

**UNIVERSIDADE METODISTA DE PIRACICABA
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA E DE PRODUÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**ESTUDO DE CASO PARA A IMPLANTAÇÃO DE
“MANUFATURA CLASSE MUNDIAL” E PROPOSTA
DE CONCEITO PARA “EMPRESA CLASSE MUNDIAL”**

José Claudio Macedo Cardoso

Orientador: Prof. Dr. Milton Vieira Jr.

Santa Bárbara d'Oeste
2000

**UNIVERSIDADE METODISTA DE PIRACICABA
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA E DE PRODUÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**ESTUDO DE CASO PARA A IMPLANTANÇÃO DE
“MANUFATURA CLASSE MUNDIAL” E PROPOSTA
DE CONCEITO PARA “EMPRESA CLASSE MUNDIAL”**

José Claudio Macedo Cardoso

Orientador: Prof. Dr. Milton Vieira Jr.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção da Faculdade de Engenharia Mecânica e de Produção, da Universidade Metodista de Piracicaba – UNIMEP, como requisito para a obtenção do Título de Mestre em Engenharia de Produção.

**Santa Bárbara d'Oeste
2000**

**ESTUDO DE CASO PARA A IMPLANTANÇÃO DE
“MANUFATURA CLASSE MUNDIAL” E PROPOSTA
DE CONCEITO PARA “EMPRESA CLASSE MUNDIAL”**

José Cláudio Macedo Cardoso

Dissertação de Mestrado defendida e aprovada, em 22 de dezembro de 2000, pela Banca Examinadora constituída pelos Professores:

Prof. Dr. Milton Vieira Jr. (Orientador)
UNIMEP – Santa Bárbara d'Oeste

Prof. Dr. Silvio Roberto Ignácio Pires
UNIMEP – Santa Bárbara d'Oeste

Prof. Dr. Fernando César Almada Santos
USP – São Carlos

SUMÁRIO

1 . INTRODUÇÃO – CENÁRIO INDUSTRIAL BRASILEIRO NO ANO 2000 - ÁREA DE AUTOPEÇAS.....	Pág. 1
2 . ESTRUTURA E FUNCIONAMENTO DE UMA EMPRESA CLASSE MUNDIAL	
2.1 Introdução.....	Pág. 5
2.2 Área de Vendas.....	Pág. 7
2.2.1 Vendas Mercado Interno e Externo.....	Pág. 7
2.2.2 Planejamento Estratégico/ Marketing.....	Pág. 8
2.3 Área de Finanças.....	Pág. 9
2.3.1 Controladoria.....	Pág. 9
2.3.2 Processamento de Dados – Informática.....	Pág. 10
2.3.3 Engenharia Financeira.....	Pág. 11
2.4 Área de Operações.....	Pág. 11
2.4.1 Produção.....	Pág. 11
2.4.2 Engenharia de Manufatura – Processos.....	Pág. 13
2.4.3 Manutenção.....	Pág. 15
2.4.4 Qualidade.....	Pág. 16
2.4.5 Engenharia do Produto.....	Pág. 17
2.4.6 Logística.....	Pág. 18
2.4.7 Suprimentos – Compras.....	Pág. 20
2.4.8 Melhoria Contínua – <i>Kaizen</i>	Pág. 21
2.4.9 Segurança do trabalho / Meio-Ambiente.....	Pág. 21
2.5 Área de Recursos Humanos.....	Pág. 21
2.5.1 Administração de Pessoal.....	Pág. 22
2.5.2 Treinamento.....	Pág. 23
3. CONCEITUAÇÃO PROPOSTA PARA “ EMPRESA CLASSE MUNDIAL ”	Pág. 25
4. ESTUDO DE CASO.....	Pág. 27
4.1 Breve histórico da empresa.....	Pág. 27
4.2 Justificativa para estudo de caso.....	Pág. 28
5. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA DAS PRINCIPAIS TÉCNICAS APLICADAS.....	Pág. 31
5.1 Árvore de Pré-Requisitos (Plano de Ação)	Pág. 31
5.2 Análise de Capacidades (Cronoanálise / <i>Flow-Chart</i>)	Pág. 32
5.2.1 <i>Flow-Chart</i>	Pág. 32
5.2.2 Cronoanálise.....	Pág. 33
5.3 <i>Kaizen</i> – Aplicação do Diagrama de Árvore.....	Pág. 33
5.3.1 O <i>Kaizen</i> e o Comprometimento Organizacional.....	Pág. 33
5.3.2 Implantando a Melhoria Contínua com Maior Eficácia – Diagrama de Árvore.....	Pág. 35
5.4 Controle Estatístico de Processo (Análise de Correlação)	Pág. 38

5.4.1	Controle Estatístico de Processo.....	Pág. 38
5.4.2	Análise de Correlação	Pág. 38
5.5	Manutenção Produtiva Total – TPM.....	Pág. 39
5.6	Estrutura Matricial/ Times Auto Gerenciáveis.....	Pág. 40
5.6.1	Estrutura Matricial.....	Pág. 40
5.6.2	Times Autogerenciáveis.....	Pág. 40
5.7	<i>Poka-Yokes</i>	Pág. 41
5.8	Gerenciamento de Ferramentas.....	Pág. 42
5.9	Indicadores de Desempenho.....	Pág. 43
6.	APLICAÇÃO PRÁTICA DAS PRINCIPAIS TÉCNICAS UTILIZADAS.....	Pág.45
6.1	Árvore de Pré-Requisitos.....	Pág. 45
6.1.1	Metodologia.....	Pág. 45
6.1.2	Obstáculos Levantados.....	Pág. 46
6.1.3	Objetivos Intermediários.....	Pág. 52
6.1.4	Preparação do Diagrama de Árvore de Pré-Requisitos.....	Pág. 65
6.2	Análise de Capacidades (Cronoanálise/ <i>Flow Chart</i>)	Pág. 65
6.3	<i>Kaizen</i> (Aplicação do Diagrama de Árvore no Chão- de- fábrica)	Pág. 67
6.3.1	Descrição do Problema.....	Pág. 68
6.3.2	Análise do Processo.....	Pág. 68
6.3.3	Aplicação do Diagrama de Árvore no chão-de-fábrica.....	Pág. 69
6.3.4	Comentários dos resultados.....	Pág. 78
6.4	Controle Estatístico do Processo (Análise de Correlação)	Pág. 80
6.4.1	Definição e Cálculo do Coeficiente de Correlação.....	Pág. 80
6.4.2	Exemplo de Aplicação.....	Pág. 81
6.5	Manutenção Produtiva Total.....	Pág. 86
6.5.1	Manutenção Autônoma.....	Pág. 87
6.5.2	Eficiência Geral do Equipamento – OEE.....	Pág. 88
6.5.3	Exemplos de Trabalhos Realizados.....	Pág. 89
6.6	Estrutura Matricial / Times Autogerenciáveis.....	Pág. 89
6.6.1	Organograma Matricial.....	Pág. 89
6.6.2	Times Autogerenciáveis.....	Pág. 91
6.7	<i>Poka-Yokes</i>	Pág. 94
6.7.1	Índice de Refugos.....	Pág. 94
6.7.2	Exemplo 1 – Garantia de Montagem.	Pág. 95
6.7.3	Exemplo 2 – Controle de Dimensões Críticas.....	Pág. 97
6.8	Gerenciamento de Ferramentas.....	Pág. 98
6.8.1	Análise Inicial.....	Pág. 98
6.8.2	Desenvolvimento do Trabalho Prático.....	Pág. 98
6.9	Indicadores de Desempenho.....	Pág. 102
6.9.1	Indicador de Produção Física.....	Pág. 103
6.9.2	Indicador de Produtividade	Pág. 104
6.9.3	Desempenho de Entrega.....	Pág. 105
6.9.4	Custo de Produção.....	Pág. 107
6.9.5	Qualidade.....	Pág. 108
7.	CONCLUSÃO.....	Pág. 111

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXO 1	Figuras capítulo 6.1
ANEXO 2	Figuras capítulo 6.2
ANEXO 3	Exemplos capítulo 6.5

LISTA DE FIGURAS

- 2.1 Empresa Classe Mundial – Estrutura Geral
- 2.2 Estrutura WCM (Matricial)
- 2.3 Estrutura Funcional de uma Unidade de Negócios

- 3.1 Bases de Desenvolvimento para Empresas Classe Mundial, WCM

- 5.1 Simbologia para as Quatro Categorias de Ações

- 6.1 Árvore de Pré-requisitos, Item Fundição (ANEXO1)
- 6.2 Árvore de Pré-requisitos, Item Ferramentas (ANEXO 1)
- 6.3 Árvore de Pré-requisitos, Item Logística (ANEXO 1)
- 6.4 Árvores de Pré-requisitos, Item Manutenção (ANEXO 1)
- 6.5 Árvore de Pré-requisitos, Item Produção/Processo (ANEXO 1)
- 6.6 Árvore de Pré-requisitos, Item Qualidade (ANEXO 1)
- 6.7 Árvore de Pré-requisitos, Item de Treinamento (ANEXO 1)
- 6.8 Foto Conjunto (1 Bloco com Capas Montadas e 2 Cabeçotes)
- 6.9 Fluxograma-Linha de Blocos e Célula de Capas, 03/01/00 (ANEXO 2)
- 6.10 Fluxograma-Linha de Cabeçotes, 03/01/00 (ANEXO 2)
- 6.11 Cronoanálise Rápida, Linha de Blocos e Capas (ANEXO 2)
- 6.12 Cronoanálise Rápida, de Linha de Cabeçotes (ANEXO 2)
- 6.13 Fluxograma Linha de Blocos e Capas, Nov/00 (ANEXO 2)
- 6.14 Fluxograma Linha de Cabeçotes, Nov/00 (ANEXO 2)
- 6.15 Diagrama de Pareto da Linha de Usinagem - Número de Quebras x Causas
- 6.16 Diagrama de Pareto do Mês de Maio/00, apresentando a Frequência de Quebra de cada Ferramenta e o Custo Envolvido
- 6.17 Operações de Usinagem que Envolvem a Fabricação do Cabeçote
- 6.18 Parte do Diagrama de Árvore para Motivo Quebra de Ferramentas
- 6.19 Plano de ação Resultante do Diagrama de Árvore
- 6.20 Usinagem do Furo de Ligação da Galeria de Óleo com o Bico Injetor
- 6.21 Detalhe do Desvio da Broca
- 6.22 Detalhe da Broca Quando Chega à Parede do Bico Injetor
- 6.23 Alteração da Broca HE – 440
- 6.24 Alteração do Cabeçote Fundido
- 6.25 Furação do Canal de Refrigeração do Cabeçote com Broca HE – 500
- 6.26 Detalhe da Solução Encontrada
- 6.27 Efeitos das Ações Tomadas
- 6.28 Gráficos de Correlação Entre Furos 19, 20 e 21 com o Furo 22
- 6.29 Cabeçote V-8 (Diâmetro 7,99 +- 0,013mm)
- 6.30 Cartão de Identificação do Responsável pelo Equipamento
- 6.31 Níveis Hierárquicos na Estrutura Corporativa
- 6.32 Selos da Galeria de Água e Óleo
- 6.33 Dispositivo Poka-Yoke (Verificação da Montagem do Selo)
- 6.34 Dispositivo Poka-Yoke para Controle da Dimensão dos Furos de Localização
- 6.35 Cartão Kanban

- 6.36** Foto do Quadro Porta Kanban
- 6.37** Desenho Esquemático do Armário
- 6.38** Foto do Quadro Kanban e Prateleira
- 6.39** Produção Física Linha de Blocos
- 6.40** Produção Física Linha de Cabeçotes
- 6.41** Produtividade Linha de Blocos
- 6.42** Produtividade Linha de Cabeçotes
- 6.43** Linha de Blocos e Cabeçotes – Performace de
- 6.44** Evolução dos Custos com Ferramenta por Conjunto
- 6.45** PPM – Refugos de Blocos
- 6.46** PPM – Refugos de Cabeçotes
- 6.47** PPM – Retrabalho de Blocos
- 6.48** PPM – Retrabalho de Cabeçotes
- 6.49** Refugo no Cliente Maxion

LISTA DE TABELAS

- 2.1** Relações da engenharia de Manufatura – Processos

- 4.1** Configuração da área de Usinagem da Tupy Fundições
- 4.2** Comparativo entre Situações Reais e Planejadas

- 6.1** Capacidade de Produção Real x Prevista – Jan/00
- 6.2** Demanda x Capacidade Instalada – Jan/00
- 6.3** Capacidade Instalada x Demanda
- 6.4** Resultados das alterações no Processo de /furação – Broca, HE – 440
- 6.5** Resultados das Alterações no Processo de Furação – Broca, HE – 500
- 6.6** Tabela de Correlação entre Furos 19 e 22
- 6.7** Resultados Gerais (Coeficiente de Correlação)
- 6.8** Exemplo real do Cálculo do OEE
- 6.9** Estrutura da Unidade de Negócios International / Navistar
- 6.10** Metas do Time de Blocos, TAG
- 6.11** Metas do Time de Cabeçotes, TAG
- 6.12** Resultados antes e após Aplicação do Kanban

CARDOSO, José Cláudio Macedo. Proposta de conceito para “ Empresa Classe Mundial “ e estudo de caso para implantação de “ Manufatura Classe Mundial “. Santa Bárbara d’Oeste: FEMP, UNIMEP, 2000. 115 pág. Dissertação (MESTRADO) – Faculdade de Engenharia Mecânica e de Produção, Universidade Metodista de Piracicaba, 2000.

RESUMO:

O objetivo deste trabalho é sugerir um conceito de “ Empresa Classe Mundial “ para indústria de autopeças comentando sua forma de gestão, as inter-relações e características de suas diversas áreas focando mais detalhadamente a área de manufatura. Também será apresentado um estudo de caso onde é analisada a transformação de uma planta para usinagem de Blocos e cabeçotes para motores diesel em “ Manufatura de Classe Mundial “ discorrendo brevemente sobre as principais técnicas utilizadas neste processo e os resultados obtidos.

Palavras chaves: Manufatura Classe Mundial, Manufatura Enxuta, Empresa Classe Mundial.

CARDOSO, José Cláudio Macedo. Proposta de conceito para “ Empresa Classe Mundial “ e estudo de caso para implantação de “ Manufatura Classe Mundial “. Santa Bárbara d’Oeste: FEMP, UNIMEP, 2000. 115 pág. Dissertação (MESTRADO) – Faculdade de Engenharia Mecânica e de Produção, Universidade Metodista de Piracicaba, 2000.

ABSTRAT:

The goal of this work is to suggest an “World Class Enterprise” concept for auto parts industry discoursing on about its management system the interrelations and characteristics of its several areas with a focus in the manufacturing area. Also, it will be presented a case study where it is analyzed the transformation of a diesel engine blocks and heads machining plant in “ World Class Manufacturing “ telling briefly about the main techniques used in this process and the results achieved.

Keywords: World Class Manufacturing, Lean Manufacturing, World Class Enterprise.

1 – INTRODUÇÃO - CENÁRIO INDUSTRIAL BRASILEIRO NO ANO 2000 - ÁREA DE AUTOPEÇAS

O setor de autopeças brasileiro talvez tenha sido, o que mais sofreu a influência das teorias de administração e gestão da produção desenvolvidas nos anos 70 e 80 (CAUCHICK , 1998).

Houve um intenso bombardeio de conceitos e filosofias de trabalho, (MOURA ,1994), dentre as quais destacaram-se:

- Qualidade Total – TQC (*Total Quality Control*),
- *Just-in-time*,
- Reengenharia,
- Gestão da Cadeia de Suprimentos, (*Supply Chain Management*)
- Custeio ABC (*Activity Base Cost*)
- Times Auto Gerenciáveis,
- FMEA (*Failure Mode and Effect Analyse*)
- Tecnologia de Grupo
- 5 S
- Lean Manufacturing (Manufatura Enxuta)
- QFD (Desdobramento da Função qualidade) – (*Quality Function Deployment*)

Este bombardeio de conceitos deveu-se também a necessidade das montadoras brasileiras, seguindo o exemplo de suas matrizes, saírem do sistema de produção em massa passando para o sistema de produção enxuta, *LEAN MANUFACTURING*, para poder enfrentar a concorrência com os veículos importados assim como aconteceu nos seus países de origem, (WOMACK , 1996).

Além disto, as empresas foram obrigadas a adequar seu sistema de qualidade às normas ISO-9000 e QS-9000, sob pena de ver descontinuado seu fornecimento para as montadoras, (SOUZA , 1998).

Com todas estas influências e as exigências de reduções agressivas de preços por parte das montadoras a indústria de autopeças se viu obrigada a desenvolver um quadro de profissionais qualificados que pudessem aplicar na prática os conceitos de gestão da produção e sistema da qualidade com o objetivo de obter reduções significativas de custo e sobreviver.

Estes profissionais adquiriram com o tempo um conhecimento profundo destes conceitos e desenvolveram uma consciência crítica de todo processo produtivo e administrativo sempre na busca da melhoria contínua.

Por outro lado ao final da década de 90 ocorreram grandes investimentos visando a modernização do parque industrial brasileiro com a importação maciça de equipamentos modernos, principalmente devido ao incentivo do regime automotivo que propiciou uma redução significativa nas alíquotas de importação de máquinas, de 19 para 2 por cento.

Esta modernização ocorreu de forma muito rápida permitindo acesso a novas tecnologias de usinagem e montagem que garantiram um salto de qualidade e produtividade para a indústria de autopeças brasileira.

Como conseqüência natural houve a necessidade de desenvolvimento do pessoal de chão-de-fábrica gerando uma mudança no perfil educacional dos operadores que passaram de uma escolaridade de 1º para uma escolaridade mínima de 2º grau.

A indústria de autopeças no Brasil encontra-se hoje pressionada entre seus clientes (grandes montadoras) e seus fornecedores (principalmente grandes siderúrgicas), sem outra opção de sobrevivência senão a redução de seus próprios custos, conforme mencionado anteriormente.

Na busca deste objetivo houve a necessidade de envolver toda a estrutura hierárquica das empresas, desde o operador até o presidente, em trabalhos em equipe buscando soluções criativas que racionalizassem os processos administrativos e produtivos, (PIRES , 1995).

Nestes trabalhos em time foi necessária uma maior transparência sobre a contabilidade das empresas de forma que os profissionais pudessem ter um melhor entendimento das mesmas e intervir no processo de formação de custos, outro fator que gerou a necessidade desta transparência foi a lei de participação nos lucros e resultados das empresas editada em 1995, Medida Provisória - 1539-33 (CARDOSO , 1997).

Programas de incentivo a criatividade foram desenvolvidos e são bastante comuns; os empregados são premiados de acordo com os benefícios que sua sugestão ou idéia trouxeram para a empresa, a administração participativa ganha corpo e passa a se desenvolver no cotidiano das empresas.

Desta forma fica cada vez mais evidente a necessidade de contratação ou desenvolvimento interno de profissionais de chão-de-fábrica que possam não só contribuir com sua força física, mas também usar sua inteligência e criatividade buscando soluções para os problemas de manufatura.

Por outro lado, atualmente, as empresas também não podem se esquivar da responsabilidade que tem com as comunidades onde estão instaladas. Cada vez mais são exigidas ações preventivas que evitem danos ao meio ambiente e uma adequação imediata à norma ISO-14000, (SOARES , 1999).

Ainda é importante lembrar que, além de todo este movimento, a competição internacional (globalização) tem forçado as empresas a uma constante adaptação no seu sistema de gestão sempre com o objetivo de no mínimo manter os seus resultados.

A onda de privatizações de empresas estatais e de fusões/aquisições de empresas privadas continua ainda muito forte, contribuindo também para conturbar o cenário empresarial neste final de milênio. Como exemplo de empresas fabricantes de autopeças envolvidas neste processo têm-se :

- Allied Signal / Bosch (Sistemas de freios)
- Albarus / Dana (Eixos Cardans, suspensões)
- Cofap / Mahle / Metal Leve (Camisas, pistões)
- Varga / Lucas / TRW (Sistemas de freios)
- Alfried Teves / Continental (Sistemas de freios)
- Maxion / Navistar / International (Motores)
- Tupy / Sofunge / Cofap Fundação (Fundidos)
- Nakata / Dana (Amortecedores)
- Cofap / Magnetti Marelli (Amortecedores)
- Kadron/Magnetti Marelli (escapamentos)

No caso específico das montadoras a conturbação é ainda maior, com empresas concorrentes controlando-se mutuamente, exemplos :

- GM: Chevrolet, Buick, Cadillac, Oldsmobile, Saturn, GMC, Opel, Vauxhall, Saab, Holden, Isuzu (37,5%), Subaru (20%), Suzuki (9,9%), Fiat/Lancia/Alfa Romeo (20%). Ferrari e Maserati continuam só com a Fiat
- Ford: Lincoln, Mercury, Jaguar, Aston Martin, Volvo Car, Land Rover, Mazda (35%)
- Daimler-Chrysler: Mercedes-Benz, MCC (Smart), Chrysler, Dodge, Jeep, Plymouth
- Mitsubishi (34%)
- Volkswagen: Audi, Seat, Skoda (Rep.Tcheca), Bentley, Lamborghini, Bugatti
- Renault: Nissan/Infiniti, Dacia (Romênia), Samsung (70%)
- BMW: Mini, Rolls Royce
- PSA: Peugeot, Citroën
- Toyota: Lexus, Daihatsu (51,2%), Hino, Yamaha, (5%)
- Daewoo: Ssangyong (53%), FSO (Polônia)
- Hyundai: Kia Group

Fonte: Revista Automotive Business – Jun/00

O Brasil também tem sido utilizado pelas montadoras como um laboratório mundial de manufatura , assim foram desenvolvidos e testados aqui alguns novos conceitos de produção.

Exemplos:

- Consórcio Modular – VW Caminhões – Resende – RJ
- Rolling – Chassis – Chrysler – Campo Largo – PR
- Condomínio de Sistemistas – GM – Gravataí – RS

Outro fato a destacar é a mudança no mapa da produção de veículos (Neves – 2000), anteriormente concentrada em São Paulo e Minas Gerais e hoje espalhada pelo país:

- Agrale – RS
- Audi – PR
- Buscar – SC
- Chrysler – PR
- Citroën – RJ
- Fiat – MG
- Ford – BA, SP
- General Motors – BA, SP, RS, SP
- JPX – MG
- Honda – SP
- Iveco – MG
- Land Rover – SP
- Marco Polo – RS
- Mercedes Benz – MG, SP
- Mitsubishi – GO
- Navistar/International – RS
- Peugeot – RJ
- Renault – PR
- Scania - SP

Dentro deste cenário de globalização econômica e produtiva fica bastante claro que as empresas com maiores chances de sobrevivência e crescimento são aquelas que atingirem o nível de empresa “classe mundial”, isto é, empresas que tem como vantagem competitiva os fatores ganhadores de pedido (PIRES ,1995):

- Qualidade
- Custo (preço ao cliente)
- Flexibilidade
- Velocidade de entrega (prazo de entrega)
- Tecnologia (inovação)

Mas o que vêm a ser uma empresa “classe mundial”?

Alguns autores como (SCHONBERGER, 1984) escreveram sobre o assunto, porém sem apresentar uma definição sucinta, tecendo sim comentários e reproduzindo análises sobre o funcionamento de empresas que, pela sua ótica, fizessem parte do seletor grupo de empresas “classe mundial”.

Outros autores como (SHINGO, 1990) propuseram sistemas de gestão e administração da produção buscando estabelecer um padrão que as empresas deveriam seguir para se tornar “classe mundial”.

Assim fica evidente a necessidade de se aprofundar a análise do funcionamento destas empresas em todas suas áreas: Técnica, Administrativa, Relações Humanas, Financeira e Comercial na busca de uma definição que seja sucinta e ao mesmo tempo abrangente para empresa “classe mundial”.

Outro fato importante a salientar é que fica impossível avaliar cada área separadamente, uma vez que é praticamente mandatário analisar suas interrelações em uma empresa que se pretenda “classe mundial”.

2 - ESTRUTURA E FUNCIONAMENTO DE UMA EMPRESA DE CLASSE MUNDIAL

2.1 - Introdução

A proposta de uma estrutura básica para uma empresa de “classe mundial”, baseia-se nas estruturas de diversas empresas existentes e que são consideradas WCM, *World Class Manufacturing* (Ex. Krupp, Robert Bosch, Tritec, Delphi, Visteon, Lear, Tupy), não significando que estas empresas tenham exatamente a estrutura proposta, porem sua filosofia de gestão.

Para a proposta, considera-se uma empresa hipotética, com negócios no mercado interno e externo, e com condições de projetar seu próprio produto, isto é, uma empresa classe ISO-9001.

Normalmente uma empresa “classe mundial” apresenta o organograma indicado na Figura 2.1 e sua área produtiva é sub-dividida em unidades de negócio, ou de empreendimento, por famílias de produto ou por características de processo.

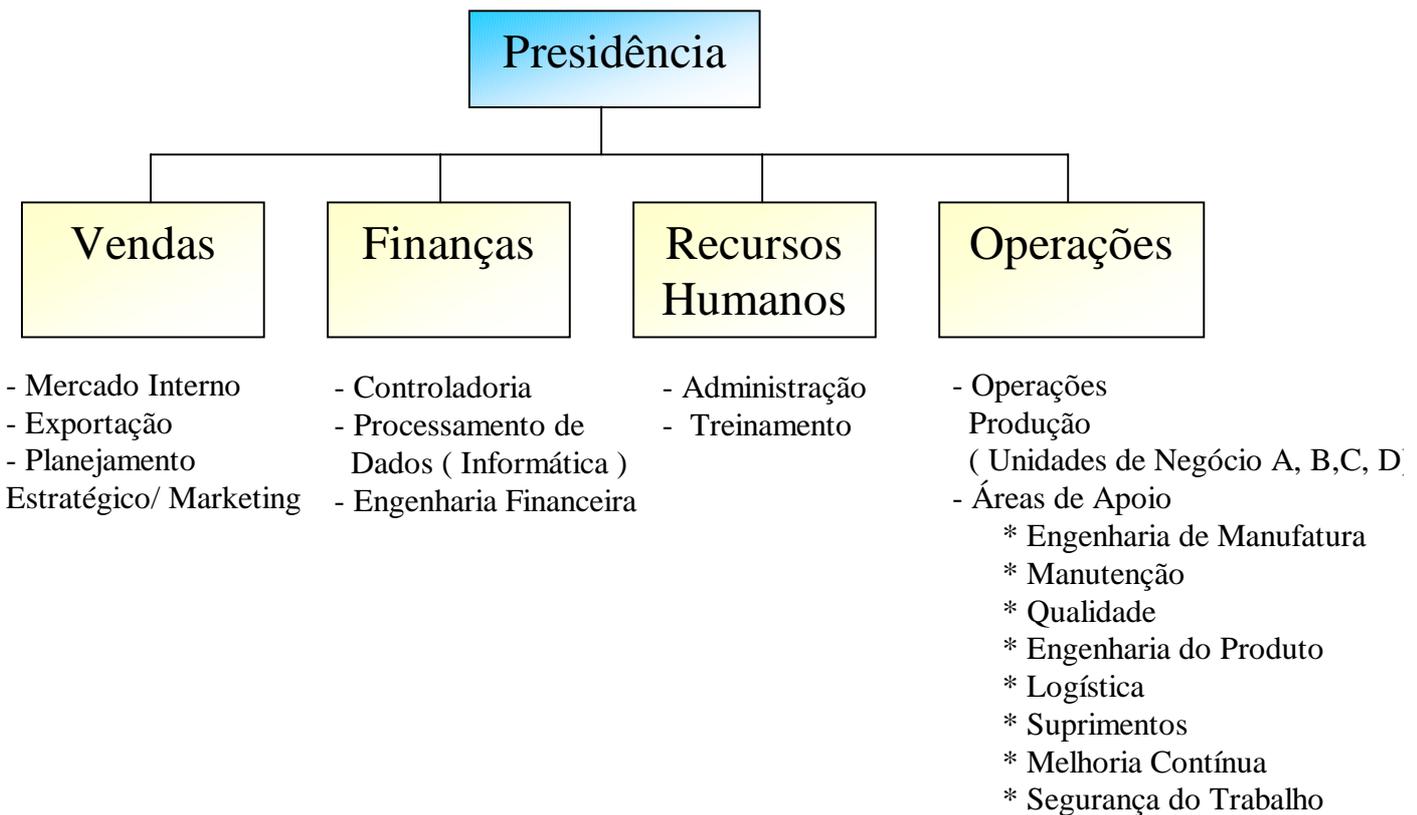


Fig. 2.1 – Empresa “classe mundial” – Estrutura Geral

Porém todas estas áreas interagem de forma matricial formando uma estrutura integrada conforme mostrado na Figura 2.2.

As unidades de negócios são divididas em células de manufatura e têm uma sub-estrutura com alguns consultores das áreas de apoio que são diretamente subordinados ao gestor de cada

unidade e indiretamente subordinadas as áreas de apoio centrais, (WOMACK , 1996), de forma a garantir a padronização dos procedimentos entre as diversas unidades conforme Figura 2.3.

