36020913



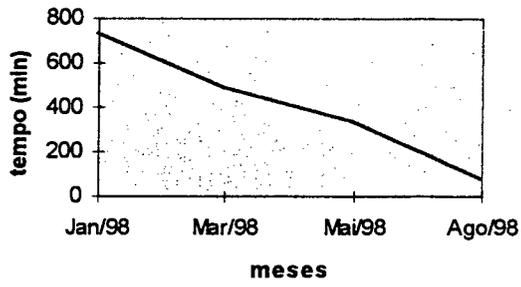
Produto: Monobloco SM15 - 36470203



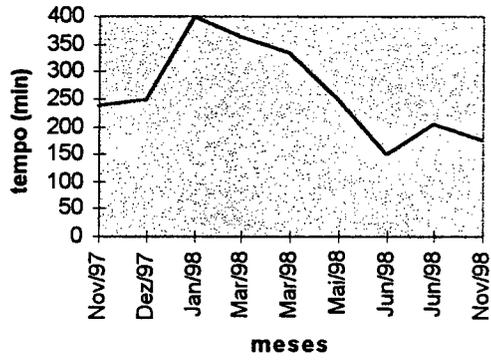
Produto: Carcaça 4WEH16 - 36287203



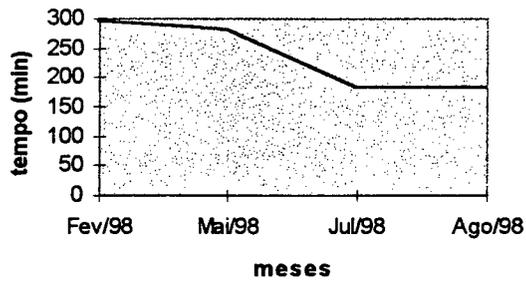
Produto: Carcaça 4WEH20 - 36287203



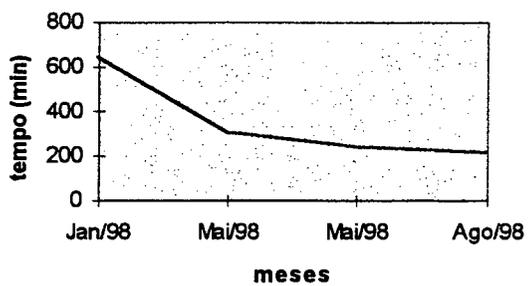
Produto: Tampa Div. Fluxo - 36086303



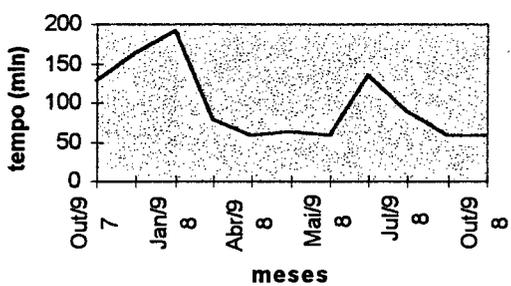
Produto: Placa ZBDS6 - 36184803



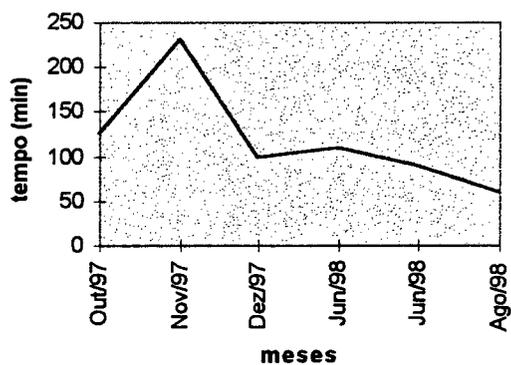
Produto: Carcaça 4WE6 - 36035113



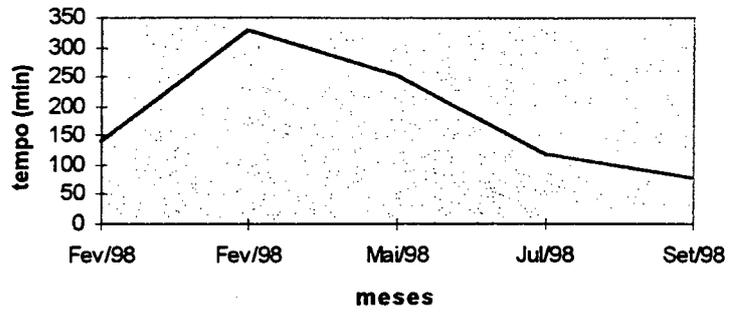
Produto: Flange S - 36417203



Produto: Tampa V3-12 - 36484103



Produto: Tampa V3-25 - 36484203



Produto: Flange G8 - 36482603