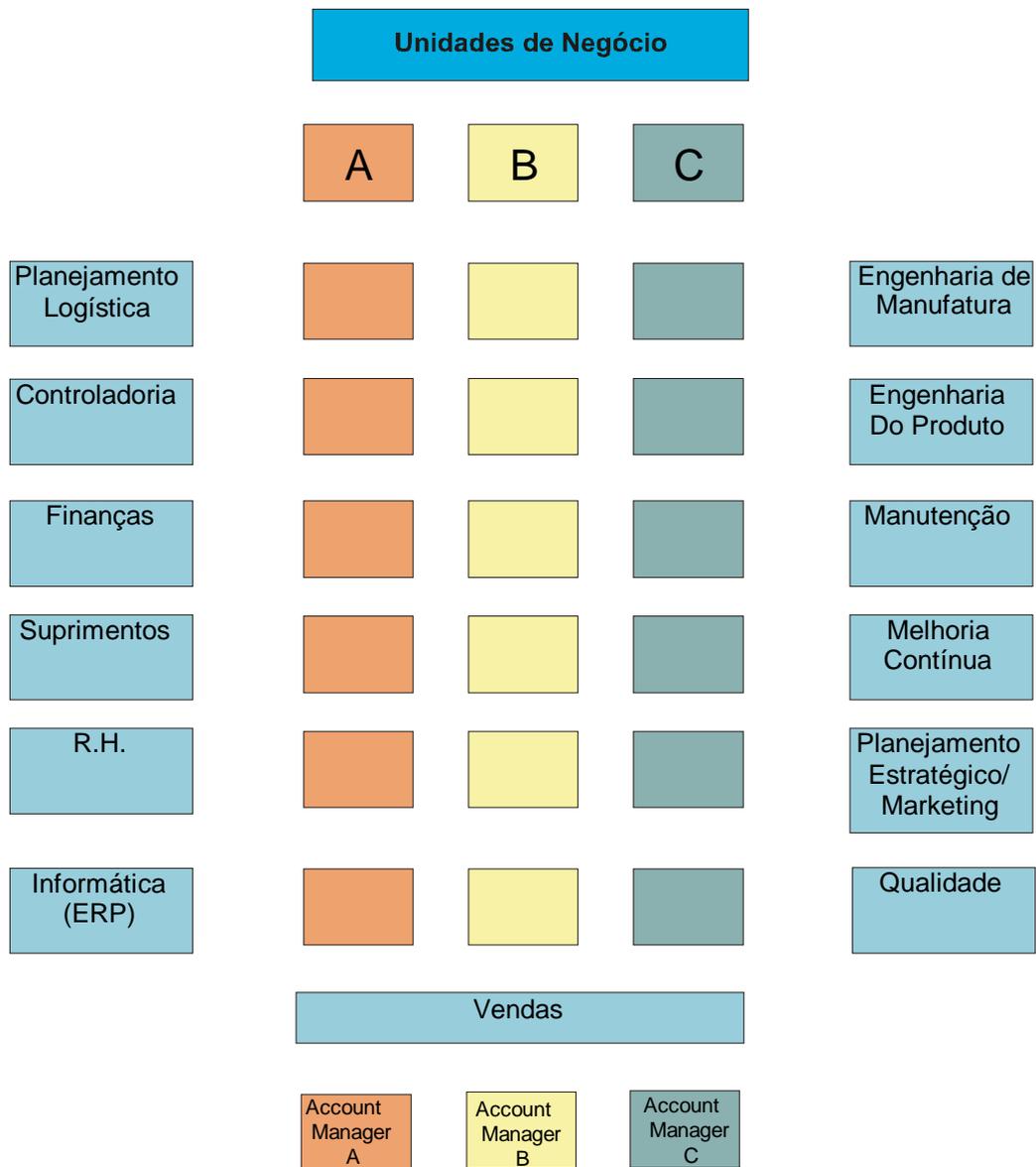


Fig. 2.2 - Estrutura Matricial – Empresa Classe Mundial

Gestor da Unidade		
Áreas de Apoio com consultores subordinados diretamente ao gestor	Produção	Áreas de Apoio Centrais Subordinação Indireta
Qualidade	Células de Manufatura	Qualidade
Engenharia de Manufatura (processos)		Engenharia de Manufatura
Logística		Logística
Manutenção		Manutenção
Segurança do Trabalho		Segurança do Trabalho
Controladoria		Controladoria
Treinamento		Treinamento
Administração		Administração
Melhoria Contínua		Melhoria Contínua
Engenharia do Produto		Engenharia do Produto
Suprimentos		Suprimentos

Fig. 2.3 – Estrutura Funcional de uma Unidade de Negócio

Esta organização é pensada de forma a permitir uma maior agilidade de decisões aos gestores de cada unidade e ao mesmo tempo garantir uma padronização de procedimentos e um aproveitamento de sinergias com as outras unidades através da subordinação indireta dos consultores às áreas de apoio centrais, também para cada unidade de empreendimento existe um profissional responsável pelas vendas os chamados Gerentes de Conta (*Account Managers*).

Em seguida é feita uma breve descrição sobre o funcionamento e as interrelações de cada área acrescentando as principais características de cada uma dentro de uma empresa “classe mundial” e também dos profissionais que nelas trabalham.

2.2 - Área de Vendas

2.2.1 – Vendas Mercado Interno e Exportação

A área de vendas foi escolhida para iniciar esta análise porque esta é a área onde tudo começa. Sem venda não existe empresa.

Em uma empresa “classe mundial” a área de vendas não se limita aos contatos comerciais com o cliente. É exigido dos profissionais da área um conhecimento amplo de marketing e do mercado onde a empresa atua a nível mundial.

Estes profissionais também devem apresentar um conhecimento técnico mínimo do produto e do processo de fabricação, de forma a ter subsídios de argumentação nas difíceis negociações comerciais a que serão submetidos.

É nesta área que são estabelecidas as bases para todo o desenvolvimento do projeto. Por isso é de vital importância uma análise crítica de contrato bem feita.

Uma tendência muito forte neste final de século é a ampliação do comércio eletrônico entre as empresas, o chamado *Business- to- Business (B2B)* que vêm encurtando distâncias e facilitando muito a comunicação.

Também é responsabilidade destes profissionais, chamados de Gerentes de Contas (*Account Managers*), a busca e fornecimento das informações básicas necessárias para que as áreas operacionais possam executar um pré-cálculo de custos sem comprometer a rentabilidade futura do produto.

No mercado global na maioria das vezes o preço do produto já é conhecido e cabe ao profissional de vendas fiscalizar a execução do pré-cálculo de custos evitando apresentar cotações que não tenham competitividade. Desse modo, em uma empresa “classe mundial” as principais atribuições e características da área de vendas, tanto para mercado interno como para exportação, devem ser as seguintes:

- Conhecimento do mercado em nível mundial;
- Visão global do produto a ser vendido: vida estimada, possíveis alterações, volumes envolvidos e aplicações;
- Visão comercial: principais concorrentes, preços praticados no mercado, margens, situação financeira do cliente e competidores; e preço objetivo (*target price*);
- Obtenção de informações: desenho do produto, especificações técnicas, histórico de problemas, *benchmark* de processos, logística de transporte, exigências sobre embalagens /proteção superficial;
- Interpretação correta das taxas e impostos, nacionais e de exportação;
- Visão do futuro (participação junto ao cliente desde o início do desenvolvimento de um novo produto);
- Conhecimento das estratégias de marketing;
- Fluência em inglês e pelo menos mais um idioma;
- Conhecimentos básicos da cultura de cada país com os quais a empresa se relaciona;
- Formação normalmente encontrada : Engenharia, Comércio exterior e Administração de Empresas.

2.2.2 – Planejamento Estratégico / Marketing

Esta área é responsável pela comunicação institucional e mercadológica da empresa.

Também gera e organiza as informações que serão utilizadas como referência nas decisões da alta administração:

- Visão de mercado. (Local e Global);
- Saúde financeira de clientes e fornecedores;

- Preços de mercado (Matérias-primas e produtos próprios);
- Monitoramento das ações dos concorrentes;
- Previsão de volumes de produção;
- Previsão da vida dos produtos.

Para organizar todas estas informações são utilizados *softwares* de monitoramento com arquivos de hipertexto acessados por palavras chave.

Nestes arquivos, todas informações (*e-mails*, relatórios e notícias) referentes a cada cliente são cadastradas em um banco de dados ficando disponível para os diversos usuários, que além de utilizá-las irão realimentado o mesmo com novas informações.

Todas estas informações servem de suporte para administração estratégica de desenvolvimento da empresa.

Os profissionais desta área apresentam as seguintes características :

- Visão global do mercado;
- Capacitação para lidar com a mídia;
- Conhecimento do negócio ;
- Excelente redação;
- Formação normalmente encontrada : economia com especialização em *MBA (Master in Business Administration)*.

2.3 – Finanças

Esta área em uma empresa “classe mundial” normalmente engloba as áreas de controladoria, processamento de dados (informática) e engenharia financeira.

2.3.1 – Controladoria

Esta divisão é responsável pela contabilidade da empresa. Sua função em empresas “classe mundial” não é mais só contabilizar os resultados, mas também apoiar os gestores das unidades de negócios ou centros de lucro fornecendo informações, avaliações e projeções auxiliando a tomada de decisões.

Com a mudança do nível tecnológico, (DRUCKER ,1990), observa que “A fabricação do futuro será uma rede de informações. Os gerentes terão que entender o processo de produção sendo que o objetivo da nova contabilidade industrial é integrar a produção na estratégia do negócio”.

É bastante comum em empresas “classe mundial” o desmembramento desta divisão, sendo seus profissionais alocados diretamente nas unidades de negócio facilitando a comunicação com os gestores de cada unidade, porém mantendo a relação com a controladoria central de forma a padronizar a forma de atuação e gerar os resultados consolidados da empresa.

O profissional desta área é responsável também por executar o pré-cálculo de custos para novos produtos, recebendo as informações necessárias da engenharia de manufatura / processos como: investimento, mão-de-obra, tempos de operação, facilidades e área utilizada.

Os índices de avaliação de desempenho também são administrados por esta área e tem mudado bastante nos últimos cinco anos com a aplicação de novos conceitos dentre os quais pode-se citar:

RONOA: *Return of Net Operations Assets* (Retorno sobre Patrimônio Líquido)

EVA: *Economic Value Added* (Valor econômico agregado ao produto)

Os profissionais desta área apresentam as seguintes características:

- Conhecimentos da legislação tarifária para mercados interno e externo;
- Experiência com custeio ABC (*Activity Based Cost*);
- Visão global do negócio ;
- Conhecimentos profundos de contabilidade;
- Formação normalmente encontrada: superior em economia ou administração de empresas;

2.3.2 – Processamento de dados – Informática

Esta área é a responsável pela gestão do sistema computacional da empresa e pelo suporte técnico tanto de hardware quanto de software. Em empresas “classe mundial” adota-se um sistema de gestão, ERP – *Enterprise Resources Planning*, sendo hoje os bastante utilizados no país: SAP, LOGIX, MAGNUS (DATASUL) e BAAN (fonte: Gazeta Mercantil).

Este sistema é responsável pelas informações utilizadas pelos gestores como base para tomada de decisões. Tem-se observado ultimamente uma mudança no perfil destes sistemas de gestão em uma tentativa de tornar seu uso mais amigável ao usuário, possibilitando uma flexibilização dos relatórios o que antes não acontecia, os sistemas eram considerados “travados”.

Outra característica das empresas “classe mundial”, são as redes de informação que integram os microcomputadores das diversas áreas permitindo uma comunicação rápida e de qualidade tanto dentro da empresa, *Intranet*, quanto fora, através da *Internet*”.

O ambiente econômico contemporâneo exige excelência dos sistemas corporativos principalmente na contabilidade industrial. Com a intensa competição global, o rápido progresso na tecnologia de processos e produtos, e as violentas flutuações nas taxas de câmbio e preços das matérias-primas, o sistema de contabilidade gerencial de uma empresa “classe mundial” precisa fornecer informações oportunas e precisas para facilitar os esforços de controle de custos, para medir e melhorar a produtividade e para descoberta de melhorias nos processos de produção.

O sistema de gestão empresarial também necessita informar custos precisos, de modo que a fixação de preços, a introdução de novos produtos, o abandono de artigos obsoletos e a resposta a produtos rivais possam se basear na melhor informação possível sobre a necessidade de recursos.

Com estes papéis vitais nas informações de planejamento, comunicação, motivação e avaliação, o sistema de gestão corporativo é um componente extremamente importante na estratégia da empresa para alcançar o sucesso.

Os profissionais desta área devem apresentar as seguintes características:

- Conhecimentos específicos dos sistema de gestão empresarial;

- Capacitação técnica para solução dos problemas de microinformática;
- Conhecimentos dos processos de fabricação e de produtos fabricados;
- Facilidade para interpretação e solução dos problemas dos usuários ;
- Conhecimentos de redes de comunicação;
- Formação normalmente encontrada : engenharia da computação ou processamento de dados.

2.3.3 – Engenharia Financeira

Esta área é a responsável pelo caixa da empresa, administra o fluxo de caixa, contas a pagar, contas a receber e despesas operacionais. Uma boa gestão financeira é essencial para o sucesso da empresa.

Quando é necessário efetuar investimentos, esta área, em empresas “classe mundial” busca sempre fontes de financiamento onde o custo do dinheiro seja o menor possível. Nem sempre usar recursos próprios é a melhor opção, uma vez que existem programas governamentais de incentivo à produção com juros atrativos, ex. FINAME. Também é responsabilidade desta área manter atualizado o cadastro de clientes e fornecedores, monitorando sua saúde financeira e transferindo esta informação para os gestores.

Trabalha sempre integradamente com as áreas de vendas e suprimentos, participando e fornecendo bases para as negociações de prazos para pagamento. É responsável também pelos relatórios que retratam a saúde financeira de empresa e que são enviados aos acionistas.

Mantém uma estreita relação com instituições bancárias utilizando seus serviços de cobrança, pagamentos e financiamentos.

Em empresas exportadoras é muito comum operações de ACC (Antecipação de Contrato de Crédito), onde as empresas buscam capital de giro no mercado dando com garantia seus contratos de exportação em moeda forte.

Assim os profissionais desta área devem apresentar as seguintes características:

- Conhecimentos do mercado financeiro principalmente juros e taxa de câmbio;
- Habilidade para apresentar projetos de financiamento junto a instituições financeiras ;
- Conhecimentos sobre gestão do fluxo de caixa;
- Formação normalmente encontrada : superior em economia ou administração de empresas.

2.4 - Área de Operações

Esta área engloba todos os departamentos mais intimamente ligados à fabricação dos produtos da empresa:

2.4.1 - Produção

Esta área, como o próprio nome já diz, é responsável pela manufatura física dos produtos.

Nas empresas “classe mundial” a área de produção trabalha integradamente com os departamentos de suporte como Logística, Suprimentos, Engenharia de Processos, Engenharia do

Produto, Qualidade e Manutenção, e normalmente nas empresas de grande porte são divididas em unidades de negócio ou centros de lucro por família de produtos ou por tipo de processo.

Notadamente, neste final de século, o perfil dos homens de produção mudou bastante, tanto os gestores como os próprios operadores.

Em empresas “classe mundial” é muito claro o conceito segundo o qual quem faz qualidade é quem produz. A filosofia *just-in-time* é aplicada em todo processo produtivo e os processos de melhoria contínua são uma realidade.

A transparência é uma constante nas relações entre os gestores e os operadores assim como a criatividade é fortemente incentivada.

Existe uma constante troca de informações entre a produção e os departamentos de suporte.

Também são utilizados indicadores para se medir o desempenho do setor, dentre os quais pode-se citar:

- Produtividade – peças produzidas/hora trabalhada;
- Desempenho de entrega – quantidade produzida/quantidade programada pelo cliente;
- Índices de refugo e retrabalho – ppm (partes por milhão);
- Inventário / estoques (R\$);
- Taxas de acidentes de trabalho (Frequência e Gravidade).

A comunicação com clientes e com fornecedores é cada vez mais direta. Os estoques de materiais em processo são mínimos chegando em alguns casos a serem medidos por horas.

Tabus como a divulgação dos resultados financeiros das empresas foram quebrados. Cada homem de produção sabe exatamente sua importância na cadeia produtiva.

As operações são organizadas em células de manufatura onde são aplicados conceitos de “*one-piece-flow*” e de “SMED” (*Single Minute Exchange Die* – Troca Rápida).

“Se dentro da cadeia produtiva existem células que são fornecedoras de outras células, deve ser criada entre elas uma relação cliente/fornecedor, garantindo desta forma a essência do pensamento enxuto” (GROSS- 2000).

Outra tendência é o monitoramento eletrônico do processo produtivo, onde através de coletores de dados instalados em pontos estratégicos é possível obter, em tempo real, dados de qualidade, produção e manutenção – o chamado *e-workplace* (PETERSON,2000).

Não existe sobra de mão-de-obra sendo praticado o conceito de manufatura enxuta. Em muitos casos as transferências de produtos entre departamentos são orientadas por cartões de *Kanban*, sendo utilizado o conceito de produção puxada onde só é produzido nas etapas intermediárias aquilo que será realmente consumido nas etapas finais.

Controles de produção, refugo, retrabalho e inventário em processo são expostos no chão de fábrica de forma transparente e visual, servindo como referência para reuniões diárias de produção envolvendo os operadores e a liderança de produção.

Em algumas empresas já se aplica o conceito do TAG – TIMES AUTO GERENCIÁVEIS, onde são eleitos líderes por períodos determinados de tempo e todos os membros da equipe podem

opinar sobre as decisões a serem tomadas em reuniões diárias relâmpago que duram menos de 15 minutos.

Os gestores são cada vez mais exigidos administrativamente e necessariamente têm que apresentar visão global do negócio.

São características dos homens de produção em uma empresa mundial:

OPERADORES

- Escolaridade mínima de 2º grau (preferencialmente técnico);
- Conhecimento das ferramentas da qualidade;
- Multifuncionalidade;
- Capacidade de trabalho em equipe;
- Capacidade técnica para o exercício da função.

GESTORES

- Capacidade de comunicação;
- Visão global do negócio;
- Conhecimento do processo produtivo;
- Capacidade de realizar análises de valores;
- Conhecimento das teorias e filosofias de administração da produção como *Just-in-time*, TPM, *Kanban*, Teoria das restrições e Ferramentas da Qualidade;
- Formação normalmente encontrada : engenharia.

2.4.2 – Engenharia de Manufatura ou de Processos

Nesta área é realizado todo o planejamento do processo produtivo. Assim é evidente seu envolvimento com os demais setores da empresa gerando e recebendo informações praticamente de todas as áreas conforme tabela 2.1.

ÁREA	ENGENHARIA DE MANUFATURA/ PROCESSOS
Produção	Folhas de processo, planos de controle, instruções de trabalho e pré-set de ferramentas, padrões e lay-out de fábrica.
Compras	Definição técnica de novos equipamentos, consumo de ferramentas, desenvolvimento de fornecedores e planejamento de estoques.
Logística	Desenvolvimento de embalagens, informações de tempos de fabricação, padrões de produção, capacidades de produção e mão-de-obra.
Engenharia do produto	Peças pares, fabricação de protótipos.
Controladoria	Informações básicas para cálculo de custos (tempos de fabricação, mão-de-obra, consumo de materiais de processo).
Vendas	Estudos para pré-cálculo de custos no processo de precificação, definição dos cronogramas de lançamento de novos produtos.
Manutenção	Informações sobre os equipamentos adquiridos, peças para reposição, facilidades, definição de treinamentos e lay-out de fábrica.
Qualidade	Preparação da documentação básica da qualidade APQP (folha de processo, fluxo de processo, plano de controle, FMEA (<i>Failure Mode and Effect Analyse</i>) e definição de procedimentos/ instruções de qualidade.
Relações Humanas	Definição de treinamentos a serem executados. Definição do perfil do operador adequado para cada função.

Tab. 2.1 – Relações da Engenharia de manufatura - Processos

Em uma empresa “classe mundial”, a engenharia de manufatura tem que estar atualizada com relação a novas tecnologias, uma vez que é nesta área que são definidos os investimentos, e, como as opções são muitas, os prejuízos causados por uma má escolha de equipamentos são imensos.

Erros de pré-cálculo de custos podem comprometer a rentabilidade do produto. Índices para medida de desempenho desta área são utilizados como cumprimento de prazos para lançamentos de novos produtos e aprovação de PPAP na primeira vez, e porcentagem de produtos lançados no prazo definido pelo cliente.

Nota-se já a aplicação de alguns *softwares* para planejamento de processos e preparação da documentação via computador (*CAPP – Computer Aid Process Planning*).

Também são largamente utilizados softwares para simulações e planejamentos de *lay-outs*, como também para balanceamento dos tempos das operações como : *Arena, Wittenes*.

Assim o profissional de engenharia de processos em uma empresa “classe mundial” apresenta as seguintes características:

- Conhecimento das ferramentas da qualidade;
- Conhecimentos de microinformática inclusive CAD;
- Capacidade para realizar trabalhos em equipe;
- Conhecimentos específicos na sua área de atuação como: estamparia, forjaria, fundição, usinagem, pintura, tratamentos físico-químicos, tratamentos térmicos e montagem;
- Conceitos de customização em massa;
- Conhecimentos de ergonomia e cronoanálise;
- Capacidade para realizar negociações com clientes e fornecedores;
- Conhecimentos em tecnologia de grupo e da filosofia *Just-in-time* ;
- Conhecimentos para elaboração do *FMEA* de processo;
- Formação normalmente encontrada : engenharia.

2.4.3 – Manutenção

Em uma empresa “classe mundial”, a área de manutenção trabalha de forma integrada com a engenharia de manufatura e a produção. Participa ativamente da definição técnica para compra de equipamentos colaborando com a engenharia na definição do *lay-out*, peças de reposição e instalações.

Técnicas para manutenção preventiva, manutenção preditiva e manutenção produtiva total são aplicadas e monitoradas de forma sistêmica.

Indicadores como o OEE- Eficiência Global do equipamento (*Overall Equipment Efficiency*), MTBR – Tempo Médio Entre Reparos (*Mean Time Between Repairs*) e MTTR- Tempo Médio Para Reparar (*Mean Time to Repair*) são utilizados como medida de desempenho da manutenção.

A aplicação de tecnologias como análise de vibrações e análise de particulados no fluido lubrificante são usadas como referência para manutenção preditiva. Além das habilidades específicas para executar os reparos, o profissional de manutenção em uma empresa “classe mundial” desenvolve e aplica treinamentos para os operadores no chão-de-fábrica no conceito de manutenção produtiva total (*Total Productive Maintenance – TPM*).

Em algumas empresas o profissional de produção é também responsável pela manutenção básica, ficando somente os reparos mais complexos a serem executados por um profissional mais especializado, também dentro do conceito do TPM.

Outro fator importante a destacar é a redução dos estoques para peças reposição, já que manter um estoque elevado e caro faz com que se reduza o capital de giro da empresa.

Quem fica responsável pelo estoque é o próprio fornecedor do equipamento, portanto deve haver uma integração eletrônica entre ambos para consultas rápidas. Assim em empresas “classe mundial” os contratos de fornecimento devem assegurar que o fornecedor mantenha em estoque as peças vitais de reposição.

É cada vez mais comum a assistência técnica virtual, isto é, o diagnóstico de problemas é feito pelo fornecedor a distância via *Internet*, através do monitoramento eletrônico do equipamento.

Já encontra-se disponível para alguns equipamentos as instruções de trabalho virtuais, isto é, no próprio painel de controle são apresentadas imagens tridimensionais orientando a desmontagem dos módulos do equipamento, permitindo a identificação do componente com problema, a consulta do estoque do fabricante e até a compra deste componente, via *Internet*.

Segundo algumas previsões, a comunicação máquina com máquina irá dominar a *Internet* a partir de 2005 (PETERSON , 2000).

Neste contexto podemos considerar o seguinte perfil do profissional de manutenção em uma empresa de “classe mundial”:

- Conhecimento das técnicas de manutenção preventiva e preditiva;
- Integração com os departamentos de produção e engenharia de processos;
- Capacidade para realizar treinamentos no chão de fábrica;
- Conhecimento das técnicas para solução de problemas - sete ferramentas de qualidade;
- Formação normalmente encontrada : técnica em Mecânica ou Eletrônica e para os gestores (Engenharia).

2.4.4 – Qualidade

Com o advento das normas ISO-9000 e QS-9000 a área de qualidade deixou de ter uma atuação forte de inspeção de produtos no chão-de-fábrica passando a atuar mais na gestão e manutenção do sistema de qualidade.

Como mencionamos anteriormente em empresas “classe mundial” quem produz é quem garante a qualidade do produto, ficando o departamento de qualidade com a função de auditar o cumprimento das instruções e procedimentos estabelecidos no sistema. Também é responsabilidade desta área a avaliação periódica dos fornecedores fornecendo subsídios para a área de suprimentos.

Quanto a qualidade no chão de fábrica (SHINGO , 1986) têm uma abordagem bastante interessante sobre os conceitos de inspeção que ele classifica em 3 categorias :

- Inspeção que descobre defeitos:
Controle final 100%
- Inspeção que reduz defeitos:
Controle estatístico de processos (Inspeção informativa)
- Inspeção que elimina defeitos:

- Uso maciço de *Poka-Yokes* - Dispositivos de controle em processo que permitem a imediata retenção dos defeitos com retorno da informação (*Feed-back*) imediato para o operador.
- Inspeção na origem do erro (*Source Inspection*) que visa uma atuação preventiva buscando as possíveis causas de erros eliminando-as antes que se tornem defeitos.

Técnicas como as 7 ferramentas da qualidade, (MOURA , 1994) são usadas maciçamente na produção (BRASSARD , 1995).

Novas técnicas também têm ganhado força neste final de século tentando relacionar a percepção de qualidade do consumidor final com o projeto do produto e o processo de fabricação (Casa da Qualidade, QFD - *Quality Function Deployment*). Outro movimento muito forte é a aplicação do programa 6 σ (seis sigma) com a formação de especialistas internos em técnicas estatísticas para solução de problemas, os chamados *Black Belts* (Faixas Preta). Também a preocupação com o meio-ambiente está em relevância com a exigência da implantação da ISO-14000, onde a empresa deverá tratar dos resíduos que produz e os produtos auxiliares a produção (embalagens, óleos, ferramentas) de forma a não prejudicar a natureza. Neste cenário o profissional da área de qualidade em uma empresa “classe mundial” apresenta as seguintes características:

- Conhecimento profundo das normas ISO e QS-9000;
- Experiência na utilização das 7 ferramentas da qualidade;
- Conhecimentos de CEP (Controle Estatístico de Processo);
- Conhecimento dos conceitos e técnicas para dentre as quais podemos citar:
 - Fluxograma,
 - *Brainstorming*,
 - Diagrama de pareto,
 - Carta de tendência,
 - Histograma,
 - Cartas de controle,
 - Análise de campo de forças,
 - Folha de verificação,
 - Técnica de grupo,
 - Diagrama de causa e efeito,
 - Estratificação,
 - Diagrama de dispersão,
 - Capabilidade do processo,
- Formação normalmente encontrada : Engenharia

2.4.5 – Engenharia do Produto

Esta área é responsável por traduzir o desejo do cliente para a linguagem da empresa, isto é, é responsável pelo projeto do produto.

Deve trabalhar integradamente com a área de vendas e com a engenharia de manufatura (processos), e buscar se antecipar aos desejos do cliente.

É muito comum em empresas “classe mundial” que os profissionais desta área participem junto com o cliente das fases iniciais de desenvolvimento do produto.

É sua responsabilidade também a assistência técnica ao cliente, sendo assim muito comum a existência de técnicos ou engenheiros, residentes no cliente.

Técnicas de cálculo estruturais e de simulações com “elementos finitos” , são largamente empregadas. Também é necessário conhecimentos de engenharia de materiais e tratamentos superficiais para se chegar a uma especificação que atenda as necessidades do cliente.

Por outro lado é fundamental que o produto seja manufaturável com relativa facilidade, daí a necessidade de envolver a engenharia de manufatura (processos) no desenvolvimento do projeto. Esta área é responsável pelo desenvolvimento dos protótipos e pelos testes de engenharia para validação do produto.

Também é responsabilidade desta área o desenvolvimento das embalagens para transporte dos produtos, notando-se uma forte tendência para a utilização de embalagens retornáveis.

É necessário também um conhecimento de custos industriais para auxiliar na precificação do produto. Esta área também é responsável pelo gerenciamento do desenvolvimento do novo produto. Uma série de softwares está à disposição destes profissionais tanto para projetar como para modelar e gerenciar o desenvolvimento do produto, dentre os quais podemos citar:

- Pro Engineer;
- Ansys;
- Ideas;
- Macrostation;
- Catia;
- Autocad R 14;
- MS Project.

Assim, os profissionais da engenharia do produto apresentam a seguintes características:

- Conhecimento dos softwares de modelamento; cálculo de elementos finitos e de projetos;
- Experiência com gerenciamento de projetos;
- Conhecimentos de marketing;
- Conhecimentos de cálculo de custos industriais;
- Conhecimentos superficiais dos processos de manufatura;
- Experiência com normas ISO-9000 principalmente no preenchimento dos relatórios de ações corretivas solicitadas pelos clientes ;
- Conhecimento na elaboração do *FMEA* de Projeto – *DFMEA*;
- Formação normalmente encontrada: superior em engenharia (mecânica, eletrônica, metalúrgica ou materiais);

2.4.6 – Logística

Esta área tem a responsabilidade de executar a programação e o controle das informações sobre a produção. Trabalha de uma lado verificando as necessidades do cliente e do outro gerenciando a cadeia de suprimentos de forma a garantir um fluxo de fornecimento que atenda a estas necessidades. Cuida também do sistema de transporte do produto da fábrica até o cliente. São utilizados para isto os sistemas de gestão empresarial *ERP* (*Enterprise Resources Planning*) e de comunicação com o cliente *EDI* (*Electronic Data Interchange*).

A qualidade das informações gerada pela logística é a base para um bom desempenho da área produtiva. Algumas técnicas de administração são utilizadas nesta gestão, dentre as quais destacam-se três principais (GIANESI ,1996):

- *Just-in-time*;
- *MRP II (Manufacturing Resources Planning)*;
- *OPT (Optimized Production Technology)*.

A filosofia *just-in-time* desenvolvida por OHNO , baseia-se nos seguintes princípios:

- Produção sem estoques;
- Eliminação de desperdícios;
- Manufatura de fluxo contínuo;
- Esforço concentrado na solução de problemas ;
- Melhoria contínua dos processos.

Desta filosofia é que foram desenvolvidas as técnicas hoje mundialmente conhecidas: *KAIZEN*, *TPM*, *SMED*, *ONE-PIECE FLOW* e *POKA-YOKE*.

O MRP-II (*Manufacturing Resources Planning*) e seu “primo” mais velho MRP (*Material Requirements Planning*) são os sistemas de administração da produção que mais têm sido implantados pelas empresas ao redor do mundo (GIANESI , 1996), e são baseadas na utilização de um *software*.

O princípio básico do MRP II é o cálculo das necessidades, uma técnica de gestão que permite o cálculo, viabilizado pelo computador, das quantidades e dos momentos em que são necessários os recursos de manufatura (materiais, componentes, pessoas, equipamentos, entre outros), para que se cumpram os programas de entrega de produtos com um mínimo de formação de estoques. Sumarizando, seus principais aspectos são:

- Parte-se das necessidades de entrega dos produtos finais, quantidades e datas;
- Calculando-se para trás , no tempo, as datas em que as etapas do processo de produção devam começar e acabar;
- Determinando-se os recursos, e respectivas quantidades necessários para que se execute cada etapa.

O OPT (*Optimized Production Technology*) é um técnica de gestão da produção desenvolvida por pesquisadores israelenses, tendo a frente o físico ELIYAHU GOLDRATT. Assim como o MRP II esta técnica é baseada na utilização de um software, e segundo sua abordagem o objetivo das empresas é “ganhar dinheiro” atuando sobre três elementos:

- Fluxo de materiais, *TROUGHPU*;
- Estoques, *IVENTORY*;
- Despesas operacionais, *OPERATING EXPENSES*.

Seus nove princípios básicos são os seguintes:

- Balanceie o fluxo e não a capacidade;
- A utilização de um recurso não gargalo não é determinada por sua disponibilidade, mas por alguma outra restrição do sistema, por exemplo, um gargalo;
- Utilização e ativação de um recurso não são sinônimos;
- Uma hora ganha num recurso-gargalo é uma hora ganha para o sistema global;
- Uma hora ganha num recurso não-gargalo não é nada, é só uma miragem;
- O lote de transferência pode não ser, e freqüentemente não é igual ao lote de processamento;
- O lote de processamento deve ser variável e não fixo;
- Os gargalos não só determinam o fluxo do sistema, mas também definem seus estoques;

- A programação de atividades e a capacidade produtiva devem ser consideradas simultaneamente e não seqüencialmente;
- Os *lead-times* são um resultado da programação e não podem ser assumidos a priori.

Em uma empresa “classe mundial” utiliza-se normalmente o sistema *MRP II* para programação da produção, porém no chão-de-fábrica são seguidos os princípios da filosofia *just-in-time* e já se nota um movimento no sentido de aproveitar algumas das abordagens do *OPT*.

Os profissionais da área de logística apresentam as seguintes características:

- Conhecimento das técnicas de gestão da produção, *MRP II*, *OPT*, *Just-in-time*,
- Conhecimento da malha e das alternativas para o transporte dos produtos,
- Experiência no contato com os clientes e fornecedores, *Supply Chain Management*
- Conhecimentos de informática
- Formação normalmente encontrada: administração de empresas, economia ou processamento de dados,

2.4.7 – Suprimentos – Compras

Esta área trabalha integralmente com as áreas de logística e de qualidade e é responsável por garantir o suprimento de materiais diretos (matérias-primas) e indiretos (ferramentas, lubrificantes, equipamentos) necessários para fabricação dos produtos.

A área de logística fornece as informações de quantidades e prazos de entrega dos produtos usando para isto o sistema de gestão empresarial *ERP*, e de programação, *MRP II* ou *OPT*, e cabe a área de compras a gestão da cadeia de suprimentos. Atua também em uma relação estreita com a área de qualidade que tem a função de avaliar periodicamente os fornecedores.

Em empresas de autopeças “classe mundial” existe uma relação de transparência e respeito com os fornecedores e são exigidos deles os mesmos requisitos que as montadoras exigem, fazendo com que os conceitos de qualidade e manufatura enxuta se espalhem por toda cadeia produtiva.

A intenção das empresas “classe mundial” é fazer com que seus fornecedores entendam e pratiquem os princípios da manufatura enxuta, por isso é muito comum que consultores da área de melhoria contínua atuem no fornecedor praticando os *Kaizen* de impacto, durante uma semana. O profissional de suprimentos deve estar atento a estes movimentos agindo como um catalisador, e buscando dividir com o fornecedor os ganhos obtidos com as melhorias.

Normalmente o trabalho nesta área é dividido por *commodities*, como: ferramentas, equipamentos, alumínio e ferro fundido.

É função do comprador buscar o envolvimento do fornecedor já nas etapas iniciais do desenvolvimento de novos produtos de forma a evitar custos extras devido a um projeto com deficiências.

Em empresas “classe mundial” os dados de programação são transferidos aos fornecedores via EDI, e são estabelecidos claramente a datas de entrega e quantidades sempre observando-se a necessidade de não se aumentar o inventário.

Na aquisição de bens de capital, máquinas e equipamentos, o trabalho de prospecção e escolha do fornecedor deve ser executado junto com a engenharia de manufatura (processos) utilizando para isto planilhas comparativas técnicas/comerciais que relacionam as diversas opções.

Assim o profissional da área de suprimentos apresenta as seguintes características:

- Conhecimento do mercado,
- Conhecimento básico dos processos de fabricação tanto internos como do fornecedor,
- Habilidade de negociação,
- Conhecimento das taxas e impostos,
- Conhecimento dos índices para avaliação de performance e
- Visão global de possíveis fornecedores
- Formação normalmente encontrada : economia, engenharia ou administração,

2.4.8 - Melhoria Contínua

Nas empresas “classe mundial” existe um setor responsável por atuar como consultor nos processos de melhoria contínua, *Kaizen*.

Os profissionais desta área devem apresentar conhecimentos profundos sobre manufatura enxuta e conseqüentemente da filosofia *just-in-time*.

No início da década de 90 esta função competia a consultores externos, normalmente japoneses, (Senseis) (WOMACK,1996), mas com o treinamento e aprimoramento do pessoal interno e para aproveitar as sobras de mão-de-obra experiente oriundas dos *Kaizens* realizados, as empresas “classe mundial” perceberam a importância de se ter um setor que congregasse profissionais competentes capazes de promover a melhoria contínua, tanto no chão-de-fábrica quanto nos escritórios. Assim, foram criadas as áreas de melhoria contínua internas.

Os profissionais desta área apresentam as seguintes características:

- Especialistas nas técnicas para solução de problemas, 7 ferramentas da qualidade e 6 Sigma;
- Conhecimento profundo da filosofia *just-in-time*;
- Capacidade para realizar treinamentos tanto no chão-de-fábrica quanto nos escritórios;
- Facilidade de comunicação;
- Conhecimento das técnicas de *empowerment*, motivação;
- Conhecimentos de ergonomia e cronoanálise;
- Formação normalmente encontrada : engenharia;
- Conhecimentos de técnicas estatísticas .

2.4.9 – Segurança do Trabalho / Meio-Ambiente

Em empresas “classe mundial” esta área abrange além das atividades tradicionais de prevenção de acidentes, também as áreas de medicina do trabalho e proteção ao meio ambiente.

São usados indicadores, previstos por lei, para se medir os acidentes de trabalho:

Taxa de frequência: N° de acidentes por hora trabalhada.

Taxa de gravidade: N° de dias perdidos por hora trabalhada.

É responsável também pela elaboração dos mapas de risco e dos planos de emergência da empresa.

Trabalha também dando suporte às atividades da CIPA (Comissão Interna de Prevenção de Acidentes).

Esta área é normalmente a responsável pela implantação da norma ISO – 14000. Trabalha integradamente com a manutenção, a produção e a engenharia de manufatura, checando a adequação dos equipamentos novos adquiridos às normas de segurança e ergonomia. É responsável pela classificação legal das áreas insalubres da empresa, perante a previdência social, para definição do tempo de aposentadoria. Fiscaliza também a disposição dos resíduos industriais de forma a evitar danos ao meio-ambiente.

Atua também na prevenção de doenças profissionais, fiscalizando o uso correto dos EPI's (Equipamentos de Proteção Individual). O profissional desta área em empresas “classe mundial” apresenta a seguintes características:

- Conhecimentos de ergonomia e organização do trabalho;
- Conhecimentos sobre doenças profissionais;
- Conhecimentos das doenças profissionais e das técnicas para evita-las;
- Experiência na definição dos EPI's adequados para cada unidade;
- Conhecimentos da legislação trabalhistas;
- Formação nos conceitos da norma ISO – 14000 ;
- Formação normalmente encontrada : técnica ou superior em mecânica ou elétrica com especialização em segurança do trabalho.

2.5 – Área de Recursos Humanos

A área de recursos humanos em empresas “classe mundial” está basicamente dividida em duas áreas:

- Administração de pessoal
- Treinamento

2.5.1 – Administração de Pessoal

Esta área cuida da administração de cargos e salários, das relações com sindicatos, órgãos governamentais e com a comunidade.

Tem havido uma melhoria sensível de relacionamento entre empresas e sindicatos principalmente motivados pela discussão dos critérios de participação nos lucros e nos resultados, onde é necessário haver transparência com relação à contabilidade financeira permitindo conseqüentemente uma discussão mais produtiva.

Outra característica das empresas “classe mundial” é o envolvimento com a comunidade. Isto se faz através da participação em projetos de assistência social e desenvolvimento de recursos humanos.

Também são desenvolvidos programas de saúde do trabalhador extensivo à sua família, pois fica cada dia mais evidente que o desempenho do trabalhador na empresa está atrelada a sua satisfação pessoal fora dela.

No que tange a administração de cargos e salários existe um movimento muito forte no sentido de se alterar a remuneração por função caminhando para a remuneração por habilidades, isto é, podem haver remunerações diferentes para uma mesma função devido as diferentes habilidades de cada funcionário.

Também existe uma tendência para valorização da remuneração variável, isto é, o salário do funcionário será 50% fixo e 50% variável, sendo que a parte variável será conquistada com o atingimento de metas globais da empresa e metas específicas de cada profissional.

As relações com os órgãos fiscalizadores governamentais, como ministério do trabalho, também são administradas por esta área, e é desnecessário dizer que empresas “classe mundial” cumprem todas as suas obrigações legais.

O profissional desta área apresenta as seguintes características:

- Conhecimento da legislação trabalhista;
- Habilidade para conduzir negociações com funcionários e sindicato;
- Conhecimento de administração e cargos e salários inclusive remuneração por habilidades;
- Atuação como consultor para solução de dúvidas dos gestores das unidades de negócio ;
- Formação normalmente encontrada : administração de empresas.

2.5.2 – Treinamento

A área de treinamento em “ Empresas Classe Mundial “ tem a responsabilidade de organizar cursos para capacitação técnica e de gestão dos funcionários promovendo o desenvolvimento dos valores humanos e organizacionais.

É evidente que indivíduos infelizes fora da empresa não conseguem atingir os níveis de produtividade exigidos pelo mercado.

Assim a área de Treinamento em empresas “classe mundial” trabalha integradamente com as unidades de negócio e os departamentos de apoio tanto organizando os cursos de capacitação técnica quanto desenvolvendo programas de desenvolvimento individual para promover uma evolução das relações no trabalho e obter uma melhoria na comunicação entre os funcionários.

Outra tendência observada é o incentivo que estas empresas dão para que seus gestores e profissionais possam se desenvolver em cursos de graduação e pós-graduação, porém sempre em um sistema de custos compartilhados (o funcionário paga uma porcentagem da despesa com o curso).

Também é responsabilidade desta área o recrutamento e a seleção de novos funcionários, onde várias técnicas de triagem são utilizadas como dinâmica de grupo, testes psicotécnicos, habilidade motora e exames médicos.

Em uma empresa “classe mundial” a contratação de gestores normalmente é conduzida por *head hunters*, que seguindo a orientação da empresa buscam no mercado os profissionais com o perfil mais adequado para a função ou desenvolvem um trabalho de prospecção de talentos dentro da própria empresa.

A esta área também fica subordinado o departamento de medicina do trabalho, que em empresa “classe mundial” atua de forma preventiva no combate as doenças profissionais e em programas de saúde do trabalhador.

Os profissionais desta área apresentam as seguintes características:

- Conhecimento das técnicas de recrutamento e seleção;
- Capacidade para atuar e ajudar os gestores com técnicas de motivação;
- Capacitação para atuar junto a comunidade em programas de assistência social;
- Capacidade para desenvolver programas de desenvolvimento individual e de melhoria de comunicação ;
- Atitude preventiva tanto com relação a doenças profissionais, quanto na deteriorização das relações do trabalho ;
- Formação normalmente encontrada : psicologia ou medicina do trabalho.

3- CONCEITUAÇÃO PROPOSTA PARA EMPRESA CLASSE MUNDIAL

Após esta análise envolvendo todas as áreas da empresa e suas interrelações chega-se a conclusão que uma empresa “classe mundial” se esforça continuamente na busca das seguintes metas:

- Zero defeitos;
- Set-up zero;
- Estoque zero;
- Quebra zero;
- Acidentes zero;
- Participação (100%);
- Satisfação do cliente (100%);
- Satisfação do acionista (100%);

Uma “ Empresa Classe Mundial “ encontra-se alicerçada em três bases de desenvolvimento: O empregado, a produção e o cliente, conforme Figura. 3.1.

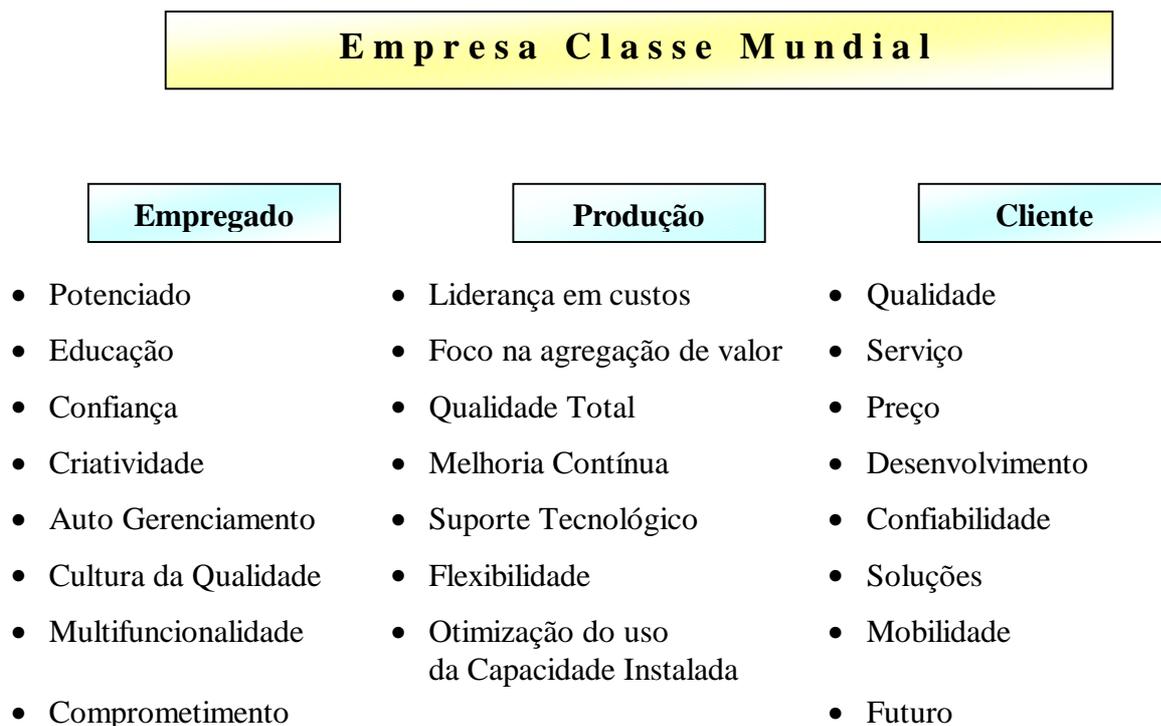


Fig. 3.1 – Bases de Desenvolvimento para Empresa Classe Mundial (WCE)

As empresas de hoje devem estar focalizadas na satisfação do cliente.

Porém satisfazer o cliente e ao mesmo tempo realizar lucros atrativos para seus acionistas requer que estas fábricas sejam flexíveis , que fabriquem produtos com qualidade perfeita e que façam isto de forma mais eficiente possível. (STANDARD, 1999).

Assim, propõe-se a seguinte definição:

Empresa “classe mundial” é uma empresa com uma forma de gestão matricial; que pratica os princípios da manufatura enxuta; que apresenta uma relação de respeito e sem barreiras de comunicação com empregados, clientes e fornecedores; que executa e tem claramente definidas sua visão de futuro e sua política de qualidade; que respeita e apóia a comunidade onde está inserida; que gera lucros coerentes para seus acionistas e que aprende continuamente.

Nos capítulos 4, 5 e 6 será apresentado um estudo de caso onde descreve-se a aplicação prática deste conceito focando a área de manufatura.

4 – ESTUDO DE CASO

4.1 – Breve Histórico da Empresa

O estudo de caso foi realizado na Tupy Fundições S.A. em sua unidade de Joinville S.C.

A Tupy é uma empresa com capital nacional fundada em 1938, tradicional Fundição de ferro fundido que atualmente tem como principais produtos:

- Blocos e Cabeçotes de motores;
- Autopeças;
- Conexões;
- Granalhas;
- Perfis.

Conta com duas unidades fabris ficando a matriz em Joinville – S.C., com 4.200 funcionários e uma filial em Mauá, S.P., com 400 funcionários.

A empresa têm capacidade anual de produção de 400.000 toneladas de ferro fundido e sua produção é destinada 50% mercado interno e 50% para exportação (principalmente Estados Unidos e Europa).

A Tupy está dividida em 4 unidades de empreendimento :

- 1- Fundição de Blocos e Cabeçotes;
- 2- Fundição de Autopeças;
- 3- Fundição de produtos próprios (conexões, granalhas e perfis);
- 4- Usinagem.

Em 1996 a Tupy decidiu entrar na área de Usinagem como forma de agregar valor a seus produtos e também para atender aos anseios de alguns de seus clientes.

As primeiras Linhas de Usinagem foram instaladas através de um processo de terceirização com a Volkswagen (tambor de freio e suportes para Kombi) e com a Maxion Motores (Blocos e Cabeçotes para Motores de 4,4 Litros).

Em 1999 foi assinado um contrato com a International/ Navistar e com a Maxion Motores para o fornecimento anual de 50.000 conjuntos de Blocos e Cabeçotes de Motores Diesel de 7,3 Litros usinados.

Em resumo a Área de Usinagem da Tupy Fundições hoje apresenta a seguinte configuração, tabela 4.1.

Tab. 4.1 – ConFiguração da Área de Usinagem da Tupy Fundições S.A.

ÁREA	PRODUTOS	CLIENTES
AUTOPEÇAS	Coletores de Escape	VW, MWM
	Tambores de Freio	VW, Honda
	Mangas de Eixo	VW
	Camisa de Cilindro (Motos)	Honda
	Capas de Mancal	Cummins, MWM, International, Perkins, Renault, Detroit, Daimler-Chrysler.
	Volantes de Motores	Renault
BLOCOS E CABEÇOTES	Blocos e Cabeçotes Diesel 4,4 l	Maxion (Brasil) Perkins (Inglaterra)
	Blocos e Cabeçotes Diesel 7,3 l	Maxion (Brasil) International/ Navistar (U.S.A.)

O Estudo de Caso foi realizado nesta última Área (Blocos e Cabeçotes 7,3 litros) conforme detalhado no item 4.2.

4.2 – JUSTIFICATIVA PARA ESTUDO DE CASO

Na seqüência do trabalho, capítulos 5 e 6, será apresentado um estudo de caso para adequação de uma usinagem de blocos e cabeçotes de motores aos conceitos de manufatura classe mundial, na forma de uma pesquisa ação, isto é, um trabalho onde o pesquisador (no caso o Gerente da Planta) atua sobre o processo, conforme detalhado abaixo :

- Delimitação da área para estudo :
Linha de usinagem de blocos e cabeçotes de motores diesel mod. V8 7,3 litros na Tupy Fundições, Joinville – SC, destinados ao mercado interno (Maxion Motores, Canoas, RS) e a exportação (International – Navistar, Indianápolis, USA).
- Justificativa :
Esta área foi escolhida para estudo por apresentar características que permitem uma avaliação bastante completa da aplicação dos conceitos de manufatura classe mundial:
1 – Fornece produtos tanto para mercado interno (Maxion) como para mercado externo (International/Navistar).
2 – Tem um concorrente global para o mesmo produto (Rege-Alemanha).
3- Apresenta equipamentos modernos de usinagem e metrologia.
4- Foi planejada de forma muito rápida o que gerou imensos transtornos para sua consolidação.
- Situação inicial (Dez/99)
Duas linhas de usinagem, uma para blocos e outra para cabeçotes de motores formadas basicamente por máquinas flexíveis (centros de usinagem horizontais) e alguns equipamentos dedicados aos produtos (brunidoras, têmpera por indução, teste de estanqueidade) e que apresentavam os seguintes indicadores em dezembro/00 , tabela 4.2 :

Tab. 4.2 – Comparativo entre situações real e planejada

Linha de Blocos

Item	Planejado	Real
Produção horária	7	2,5
Refugo (ppm)	20.000	136.068
Retrabalho (ppm)	5.000	100.000
Custo de ferramenta/ peça	R\$ 80,00	R\$ 164,00
Produtividade peças/ hora	0,30	0,14
Desempenho de entrega	100%	50%
Reclamações do cliente/ mês	0	4

Linha de Cabeçotes

Item	Planejado	Real
Produção horária	14	5
Refugo (ppm)	20.000	125.040
Retrabalho (ppm)	5.000	100.000
Custo ferramenta/ peça	R\$ 40,00	R\$ 81,00
Produtividades peças/ hora	0,60	0,29
Desempenho de entrega	100%	50%
Reclamações do cliente/ mês	0	4

Como pode-se observar a situação era crítica onde em resumo se observava :

- 1 – A área não conseguia atingir os volumes planejados.
- 2 – Os índices de refugo e retrabalho estavam elevadíssimos.
- 3 – O consumo de ferramentas estava fora de controle.
- 4 –A linha apresentava problemas graves de qualidade com constantes reclamações dos clientes.
- 5 – Prejuízo operacional de 20% do faturamento.

Para reverter este quadro foram aplicadas técnicas de planejamento, análise e soluções de problemas, onde destacaram-se como mais importantes :

- Árvore de pré-requisitos (teoria das restrições) – Diagnóstico / Plano de ação;
- Análise das capacidades (Cronoanálise rápida, *Flow Chart*);
- *Kaizen* (aplicado na redução de custos com ferramentas);
- Controle estatístico de processos – (Análise de Correlação);
- Manutenção Produtiva Total – *TPM*;
- Times Auto Gerenciáveis – TAG's;
- *Poka-Yokes* (Exemplos);
- Gerenciamento de ferramentas;
- Indicadores de desempenho (Resultados Monitorados).

No próximo capítulo será feita uma breve revisão bibliográfica destas técnicas.

5 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA DAS PRINCIPAIS TÉCNICAS

5.1 – Árvore de Pré- requisitos (Plano de Ação)

Ao deparar com situação crítica da área, foi verificada a necessidade de se organizar um plano de ação que a revertesse de forma rápida e planejada.

A técnica escolhida para desenvolver este plano foi a árvore de pré-requisitos, uma ferramenta da teoria das restrições desenvolvida pelo físico israelense Elyahu Goldratt (GOLDRATT, 1998).

De forma bastante resumida esta técnica está dividida em 4 etapas:

- 1º- Definição do objetivo final a ser alcançado, verbalizado através de uma frase clara no passado.
- 2º - Levantamento dos obstáculos que impedem o atingimento deste objetivo.
- 3º - Definição de objetivos intermediários, ou seja :
Ações que são suficientes para superar os obstáculos levantados na etapa 2 .
- 4º - Preparação da árvore de pré-requisitos, ou seja :
Uma formação em fluxo de objetivos intermediários inter-relacionados e bem definidos que reflete a seqüência lógica requerida para os seus atingimentos.

Para ilustrar este processo estão abaixo alguns trechos do livro "Mais que sorte " de Elyahu Goldratt :

Etapa 2 – Levantar os obstáculos.

"Tudo bem. Comece a levantar os obstáculos "

Sei que isso pode parecer estranho. Se queremos alcançar um objetivo ambicioso, porque começar levantando obstáculos? Não é contraproducente?

Mas esse é o método de Jonah. Nas palavras dele: "Sempre comece com um passo que as pessoas tenham facilidade em dar" E todos nós somos peritos em criar problemas e nos lamuriar. Em outras palavras, oferecer todo tipo de razões pelas quais o objetivo não pode ser alcançado: colocar obstáculos... "

Etapa 3 – Definir os objetivos intermediários.

Qual é o próximo passo? O óbvio. Todos sabemos que quando o objetivo é ambicioso, é lógico que o plano para alcançá-lo irá conter diversos objetivos intermediários. De onde vêm eles? A única razão para a existência de um objetivo intermediário é superar um obstáculo que nos impede de atingir o objetivo desejado final. Não há outra razão.

Assim sendo, para cada obstáculo na nossa lista, temos de descobrir qual o objetivo intermediário correspondente; aquilo que, caso alcançado, irá superar o obstáculo.

Etapa 4 – Elaborar o plano de trabalho.

Construindo o Plano

Como podemos, sistematicamente desenvolver um plano abrangente, e aceito por todos, para atingir o objetivo?

Começamos, a partir daí, a transformar a lista resultante num plano. Temos de calcular quais objetivos intermediários que podemos alcançar em paralelo, e quais apenas seqüencialmente. O fato de já termos verbalizado o obstáculo correspondente para cada objetivo intermediário, ajuda muito nesse ponto. Na verdade, torna relativamente fácil a tarefa de colocar em seqüência os objetivos intermediários.

Como? Pergunte a si mesmo: qual pode ser a razão para termos de alcançar primeiro o objetivo intermediário X, e só então estarmos em condição de alcançar o objetivo intermediário Y? É certo que existe um obstáculo impedindo que Y seja atingido, e esse obstáculo é superado se atingirmos X.

Esse é o motivo de X ter de ser alcançado primeiro que Y. Isso é fácil.

Para sequenciar nós só precisamos descobrir que obstáculo bloqueia que objetivo intermediário.

O resultado da aplicação desta técnica está descrito no capítulo 6, item 6.1.

5.2 – Análise de Capacidades (Cronoanálise / Flow Chart)

5.2.1 – Flow-Chart (Fluxo de Processo)

Para se ter uma visão global do processo de fabricação a melhor maneira é analisá-lo através da montagem de um fluxo de processo (SHINGO, 1986).

No fluxo é indicada a seqüência de processo e através de uma simbologia são classificadas as ações que estão sendo realizadas.

Estas ações são divididas em 4 categorias conforme Figura 5.1.

Símbolo	Ação
	Operação
	Inspeção
	Transporte
	Estoque

Fig. 5.1 – Simbologia para as 4 categorias de ações.

5.2.2 – Cronoanálise

Uma vez identificado o fluxo de processo é necessário um aprofundamento da análise para localizarmos os gargalos de produção (operações com maior tempo de ciclo) (SHINGO, 1988), isto é feito através de cronoanálise.

De uma forma simplificada a cronoanálise consiste em uma avaliação científica do tempo necessário para execução de cada operação através do uso do cronômetro.

Esta avaliação é feita através de uma observação da operação diretamente no chão-de-fábrica onde são cronometrados diversos ciclos da operação e definidos os adicionais para troca de ferramentas, preenchimento de cartas de controle estatístico e necessidades pessoais.

Nos casos onde são utilizados centros de usinagem com troca de *pallets* automática, isto é, enquanto em um *pallet* está sendo executada uma operação de usinagem o outro está disponível para carga e descarga da peça de trabalho, e a realização das atividades extras (troca de ferramentas, preenchimento das cartas de controle) é conduzida dentro do tempo de ciclo. Considera-se na cronoanálise somente o tempo automático da máquina com um pequeno adicional para necessidades pessoais.

Uma vez avaliadas todas as operações é possível identificar através de um gráfico de Pareto a operação ou operações consideradas “gargalo”.

Através deste referencial é possível traçar um plano de ação de forma a obter uma redução no tempo da operação gargalo e conseqüentemente de todo o processo.

O resultado prático desta análise está apresentada no capítulo 6, item 6.2.

5.3 – *Kaizen* – Aplicação do Diagrama de Árvore

5.3.1 – O *Kaizen* e o comprometimento organizacional

A filosofia *Kaizen*, base do sucesso japonês nas últimas décadas, é na realidade um conceito universal há muito conhecido por ocidentais e orientais, pelas “grandes” religiões, pela ciência – por intermédio do princípio da evolução descrito por Darwin - e, principalmente pela ótica da melhoria do padrão de vida (não confundir com melhoria da qualidade de vida), tão amplamente popularizada pelo “*American way of life*”.

A grande contribuição japonesa a esse conceito antigo foi adequá-lo a uma visão estratégica pessoal, organizacional e de nação; resultando como vital para o sucesso japonês.

Esse aprimoramento contínuo – o *Kaizen* – deve ser interiorizado como uma escalada contínua, iniciando-se no indivíduo, a partir de uma visão holística de suas necessidades e obrigações, tendo também como meta objetivos dos grupos de participação do indivíduo (departamento, organização, sociedade).

Estamos entrando em uma era na qual o comprometimento das pessoas não é apenas desejável, mas indispensável para a realização de um ambiente de qualidade total holística, que possa

garantir nossa existência como indivíduos, organizações e, por que não, a identidade cultural e grupal dentro de uma visão social mais ampla.

A educação permanente, um requisito cada vez mais evidente, nos modelos que se delineiam para os próximos anos, exigirá de todos nós uma atitude *Kaizen*, cada vez mais orientada à conscientização e ao comprometimento, inclusive exigindo o pleno exercício do autoconhecimento, do conhecimento do outro e das dinâmicas comportamentais associadas, visando a perfeita integração em “times”.

O aprender a aprender será vital em um mundo onde estará sistematizado o abandono do já existente, em um ritmo sem igual para os nossos padrões atuais.

A abordagem *Kaizen* será enriquecida com novos desafios, sendo o ser humano e seu conhecimento o grande diferencial competitivo, pois o saber conhecer e o saber como conhecer e fazer é intrinsecamente humano, mesmo que apoiado em sólida base tecnológica.

5.3.1.1 – O que é *Kaizen* ?

Traduz-se *Kaizen* como aprimoramento (de Kai, que significa “mudança” e Zen, que significa “bom”). Usado para descrever um processo de gestão e uma cultura de negócios, passou a significar aprimoramento contínuo e gradual – implementado por meio do envolvimento ativo e comprometido, de todos os empregados da empresa no que ela faz e, mais precisamente, na maneira que as coisas são feitas. Contudo, a abordagem *Kaizen* não significa somente fazer melhor as coisas; procura também conquistar tais resultados específicos como *muda* – a eliminação do desperdício (de tempo, dinheiro, material e esforço), elevando a qualidade (de produtos, serviços, relacionamentos, conduta pessoal e desenvolvimento de empregados), reduzindo os custos de projetos, fabricação, estoques e distribuição e, finalmente, tornando seus clientes mais satisfeitos. (WELLINGTON, 1998).

Foi, talvez, o primeiro “movimento holístico” do mundo dos negócios, pois nas empresas *Kaizen* japonesas um empregado é recrutado e desenvolvido como uma pessoa completa, e não simplesmente como um “recurso utilitário”. A importância dos empregados e das equipes, seus conhecimentos e suas participações em todos os aspectos da empresa familiar, e a contribuição que cada empregado pode – na verdade, deve – dar para melhorar seu local de trabalho e o que é produzido, são, assim como uma obsessão pela qualidade e a dedicação aos clientes, o alicerce da abordagem *Kaizen*. Esses inspiram, motivam e tornam a força de trabalho coesa, que conseqüentemente busca valores e metas comuns e produzem resultados maiores do que a soma das contribuições individuais de seus integrantes.

Como descreveu (STEPHEN HAWKING, 1990) em “*Uma breve história do tempo*”: “Uma sociedade na qual seus indivíduos sentem-se responsáveis por suas ações tem maiores possibilidades de trabalhar em conjunto e sobreviver para divulgar seus valores. Um grupo de indivíduos livres com certas aspirações em comum podem colaborar para atingir seus objetivos, com flexibilidade para inovar e encontrar novas direções. Assim, é provável que tal sociedade prospere e que outras sociedades e grupos copiem suas culturas bem-sucedidas.”

5.3.1.2 - Os princípios do *Kaizen*

O *Kaizen* é uma maneira de pensar e agir. Fornece diretrizes para indivíduos e equipes da “empresa-família”, e ajuda a dirigir esforços para o incremento dos lucros, por meio de aprimoramentos nos produtos e processos destinados a aumentar a satisfação do cliente, como descrito por Mota,³. (Observar a ordem intencional de “produtos”, “processos” e “clientes” na frase anterior: tradicionalmente, os mercados japoneses se baseiam em produtos, e não nos clientes; a principal ênfase do *Kaizen* na qualidade do produto, maior do que na qualidade do atendimento ao cliente, reflete isto.)

Aprimoramento nas empresas *Kaizen* é uma preocupação geral. Todos os empregados têm liberdade para considerar qualquer iniciativa que possa melhorar um produto, eliminar ainda mais desperdícios ou reduzir ainda mais os custos. Um grupo *Kaizen* é, portanto, menos limitado do que, por exemplo, um grupo específico de projetos, um grupo de controle de qualidade, ou um empregado de uma empresa ocidental tradicional, que poderia ser criticado por se preocupar com questões relacionadas a uma função ou um departamento que não fosse o seu.

5.3.2 – Implementando a melhoria contínua com maior eficácia - Ferramenta Gerencial Diagrama de árvore

O diagrama em árvore - D/Ar- é uma ferramenta que permite identificar, em crescente grau de detalhamento, todos os meios e tarefas necessários para se atingir um dado objetivo. Além disso, essa técnica habitua as pessoas a pensar em termos de meios e objetivos, o que freqüentemente é difícil para quem está envolvido em executar as tarefas específicas da rotina de trabalho.

A forma final do D/Ar lembra a estrutura ramificada de uma árvore, daí o nome. O diagrama estabelece o vínculo racional entre o objetivo primário (problema raiz) e as tarefas de implementação (MOURA, 1994).

5.3.2.1 – Método de construção

Para se construir um D/Ar, recomenda-se seguir as seguintes etapas :

1. Estabelecer o objetivo;
2. Listar os meios e tarefas;
3. Selecionar os meios e tarefas;
4. Organizar os meios e tarefas selecionados;
5. Confirmar a adequação dos meios.

Devem ser providenciadas:

1. Várias folhas de *flip-chart*, que servirão como superfície de trabalho;
2. 50 a 100 cartelas adesivas *Post-it* do tamanho grande;
3. Pincéis atômicos em duas ou três cores.

5.3.2.2 – Estabelecer o objetivo

O objetivo primário a ser alcançado deve ser expresso de maneira clara e simples, em poucas palavras. Se existem premissas básicas ou pré-requisitos para que a busca do objetivo se inicie, estes devem ser registrados ao lado do objetivo.

Uma vez definido o objetivo, este deve ser confirmado como objetivo primário, fazendo-se a pergunta: “Com que propósito se busca este objetivo?”. A resposta a essa pergunta pode levar à identificação de um objetivo maior e também ajuda a verificar a adequação do objetivo proposto.

No uso concatenado das 7FGQ (sete ferramentas gerenciais da qualidade), o objetivo proposto usualmente vem de algum item identificado como fato crítico (causa primária ou gargalo) no diagrama de relações. Uma outra fonte de objetivos pode ser o diagrama de afinidades.

Para se justificar o uso do D/Ar, o objetivo a ser atingido deve envolver atividades de implementação suficientemente complexas; caso contrário, bastaria a simples atribuição de poucas e definidas tarefas diretamente aos responsáveis.

5.3.2.3 – Listar os Meios e tarefas

Os meios secundários e tarefas de implementação levantados como necessários para atingir o objetivo são registrados em cartelas à medida que vão surgindo e devem ser mantidos à vista de todos os membros da equipe.

Existem alguns métodos para se levantar os meios/tarefas, cuja escolha depende da situação e do julgamento do grupo:

O método mais comum é o do *brainstorming* livre, em torno do objetivo primário, o que tende a ser mais criativo.

1. Começar com os meios principais e desmembrá-los, por associação e *brainstorming* direcionado, em meios secundários e tarefas de implementação.

Usar meios e tarefas que já tenham sido apontados em diagramas de relações ou diagramas de afinidades anteriores.

5.3.2.4 – Selecionar os Meios e Tarefas

Antes de partir para a etapa seguinte, os meios apontados pelo grupo devem passar por uma pré-seleção. Uma seleção ou priorização final das tarefas de implementação provavelmente ainda será necessária após a conclusão do D/Ar, usando a Matriz de Priorização ou a Matriz de Relações – (MOURA , 1994).

Cada cartela deve receber uma marca O, P ou X, com o seguinte significado :

- O = praticável;
- P = potencialmente praticável;
- X = impraticável.

As cartelas “potencialmente praticáveis ” devem ser prontamente investigadas e reclassificadas como “praticáveis” ou “impraticáveis”. Durante o julgamento das cartelas, é importante :

1. Evitar análises superficiais e rejeição prematura das idéias;
2. Lembrar que uma idéia a princípio “impraticável” pode ser melhorada com a incorporação de novas idéias e refinamento posterior;

3. Manter uma postura positiva, de encorajamento, suporte e cultivo de novas idéias, em vez de “matá-las no berço”. Combater a tendência inicial de descartar idéias inusitadas e não-convencionais;
4. Registrar outras idéias que possam surgir durante a análise.

Não se leva à exaustão esta etapa de análise, para não atrapalhar o processo. O objetivo é evitar a perda de tempo em relação a idéias que facilmente podem ser reconhecidas como inadequadas ou irrelevantes para o objetivo em questão. Caso algumas idéias “P” persistam, é melhor mantê-las do que eliminá-las. A discussão e análise posteriores podem ajudar a decidir.

5.3.2.5 – Organizar os Meios e Tarefas Selecionados

Coloque a cartela com o objetivo primário à esquerda da superfície de trabalho. Em seguida, para cada cartela, faça a pergunta: “ Para atingir este objetivo, qual o meio mais necessário?” As cartelas que respondem a essa pergunta mais adequadamente devem ser colocadas à direita do objetivo primário.

Embora a essa altura esteja clara a relação entre o objetivo e os meios, estes provavelmente ainda não representam ações concretas. É preciso um maior detalhamento, até chegarmos a tarefas específicas que possam ser atribuídas aos envolvidos. Então, para cada meio principal, coloca-se a pergunta: “Se agora este meio for considerado um objetivo, que outros meios serão necessários para atingi-lo?” Dentre as cartelas geradas na etapa 5.3.2.4, selecionam-se aquelas que mais adequadamente respondem à questão, colocando-as à direita do respectivo meio principal. E assim por diante, repete-se essa pergunta até que se tenha atingido o grau de detalhamento necessário e que todas as cartelas tenham sido colocadas à direita do respectivo meio/objetivo.

Durante esse processo, com freqüência surgem novas idéias, que devem ser anotadas, analisadas e agregadas às demais ou descartadas, como na etapa 1.3.

Quando todas as cartelas tiverem sido arranjadas, traçam-se linhas conectando as relações entre as tarefas/meios e o objetivo.

5.3.2.6 – Confirmar a Adequação dos meios

A eficácia do D/Ar depende muito da relação direta de causa e efeito entre cada objetivo e os meios. Se essa relação não existir, algum outro meio ou tarefa relevante não foi observado. Nessa etapa, procura-se confirmar que os meios são de fato os mais adequados. A partir dos meios ou tarefas mais específicas (à direita de diagrama) faz-se a pergunta : “O principal objetivo pode realmente ser alcançado por este meio ou tarefa ?”. Se a resposta for sim, repita a questão para os níveis superiores do diagrama. Se a resposta for não, identifique os meios que estão faltando e acrescente-os. Agora o D/Ar está completo, e as tarefas de implementação podem ser atribuídas às pessoas ou ser priorizadas usando-se, por exemplo, a Matriz de Priorização.

No capítulo 6, item 6.3 está apresentada a aplicação prática desta técnica.

5.4 – Controle Estatístico de Processo (Análises de Correlação)

5.4.1 – Controle Estatístico de Processo

O CEP (Controle Estatístico de Processo) é baseado na premissa de que sempre existem variabilidades em um processo produtivo.

Um processo de usinagem, por exemplo, é influenciado por variações causais, tais como:

- Desgaste de ferramentas,
- Qualidade do óleo refrigerante,
- Discrepância nas propriedades físico-químicas do material da peça,
- Falhas na fixação,
- Diferentes métodos de trabalho,
- Variações da temperatura e umidade do ambiente.

Um processo que está sob a influência de variações causais é considerado como “fora-de-controle”, (MONTGOMERY , 1991).

O CEP é usado para monitorar o processo e verificar se ele não está sendo perturbado por variações causais.

O controle estatístico não é concebido para melhorar o processo, mas sim para monitorar sua estabilidade, consistência e previsibilidade.

Geralmente amostras são selecionadas para medição dentro de uma frequência pré-determinada como:

- Uma peça por hora,
- Uma peça a cada 20 produzida

Dados são registrados em uma carta de controle e através da análise estatística dos mesmos verifica-se se o processo pode ser considerado estável e capaz.

Caso algum sinal estatístico seja registrado, como um ponto fora dos limites de controle, o operador atua procurando identificar a causa da variação eliminando-a e registrando a ação tomada no “Diário de Bordo”.

Com isto o CEP assume que quando a análise estatística da carta de controle indica um processo estável e capaz, todas as peças produzidas estão de acordo com as especificações sendo tipicamente uma “inspeção informativa”, (SHINGO , 1998).

Ocorre que em alguns casos as características a serem controladas e registradas na cartas de controle são muitas, e o registro em si demanda muito tempo chegando a comprometer o ciclo de trabalho, elevando seu tempo.

Para minimizar este efeito pode ser usada a análise de correlação.

5.4.2 – Análise de Correlação

A análise de correlação de uma forma simplificada consiste em avaliar a existência de uma relação direta entre duas dimensões, isto é, se uma dimensão varia, a outra também varia no mesmo sentido, escala e direção.

Assim é possível, uma vez comprovada a existência de correlação, reduzir o número de características registradas em cartas de controle, pois controlando uma, indiretamente estaremos controlando a outra característica a ela correlacionada (JURAN , 1990).

5.5 – Manutenção Produtiva Total – TPM

Segundo (TAKAHASHI , 1996) os principais benefícios da implementação do TPM são:

- Maximizar a eficiência do equipamento através da participação de todos os funcionários;
- Melhorar a confiabilidade do equipamento e conseqüentemente a qualidade dos produtos e a produtividade;
- Garantir o uso “econômico” do equipamento através de toda a sua vida útil;
- Operadores treinados para executar pequenos, porém essenciais reparados no equipamento;
- Ampliar a utilização dos técnicos da manutenção (mecânicos e eletrônicos) em áreas de nível técnico elevado e em diagnósticos de problemas;
- Trabalhos práticos em time com qualidade total, objetivando a melhoria do equipamento e evitando sua quebra através da manutenção preventiva;
- Utilizar o índice *OEE* (Eficiência Global do Equipamento) como indicador seguro de aumento de rentabilidade.

Resumindo, os 3 conceitos mais importantes do *TPM* são:

- Maximizar a eficiência global do equipamento;
- Manutenção autônoma (conduzida pelos operadores);
- Incentivo ao trabalho em equipe.

Segundo (MAGGARD,1995) “O sucesso do *TPM* é baseado na crença que as pessoas mantêm aquilo que ajudam a criar”. Desta forma as responsabilidades dos operadores, de acordo com o conceito *TPM*, passam a ser:

- Executar manutenção de rotina nos equipamentos;
- Cuidar da limpeza e organização de sua área de trabalho;
- Atuar como dono, proprietário, de sua área de trabalho;
- Estar treinado para através de trabalhos em equipe:
Identificar problemas; determinar soluções; implementar melhorias nos métodos de trabalho.

Em contra partida os técnicos de manutenção passam para um outro patamar de responsabilidade:

- Treinamento dos operadores;
- Melhorias de engenharia;
- Mais tempo em manutenção de alto nível.

A aplicação prática desta técnica está apresentada no capítulo 6 item 6.5.

5.6 – Estrutura Matricial / Times Auto Gerenciáveis

5.6.1 – Estrutura matricial

Uma das características mais evidentes em empresas classe mundial é o trabalho em equipes.

A estrutura organizacional destas empresas são montadas de forma a “forçar” que as tarefas sejam executadas por times de trabalho e não por indivíduos (WOMACK, 1996).

Assim foi desenvolvido o conceito de estrutura matricial (*Cross- Functional Management*) onde os profissionais das diversas áreas da empresa formam equipes multifuncionais para executar tarefas específicas (KUROGANE , 1993).

Basicamente a estrutura matricial consiste em se organizar a fábrica por família de produtos ou tipo de processos onde são montados times encarregados da produção apoiados por áreas prestadoras de serviço conforme descrito no capítulo 2.

A aplicação prática deste conceito está apresentada no capítulo 6 item 6.6.1.

5.6.2 – Times Autogerenciáveis – (TAG)

Poderíamos resumir a técnica TAG em uma única palavra “*empowerment*”, (WILSON, 1994).

Mas o que significa “*empowerment*”?

Power (poder) significa “controle, autoridade, domínio”.

O prefixo “em” significa “investir ou cobrir”.

Empowerment é transferir autoridade e responsabilidade para todas as pessoas que estão comprometidas com o trabalho e passam, a ter a sensação de propriedade e controle sobre suas tarefas.

Segundo (CASTRO, 1996), os benefícios do *empowerment* são os seguintes :

- As equipes auto gerenciáveis são um meio de realizar os objetivos organizacionais, atender as necessidades dos clientes internos e externos, com melhores resultados;
- Tornar a empresa mais eficiente, através de equipes de trabalho flexíveis, auto disciplinadas e energizadas;
- Os funcionários passam a ter oportunidade de participar, de aprender diferentes habilidades funcionais e se sentirem valorizados na organização.

Também segundo (CASTRO, 1996), TAG é :

- É um modelo de gestão Participativo, onde a responsabilidade sobre o bom andamento do trabalho é compartilhada entre todos os integrantes do time;
- Um Time auto gerenciável é um grupo íntegro de colaboradores responsáveis por “todo” um processo ou segmento de trabalho que oferece um produto ou serviço a um cliente interno ou externo;

- Os membros da equipe trabalham em conjunto para melhorar as suas operações, lidar com os problemas do dia-a-dia, planejar e controlar as suas atividades. Em outras palavras, eles são responsáveis não apenas pela execução do trabalho, mas também por gerenciar a si próprios.

Objetivos da implantação do TAG são os seguintes :

- Abrir um canal de comunicação entre líderes e liderados;
- Superar obstáculos para atingir metas;
- Maior comprometimento dos funcionários com os objetivos e resultados da empresa;
- Reconhecimento de valores humanos internos;
- Aumentar a produtividade;
- Melhorar a qualidade dos produtos e serviços;
- Quebra de barreiras hierárquicas.

Obs: O TAG não tem por objetivo fragilizar o papel do coordenador ou líder, e sim dar oportunidade para que eles possam agir estrategicamente.

A aplicação prática desta técnica está apresentada no capítulo 6 item 6.6.2.

5.7 – Poka- Yokes

Nos anos 80 as indústrias começaram a perceber os altos custos relacionados com uma má qualidade, e começaram a exigir excelência em qualidade nos seus processos internos e de seus fornecedores. Este movimento fez com que os produtos fornecidos pela maioria das fábricas melhorassem significativamente. (STANDARD ,1999).

Esta busca de excelência em qualidade ganhou uma pressão extra quando as montadoras de automóveis passaram a exigir de seus fornecedores a certificação pelas normas ISO-9000 e QS-9000.

Os requisitos destas normas motivaram as empresas a formalizar sua política de qualidade e adotar oficialmente um sistema de qualidade.

No chão-de-fábrica a estratégia de qualidade se dividiu basicamente em 3 conceitos, conforme já mencionado no capítulo 2 item 2.2.4:

- 1- Inspeção que descobre defeitos.
- 2- Inspeção que reduz defeitos (Informativa).
- 3- Inspeção que elimina defeitos.

Dentre as técnicas utilizadas como inspeções que eliminam defeitos está o *Poka-Yoke*.

Segundo (SHINGO, 1986), o conceito de *Poka-Yoke* foi baseado na técnica “*Fool Profing*” (A prova de burros) em japonês, *Bakayoke*.

Porém em uma de suas aplicações no chão de fábrica em 1963 na empresa Arakawa Auto Body, uma das funcionárias reclamou do termo dizendo que não se considerava uma burra.

A partir de então SHINGO passou a utilizar o termo *Poka-Yoke* (A prova de erros) como forma de não ofender os operadores.

A técnica consiste em se utilizar dispositivos ao longo do processo produtivo que realizem inspeções 100% com *feed-back* imediato ao operador, porém sem exigir que ele pare suas atividades produtivas para executar o controle. Exemplos de aplicação desta técnica estão apresentados no capítulo 6, item 6.7.

5.8 – Gerenciamento de Ferramentas

Uma das características encontradas em uma empresa de classe mundial, é a gestão organizada e eficaz das ferramentas.

Hoje na área de usinagem percebe-se uma sofisticação das ferramentas utilizadas e paralelamente uma elevação de seus custos.

“A necessidade de disponibilidade imediata e o valor destas ferramentas tornaram-se importantes fatores na performance das áreas produtivas e conseqüentemente também na competitividade global das empresas” (PLUTE, 1998).

Ferramentas representam uma parte substancial dos investimentos anuais e controlar esta despesa representa não somente economia na compra mas também têm impactos na área produtiva com potenciais reduções de custo e melhoria de produtividade.

Os altos valores envolvidos fazem com que um controle rigoroso de inventário seja implantado como forma de disponibilizar capital de giro, porém com o cuidado necessário de se evitar paradas de linha por falta de ferramentas.

Para conseguir conciliar estes dois fatores conflitantes:

- Disponibilizar capital de giro;
- Evitar paradas de linha.

Foi buscada uma técnica de gerenciamento que fosse de fácil entendimento e aplicação.

Para controlar um alto volume de itens em processo e garantir 100% de disponibilidade de ferramentas ajustadas, uma das técnicas utilizadas é o Kanban.

O *Kanban* é uma das técnicas do Sistema Toyota de Produção desenvolvido na década de 60 pelo ex-presidente da *Toyota Motor Company*, Taiichi Ohno, após uma visita aos supermercados americanos e conhecendo a forma com que eram tratados os estoques dos mesmos (OHNO, 1997).

A palavra *Kanban*, em japonês possui vários significados, pode ser traduzida como painel, símbolo ou cartão, mas conforme (RIBEIRO, 1989), “(...) de um modo mais genérico Kanban é um sistema de controle de produção.”, sendo assim, pode-se dizer que é um sistema que controla a produção com auxílio de cartões, que determinam a necessidade de fabricação de novo lote ou requisição de mais itens no estoque.

O que impulsionou os japoneses a utilização do Kanban foram, principalmente, a realidade do Japão, um país sem recursos naturais, aliada a cultura do povo, que após a segunda grande guerra mundial, assimilaram pela própria situação de penúria a necessidade de eliminar desperdícios.

Segundo (RIBEIRO, 1989), em uma empresa pode haver sete tipos de desperdícios:

- Excesso de produção;

- Fabricação indevida;
- Transporte;
- Produção rejeitada;
- Atividades Improdutivas;
- Estoque.

Através dos resultados obtidos pelo sistema da Toyota na redução de inventário com o uso do Kanban, outras empresas como por exemplo a Mitsubishi desenvolveu o programa *Minimized Inventory Production System – MIPS* – também conhecido como mínimo inventário em processo.

O sistema *Kanban* é o módulo do *MIPS*, responsável pela programação e controle de material em processo, objetivando trabalhar com estoque zero.

O funcionamento do *Kanban* é baseado no uso de sinalizações para ativar a produção e movimentação dos itens pela fábrica. Essas sinalizações são convencionalmente feitas com base nos cartões *Kanban* e nos painéis porta-*Kanbans* (TUBINO, 1999).

Os cartões são responsáveis pela comunicação e funcionamento de todo o sistema. Não existe um modelo padronizado de cartão, ele deverá conter as informações necessárias para a perfeita operação, atendendo às características próprias de cada área implantada.

O preenchimento dos cartões é realizado manualmente e todo o sistema funciona sem a utilização de computador o que facilita muito a implantação e operação para pessoal de chão de fábrica, estes cartões são dispostos em painéis ou quadros de sinalização chamados de painéis porta-*Kanban*, junto aos pontos de armazenagem ou fabricação segundo (TUBINO, 1999), tudo foi desenvolvido visando a permitir o controle visual ao longo das etapas de fabricação.

Vale a pena salientar conforme (TUBINO, 1999) “ O cartão *Kanban* de requisição interna, também chamado de cartão *Kanban* de transporte, retirada ou movimentação, ou simplesmente cartão *Kanban* de requisição, funciona como uma requisição de materiais.” E o painel porta-*Kanban* de requisição ou de fornecedor é empregado para sinalizar as necessidades de reposição dos itens por parte dos fornecedores internos ou externos.

As vantagens da implantação do *Kanban* conforme (RIBEIRO, 1989) são:

- Limite do estoque máximo;
- As necessidades de reposição são identificadas visualmente;
- A burocracia é virtualmente eliminada;
- Redução do inventário.

A qualidade das ferramentas colocadas nos contenedores, é fundamental para que o sistema funcione corretamente e atinja seus verdadeiros objetivos, (RIBEIRO, 1989) diz que “ A ocorrência de problemas de qualidade nas peças do Kanban exige imediata interrupção do processo e eliminação das causas antes de reiniciar a fabricação. Peças nos containers, acompanhadas do cartão Kanban, devem ter garantia de boa qualidade.”

5.9 – Indicadores de Desempenho

No cenário competitivo do ano 2000 as empresas necessitam de indicadores de desempenho que relacionem a estratégia empresarial com as decisões operacionais (CLINTON E HSU, 1997).

Vários autores estudaram este tema dentre os quais podemos citar : SKINNER, KAPLAN, COX, HAAS, EVANS E MAESTRELLI.

Apesar dos diferentes enfoques todos são unânimes em afirmar que centralizar a atenção nos indicadores de custos e finanças, fatores que geralmente são focalizados nos sistemas tradicionais de medição de desempenho, não garantem o sucesso da organização.

Portanto é preciso que se desenvolva uma gama de indicadores que reflitam a estratégia da organização e ao mesmo tempo sejam de fácil entendimento pelo chão-de-fábrica, fazendo o que se chama de desdobramento da política da empresa.

Cada empresa deve escolher dentre os diversos indicadores disponíveis aqueles que melhor atendam estes requisitos, porém, de uma forma geral sempre expressando as 5 dimensões competitivas :

Qualidade, Custos, Flexibilidade, Confiabilidade e Inovação.

Os indicadores escolhidos pela área do estudo de caso estão apresentados no capítulo 6, item 6.9.

5 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA DAS PRINCIPAIS TÉCNICAS

5.1 – Árvore de Pré- requisitos (Plano de Ação)

Ao deparar com situação crítica da área, foi verificada a necessidade de se organizar um plano de ação que a revertesse de forma rápida e planejada.

A técnica escolhida para desenvolver este plano foi a árvore de pré-requisitos, uma ferramenta da teoria das restrições desenvolvida pelo físico israelense Elyahu Goldratt (GOLDRATT, 1998).

De forma bastante resumida esta técnica está dividida em 4 etapas:

- 1º- Definição do objetivo final a ser alcançado, verbalizado através de uma frase clara no passado.
- 2º - Levantamento dos obstáculos que impedem o atingimento deste objetivo.
- 3º - Definição de objetivos intermediários, ou seja :
Ações que são suficientes para superar os obstáculos levantados na etapa 2 .
- 4º - Preparação da árvore de pré-requisitos, ou seja :
Uma formação em fluxo de objetivos intermediários inter-relacionados e bem definidos que reflete a seqüência lógica requerida para os seus atingimentos.

Para ilustrar este processo estão abaixo alguns trechos do livro "Mais que sorte " de Eliahu Goldratt :

Etapa 2 – Levantar os obstáculos.

"Tudo bem. Comece a levantar os obstáculos "

Sei que isso pode parecer estranho. Se queremos alcançar um objetivo ambicioso, porque começar levantando obstáculos? Não é contraproducente?

Mas esse é o método de Jonah. Nas palavras dele: "Sempre comece com um passo que as pessoas tenham facilidade em dar" E todos nós somos peritos em criar problemas e nos lamuriar. Em outras palavras, oferecer todo tipo de razões pelas quais o objetivo não pode ser alcançado: colocar obstáculos... "

Etapa 3 – Definir os objetivos intermediários.

Qual é o próximo passo? O óbvio. Todos sabemos que quando o objetivo é ambicioso, é lógico que o plano para alcançá-lo irá conter diversos objetivos intermediários. De onde vêm eles? A única razão para a existência de um objetivo intermediário é superar um obstáculo que nos impede de atingir o objetivo desejado final. Não há outra razão.

Assim sendo, para cada obstáculo na nossa lista, temos de descobrir qual o objetivo intermediário correspondente; aquilo que, caso alcançado, irá superar o obstáculo.

Etapa 4 – Elaborar o plano de trabalho.

Construindo o Plano

Como podemos, sistematicamente desenvolver um plano abrangente, e aceito por todos, para atingir o objetivo?

Começamos, a partir daí, a transformar a lista resultante num plano. Temos de calcular quais objetivos intermediários que podemos alcançar em paralelo, e quais apenas seqüencialmente. O fato de já termos verbalizado o obstáculo correspondente para cada objetivo intermediário, ajuda muito nesse ponto. Na verdade, torna relativamente fácil a tarefa de colocar em seqüência os objetivos intermediários.

Como? Pergunte a si mesmo: qual pode ser a razão para termos de alcançar primeiro o objetivo intermediário X, e só então estarmos em condição de alcançar o objetivo intermediário Y? É certo que existe um obstáculo impedindo que Y seja atingido, e esse obstáculo é superado se atingirmos X.

Esse é o motivo de X ter de ser alcançado primeiro que Y. Isso é fácil.

Para sequenciar nós só precisamos descobrir que obstáculo bloqueia que objetivo intermediário.

O resultado da aplicação desta técnica está descrito no capítulo 6, item 6.1.

5.2 – Análise de Capacidades (Cronoanálise / Flow Chart)

5.2.1 – Flow-Chart (Fluxo de Processo)

Para se ter uma visão global do processo de fabricação a melhor maneira é analisá-lo através da montagem de um fluxo de processo (SHINGO, 1986).

No fluxo é indicada a seqüência de processo e através de uma simbologia são classificadas as ações que estão sendo realizadas.

Estas ações são divididas em 4 categorias conforme Figura 5.1.

Símbolo	Ação
	Operação
	Inspeção
	Transporte
	Estoque

Fig. 5.1 – Simbologia para as 4 categorias de ações.

5.2.2 – Cronoanálise

Uma vez identificado o fluxo de processo é necessário um aprofundamento da análise para localizarmos os gargalos de produção (operações com maior tempo de ciclo) (SHINGO, 1988), isto é feito através de cronoanálise.

De uma forma simplificada a cronoanálise consiste em uma avaliação científica do tempo necessário para execução de cada operação através do uso do cronômetro.

Esta avaliação é feita através de uma observação da operação diretamente no chão-de-fábrica onde são cronometrados diversos ciclos da operação e definidos os adicionais para troca de ferramentas, preenchimento de cartas de controle estatístico e necessidades pessoais.

Nos casos onde são utilizados centros de usinagem com troca de *pallets* automática, isto é, enquanto em um *pallet* está sendo executada uma operação de usinagem o outro está disponível para carga e descarga da peça de trabalho, e a realização das atividades extras (troca de ferramentas, preenchimento das cartas de controle) é conduzida dentro do tempo de ciclo. Considera-se na cronoanálise somente o tempo automático da máquina com um pequeno adicional para necessidades pessoais.

Uma vez avaliadas todas as operações é possível identificar através de um gráfico de Pareto a operação ou operações consideradas “gargalo”.

Através deste referencial é possível traçar um plano de ação de forma a obter uma redução no tempo da operação gargalo e conseqüentemente de todo o processo.

O resultado prático desta análise está apresentada no capítulo 6, item 6.2.

5.3 – *Kaizen* – Aplicação do Diagrama de Árvore

5.3.1 – O *Kaizen* e o comprometimento organizacional

A filosofia *Kaizen*, base do sucesso japonês nas últimas décadas, é na realidade um conceito universal há muito conhecido por ocidentais e orientais, pelas “grandes” religiões, pela ciência – por intermédio do princípio da evolução descrito por Darwin - e, principalmente pela ótica da melhoria do padrão de vida (não confundir com melhoria da qualidade de vida), tão amplamente popularizada pelo “*American way of life*”.

A grande contribuição japonesa a esse conceito antigo foi adequá-lo a uma visão estratégica pessoal, organizacional e de nação; resultando como vital para o sucesso japonês.

Esse aprimoramento contínuo – o *Kaizen* – deve ser interiorizado como uma escalada contínua, iniciando-se no indivíduo, a partir de uma visão holística de suas necessidades e obrigações, tendo também como meta objetivos dos grupos de participação do indivíduo (departamento, organização, sociedade).

Estamos entrando em uma era na qual o comprometimento das pessoas não é apenas desejável, mas indispensável para a realização de um ambiente de qualidade total holística, que possa

garantir nossa existência como indivíduos, organizações e, por que não, a identidade cultural e grupal dentro de uma visão social mais ampla.

A educação permanente, um requisito cada vez mais evidente, nos modelos que se delineiam para os próximos anos, exigirá de todos nós uma atitude *Kaizen*, cada vez mais orientada à conscientização e ao comprometimento, inclusive exigindo o pleno exercício do autoconhecimento, do conhecimento do outro e das dinâmicas comportamentais associadas, visando a perfeita integração em “times”.

O aprender a aprender será vital em um mundo onde estará sistematizado o abandono do já existente, em um ritmo sem igual para os nossos padrões atuais.

A abordagem *Kaizen* será enriquecida com novos desafios, sendo o ser humano e seu conhecimento o grande diferencial competitivo, pois o saber conhecer e o saber como conhecer e fazer é intrinsecamente humano, mesmo que apoiado em sólida base tecnológica.

5.3.1.1 – O que é *Kaizen* ?

Traduz-se *Kaizen* como aprimoramento (de Kai, que significa “mudança” e Zen, que significa “bom”). Usado para descrever um processo de gestão e uma cultura de negócios, passou a significar aprimoramento contínuo e gradual – implementado por meio do envolvimento ativo e comprometido, de todos os empregados da empresa no que ela faz e, mais precisamente, na maneira que as coisas são feitas. Contudo, a abordagem *Kaizen* não significa somente fazer melhor as coisas; procura também conquistar tais resultados específicos como *muda* – a eliminação do desperdício (de tempo, dinheiro, material e esforço), elevando a qualidade (de produtos, serviços, relacionamentos, conduta pessoal e desenvolvimento de empregados), reduzindo os custos de projetos, fabricação, estoques e distribuição e, finalmente, tornando seus clientes mais satisfeitos. (WELLINGTON, 1998).

Foi, talvez, o primeiro “movimento holístico” do mundo dos negócios, pois nas empresas *Kaizen* japonesas um empregado é recrutado e desenvolvido como uma pessoa completa, e não simplesmente como um “recurso utilitário”. A importância dos empregados e das equipes, seus conhecimentos e suas participações em todos os aspectos da empresa familiar, e a contribuição que cada empregado pode – na verdade, deve – dar para melhorar seu local de trabalho e o que é produzido, são, assim como uma obsessão pela qualidade e a dedicação aos clientes, o alicerce da abordagem *Kaizen*. Esses inspiram, motivam e tornam a força de trabalho coesa, que conseqüentemente busca valores e metas comuns e produzem resultados maiores do que a soma das contribuições individuais de seus integrantes.

Como descreveu (STEPHEN HAWKING, 1990) em “*Uma breve história do tempo*”: “Uma sociedade na qual seus indivíduos sentem-se responsáveis por suas ações tem maiores possibilidades de trabalhar em conjunto e sobreviver para divulgar seus valores. Um grupo de indivíduos livres com certas aspirações em comum podem colaborar para atingir seus objetivos, com flexibilidade para inovar e encontrar novas direções. Assim, é provável que tal sociedade prospere e que outras sociedades e grupos copiem suas culturas bem-sucedidas.”

5.3.1.2 - Os princípios do *Kaizen*

O *Kaizen* é uma maneira de pensar e agir. Fornece diretrizes para indivíduos e equipes da “empresa-família”, e ajuda a dirigir esforços para o incremento dos lucros, por meio de aprimoramentos nos produtos e processos destinados a aumentar a satisfação do cliente, como descrito por Mota,³. (Observar a ordem intencional de “produtos”, “processos” e “clientes” na frase anterior: tradicionalmente, os mercados japoneses se baseiam em produtos, e não nos clientes; a principal ênfase do *Kaizen* na qualidade do produto, maior do que na qualidade do atendimento ao cliente, reflete isto.)

Aprimoramento nas empresas *Kaizen* é uma preocupação geral. Todos os empregados têm liberdade para considerar qualquer iniciativa que possa melhorar um produto, eliminar ainda mais desperdícios ou reduzir ainda mais os custos. Um grupo *Kaizen* é, portanto, menos limitado do que, por exemplo, um grupo específico de projetos, um grupo de controle de qualidade, ou um empregado de uma empresa ocidental tradicional, que poderia ser criticado por se preocupar com questões relacionadas a uma função ou um departamento que não fosse o seu.

5.3.2 – Implementando a melhoria contínua com maior eficácia - Ferramenta Gerencial Diagrama de árvore

O diagrama em árvore - D/Ar- é uma ferramenta que permite identificar, em crescente grau de detalhamento, todos os meios e tarefas necessários para se atingir um dado objetivo. Além disso, essa técnica habitua as pessoas a pensar em termos de meios e objetivos, o que freqüentemente é difícil para quem está envolvido em executar as tarefas específicas da rotina de trabalho.

A forma final do D/Ar lembra a estrutura ramificada de uma árvore, daí o nome. O diagrama estabelece o vínculo racional entre o objetivo primário (problema raiz) e as tarefas de implementação (MOURA, 1994).

5.3.2.1 – Método de construção

Para se construir um D/Ar, recomenda-se seguir as seguintes etapas :

1. Estabelecer o objetivo;
2. Listar os meios e tarefas;
3. Selecionar os meios e tarefas;
4. Organizar os meios e tarefas selecionados;
5. Confirmar a adequação dos meios.

Devem ser providenciadas:

1. Várias folhas de *flip-chart*, que servirão como superfície de trabalho;
2. 50 a 100 cartelas adesivas *Post-it* do tamanho grande;
3. Pincéis atômicos em duas ou três cores.

5.3.2.2 – Estabelecer o objetivo

O objetivo primário a ser alcançado deve ser expresso de maneira clara e simples, em poucas palavras. Se existem premissas básicas ou pré-requisitos para que a busca do objetivo se inicie, estes devem ser registrados ao lado do objetivo.

Uma vez definido o objetivo, este deve ser confirmado como objetivo primário, fazendo-se a pergunta: “Com que propósito se busca este objetivo?”. A resposta a essa pergunta pode levar à identificação de um objetivo maior e também ajuda a verificar a adequação do objetivo proposto.

No uso concatenado das 7FGQ (sete ferramentas gerenciais da qualidade), o objetivo proposto usualmente vem de algum item identificado como fato crítico (causa primária ou gargalo) no diagrama de relações. Uma outra fonte de objetivos pode ser o diagrama de afinidades.

Para se justificar o uso do D/Ar, o objetivo a ser atingido deve envolver atividades de implementação suficientemente complexas; caso contrário, bastaria a simples atribuição de poucas e definidas tarefas diretamente aos responsáveis.

5.3.2.3 – Listar os Meios e tarefas

Os meios secundários e tarefas de implementação levantados como necessários para atingir o objetivo são registrados em cartelas à medida que vão surgindo e devem ser mantidos à vista de todos os membros da equipe.

Existem alguns métodos para se levantar os meios/tarefas, cuja escolha depende da situação e do julgamento do grupo:

O método mais comum é o do *brainstorming* livre, em torno do objetivo primário, o que tende a ser mais criativo.

1. Começar com os meios principais e desmembrá-los, por associação e *brainstorming* direcionado, em meios secundários e tarefas de implementação.

Usar meios e tarefas que já tenham sido apontados em diagramas de relações ou diagramas de afinidades anteriores.

5.3.2.4 – Selecionar os Meios e Tarefas

Antes de partir para a etapa seguinte, os meios apontados pelo grupo devem passar por uma pré-seleção. Uma seleção ou priorização final das tarefas de implementação provavelmente ainda será necessária após a conclusão do D/Ar, usando a Matriz de Priorização ou a Matriz de Relações – (MOURA , 1994).

Cada cartela deve receber uma marca O, P ou X, com o seguinte significado :

- O = praticável;
- P = potencialmente praticável;
- X = impraticável.

As cartelas “potencialmente praticáveis ” devem ser prontamente investigadas e reclassificadas como “praticáveis” ou “impraticáveis”. Durante o julgamento das cartelas, é importante :

1. Evitar análises superficiais e rejeição prematura das idéias;
2. Lembrar que uma idéia a princípio “impraticável” pode ser melhorada com a incorporação de novas idéias e refinamento posterior;

3. Manter uma postura positiva, de encorajamento, suporte e cultivo de novas idéias, em vez de “matá-las no berço”. Combater a tendência inicial de descartar idéias inusitadas e não-convencionais;
4. Registrar outras idéias que possam surgir durante a análise.

Não se leva à exaustão esta etapa de análise, para não atrapalhar o processo. O objetivo é evitar a perda de tempo em relação a idéias que facilmente podem ser reconhecidas como inadequadas ou irrelevantes para o objetivo em questão. Caso algumas idéias “P” persistam, é melhor mantê-las do que eliminá-las. A discussão e análise posteriores podem ajudar a decidir.

5.3.2.5 – Organizar os Meios e Tarefas Selecionados

Coloque a cartela com o objetivo primário à esquerda da superfície de trabalho. Em seguida, para cada cartela, faça a pergunta: “ Para atingir este objetivo, qual o meio mais necessário?” As cartelas que respondem a essa pergunta mais adequadamente devem ser colocadas à direita do objetivo primário.

Embora a essa altura esteja clara a relação entre o objetivo e os meios, estes provavelmente ainda não representam ações concretas. É preciso um maior detalhamento, até chegarmos a tarefas específicas que possam ser atribuídas aos envolvidos. Então, para cada meio principal, coloca-se a pergunta: “Se agora este meio for considerado um objetivo, que outros meios serão necessários para atingi-lo?” Dentre as cartelas geradas na etapa 5.3.2.4, selecionam-se aquelas que mais adequadamente respondem à questão, colocando-as à direita do respectivo meio principal. E assim por diante, repete-se essa pergunta até que se tenha atingido o grau de detalhamento necessário e que todas as cartelas tenham sido colocadas à direita do respectivo meio/objetivo.

Durante esse processo, com freqüência surgem novas idéias, que devem ser anotadas, analisadas e agregadas às demais ou descartadas, como na etapa 1.3.

Quando todas as cartelas tiverem sido arranjadas, traçam-se linhas conectando as relações entre as tarefas/meios e o objetivo.

5.3.2.6 – Confirmar a Adequação dos meios

A eficácia do D/Ar depende muito da relação direta de causa e efeito entre cada objetivo e os meios. Se essa relação não existir, algum outro meio ou tarefa relevante não foi observado. Nessa etapa, procura-se confirmar que os meios são de fato os mais adequados. A partir dos meios ou tarefas mais específicas (à direita de diagrama) faz-se a pergunta : “O principal objetivo pode realmente ser alcançado por este meio ou tarefa ?”. Se a resposta for sim, repita a questão para os níveis superiores do diagrama. Se a resposta for não, identifique os meios que estão faltando e acrescente-os. Agora o D/Ar está completo, e as tarefas de implementação podem ser atribuídas às pessoas ou ser priorizadas usando-se, por exemplo, a Matriz de Priorização.

No capítulo 6, item 6.3 está apresentada a aplicação prática desta técnica.

5.4 – Controle Estatístico de Processo (Análises de Correlação)

5.4.1 – Controle Estatístico de Processo

O CEP (Controle Estatístico de Processo) é baseado na premissa de que sempre existem variabilidades em um processo produtivo.

Um processo de usinagem, por exemplo, é influenciado por variações causais, tais como:

- Desgaste de ferramentas,
- Qualidade do óleo refrigerante,
- Discrepância nas propriedades físico-químicas do material da peça,
- Falhas na fixação,
- Diferentes métodos de trabalho,
- Variações da temperatura e umidade do ambiente.

Um processo que está sob a influência de variações causais é considerado como “fora-de-controle”, (MONTGOMERY , 1991).

O CEP é usado para monitorar o processo e verificar se ele não está sendo perturbado por variações causais.

O controle estatístico não é concebido para melhorar o processo, mas sim para monitorar sua estabilidade, consistência e previsibilidade.

Geralmente amostras são selecionadas para medição dentro de uma frequência pré-determinada como:

- Uma peça por hora,
- Uma peça a cada 20 produzida

Dados são registrados em uma carta de controle e através da análise estatística dos mesmos verifica-se se o processo pode ser considerado estável e capaz.

Caso algum sinal estatístico seja registrado, como um ponto fora dos limites de controle, o operador atua procurando identificar a causa da variação eliminando-a e registrando a ação tomada no “Diário de Bordo”.

Com isto o CEP assume que quando a análise estatística da carta de controle indica um processo estável e capaz, todas as peças produzidas estão de acordo com as especificações sendo tipicamente uma “inspeção informativa”, (SHINGO , 1998).

Ocorre que em alguns casos as características a serem controladas e registradas na cartas de controle são muitas, e o registro em si demanda muito tempo chegando a comprometer o ciclo de trabalho, elevando seu tempo.

Para minimizar este efeito pode ser usada a análise de correlação.

5.4.2 – Análise de Correlação

A análise de correlação de uma forma simplificada consiste em avaliar a existência de uma relação direta entre duas dimensões, isto é, se uma dimensão varia, a outra também varia no mesmo sentido, escala e direção.

Assim é possível, uma vez comprovada a existência de correlação, reduzir o número de características registradas em cartas de controle, pois controlando uma, indiretamente estaremos controlando a outra característica a ela correlacionada (JURAN , 1990).

5.5 – Manutenção Produtiva Total – TPM

Segundo (TAKAHASHI , 1996) os principais benefícios da implementação do TPM são:

- Maximizar a eficiência do equipamento através da participação de todos os funcionários;
- Melhorar a confiabilidade do equipamento e conseqüentemente a qualidade dos produtos e a produtividade;
- Garantir o uso “econômico” do equipamento através de toda a sua vida útil;
- Operadores treinados para executar pequenos, porém essenciais reparados no equipamento;
- Ampliar a utilização dos técnicos da manutenção (mecânicos e eletrônicos) em áreas de nível técnico elevado e em diagnósticos de problemas;
- Trabalhos práticos em time com qualidade total, objetivando a melhoria do equipamento e evitando sua quebra através da manutenção preventiva;
- Utilizar o índice *OEE* (Eficiência Global do Equipamento) como indicador seguro de aumento de rentabilidade.

Resumindo, os 3 conceitos mais importantes do *TPM* são:

- Maximizar a eficiência global do equipamento;
- Manutenção autônoma (conduzida pelos operadores);
- Incentivo ao trabalho em equipe.

Segundo (MAGGARD,1995) “O sucesso do *TPM* é baseado na crença que as pessoas mantêm aquilo que ajudam a criar”. Desta forma as responsabilidades dos operadores, de acordo com o conceito *TPM*, passam a ser:

- Executar manutenção de rotina nos equipamentos;
- Cuidar da limpeza e organização de sua área de trabalho;
- Atuar como dono, proprietário, de sua área de trabalho;
- Estar treinado para através de trabalhos em equipe:
Identificar problemas; determinar soluções; implementar melhorias nos métodos de trabalho.

Em contra partida os técnicos de manutenção passam para um outro patamar de responsabilidade:

- Treinamento dos operadores;
- Melhorias de engenharia;
- Mais tempo em manutenção de alto nível.

A aplicação prática desta técnica está apresentada no capítulo 6 item 6.5.

5.6 – Estrutura Matricial / Times Auto Gerenciáveis

5.6.1 – Estrutura matricial

Uma das características mais evidentes em empresas classe mundial é o trabalho em equipes.

A estrutura organizacional destas empresas são montadas de forma a “forçar” que as tarefas sejam executadas por times de trabalho e não por indivíduos (WOMACK, 1996).

Assim foi desenvolvido o conceito de estrutura matricial (*Cross- Functional Management*) onde os profissionais das diversas áreas da empresa formam equipes multifuncionais para executar tarefas específicas (KUROGANE , 1993).

Basicamente a estrutura matricial consiste em se organizar a fábrica por família de produtos ou tipo de processos onde são montados times encarregados da produção apoiados por áreas prestadoras de serviço conforme descrito no capítulo 2.

A aplicação prática deste conceito está apresentada no capítulo 6 item 6.6.1.

5.6.2 – Times Autogerenciáveis – (TAG)

Poderíamos resumir a técnica TAG em uma única palavra “*empowerment*”, (WILSON, 1994).

Mas o que significa “*empowerment*”?

Power (poder) significa “controle, autoridade, domínio”.

O prefixo “em” significa “investir ou cobrir”.

Empowerment é transferir autoridade e responsabilidade para todas as pessoas que estão comprometidas com o trabalho e passam, a ter a sensação de propriedade e controle sobre suas tarefas.

Segundo (CASTRO, 1996), os benefícios do *empowerment* são os seguintes :

- As equipes auto gerenciáveis são um meio de realizar os objetivos organizacionais, atender as necessidades dos clientes internos e externos, com melhores resultados;
- Tornar a empresa mais eficiente, através de equipes de trabalho flexíveis, auto disciplinadas e energizadas;
- Os funcionários passam a ter oportunidade de participar, de aprender diferentes habilidades funcionais e se sentirem valorizados na organização.

Também segundo (CASTRO, 1996), TAG é :

- É um modelo de gestão Participativo, onde a responsabilidade sobre o bom andamento do trabalho é compartilhada entre todos os integrantes do time;
- Um Time auto gerenciável é um grupo íntegro de colaboradores responsáveis por “todo” um processo ou segmento de trabalho que oferece um produto ou serviço a um cliente interno ou externo;

- Os membros da equipe trabalham em conjunto para melhorar as suas operações, lidar com os problemas do dia-a-dia, planejar e controlar as suas atividades. Em outras palavras, eles são responsáveis não apenas pela execução do trabalho, mas também por gerenciar a si próprios.

Objetivos da implantação do TAG são os seguintes :

- Abrir um canal de comunicação entre líderes e liderados;
- Superar obstáculos para atingir metas;
- Maior comprometimento dos funcionários com os objetivos e resultados da empresa;
- Reconhecimento de valores humanos internos;
- Aumentar a produtividade;
- Melhorar a qualidade dos produtos e serviços;
- Quebra de barreiras hierárquicas.

Obs: O TAG não tem por objetivo fragilizar o papel do coordenador ou líder, e sim dar oportunidade para que eles possam agir estrategicamente.

A aplicação prática desta técnica está apresentada no capítulo 6 item 6.6.2.

5.7 – Poka- Yokes

Nos anos 80 as indústrias começaram a perceber os altos custos relacionados com uma má qualidade, e começaram a exigir excelência em qualidade nos seus processos internos e de seus fornecedores. Este movimento fez com que os produtos fornecidos pela maioria das fábricas melhorassem significativamente. (STANDARD ,1999).

Esta busca de excelência em qualidade ganhou uma pressão extra quando as montadoras de automóveis passaram a exigir de seus fornecedores a certificação pelas normas ISO-9000 e QS-9000.

Os requisitos destas normas motivaram as empresas a formalizar sua política de qualidade e adotar oficialmente um sistema de qualidade.

No chão-de-fábrica a estratégia de qualidade se dividiu basicamente em 3 conceitos, conforme já mencionado no capítulo 2 item 2.2.4:

- 1- Inspeção que descobre defeitos.
- 2- Inspeção que reduz defeitos (Informativa).
- 3- Inspeção que elimina defeitos.

Dentre as técnicas utilizadas como inspeções que eliminam defeitos está o *Poka-Yoke*.

Segundo (SHINGO, 1986), o conceito de *Poka-Yoke* foi baseado na técnica “*Fool Profing*” (A prova de burros) em japonês, *Bakayoke*.

Porém em uma de suas aplicações no chão de fábrica em 1963 na empresa Arakawa Auto Body, uma das funcionárias reclamou do termo dizendo que não se considerava uma burra.

A partir de então SHINGO passou a utilizar o termo *Poka-Yoke* (A prova de erros) como forma de não ofender os operadores.

A técnica consiste em se utilizar dispositivos ao longo do processo produtivo que realizem inspeções 100% com *feed-back* imediato ao operador, porém sem exigir que ele pare suas atividades produtivas para executar o controle. Exemplos de aplicação desta técnica estão apresentados no capítulo 6, item 6.7.

5.8 – Gerenciamento de Ferramentas

Uma das características encontradas em uma empresa de classe mundial, é a gestão organizada e eficaz das ferramentas.

Hoje na área de usinagem percebe-se uma sofisticação das ferramentas utilizadas e paralelamente uma elevação de seus custos.

“A necessidade de disponibilidade imediata e o valor destas ferramentas tornaram-se importantes fatores na performance das áreas produtivas e conseqüentemente também na competitividade global das empresas” (PLUTE, 1998).

Ferramentas representam uma parte substancial dos investimentos anuais e controlar esta despesa representa não somente economia na compra mas também têm impactos na área produtiva com potenciais reduções de custo e melhoria de produtividade.

Os altos valores envolvidos fazem com que um controle rigoroso de inventário seja implantado como forma de disponibilizar capital de giro, porém com o cuidado necessário de se evitar paradas de linha por falta de ferramentas.

Para conseguir conciliar estes dois fatores conflitantes:

- Disponibilizar capital de giro;
- Evitar paradas de linha.

Foi buscada uma técnica de gerenciamento que fosse de fácil entendimento e aplicação.

Para controlar um alto volume de itens em processo e garantir 100% de disponibilidade de ferramentas ajustadas, uma das técnicas utilizadas é o Kanban.

O *Kanban* é uma das técnicas do Sistema Toyota de Produção desenvolvido na década de 60 pelo ex-presidente da *Toyota Motor Company*, Taiichi Ohno, após uma visita aos supermercados americanos e conhecendo a forma com que eram tratados os estoques dos mesmos (OHNO, 1997).

A palavra *Kanban*, em japonês possui vários significados, pode ser traduzida como painel, símbolo ou cartão, mas conforme (RIBEIRO, 1989), “(...) de um modo mais genérico Kanban é um sistema de controle de produção.”, sendo assim, pode-se dizer que é um sistema que controla a produção com auxílio de cartões, que determinam a necessidade de fabricação de novo lote ou requisição de mais itens no estoque.

O que impulsionou os japoneses a utilização do Kanban foram, principalmente, a realidade do Japão, um país sem recursos naturais, aliada a cultura do povo, que após a segunda grande guerra mundial, assimilaram pela própria situação de penúria a necessidade de eliminar desperdícios.

Segundo (RIBEIRO, 1989), em uma empresa pode haver sete tipos de desperdícios:

- Excesso de produção;

- Fabricação indevida;
- Transporte;
- Produção rejeitada;
- Atividades Improdutivas;
- Estoque.

Através dos resultados obtidos pelo sistema da Toyota na redução de inventário com o uso do Kanban, outras empresas como por exemplo a Mitsubishi desenvolveu o programa *Minimized Inventory Production System – MIPS* – também conhecido como mínimo inventário em processo.

O sistema *Kanban* é o módulo do *MIPS*, responsável pela programação e controle de material em processo, objetivando trabalhar com estoque zero.

O funcionamento do *Kanban* é baseado no uso de sinalizações para ativar a produção e movimentação dos itens pela fábrica. Essas sinalizações são convencionalmente feitas com base nos cartões *Kanban* e nos painéis porta-*Kanbans* (TUBINO, 1999).

Os cartões são responsáveis pela comunicação e funcionamento de todo o sistema. Não existe um modelo padronizado de cartão, ele deverá conter as informações necessárias para a perfeita operação, atendendo às características próprias de cada área implantada.

O preenchimento dos cartões é realizado manualmente e todo o sistema funciona sem a utilização de computador o que facilita muito a implantação e operação para pessoal de chão de fábrica, estes cartões são dispostos em painéis ou quadros de sinalização chamados de painéis porta-*Kanban*, junto aos pontos de armazenagem ou fabricação segundo (TUBINO, 1999), tudo foi desenvolvido visando a permitir o controle visual ao longo das etapas de fabricação.

Vale a pena salientar conforme (TUBINO, 1999) “ O cartão *Kanban* de requisição interna, também chamado de cartão *Kanban* de transporte, retirada ou movimentação, ou simplesmente cartão *Kanban* de requisição, funciona como uma requisição de materiais.” E o painel porta-*Kanban* de requisição ou de fornecedor é empregado para sinalizar as necessidades de reposição dos itens por parte dos fornecedores internos ou externos.

As vantagens da implantação do *Kanban* conforme (RIBEIRO, 1989) são:

- Limite do estoque máximo;
- As necessidades de reposição são identificadas visualmente;
- A burocracia é virtualmente eliminada;
- Redução do inventário.

A qualidade das ferramentas colocadas nos contenedores, é fundamental para que o sistema funcione corretamente e atinja seus verdadeiros objetivos, (RIBEIRO, 1989) diz que “ A ocorrência de problemas de qualidade nas peças do Kanban exige imediata interrupção do processo e eliminação das causas antes de reiniciar a fabricação. Peças nos containers, acompanhadas do cartão Kanban, devem ter garantia de boa qualidade.”

5.9 – Indicadores de Desempenho

No cenário competitivo do ano 2000 as empresas necessitam de indicadores de desempenho que relacionem a estratégia empresarial com as decisões operacionais (CLINTON E HSU, 1997).

Vários autores estudaram este tema dentre os quais podemos citar : SKINNER, KAPLAN, COX, HAAS, EVANS E MAESTRELLI.

Apesar dos diferentes enfoques todos são unânimes em afirmar que centralizar a atenção nos indicadores de custos e finanças, fatores que geralmente são focalizados nos sistemas tradicionais de medição de desempenho, não garantem o sucesso da organização.

Portanto é preciso que se desenvolva uma gama de indicadores que reflitam a estratégia da organização e ao mesmo tempo sejam de fácil entendimento pelo chão-de-fábrica, fazendo o que se chama de desdobramento da política da empresa.

Cada empresa deve escolher dentre os diversos indicadores disponíveis aqueles que melhor atendam estes requisitos, porém, de uma forma geral sempre expressando as 5 dimensões competitivas :

Qualidade, Custos, Flexibilidade, Confiabilidade e Inovação.

Os indicadores escolhidos pela área do estudo de caso estão apresentados no capítulo 6, item 6.9.

6 – APLICAÇÃO PRÁTICA DAS PRINCIPAIS TÉCNICAS UTILIZADAS

6.1 – Árvore de Pré-Requisitos

6.1.1 - Metodologia

1º - Formação do grupo multifuncional com representantes das áreas envolvidas.

Grupo Formado:

José Claudio	Gestor da Unidade de Negócio
Augusto	Líder de Atividade
Paulo Yves	Qualidade
Falasco	Logística
Marteletti	Ferramentas
Ricardo	Manutenção
Valdir	Manutenção
Alberto	Sistema da Qualidade
Thomaz	Qualidade
Luciano	Qualidade
Claudio	<i>Pre-Set</i>
Mário	Produção
Edemir	Produção
Marcos Becker	Produção

2º Definição do Objetivo:

- Frase clara com metas tangíveis

“ A linha Navistar atingiu a produção de 7 cjs/hora com índice de qualidade (200 ppm), custo de ferramentas p/ conjunto (R\$ 160,00) e com condições de segurança do trabalho adequadas. ”

3º Levantamento dos obstáculos para se atingir o objetivo:

- frases claras no presente;
- numerar os obstáculos.

4º - Estabelecimento dos objetivos intermediários:

- numerar os objetivos levantados relacionando-os com os obstáculos;
- definição de responsáveis e prazos;
- frases claras, no passado.

5º - Montagem da árvore

- definir seqüência de eventos fazendo-se a pergunta:
 - para que “a” aconteça é necessário que “b” aconteça de cima para baixo, e assim por diante;
- se necessário incluir novos objetivos intermediários para dar sentido a seqüência.

6.1.2 – Obstáculos Levantados

A linha Navistar atingiu a produção de 7 cjs/hora com índice de qualidade (20000 ppm), custo de ferramentas p/ conjunto (R\$ 160,00) e com condições de segurança do trabalho adequadas.

Obstáculos

- 1 - A linha de blocos não está completa, falta instalar uma fresadora Heller, unificar a operação 40, liberar para produção 01 C. U. H. Mazak e 1 C.U.H. Okuma (OP 70/80)
- 2 - As máquinas da afiação não estão alocadas adequadamente.
- 3 - Os equipamentos de carga e descarga, não são adequados.
- 4 - Os estrados (entre as máquinas) não estão nivelados e são inseguros.
- 5 - Faltam peças de reposição para a maioria dos equipamentos.
- 6 - Falta treinamento para pessoal da manutenção.
- 7 - As máquinas quebram constantemente.
- 8 - Falta treinamento para os afiadores.
- 9 - Faltam empilhadeiras e operadores habilitados.
- 10 - Falta 1 máquina para controle tridimensional.
- 11 - Falta pessoal qualificado para manutenção das ogivas de controle.
- 12 - Falta uma máquina de *pre-set*
- 13 - O número de técnicos de manutenção não é suficiente(no momento).
- 14 - Falta treinamento para pessoal da metrologia e tridimensional.
- 15 - Faltam equipamentos de medição em processo.
- 16 – O Centro de Usinagem Heller da linha de cabeçotes quebra constantemente.
- 17 - Os rugosímetros existentes não atendem as necessidades atuais da linha.
- 18 - Não existe sistema de climatização, o que causa desconforto aos operadores nos dias quentes.

A linha navistar atingiu a produção de 7 cjs/hora com índice de qualidade (20000 ppm), custo de ferramentas p/ conjunto (R\$ 160,00) e com condições de segurança do trabalho adequadas.

Obstáculos

- 19 - O sistema de retirada de cavacos não é adequado.
- 20 - As máquinas sem fundação apresentam alto índice de quebra de ferramentas.
- 21 - Não se conhece o processo de montagem do motor.
- 22 - Falta equipe qualificada para cuidar dos dispositivos de fixação.
- 23 - A linha de cabeçotes não está completa, falta instalar furadeira Nagel ,fresadora Cincinnati e furadeira múltipla.
- 24 - Faltam ferramentas reserva.
- 25 - A área de recuperação de peças não está estruturada.
- 26 - O sistema de posicionamento da máquina de têmpera não é adequado.
- 27 - A máquina de lavar não atende os requisitos do cliente.
- 28 - Alguns dispositivos de fixação não são eficientes.
- 29 – A bancada de inspeção final não é adequada.
- 30 - É necessário parar as máquinas para limpeza dos tanques que ficam impregnados de cavacos.
- 31 - Os operadores não estão executando a limpeza do equipamento de forma eficiente.
- 32 - Existem problemas de ergonomia na linha.
- 33 - As portas das salas de metrologia e embalagem, quebram constantemente.
- 34 - O layout do final da linha não permite a entrada das peças diretamente na sala de climatização gerando estoque intermediário.
- 35 - A aplicação do óleo protetivo causa névoa e sujeira.
- 36 - Não é permitida a atuação da manutenção Tupy nas máquinas em garantia.
- 37 - A gravação é feita manualmente podendo gerar acidentes.

A linha Navistar atingiu a produção de 7 cjs/hora com índice de qualidade (20000 ppm), custo de ferramentas p/ conjunto (R\$ 160,00) e com condições de segurança do trabalho adequadas.

Obstáculos

- 38 - Não existe tempo disponível para manutenção preventiva, uma vez que a linha trabalha em regime de 4 turnos.
- 39 - A máquina de lavar não seca o bloco causando sujeira na operação de rebarba.
- 40 - A iluminação da área não é suficiente.
- 41 - A frequência de inspeção, em muitos casos, é exagerada.
- 42 - A operação de retífica da capa gera névoa e sujeira.
- 43 - Não existe sistema de exaustão para as lavadoras, aplicação de óleo protetivo e retíficas.
- 44 - A produção horária da capa não atende a necessidade da linha.
- 45 - Não existe sistema de rastreamento interno para peças recuperadas.
- 46 - Faltam micros conectados em rede para metrologia e pre-set.
- 47 - A digitação das cartas de CEP é feita manualmente podendo causar erros e demora na impressão dos relatórios.
- 48 - O abastecimento de fundidos na linha de cabeçotes, exige malabarismo do operador.
- 49 - A rotina de atualização dos planos de controle é muito lenta, causando desatualização da documentação.
- 50 - Não existe um sistema de informação (documentação de processo e qualidade) disponível em rede, não garantindo a constante atualização.
- 51 - As informações demoram a chegar à todos envolvidos na linha.
- 52 - O tempo de entrega de ferramentas importadas é muito alto.
- 53 - O fornecedor Mapal, não tem um plano de recuperação de ferramentas.
- 54 - O sistema de controle de torque dos centros de usinagem não é utilizado, causando quebras de ferramentas. nossos técnicos não foram treinados para programar as máquinas com sistema de torque.
- 55 - As máquinas Mazak FH 6800, não estão com o controle de quebra ativado.

A linha Navistar atingiu a produção de 7 cjs/hora com índice de qualidade (20000 ppm), custo de ferramentas p/ conjunto (R\$ 160,00) e com condições de segurança do trabalho adequadas.

Obstáculos

- 56 - Os programas de controle em tridimensional não estão otimizados.
- 57 - Não existem dispositivos de fixação para tridimensional, causando demora no posicionamento das peças.
- 58 - Os técnicos das linhas não estão conseguindo dar soluções aos problemas de qualidade na velocidade necessária.
- 59 - Nosso sistema de oleação exige operação extra de limpeza na Navistar, gerando custo adicional.
- 60 - A frequência de corte para análise metalográfica dos cabeçotes temperados está muito alta 1/24.
- 61 - Falta treinamento para utilização dos instrumentos de medição.
- 62 - Nem todos profissionais da área estão comprometidos com os resultados.
- 63 - Não existe Plano de Contingência para longas paradas de máquinas.
- 64 - Alguns profissionais não utilizam adequadamente os EPI.
- 65 - A área é muito quente no verão, gerando desconforto.
- 66 - O piso está impregnado de óleo e é irregular.
- 67 - Faltam lixeiras e armários.
- 68 - Faltam ferramentas para os operadores executarem suas tarefas de montagem.
- 69 - As condições dos banheiros são péssimas.
- 70 - Não existe luz de emergência no pavilhão.
- 71 - O índice de ruído na operação de montagem dos selos é muito alto.
- 72 - A área externa está completamente desorganizada.
- 73 - As máquinas de afiação são tecnologicamente desatualizadas, prejudicando o processo.
- 74 - Os vestiários não são suficientes.

A linha Navistar atingiu a produção de 7 cjs/hora com índice de qualidade (20000 ppm), custo de ferramentas p/ conjunto (R\$ 160,00) e com condições de segurança do trabalho adequadas.

Obstáculos

- 75 - Falta quadro com desenho da peça para consulta na linha de blocos.
- 76 - Falta suporte para colocação de desenhos de metrologia.
- 77 - Faltam equipamentos adequados para inspeções rápidas na metrologia.
- 78 - Os dados de controle de produção, refugo, recebimentos e custo de ferramenta não são confiáveis.
- 79 - O FIFO não é obedecido no recebimento do fundido e também na expedição.
- 80 - Os dados de controle do fundido não estão disponíveis para a usinagem, impedindo assim, análises rápidas em caso de quebra de ferramentas.
- 81 - Há perda excessiva de óleo na brunidora.
- 82 - Falta pessoal qualificado para fazer a montagem das ferramentas de brunir.
- 83 - Suspeita-se que o óleo solúvel está com uma concentração exagerada em algumas máquinas.
- 84 - Não existe backup organizado para programas de CLP e CNC.
- 85 - Não existe o software original de CLP, somente piratas.
- 86 - A maioria das ferramentas são importadas, gerando custo muito alto.
- 87 - O índice de refugos de fundidos na OP 10 do cabeçote está muito alto (face fogo).
- 88 - Os resultados da têmpera são inconsistentes.
- 89 - O sistema de comando da nova (velha) fresadora Heller é antiquado, não existindo peças de reposição.
- 90 - Não existe auditoria de programas de usinagem e medição.
- 91 - O sistema de transporte provoca danos nas peças e está em condições inadequadas.
- 92 - O tempo de troca de ferramentas nas máquinas okuma está mais alto do que o especificado.

A linha Navistar atingiu a produção de 7 cjs/hora com índice de qualidade (20000 ppm), custo de ferramentas p/ conjunto (R\$ 160,00) e com condições de segurança do trabalho adequadas.

Obstáculos

- 93 - O sistema de remoção de cavacos nas 3 máquinas Okuma (OP 10 / cabeçote) é ineficiente.
- 94 - O espaço para retirada de carrinhos de cavacos na linha de cabeçotes é insuficiente.
- 95 - Os vidros do pavilhão de blocos estão soltos ou quebrados.
- 96 - A quantidade de micros e impressoras para administração não é suficiente, gerando demora na elaboração dos documentos de processo e qualidade, e dificultando o gerenciamento da área.
- 97 - Não existe um caixa pequeno em dinheiro para atender urgências.
- 98 – Não é praticado o housekeeping na área.
- 99 – Não estão definidas claramente as responsabilidades de cada membro da equipe, gerando conflitos e indefinições.
- 100 – O óleo protetivo utilizado, pode causar dermatite de contato nos operadores.
- 101 – Existem conflitos de responsabilidade entre a qualidade de fábrica e o sistema de qualidade.
- 102 - Os problemas de falta de ferramentas acontecem freqüentemente.
- 103 – Nossos fornecedores de ferramentas não conseguem garantir a qualidade das mesmas.
- 104 – Nossos desenhos de ferramentas estão incompletos, não tendo as informações necessárias para reafiação.
- 105 – A comunicação com os operadores apresenta falhas.
- 106 – O estoque de ferramentas está em um nível muito alto. (R\$ 3.000.000,00).
- 107 – As ferramentas usadas no processo são, na sua maioria, especiais importadas e caras.
- 108 – O índice de quebra de ferramentas está muito alto.
- 109 – O índice de refugo está muito elevado.

6.1.3 – Objetivos Intermediários Definidos

A linha Navistar atingiu a produção de 7 cjs/hora com índice de qualidade (20000 ppm), custo de ferramentas p/ conjunto (R\$ 160,00) e com condições de segurança do trabalho adequadas.

Objetivos Intermediários

- 1.1 - A fresadora Heller foi instalada com talha para carga e descarga e está trabalhando.
Respons.: Valdir / Prazo : 31/01 Concluído
- 1.2 - O Centro de Usinagem Mazak queimado, foi consertado e está liberado para produção.
Respons.: Assist. Técnica Mazak Prazo : 31/01 Concluído
- 1.3 - Foi unificada a OP 40 da linha de blocos.
Respons.: Marcos Prazo : 20/01 Concluído
- 1.4 - Foi realizado alinhamento do dispositivo, testado e liberado o centro de usinagem Okuma OP 70/80 com PPAP.
Respons.: Marcos / Amauri Prazo : 10/02 31/01 Concluído
- 2 - A nova sala de afiação foi concluída , as máquinas foram instaladas e estão trabalhando.
Respons.: Ricardo Prazo : 15/01 Concluído
- 3 - Foi desenvolvido e implantado projeto de ergonomia, carga e descarga para linha envolvendo segurança de trabalho, manutenção e produção.
Respons.: Mário Prazo : 29/02 31/05 Concluído
- 4.1 - Os estrados das OP. 10,20 e 30 do cabeçote foram nivelados na mesma altura do posto de trabalho.
Respons.: Valdir Prazo : 29/02 Concluído
- 4.2 - As melhorias propostas no projeto de ergonomia (3) foram implantadas.
Respons.: Mário / Valdir Prazo : (15/04 30/06) 31/07
- 5.1 - Foi negociado com os nossos fornecedores de máquinas para que eles tenham as peças de reposição disponível em estoque.
Respons.: Ricardo / Valdir Prazo : 31/03 Concluído
- 5.2 - Foi definido uma relação das peças críticas e adquiridas para estoque na Tupy.
Respons.: Ricardo / Valdir Prazo : (31/03 31/05) 31/07 Concluído
- 6 - Foi definido e implantado o programa de treinamento para manutenção.
Respons.: Isabel / Valdir Prazo : 31/03 31/05 Concluído

A linha Navistar atingiu a produção de 7 cjs/hora com índice de qualidade (20000 ppm), custo de ferramentas p/ conjunto (R\$ 160,00) e com condições de segurança do trabalho adequadas.

Objetivos Intermediários

7.1 - Foi planejada / implantada a manutenção preventiva na linha.

Respons.: Valdir

Prazo : (30/06) 31/07

7.2 - Foi implantado TPM (3 primeiros passos, limpeza, lubrificação e pequenos reparos).

Respons.: Valdir

Prazo : 30/10

8.1 - Foi definido e aplicado plano de treinamento para os técnicos da afiação.

Respons.: Marteletti

Prazo : 15/02

Concluído

8.2 - Foi definido padrão de afiação físico de referência para cada ferramenta.

Respons.: Marteletti

Prazo : 15/03

Concluído

8.3 – As ferramentas afiadas internamente atingiram o padrão de qualidade necessário.

Respons.: Marteletti

Prazo : 30/04

Concluído

9.1 - Foi realizado estudo de necessidade de empilhadeiras na área de usinagem.

Respons.: Falasco

Prazo : 15/02

Concluído

9.2 - Foram atendidas as necessidades demandadas nos estudos 9.1, através do aluguel de 2 empilhadeiras.

Respons.: José Claudio

Prazo : 30/03

Concluído

9.3 - Foi realizado treinamento para operador de empilhadeira para 15 colaboradores da área.

Respons.: Falasco / Isabel

Prazo : 30/03

Concluído

10.1 - Foi revista e reduzida a frequência de inspeção em tridimensional sem prejuízo para a qualidade do produto.

Respons.: Paulo Yves / Thomaz

Prazo : 30/04

Concluído

10.2 - Foi adquirida máquina tridimensional para reposição da máquina pertencente a fundição.

Respons.: J. Cláudio / Paulo Yves

Prazo : 20/02

Concluído

10.3 – O nível de vibração das máquinas foi reduzido com a implantação de fundações de concreto.

Respons.: Ricardo

Prazo : (30/03) 30/10

Concluído

11.1 - Foi providenciada barra de medição ou súbito menor, para controle individual para eixo comando e virabrequim.

Respons.: Valdir / Paulo Yves

Prazo : 30/03

Concluído

A linha Navistar atingiu a produção de 7 cjs/hora com índice de qualidade (20000 ppm), custo de ferramentas p/ conjunto (R\$ 160,00) e com condições de segurança do trabalho adequadas.

Objetivos Intermediários

11.2 - Foi providenciado treinamento para pessoal da metrologia executar manutenção preventiva nas ogivas.

Respons.: Paulo Yves Prazo : 30/03 (31/01) Concluído

12 - Foi adquirido novo pre set de ferramentas.

Respons.: Martelletti / J. Claudio Prazo : 30/04 Concluído

13 - Foram contratados (6) funcionários de manutenção, completando a equipe necessária.

Respons.: Valdir Prazo : 30/03 (29/02) Concluído

14.1 - Foi desenvolvido programa de treinamento (curso básico) para leitura e interpretação de desenho.

Respons.: Alberto Prazo : 29/02 Concluído

14.2 - Foi realizado o treinamento para operação de máquina tridimensional Mitutoyo para 12 pessoas.

Respons.: Paulo Yves / Thomaz Prazo : 30/03 Concluído

15.1 - Foi preparada relação de calibradores funcionais para as linhas.

Respons.: Mário / Thomaz Prazo : 29/02 Concluído

15.2 - Foram projetados e adquiridos os calibradores funcionais.

Respons.: Paulo Yves / Valdir Prazo : (30/04) 31/07

16.1 - Foi viabilizada a transferência da OP. 50 da linha de cabeçotes para a linha Perkins de forma a permitir a manutenção do Centro de Usinagem Heller.

Respons.: Edemir Prazo : 10/01 Cancelado

16.2 Foi efetuada manutenção corretiva no Centro de Usinagem Heller.

Respons.: Valdir Prazo : 06/02 (tbd) Concluído

17.1 - Foi definido o equipamento para a inspeção de rugosidade (cilindros e faces).

Respons.: Paulo Yves/Thomaz Prazo : (7/02 31/01) Concluído

17.2 - Foram adquiridos os equipamentos definidos no item 17.1.

Respons.: Paulo Yves / Thomaz Prazo : (30/04) 30/09

18.1 – Foi realizado teste funcional para avaliação do sistema de ventilação forçada EPREL na OP 70/80 de blocos. foi definida a quantidade de dutos.

Respons.: Valdir Prazo : 30/03 Concluído

A linha Navistar atingiu a produção de 7 cjs/hora com índice de qualidade (20000 ppm), custo de ferramentas p/ conjunto (R\$ 160,00) e com condições de segurança do trabalho adequadas.

Objetivos Intermediários

- 18.2 – Após aprovação do item 18.1, foi adquirido sistema para restante da área.
Respons.: Valdir / José Claudio Prazo : 30/04 Orçamento 2001
- 19.1 – Foi realizado estudo de custo/benefício para implantação do sistema de recuperação de óleo solúvel e retirada de cavacos.
Respons.: Valdir Prazo : 15/03(29/02) Orçamento 2001
- 19.2 – Foram instalados drenos nas caçambas de cavacos para retirada de óleo solúvel , aumentado o diâmetro das rodas e aberta 1 porta adicional atrás da linha de cabeçotes, para facilitar a retirada do cavaco .
Respons.: Ricardo / Valdir Prazo : 30/03 Concluído
- 20.1 – Foi separada a chapa de aço da OP 30/40 e 50/60 do cabeçote e a OP 40 de blocos.
Respons.: Valdir Prazo : 31/01 Concluído
- 20.2 – Foi realizado estudo de viabilidade para implantação de bases de concreto nas máquinas CNC e concluído que a base de concreto não influência significativamente a quebra de ferramentas.
Respons.: Valdir Prazo : 30/04 Concluído
- 21.1 – Foi solicitado ao cliente e instalado 1 motor completo no final da linha, para treinamento dos operadores.
Respons.: Paulo Yves Prazo : 30/03 Concluído
- 21.2 – Foi providenciado caderno com vista explodida do motor Navistar.
Respons.: Paulo Yves Prazo : 29/02 Concluído
- 22 – Foi definido local, relação de peças reposição e equipe dedicada à Manutenção de dispositivos.
Respons.: Edemir/ Marcos/ Ricardo Prazo : 30/03 Concluído
- 23.1 – Foi definido o layout para instalação da Furadeira Nagel na linha.
Respons.: Valdir Prazo : Concluído
- 23.2 – A Furadeira Nagel foi instalada com PPAP aprovado.
Respons.: Valdir / Ricardo Prazo : 29/02 Concluído
- 23.3 – Foi avaliada a performance da Fresadora Cincinatti e decidido sobre sua utilização. (será utilizada somente para fresamento da face de fogo)
Respons.: Valdir / Edemir Prazo : 31/01 Concluído

A linha Navistar atingiu a produção de 7 cjs/hora com índice de qualidade (20000 ppm), custo de ferramentas p/ conjunto (R\$ 160,00) e com condições de segurança do trabalho adequadas.

Objetivos Intermediários

24 – Foi desenvolvido e implantado, plano de redução de custo e suprimento de ferramentas reservas.

Respons.: Marteletti Prazo : (30/04, 30/06) Concluído

25 – Foi definido o local, providenciadas ferramentas adequadas e definida equipe para recuperação de peças.

Respons.: J. Cláudio Prazo : 29/02 (31/01) Concluído

26 – Foi desenvolvido e implantado, plano de ação conforme acordado com a G.H. (Máquina de têmpera).

Respons.: Ricardo Prazo : 15/02 Concluído

27.1 – O sistema de secagem por ar comprimido da lavadora foi recuperado.

Respons.: Ricardo / Falasco Prazo : 15/02 Concluído

27.2 – Foi convocado o fornecedor Cemaq para revisão do sistema de limpeza das máquinas de lavar.

Respons.: Valdir Prazo : 31/01 Concluído

27.3 – O sistema de limpeza foi revisado e está operante.

Respons.: Valdir/ Ricardo Prazo : 10/03 (29/02) Concluído

28.1 – Foi instalada válvula de sequência no dispositivo de fixação da OP 10 cabeçote.

Respons.: Ricardo Prazo : 10/03 (15/02) Concluído

28.2 – Foi realizado teste com o novo dispositivo OP 70 blocos, se aprovado o sistema será adotado nas 2 máquinas. Aprovado.

Respons.: Marcos Becker Prazo :15/03 (31/01) Concluído

29.1 – Foi projetada e construída bancada de inspeção final similar à Linha Perkins Peterborough .

Respons.: Valdir / Paulo Yves Prazo : 30/03 Concluído

30 – Conforme item 19.

31.1 – Foi definida equipe volante de limpeza organização

Respons.: José Cláudio / Falasco Prazo : (31/01) 31/07 Concluído

31.2 – Foi realizado treinamento e conscientização dos operadores.

Respons.: José Cláudio / Valdir Prazo : Concluído

32 – Conforme item 4.

A linha Navistar atingiu a produção de 7 cjs/hora com índice de qualidade (20000 ppm), custo de ferramentas p/ conjunto (R\$ 160,00) e com condições de segurança do trabalho adequadas.

Objetivos Intermediários

44 – Foi desenvolvido fornecedor externo para o serviço de usinagem de Capas de Mancal.

Respons.: Valdir / Mário : 12/01 30/06 Concluído

45 – Foi definido sistema de rastreabilidade a ser implantado na área de recuperação de peças.

Respons.: Paulo Yves / Alberto / Valdir Prazo : 29/02 Concluído

46 – Os micros do pre set e metrologia foram colocados em rede.

Respons.: José Claudio Prazo : 31/01 Concluído

47.1 – foi providenciada tabela resumo com o resultado dos últimos estudos de Cp e Cpk.

Respons.: Alberto Prazo : 15/02 (15/01) Concluído

47.2 – Foi avaliado e comprado piloto para sistema de coleta de dados e análise de estatística automático.

Respons.: Valdir / Paulo Yves Prazo : 30/09 31/07 (30/06) Concluído

48 – Foi definida ação de contingência para abastecimento da OP 10.

Respons.: Valdir Prazo : 30/03 (20/01) Concluído

49.1 – Foi acordado com a qualidade que a atualização dos documentos da qualidade seja feita diretamente na usinagem, com a supervisão da qualidade central.

Respons. : Paulo Yves / Alberto/ José Claudio Prazo : 20/01 Concluído

49.2 – Foi implantado o CAPP na usinagem.

Respons.: Éder, José Cláudio Prazo : 30/10

50 – Conforme item 49.

51 - Com a implantação do Tag, estão sendo realizadas reuniões diárias de produção envolvendo manutenção e qualidade.

Respons.: Valdir Prazo : 10/02 Concluído

53 – Conforme item 24.

54.1 – Os técnicos CNC foram treinados para utilizar sistema de torque.

Respons.: Valdir / Mazak Prazo : 29/02 Concluído

54.2 – foi realizado piloto para avaliação da eficiência do sistema da op 30 do cabeçote.

Respons.: Edemir / Marcos Prazo : 29/02 Concluído

A linha Navistar atingiu a produção de 7 cjs/hora com índice de qualidade (20000 ppm), custo de ferramentas p/ conjunto (R\$ 160,00) e com condições de segurança do trabalho adequadas.

Objetivos Intermediários

- 55 – Foi ativado sistema de controle de quebra dos 2 Centro de Usinagem FH 6800.
Respons.: J. Cláudio / Mazak /Edson/ Edemir/ Marcos Prazo : 31/07 (29/02, 31/01)
Concluído
- 56 – Após colocação dos micro em rede, os programas de medição foram otimizados.
Respons.: Luciano Prazo : 29/02 Concluído
- 57 – Foi cedido pela Navistar, dispositivos de fixação para tridimensional, recuperado na Tupy e instalado na máquina Mitutoyo de 1200 mm de curso.
Respons.: Valdir / Luciano Prazo : 31/03 Cancelado
- 58 – Foram redefinidas as responsabilidades dos técnicos da sala de medição, para melhorar a comunicação com os técnicos de produção.
Respons.: José Claudio / Eder Prazo : 15/01 Concluído
- 59 – Foi definido entre 3 experiências de proteção superficial correntes, qual será adotada como definitiva.
Respons.: Falasco / Paulo Yves Prazo : 30/10 (31/09 ,15/03,29/02)
- 60 – Após implantação do item 26, a frequência de teste foi reduzida para 1 /turno em comum acordo com a Qualidade Central.
Respons.: Alberto / Paulo Yves Prazo : 31/03 Concluído
- 61 – Foi definido e implantado, plano de treinamento conforme acordado com DVHO.
Respons.: Isabel Prazo : 30/03 Concluído
- 62 – Foram realizadas reuniões de conscientização em todos os turnos , e incentivados os programas TAG e Criação.
Respons.: José Claudio / Valdir Prazo : Concluído
- 63 – Foi desenvolvido plano de contingência para operações com equipamento único.
Respons.: Mário / Edemir / Cláudio Prazo : 31/09 (15/03) Concluído
- 64 – Foi realizada campanha para utilização dos EPI junto com a segurança do trabalho.
Respons.: José Claudio Prazo : 20/01 Concluído
- 65 – Conforme item 18.
- 66 – Foi feito orçamento de embalagem (31/01) e implantado novo piso com resina Epóxi na área de embalagem. (teste). Reprovado.
Respons.: José Claudio / Marcelo Prazo : 31/07 Concluído

A linha Navistar atingiu a produção de 7 cjs/hora com índice de qualidade (20000 ppm), custo de ferramentas p/ conjunto (R\$ 160,00) e com condições de segurança do trabalho adequadas.

Objetivos Intermediários

67 – Foi realizado levantamento envolvendo os operadores, e providenciadas lixeiras, armários e cinzeiros em cada posto de trabalho.

Respons.: Falasco Prazo : 30/03 Concluído

68 – Conforme item 67.

69.1 – Foi aumentado o número de faxineiras de 3 para 5.

Respons.: José Claudio Prazo : 31/01 Concluído

69.2 – Foi definido um novo projeto dos banheiros, e providenciado reforma.

Respons.: José Cláudio / Manutenção Prazo : 31/09 (30/06) Concluído

70 – Foi realizado orçamento, e implantado luz de emergência nos pavilhões de usinagem.

Respons.: Ricardo Prazo : 30/10 (31/09 30/04)

71 – Foi verificado e implantado, material alternativo para puncionamento da máquina de martelete na montagem dos selos.

Respons.: Valdir Prazo : 29/02 Concluído

72 – Foram definidos preferitos para cada lateral de pavilhão, e os mesmos passaram a ser responsáveis pela limpeza e organização das mesmas.

Respons.: José Cláudio Prazo : 14/01 Concluído

73 – Foi definido um plano de aquisição de novos equipamentos e recuperação dos antigos na área de afiação.

Respons.: Marteletti Prazo : (15/03 , 29/02) Concluído

74 – Foi verificada quantidade necessária de vestiários, restringindo o seu uso ao pessoal da usinagem.

Respons.: Mário Prazo : 31/07 (15/02) Concluído

75 – Foi providenciado quadro para desenho do produto na linha de blocos.

Respons.: Thomaz Prazo : 30/03 Concluído

76 – Foi providenciado barra para fixação do desenho na metrologia.

Respons.: Thomaz Prazo : 15/03 Concluído

77 – Foi providenciado base de granito, definidos e adquiridos os acessórios necessários para inspeção na linha de produção.

Respons.: Thomaz Prazo : 30/10 (31/09 30/03)

A linha Navistar atingiu a produção de 7 cjs/hora com índice de qualidade (20000 ppm), custo de ferramentas p/ conjunto (R\$ 160,00) e com condições de segurança do trabalho adequadas.

Objetivos Intermediários

78.1 – Os dados de controle de produção, refugo e retrabalho, estão sendo apontados diariamente e segmentados por característica.

Respons.: Paulo Yves / Mauro Prazo : 31/03 Concluído

78.2 – Foram compatibilizados os dados de controle de custo de ferramenta entre usinagem e finanças.

Respons.: Cláudio Prazo : 29/02 Concluído

79.1 – Foi organizada a área de recebimento e expedição.

Respons.: Falasco Prazo 29/02 Concluído

79.2 – Foi estabelecida uma sistemática para controle do retrabalho de fundição.

Respons.: Paulo Yves Prazo : 15/03 Concluído

79.3 – Foi realizado inventário físico, de forma a identificar a correta sequência e os possíveis refugos.

Respons.: Falasco Prazo : 30/03 (15/02, 31/01) Concluído

79.4 – o FIFO está sendo obedecido.

Respons.: Falasco Prazo : 29/02 Concluído

79.5 – Foram providenciados containers para expedição com frequência mínima de 2 dias.

Respons.: Odahi Prazo : 15/02 Concluído

80.1 – Os profissionais da área de usinagem estão com acesso liberado ao controle de fundidos.

Respons.: Paulo Yves Prazo : 31/09 (31/01) Concluído

80.2 – Foi providenciada cópia de relatório juntamente com o lote produzido.

Prazo: 30/03 Cancelado

80.3 – Foi acordado com a fundição para se trabalhar com a dureza próxima ao limite inferior.

Respons.: Alberto Prazo : 29/02 Concluído

80.4 – A usinagem não recebeu mais fundidos fora da especificação.

Respons.: Guedes/ Alberto / Paulo Yves Prazo : 30/03
(31/01) Concluído

80.5 – A usinagem passou a ter conhecimento prévio dos relatórios de qualidade do fundido.

Respons.: Alberto Prazo 20/01 Concluído

81 – Foi providenciado orçamento e instalação de dispositivo de rotação 360°, nas brunidoras.

Respons.: Valdir Prazo : 31/07 (31/03)

A linha Navistar atingiu a produção de 7 cjs/hora com índice de qualidade (20000 ppm), custo de ferramentas p/ conjunto (R\$ 160,00) e com condições de segurança do trabalho adequadas.

Objetivos Intermediários

82.1 – Foi estabelecido critério para disparar manutenção de ferramentas de brunir.

Respons.: Marteletti Prazo : 31/03 Concluído

82.2 – Foi terceirizado o serviço de montagem das ferramentas de brunir e providenciado quantidade de ferramentas suficientes para permitir a montagem externa.

Respons.: Marteletti Prazo :15/03 (29/02) Concluído

83.1 – Foi identificado máquina por máquina, qual a concentração de óleo solúvel ideal e reduzida à mesma naquelas máquinas onde não há exigências.

Respons.: Marcos / Edemir / Cláudio Prazo : 15/02 Concluído

83.2 – Foi providenciado aspiradores de líquido para limpeza dos tanques de óleo solúvel.

Respons.: Valdir Prazo : 15/03 Concluído

84 – Foram providenciados os software necessários para organização do arquivo de programas CLP.

Respons.: Ricardo / Marcos Becker Prazo : 31/07 (31/03)

85 – Conforme item 84.

86 – Foi estabelecido e implantado plano de substituição de ferramentas especiais por standart e sua nacionalização de ferramentas importadas.

Respons.: Cláudio Prazo : 31/09 (30/04 30/07) Concluído

87.1 – Foi discutido e implantado, junto com a engenharia, um processo alternativo para evitar porosidade na face de fogo do cabeçote.

Respons.: Alberto Prazo : 30/04 Concluído

87.2 – Foi providenciada uma nova fresadora para fundição de blocos em substituição a Fresadora Cincinatti.

Respons.: José Claudio / Guedes Prazo : 30/09 (31/03) Concluído

88 – Conforme item 26.

89 – Foi providenciado up grade do comando da Fresadora Heller, após discussão de contrato com a Mapal.

Respons.: Valdir / Ricardo Prazo : 29/02 Orçamento 2001

90 – Foi estabelecida uma sistemática para atualização dos programas de medição na Usinagem e definido os profissionais responsáveis e autorizados para executar as revisões.

Respons.: Alberto / Paulo Yves / Edemir Prazo : 15/03 Concluído

A linha Navistar atingiu a produção de 7 cjs/hora com índice de qualidade (20000 ppm), custo de ferramentas p/ conjunto (R\$ 160,00) e com condições de segurança do trabalho adequadas.

Objetivos Intermediários

102.1 – Foi realizado trabalho junto aos fornecedores para balanceamento do estoque de ferramentas.

Respons.: Claudio Prazo : 31/05 Concluído

102.2 – Foi instalada em Joinville pelo fornecedor Gúhring uma oficina para afiação de ferramentas reduzindo a quantidade de ferramentas em trânsito.

Respons.: J. Cláudio Prazo : 15/06 Concluído

103 – Foi contratado um especialista em ferramentas para elaborar todos os desenhos de ferramentas com detalhes de afiação.

Respons.: J. Claudio Prazo : 30/04 Concluído

104 – Foram elaborados todos desenhos de ferramentas com detalhes para afiação e inspeção.

Respons.: Marteletti / Claudio Prazo : 30/06 Concluído

105 – Foram formados os TAG (time auto gerenciáveis), com reuniões diárias com os líderes, semanais com os coordenadores e quinzenais com a gerência, facilitando a comunicação.

Respons.: Mário Prazo : 15/02/00 Concluído

106 – Foi negociado com os fornecedores de ferramentas um sistema de estoque em consignação.

Respons.: J. Cláudio Prazo : 30/07/00 Concluído

107 – As ferramentas especiais foram substituídas por ferramentas standard mais baratas.

Respons.: Marteletti Prazo 30/11

108 - Foi desenvolvido um plano com auxílio do *Kaizen* para substituição de ferramentas especiais importadas por ferramentas standard e preferencialmente nacionais.

Respons.: Mauro/ Cláudio Prazo : 31/10/00

109 – Forma instalados dispositivos *Poka- Yoke* (a prova de falhas) nas operações críticas de usinagem e montagem.

Respons. Paulo Yves Prazo : 15/10/00 Concluído

1000 – As máquinas previstas estão instaladas, os dispositivos estão funcionando a contento e, atingimos a capacidade de 7cjs/hora.

Respons.: Ricardo / Valdir Prazo : 30/11 (30/03)

1001 – A linha está trabalhando em um ambiente com condições seguras de trabalho.

Respons.: Ricardo / Valdir Prazo : 31/09 (30/04)

1004 - Foi remanejada a verba do orçamento da usinagem, de forma a atender as necessidades identificadas.

Respons.: José Claudio / Larissa Prazo : 20/01 Concluído

6.1.4 – Preparação do Diagrama de Árvore

Para melhor visualização os fluxos foram divididos por itens conforme Figuras (6.1 a 6.7 no anexo 1)

6.2 – Análise de Capacidades (Cronoanálise / *Flow Chart*)

A linhas de produção que foram analisadas são responsáveis pela produção dos principais componentes do motor Internacional / Navistar V8 - 7,3litros (Bloco, cabeçote e capa de mancal). Cada conjunto deste produto é composto por:

1 Bloco

2 Cabeçotes

5 Capas de mancais

Conforme Figura 6.8

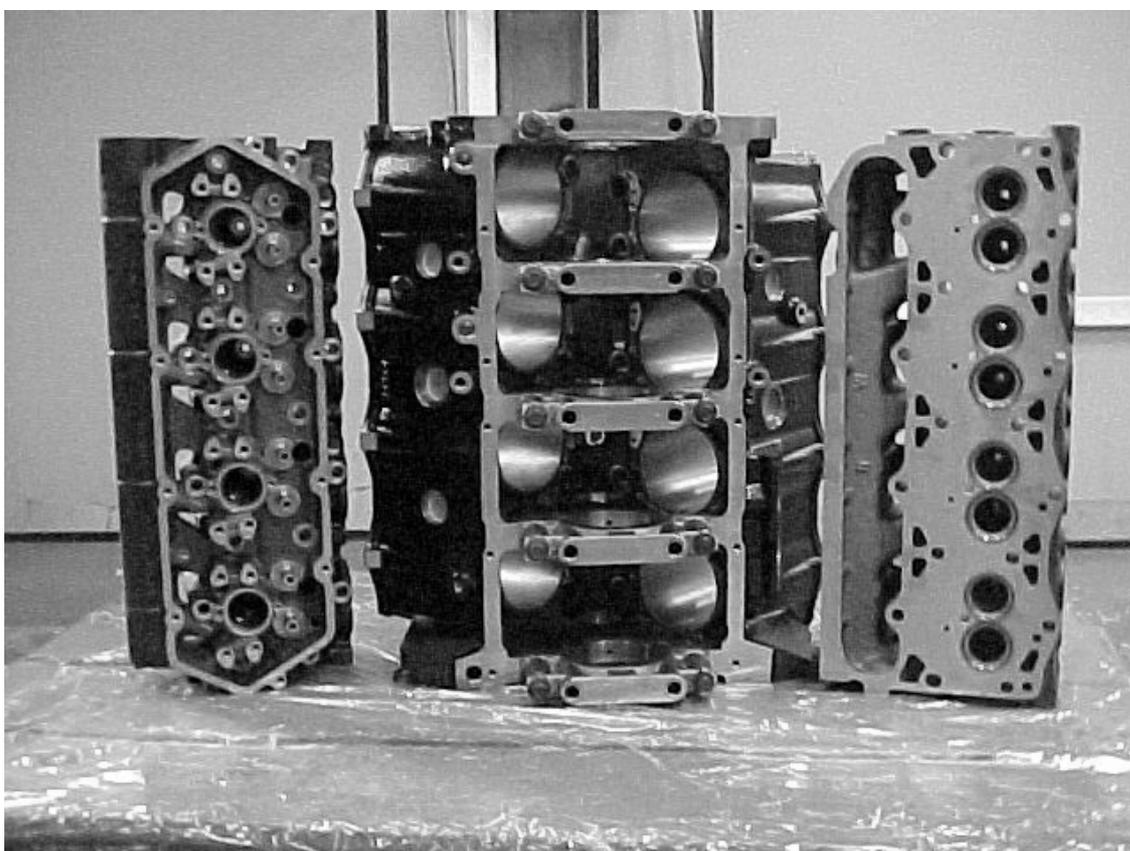


Fig.6.8 – Cabeçote e blocos com as capas montadas

A fabricação está dividida em duas linhas de usinagem, uma para blocos e outra para cabeçotes, e uma célula para capas de mancal, todas trabalhando em regime de 4 turnos de revezamento 7 dias por semana, 24 horas por dia, conforme Figuras 6.9 e 6.10 – anexo 2.

A primeira constatação após o estabelecimento dos objetivos intermediários foi que não se conhecia a verdadeira capacidade de produção da linha de usinagem (obstáculo nº1), e em “Empresas Classe Mundial” as decisões devem sempre ser baseadas em informações confiáveis.

Assim foi necessário reavaliar as diversas operações através de cronoanálise de forma a identificar claramente suas capacidades de produção e os gargalos de processo. Neste caso foi necessário avaliar somente o tempo de ciclo da maioria dos equipamentos, pois a troca de ferramentas pode ser executada dentro do ciclo automático da máquina, bem como as outras atividades desenvolvidas pelo operador, preenchimento de cartas de CEP e relatório de amostragem.

Para isto foi desenvolvida uma planilha de cronoanálise rápida, uma vez que não havia tempo para uma observação de longa duração, Linha de blocos e capas, (Figura 6.11, anexo 2) e Linha de cabeçotes, (Figura 6.12, anexo 2).

O resultado deste trabalho considerando-se uma eficiência geral de equipamento de 85% (*Benchmark* – Linha Interantional/ Navistar) mostrou que a produção horária real estava abaixo do previsto no projeto, conforme Tabela 6.1.

Após esta avaliação constatou-se a existência de 5 operações gargalo na Linha de Blocos (OP. 10,20,30,100 e 110) e 3 na Linha de Cabeçotes (OP 30,60 e 80), ficou claro também a possibilidade de através de uma melhor distribuição das operações de usinagem obtermos uma redução nos tempos das operações gargalo em ambas as linhas.

Tab. 6.1 – Capacidade de produção Prevista versus Real – Jan/00

Linha	Produção – peças/hora	
	Prevista	Real
Bloco	7	6
Cabeçotes	14	11,9
Capas	35	40

Obs: Considerando OEE = 85% (*Benchmark* – International / Navistar)

Este cenário mostrou a necessidade de aumentar a capacidade de produção da linha para atender a demanda do cliente, conforme a Tabela 6.2.

Tab. 6.2 – Demanda X Capacidade instalada – Jan / 2000

Peças/Ano	Linhas de blocos	Linha de cabeçotes	Linha de capas
Capacidade instalada	40.800	80.920	272.000
Demanda	50.000	100.000	200.000
Diferença	- 9.200	- 19.080	72.000

Obs. Regime de 4 turnos, 6.800 horas/ ano

Para atingir este objetivo foi desenvolvido um plano estratégico no qual buscou-se com um mínimo de investimento elevar a capacidade de produção. Assim foram adquiridos novos equipamentos, reformadas máquinas antigas e relocadas outras máquinas entre a linhas, conforme abaixo.

Linha de Bloco

- Reforma e incorporação de uma mandrilhadora especial Alfinig para desbaste dos furos do eixo comando e virabrequim;

- Incorporação de um centro de usinagem horizontal Mazak FH 5.800 que anteriormente usinava capas de mancal.

Célula de Capas

- Substituição de dois centros de usinagem horizontais Mazak FH 5.800 por centros de usinagem verticais Mazak VTC 16A de menor custo e mesma capacidade de produção. Os centros horizontais foram transferidos um para linha de blocos e outro para o departamento de peças automotivas que tinha carência deste tipo de equipamento na célula de mangas de eixo.

Linha de Cabeçotes

- Reforma de uma furadeira para furações profundas (brocas canhão) para executar o furo das galerias de óleo e combustível que não exigem grande precisão;
- Reforma de uma furadeira múltipla para execução dos 16 furos de fixação;
- Instalação de 2 novos centros de usinagem verticais Mazak VTC 200, de menor custo;
- Transferência de um centro de usinagem horizontal Heller MCA-H 150 para o departamento de peças automotivas (célula de manga de eixo).

Além destes investimentos em equipamentos foram ainda tomadas mais duas ações:

1 – Aumento da velocidade de corte e avanço através da melhoria das ferramentas envolvidas, ver capítulo 6.8.2;

2 – Redistribuição das operações entre os equipamentos de forma a melhor balancear os tempos de ciclo.

Com estas alterações, as linhas ficaram conforme Figuras 6.13 e 6.14 do anexo 2.

Estas providências fizeram com que a capacidade de produção atingisse o seguinte nível, conforme Tabela 6.3.

Tab. 6.3 – Capacidade Instalada X Demanda

Peças/ano	Linhas de blocos	Linha de cabeçotes	Linha de capas
Capacidade instalada	51.680	107.440	272.000
Demanda	50.000	100.000	200.000
Diferença	1.680	7.440	72.000

Assim a capacidade de produção da área ultrapassou a demanda contratada pelo cliente.

Como as instalações dos novos equipamentos ocorreram no final de novembro, não foi possível reavaliar as novas capacidades das linhas antes da conclusão deste trabalho.

6.3 – *Kaizen* (Aplicação do Diagrama de Árvore no Chão-de-Fábrica)

6.3.1 – Descrição do Problema

Nesta última década, com a abertura do mercado brasileiro e o conseqüente aumento da competitividade em setores que antes eram amplamente dominados pela indústria nacional, esta, para seguir atuante, passou por uma profunda reforma, modernizando seus processos e revitalizando seus quadros em busca de índices de produtividade internacionais. Com esse espírito - a modernização dos processos de fabricação - elevou-se a qualidade e a confiabilidade de manufaturados brasileiros no mercado externo. Este capítulo relata uma parte dessa história, ocorrida na Central de Usinagem da TUPY Fundições. Com uma de suas linhas totalmente redesenhada para atender a demanda do mercado internacional por blocos e cabeçotes de motores, a Tupy encontrou nas ferramentas da qualidade e na busca constante por melhorias, a maneira segura para elevar seus índices de produtividade.

A quebra da ferramenta foi escolhida como problema raiz para a aplicação do diagrama de árvore. O fenômeno da quebra está diretamente relacionado à propriedade de usinabilidade do material. Como recentemente definido na obra de (DINIZ, MARCONDES E COPPINI -1999) usinabilidade pode ser definida como a grandeza tecnológica expressa por meio de um valor comparativo (índice de usinabilidade), um conjunto de propriedades de usinagem de um material em relação ao outro tomado como padrão. Em outras palavras, usinabilidade pode ser entendida como o grau de dificuldade em se usinar determinado material. Como observado pelos autores, a usinabilidade não depende somente das condições intrínsecas do material, mas também das condições de usinagem, das características da ferramenta, das condições de refrigeração, da rigidez do sistema máquina-dispositivo de fixação peça-ferramenta e dos tipos de trabalho executados pela ferramenta (operação empregada, corte contínuo ou intermitente, condições de entrada e saída da ferramenta). Dessa forma, um material pode assumir um valor de usinabilidade baixo em certas condições de usinagem e um valor maior em outras condições de usinagem.

Não se aplica neste trabalho nenhum ensaio de longa duração para se chegar a um índice de usinabilidade, mas associa-se o conceito à taxa mensal de quebra de ferramentas, ou seja, ao custo da quebra de ferramentas, o qual engloba as características citadas acima. Dessa forma, o custo da quebra torna-se uma medida extremamente interessante quando se pretende justificar a implementação de melhorias em uma planta industrial.

Os fatores considerados para a avaliação do processo são levantados por um grupo de técnicos de diferentes áreas de atuação, incorporando a filosofia *Kaizen*. A ferramenta gerencial utilizada é o diagrama de árvore, descrita na seção 5.3.2, o qual auxilia na identificação dos fatores e condições de trabalho que bloqueiam o aumento da produtividade e a elaboração do plano de ação.

6.3.2 – Análise do Processo

O comprometimento de todos os colaboradores da área de Usinagem com a filosofia *Kaizen* possibilitou o acesso a informações de qualidade e imprescindíveis para a construção, mês a mês, do diagrama de pareto. Esse diagrama torna visível os principais pontos a serem atacados na solução do problema de quebra de ferramentas, aumentando a eficácia do plano de ação. Por exemplo; o pareto do mês de abril, apresentado na Figura 1, mostra que 65% das causas de quebra de ferramentas na usinagem de cabeçotes foram devidas a problema relativos ao fundido, quebra de ferramenta e erros na operação. Figura 6.15.

DIAGRAMA DE PARETO: CABEÇOTE

(ABRIL 2000 - TOTAL DE QUEBRAS = 310 PEÇAS)

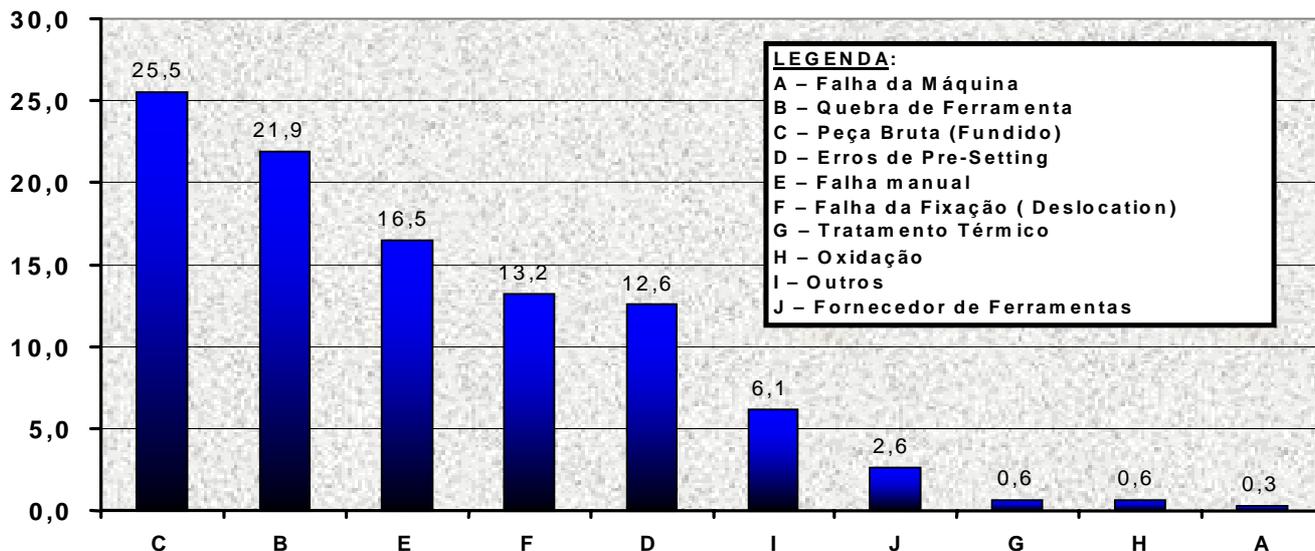


Fig. 6.15 – Diagrama de pareto da linha de usinagem, número de quebras x causa.

Pelo diagrama de pareto também se pode visualizar a influência da frequência de quebra, de cada uma das ferramentas empregadas, no custo total da linha de usinagem de cabeçotes. Fig. 6.16.

LINHA DE CABEÇOTES - QUEBRA DE FERRAMENTA PERÍODO: MAIO 2000

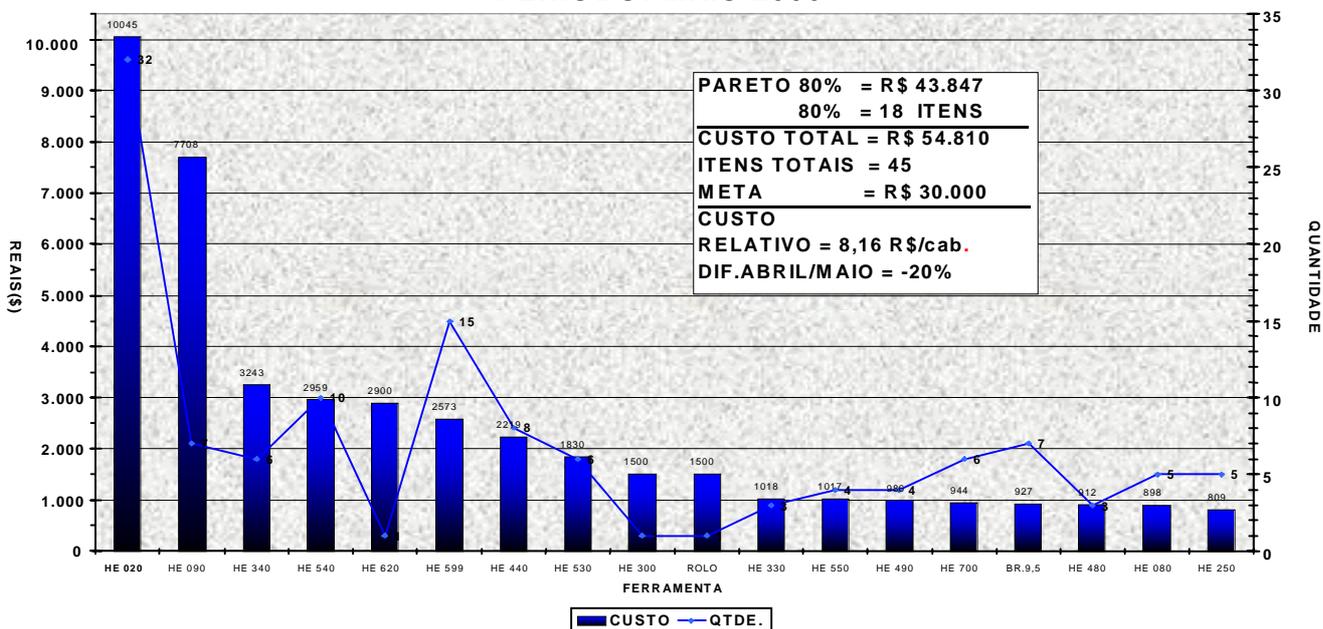


Fig. 6.16 – Diagrama de pareto do mês de maio, apresentando a frequência de quebra de cada ferramenta envolvida no processo, levando em conta o custo envolvido

6.3.3 - Aplicação do Diagrama de Árvore no Chão-de-Fábrica

Mesmo com a instalação de uma linha de usinagem de blocos e cabeçotes totalmente nova, empregando máquinas e ferramentas de última geração, a Central de Usinagem da TUPY verificava

a crescente necessidade da redução de seus custos de fabricação para tornar-se ainda mais competitiva no mercado internacional.

Um dos problemas constatados no chão-de-fábrica desta linha foi o elevado índice de quebra de ferramentas na usinagem de cabeçotes. Quebras que fatalmente levavam à perda da peça, principalmente quando estas ocorriam no processo de furação, o qual é responsável por mais da metade das operações de usinagem, como pode ser verificado no diagrama da Figura 6.17.

A equipe responsável pelo *Kaizen* na TUPY foi incorporada ao chão-de-fábrica da Usinagem para levantar os motivos pelos quais essas quebras ocorriam e em que proporções.

Para se levar a cabo esse trabalho foi montado um grupo multifuncional com 15 profissionais técnicos das áreas de ferramentas, produção, manutenção e processos. Desse grupo participaram ainda os fornecedores de ferramentas.

Seguindo as recomendações descritas na seção 5.3.2, durante três dias, em período integral, a equipe reuniu-se para a elaboração do diagrama de árvore, utilizando como ferramentas o *brainstorming* e o diagrama de pareto. Como resultado do diagrama de árvore chegou-se a 37 ações de melhorias para o processo de usinagem de cabeçotes, das quais foi gerado o plano de ação.

Depois da conclusão do diagrama de árvore, houve reuniões semanais com todo o grupo, de duração de uma hora para a implantação e o acompanhamento do plano de ação. O cumprimento de todas as ações de melhoria levou aproximadamente dois meses.

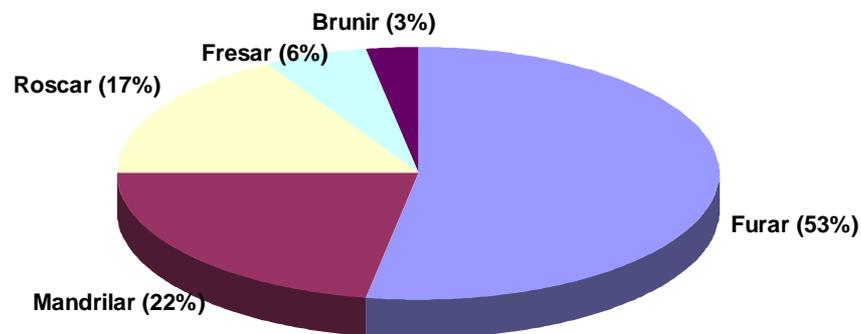


Fig. 6.17 – Operações de usinagem que envolvem a fabricação do cabeçote.

Ao problema raiz - quebra de ferramentas- foram atribuídos seis motivos principais: matéria-prima da ferramenta, material do fundido, máquina, mão-de-obra, dispositivo e ferramenta. Desses motivos se ramificaram as causas primárias, secundárias e terciárias, ligadas diretamente aos motivos do problema raiz. A partir dessas causas terciárias foram determinadas, ao todo 37 ações. Para concretização e acompanhamento das ações elaborou-se um ranking de prioridades com pontuação de 1 a 6. A partir desse ranking elegeu-se um responsável, estabelecendo-se prazos, com procedimentos e a finalidade de cada ação. Para exemplificar é apresentada na Figura 6.18 a parte do diagrama de árvore construído para o motivo ferramenta; e, na Figura 6.19, é apresentado o plano de ação resultante do diagrama de árvore.

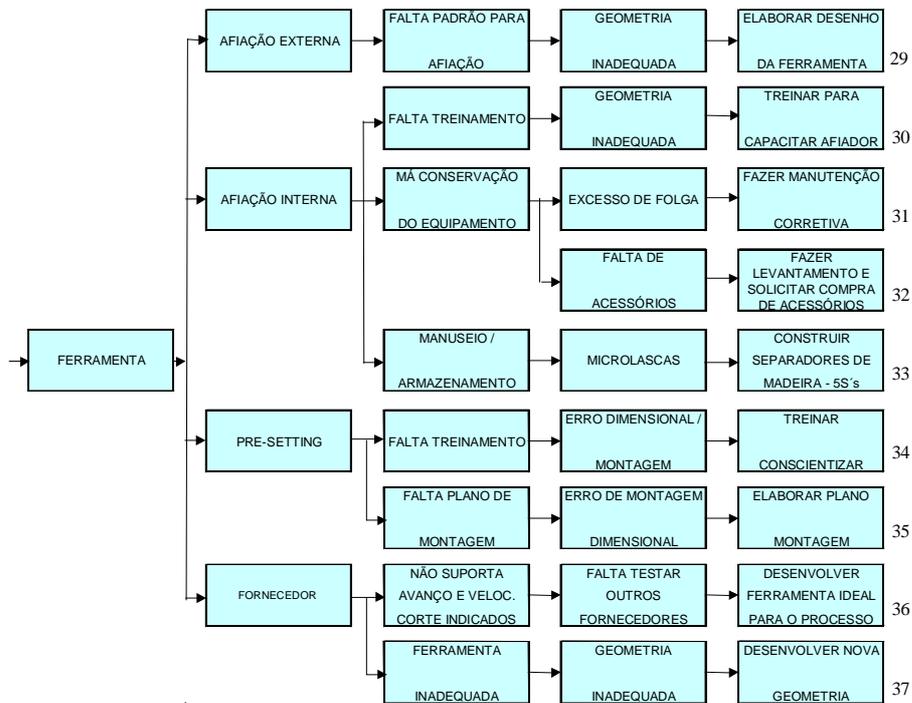


Fig. 6.18– Parte do diagrama de árvore para o motivo ferramenta como causa do problema raiz - quebra de ferramenta.

I	P	R	QUEM	QUANDO	COMO	POR QUE	
0	0	1	Gustavo	Realizado	projeto no AUTOCAD	Garantir excelência na afiação	29
0	△	2	Marteletti	Realizado	Curso ~10 horas Confirmado para 21/02 à 25/02	Garantir conhecimento homogêneo	30
0	X	5	Marteletti	Realizado	Retrofitting	Garantir repetibilidade	31
0	△	2	Marteletti	Realizado	Trabalhando com afiadores	Assegurar qualidade na afiação	32
△	0	3	Cláudio -	Realizado	Construir separador	Evitar contato	33
△	0	3	Cláudio	Realizado	Orientação prática	Garantir Pre-Setting	34
0	0	1	Cláudio	Realizado	Microcomputador	Garantir Pre-Setting	35
0	△	2	Edemir	Realizado fornecedor ISCAR inserto interc.	Testes práticos com novas ferramentas	Usinagem classe mundial	36
0	△	2	Edemir	Realizado fornecedor ISCAR inserto interc.	Testes práticos com novas ferramentas	Usinagem classe mundial	37

Fig. 6.19– Plano de ações resultante do diagrama de árvore

6.3.3.1 – Descrição dos Casos Abordados na Usinagem do cabeçote

O processo de usinagem do cabeçote “International” começou há cerca de um ano. Houve muitos problemas de usinagem nos primeiros seis meses, e isso obrigou o uso de criatividade aliado à alta tecnologia das máquinas e ferramentas já existentes. A etapa crítica da usinagem do cabeçote estava na operação de furação, pois algumas ferramentas previamente selecionadas apresentavam-se inadequadas para o tipo de operação executada. Como observado na Figura 6.17, 53% das operações que envolvem a usinagem de cabeçotes estão relacionadas ao processo de furação.

Com o tempo foram projetados outros tipos de ferramentas, para o aumento da produtividade e qualidade. As ações determinadas pelo plano de ação auxiliaram na constatação de que os custos que envolviam a quebra das ferramentas no processo de usinagem giravam em torno de R\$ 450.000/mês. Um dos motivos desse valor tão elevado era as ferramentas importadas; a ação de buscar alternativas no mercado nacional levou à redução desse valor.

No ato da nacionalização dessas ferramentas foram pesquisados processos alternativos, estudando-se com detalhe a trajetória da ferramenta, que levavam à alteração da geometria da ferramenta e seus parâmetros de usinagem. Como exemplo, abaixo são citados dois casos em que as alterações no processo de furação resultaram em drástica redução do número de quebra de ferramentas.

6.3.3.1.1 - Caso 1 - HE440

A Figura 6 apresenta a operação de furação do cabeçote executada pela ferramenta HE440, apresentando a seguinte descrição: broca de metal duro Ø8,128x160mm; LTOTAL = 210 mm; com canal de refrigeração interna. A ferramenta é fixada em um mandril hidráulico ISO 40, e faz parte das operações realizadas em um centro de usinagem horizontal ISO-40. O material do cabeçote é o ferro fundido cinzento GG25 (205-250 HB).

Características :

- Broca de metal duro canal reto;
- Haste (DIN 6535HAK) paralela com refrigeração interna ;
- Ø 8,128 ;
- L total = 210 mm;
- Ângulo de ponta = 120°;
- Pressão de refrigeração = 50 bar.



Problemas

- 1 – Broca muito longa
L/D = 17 x;
- 2 – Desvio da trajetória;
- 3 – Corte interrompido no final;

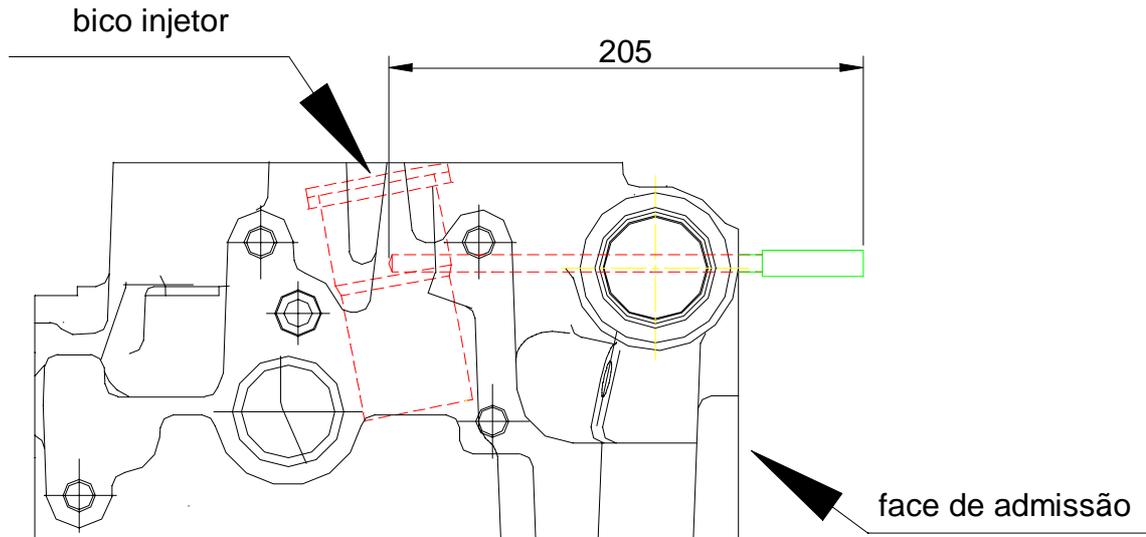


Fig. 6.20 - Usinagem do furo de ligação da galeria de óleo com o bico injetor (linhas pontilhadas em vermelho).

Nessa operação, ocorriam muitos problemas de quebras e desvios de coordenada, pois três situações eram desfavoráveis:

- A- A broca utilizada era muito longa, pois o furo ligava a face de admissão à parede do bico injetor, como descrito na Figura 6.20;
- B- A parede do furo da galeria de óleo não se mostrava favorável à operação, pois não é perpendicular à trajetória da broca, o que propiciava esforços que tiravam a broca de sua linha de centro, Figura 6.21.

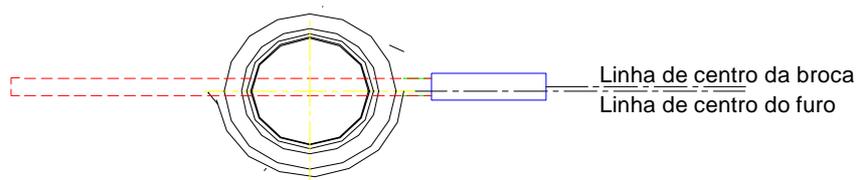


Fig. 6.21– Detalhe do desvio da broca de sua linha de centro quando cruza o furo da galeria de óleo do cabeçote mostrado na Figura 4.

- C- Outro fator provável de quebra da ferramenta ocorria quando a ponta da broca perfurava o furo do bico injetor, esta vaza um furo que ainda estava em sua forma bruta e, como se nota na Figura 6.22, a usinagem passava a ser realizada como um corte interrompido.

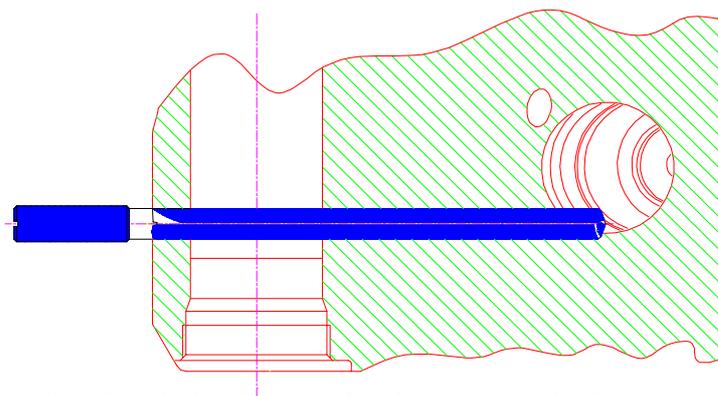


Fig. 6.22 – Detalhe da broca quando chega à parede do furo do bico injetor, ainda em sua forma bruta.

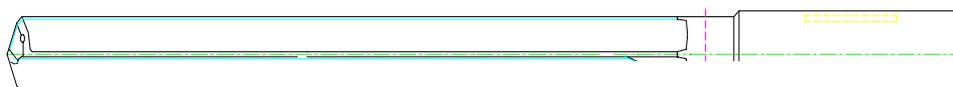
Diagnosticadas as condições desfavoráveis que provocavam a quebra da ferramenta, passou-se à fase de encontrar as soluções. A solução que melhor atendeu este caso foi a substituição da broca original por uma broca com uma haste maior e com um reforço em sua alma. A Figura 6.23 mostra a situação inicial e final dessa broca. Essa maior rigidez da broca levou o processo de furação a uma condição mais favorável que a anterior, minimizando auto-vibrações que conduziam a ferramenta a uma condição de instabilidade, quando cruzava a parede do furo da galeria de óleo.

Para diminuir ainda mais a incidência de quebra da ferramenta na região da câmara de óleo foi possível chegar a uma solução barata e simples. Interagindo com os processistas da área de fundição, foi aumentado o sobre metal do bico injetor, pois de qualquer modo esta seria usinada posteriormente. Assim, ao terminar de usinar o furo, a broca ainda se encontrava dentro do material, evitando o corte interrompido conforme mostrado na Figura 6.24.

Quanto aos parâmetros de usinagem, a velocidade de corte passou de 80m/min para 110 m/min e o avanço passou de 0,1 mm/volta para 0,2 mm/volta. Com essas modificações houve um aumento de 36% na taxa de remoção de material.

Os resultados destas alterações estão na Tabela 6.4.2.

situação inicial



situação alterada

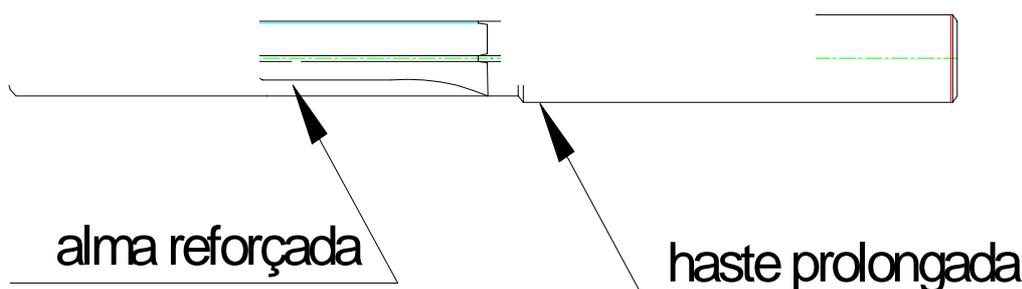


Fig. 6.23 – Alteração da broca HE440

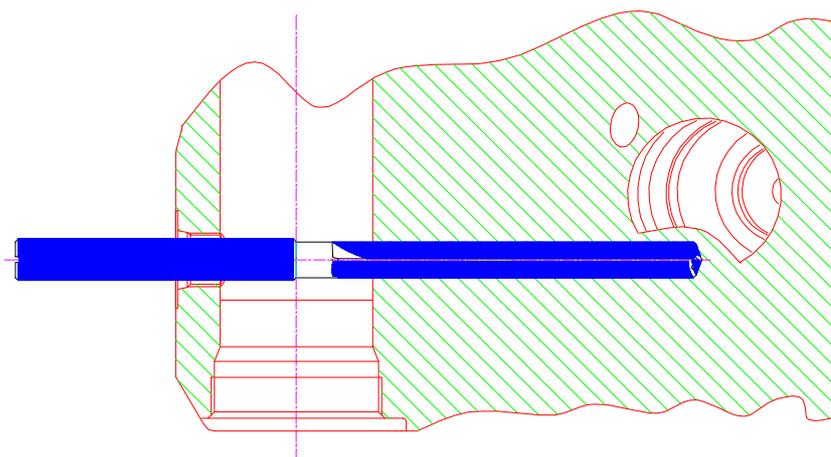


Fig. 6.24 – Alteração do cabeçote fundido pelo aumento de sobre metal no bico injetor.

Tab. 6.4 – Resultados das alterações no processo de furação – Broca HE-440

Parâmetro	Antes	Depois	Ganho %
Velocidade de Corte	100 m/min	90 m/min	-10%
Avanço	600 mm/min	705 mm/min	17,5%
Tempo da Operação	1 min	0,85 min	15%
Vida Útil	30 pc	100 pc	233%
Custo da operação	R\$ 3,03 / pç	R\$ 0,31 / pç	90%

6.3.3.1.2 - Caso 2: HE500

A Figura 6.25 apresenta a operação de furação do cabeçote executada pela ferramenta HE500, apresentando a seguinte descrição: broca de metal duro escalonada $\text{Ø}6,35 \times 48 \text{mm}$ X $\text{Ø}8,7 \times 102 \text{mm}$; $L_{\text{TOTAL}} = 215 \text{ mm}$; com canal de refrigeração interna. A ferramenta é fixada em um mandril hidráulico ISO 40, e faz parte das operações realizadas num centro de usinagem horizontal ISO-40. O material do cabeçote é o ferro fundido cinzento GG25 (205-250 HB). Os parâmetros de usinagem para a HE500 foram fixados em 80 m/min para velocidade de corte e 0,08 mm/volta para o avanço.

A ferramenta HE500 era uma das que apresentava maior incidência de quebra na linha de usinagem de cabeçotes. Seu longo comprimento de corte, combinado com o pequeno diâmetro em seu segundo escalonado, gerava uma alta relação L/D. Como consequência, esta se tornava uma ferramenta frágil.

Outra característica agravante dessa etapa do processo de usinagem é o fato de que o furo, além de longo e possuir dois diâmetros, terminava em uma galeria. A broca entrava cortando com o diâmetro menor de 6,35 mm e penetrava na peça até encontrar a galeria. O escalonado de diâmetro de 8,7 mm completava o perfil do furo. As quebras ocorriam principalmente quando a broca estava usinando o final do furo, pois havia pouco espaço para o óleo de refrigeração expulsar todo o cavaco, desde a ponta da ferramenta até o final do canal, embora a pressão utilizada fosse alta (50 bar). Quando a broca encontrava a galeria, o óleo já não tinha mais o material da peça para modificar sua trajetória e vazava pela galeria, perdendo sua função de refrigerar e remover os cavacos para fora do furo, como mostrado na Figura 6.25.

Características :



- Broca de metal duro, canal reto, escalonada;
- Haste paralela (DIN 6535HAK) com refrigeração interna ;
- $\varnothing 8,7 \times 117 \text{ mm} \times \varnothing 6,35 \times 48 \text{ mm}$;
- L total = 215 mm;
- Ângulo de ponta = 120° ;
- Pressão de refrigeração = 50 bar.

Problemas :

- 1 – Condições de usinagem limitada pelo diâmetro menor.
- 2 – Saída de cavaco prejudicada no final da operação (furo passante).
- 3 – Relação $L/D = 34 \times$ (no $\varnothing 6,35$).

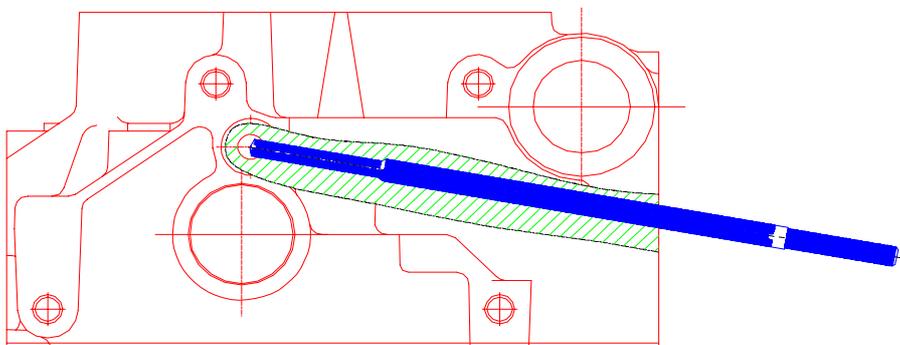


Fig. 6.25 – Furação de canal de refrigeração do cabeçote com Broca HE-500.

A solução encontrada para o problema foi modificar o processo de furação, separando-o em duas etapas, ou seja, substituindo a broca escalonada por duas novas ferramentas. A primeira delas, uma broca de canal reto, sem escalonado, responsável pelo perfil final do furo ($\text{Ø}8,7$). Portanto, com um comprimento menor que diminui a relação L/D, proporcionando uma maior rigidez na operação. Para completar o perfil do furo ($\text{Ø}6,35 \times 48 \text{ mm}$), a broca antiga foi retrabalhada, rebaixando-se o diâmetro de 8,7 mm para 8,4 mm. Embora a broca continue a ter dois diâmetros, apenas executa a furação com o diâmetro menor, deixando o diâmetro de 8,4 mm como guia e evitando eventuais deslocamentos da ferramenta. O diâmetro menor, que no processo anterior usinava todo o comprimento do furo (140 mm), agora executa somente 48 mm, como apresentado na fig. 6.26. Os parâmetros do processo para as duas novas ferramentas foram fixados para a ferramenta HE501 ($\text{Ø}8,7$) em 100 m/min para a velocidade de corte e 0,2 mm/min/volta para o avanço; e para a ferramenta HE502 ($\text{Ø}6,35$) em 100 m/min para a velocidade de corte e 0,1 mm/min/volta.

Embora tenha sido acrescentada uma nova ferramenta ao processo, o tempo total de usinagem diminuiu, pois com o acréscimo das brocas novas foi possível aumentar os valores dos parâmetros de corte, assim como a vida útil das ferramentas. A quantidade de quebras dessa ferramenta, que chegou a ser de 55 em um único mês para uma produção de 3.000 cabeçotes, caiu para zero.

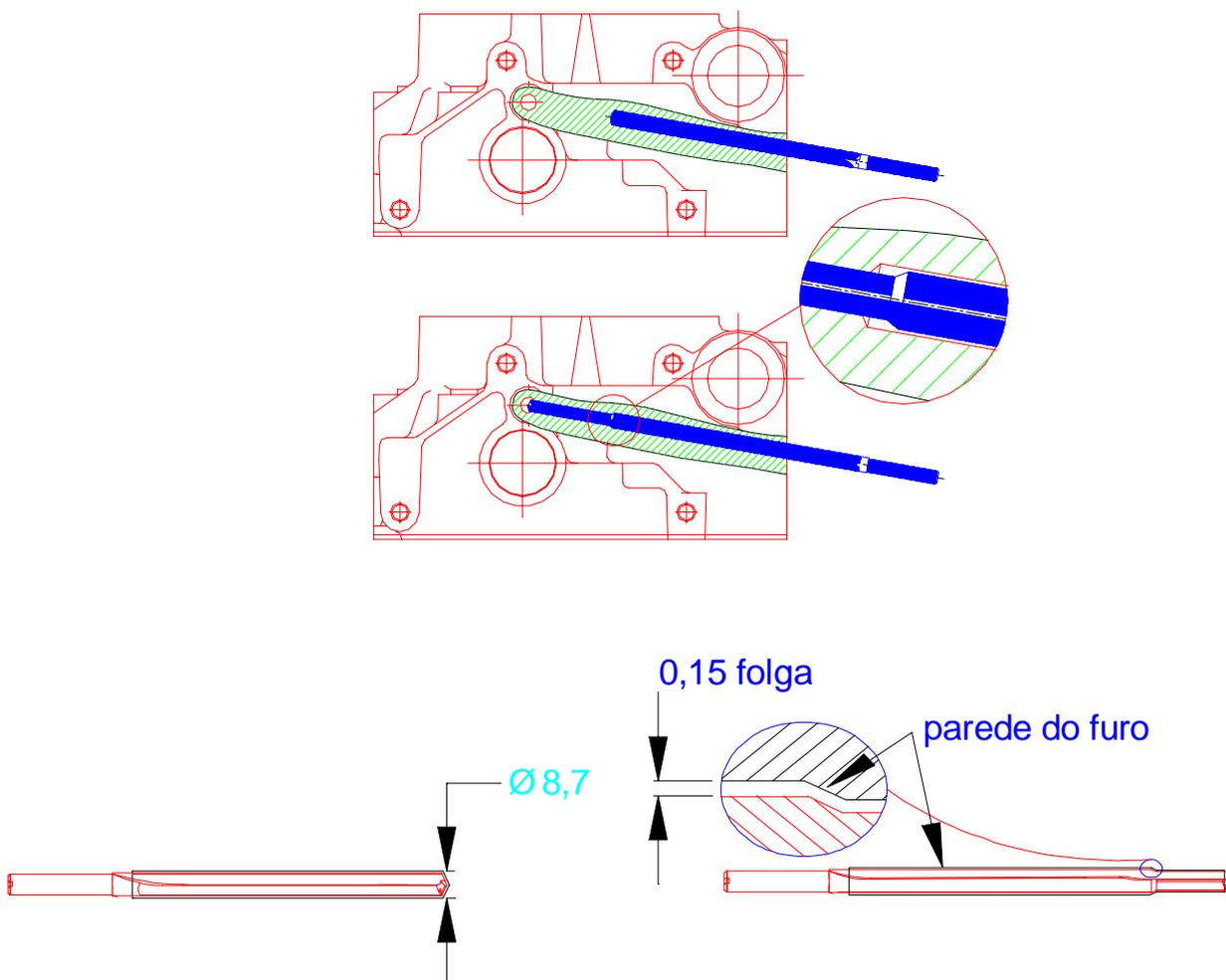


Fig. 6.26 – Detalhe da solução encontrada para a minimização da quebra de ferramentas no processo de furação, com a ferramenta HE500 substituída pelas ferramentas HE501 e HE502.

Os resultados obtidos com esta modificação no processo estão na Tabela 6.5.

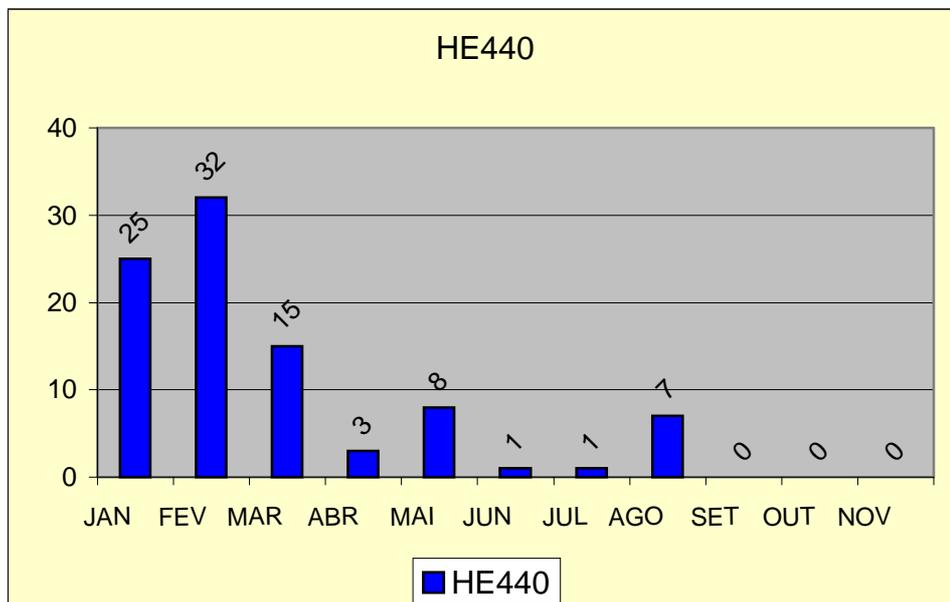
Tab. 6.5 – Resultados das alterações no processo de furação Broca HE-500.

Resultados:

Parâmetro	Antes	Depois	Ganho %
Velocidade de Corte	80 m/min	100m/min	20 %
Avanço	234 mm/min	732 mm/min 500 mm/min	213% 114%
Tempo da Operação	0,6 min	0,25 min	58,3 %
Vida Útil	30 pc	500 / 180 pc	1567% 500 %
Custo da operação	R\$ 3,70 / pç	R\$ 0,21 / pç	94 %

6.3.4 - Comentário dos resultados

A aplicação da filosofia *Kaizen* gerou um diagnóstico bastante preciso das causas que impediam o aumento da produtividade na linha de usinagem de cabeçotes. O diagrama da Figura 13 apresenta os efeitos das melhorias aplicadas sobre a redução da quebra das ferramentas HE440 e HE500, cujos casos foram descritos acima.



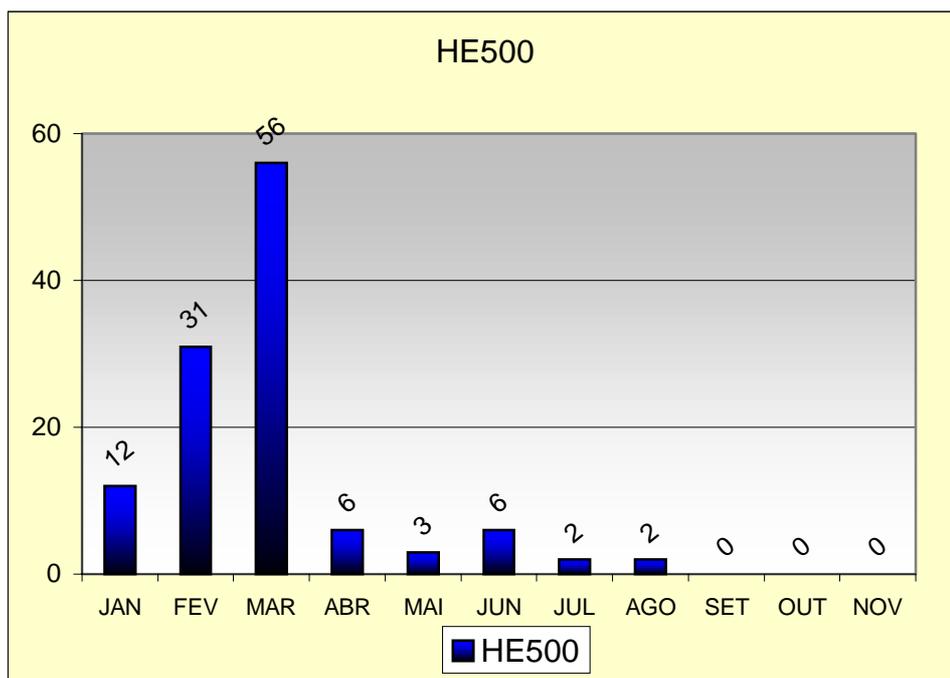


Fig. 6.27 – Efeito das ações tomadas para a redução da quebra de ferramentas, antes e depois de aplicada a filosofia *Kaizen* (maio/00).

A redução de custos com a quebra de ferramentas, de R\$ 500.000,00 para R\$ 40.000,00 já seria suficiente para reconhecer o sucesso da implantação do *Kaizen* na linha de cabeçotes da Central de Usinagem da TUPY. No entanto, como a própria filosofia *Kaizen* prega, a melhoria deve ser contínua. Mesmo quando esses custos chegaram a valores inexpressivos, haverá algo a realizar no sentido da promoção do desenvolvimento humano.

A eficácia da aplicação da metodologia *Kaizen* no chão-de-fábrica, para a resolução de problemas, se comprova pelos resultados apresentados. A reunião de um grupo de pessoas em torno do problema raiz - quebra de ferramentas - levou os técnicos da área ao encontro de novos conceitos e novas soluções para a resolução de antigos problemas. Problemas que, muitas vezes, foram camuflados pela cultura de que estes faziam parte do processo ou, ainda, de que eram de difícil solução, pela crença de que todos provinham de uma única causa.

Os estudos de caso apresentados são claros exemplos de que, com o detalhamento de cada um dos processos - investigando desde os obstáculos que as ferramentas enfrentam em suas trajetórias dentro de um cabeçote até o exame metalúrgico da matéria-prima do fundido- estes podem gerar ganhos significativos .

Na mesma direção, a preocupação comum com o aumento da produtividade praticamente eliminou fases do processo, que a princípio pareciam produtivas por apresentar ferramentas que executavam uma forma geométrica de uma única vez, mas que, no entanto, deixavam de lado aspectos tecnológicos da usinagem.

Dessa forma, a aplicação da filosofia *Kaizen* gerou um diagnóstico bastante preciso das causas que impediam o aumento da produtividade na linha de usinagem de cabeçotes, gerando soluções simples e de baixo custo, capazes de reduzir o número de quebras.

6.4 – Controle Estatístico de processo (Análise de correlação)

6.4.1 – Definição e Cálculo do Coeficiente de Correlação

Outro obstáculo levantado na árvore de pré-requisitos o de nº 41 (a frequência de inspeção, em muitos casos é exagerada) fez com que fossem buscadas maneiras de se reduzir a quantidade e frequência das inspeções através de uma metodologia científica já comprovada (a análise de correlação).

Para atender aos requisitos de qualidade do cliente (International/ Navistar) e a própria norma ISO- 9000, da qual a empresa é certificada, foram definidas as características que deveriam ser monitoradas através de controle estatístico de processo.

Esta definição foi feita por um grupo multifuncional envolvendo engenharia do produto, engenharia de processo, qualidade e produção, utilizando a técnica do FMEA - (Failure Mode and Effect Analyses) onde foram identificadas como características a serem controladas por CEP as seguintes quantidades :

- Blocos : 211
- Cabeçotes : 128

As características do controle estatístico incluem, acima de tudo, a noção da inspeção informativa (SHINGO, 1986), na qual são utilizadas cartas de controle como objetivo de reduzir futuros defeitos através do monitoramento do processo e o retorno da informação aos operadores que realizarão as correções necessárias garantindo assim a qualidade do produto.

Acontece que o preenchimento das cartas se constitui em uma atividade extra a rotina dos operadores chegando, em alguns casos, ser necessário a adição de mão-de-obra para se obter a execução de todas as tarefas relacionadas às operações dentro do ciclo de processo previsto.

Este fato fez com que o custo com mão-de-obra direta ultrapasse os valores originalmente previstos em 12%.

Para eliminar este custo extra foi desenvolvido um trabalho de análise de correlação onde buscou-se a redução do número de cartas de controle através de uma análise científica (DUNCAM, 1974).

Desta forma foram avaliadas todas as características que eram monitoradas através de cartas controle e verificada a existência de correlação entre as mesmas.

Uma vez identificada e comprovada a existência de correlação, parte das cartas eram eliminadas pois ficava cientificamente comprovado que monitorando uma característica não haveria necessidade de monitorar a outra a ela correlacionada. (JURAN, 1990).

Com isto foi possível reduzir quantidade de registros executados pelos operadores e retornar a quantidade de operadores ao número originalmente previsto.

6.4.1 – Definição e cálculo do coeficiente de correlação

Correlação: Grau de correlação entre variáveis.

Coefficiente de correlação: estudo de correlação é um estudo estatístico que objetiva quantificar o grau de relação entre duas ou mais variáveis, partindo da dispersão de dados amostrais.

- Cálculo do coeficiente de correlação linear de PEARSON (r)
r : Coeficiente de correlação linear de Pearson.

Onde : x = variável causa e y = variável efeito

Para complementar este estudo apresenta-se em paralelo o diagrama de dispersão.

Conceito: : É um gráfico que ilustra o que ocorre com uma variável ou processo quando outra variável ou processo se altera.

Construção do diagrama de dispersão.

1- Coletar no mínimo 30 pares de amostras (x;y) das variáveis a serem estudadas. Se o estudo é para mais de duas variáveis, ex. (x; x₁; y), considerar y como (efeito) e todas as outras x_n (causas).

A variável efeito (y) deve ser combinada com uma variável causa para cada estudo de correlação.

Ex. (x ; y) estudo 1 , (x₁ ; y) estudo 2.

2 - Registrar os dados em uma tabela conforme abaixo :

Amostra	y	x	x ₁	xy	x ₁ y	x ²	x ₁ ²	y ²
1								
2								
.								
.								
.								
.								
N								

Dados para construção do gráfico de dispersão	Dados para cálculo do coeficiente de Pearson.
---	---

3 - Construa o gráfico cartesiano com a variável causa (x ou x₁) no eixo da abscissas e a variável efeito (y) no eixo das ordenadas. Quanto menor a dispersão maior a correlação entre as variáveis. (fig. 6.28)

6.4.2 – Exemplo de aplicação

Foram analisados os itens 11 (22 a 25) e (23 a 26) Diâmetro do Guia de Válvula escape e admissão do cabeçote do Motor V8 7.3 l International.

Conforme Figura 6.29.

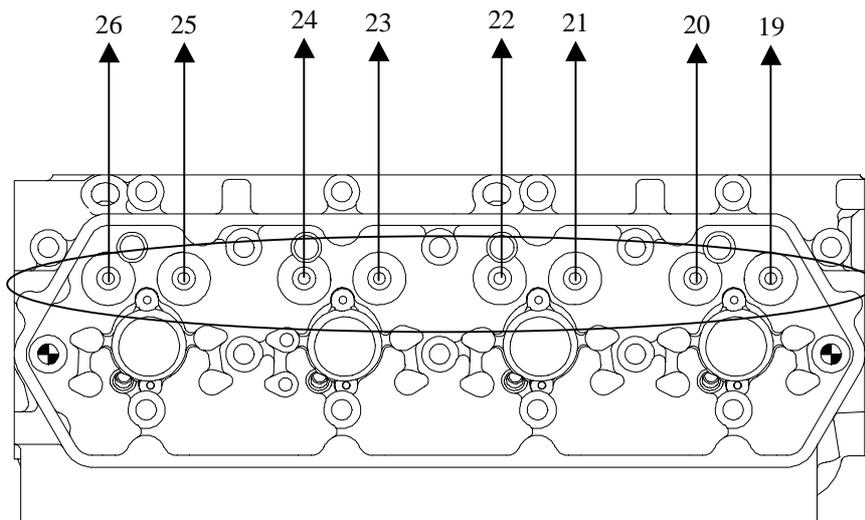


Fig. 6.29 : cabeçote V-8 (Diâmetro $7,99 \pm 0,013$ mm)

Foram elaboradas então as tabelas de correlação entre os diversos furos e os dois furos que eram executadas por último no processo de usinagem os furos de números 22 e 26 conforme exemplo da Tabela 6.6.

Furo	Ø 7,9905 ± 0,0125 mm				
	19 (X)	22 (Y)	Y.X	X ²	Y ²
Parte 1	0	1	0	0	1
Parte 2	-6	-6	36	36	36
Parte 3	-1	0	0	1	0
Parte 4	-5	-5	25	25	25
Parte 5	-4	-4	16	16	16
Parte 6	-3	-3	9	9	9
Parte 7	0	2	0	0	4
Parte 8	0	0	0	0	0
Parte 9	-3	0	0	9	0
Parte 10	0	0	0	0	0
Parte 11	-5	-5	25	25	25
Parte 12	-5	0	0	25	0
Parte 13	2	2	4	4	4
Parte 14	0	1	0	0	1
Parte 15	0	0	0	0	0
Parte 16	-1	-1	1	1	1
Parte 17	2	2	4	4	4
Parte 18	-2	-2	4	4	4
Parte 19	0	1	0	0	1
Parte 20	0	1	0	0	1
Parte 21	-5	-5	25	25	25
Parte 22	-1	0	0	1	0
Parte 23	-2	-2	4	4	4
Parte 24	-1	-2	2	1	4
Parte 25	0	0	0	0	0
Parte 26	-8	-8	64	64	64
Parte 27	-6	-6	36	36	36
Parte 28	-8	-8	64	64	64
Parte 29	1	1	1	1	1
Parte 30	1	0	0	1	0
Σ	-60	-46	320	356	330

Tab. 6.6- Tabela de correlação entre os furos 19 e 22.

Aplicando-se a fórmula:

r : Coeficiente de correlação linear de Pearson.

$$r = \frac{\sum xy}{\sqrt{\sum x^2} * \sqrt{\sum y^2}}$$

Onde : x = variável causa e y = variável efeito

Obtendo-se os seguintes resultados , conforme Tabela 6.7 .

Tab. 6.7 – Resultados gerais . Coeficiente de correlação

Combinação	Coeficiente de correlação linear (r)
22 x 19	0,92
22 x 20	0,90
22 x 21	0,98
26 x 23	0,86
26 x 24	0,85
26 x 25	0,96

- Critérios para definição da existência ou não de correlação entre as variáveis analisadas:

$0,0 \leq r < 0,2$ Não existe correlação.

$0,2 \leq r < 0,5$ Baixa correlação.

$0,5 \leq r < 0,7$ Média correlação.

$0,7 \leq r \leq 1,0$ Alta correlação.

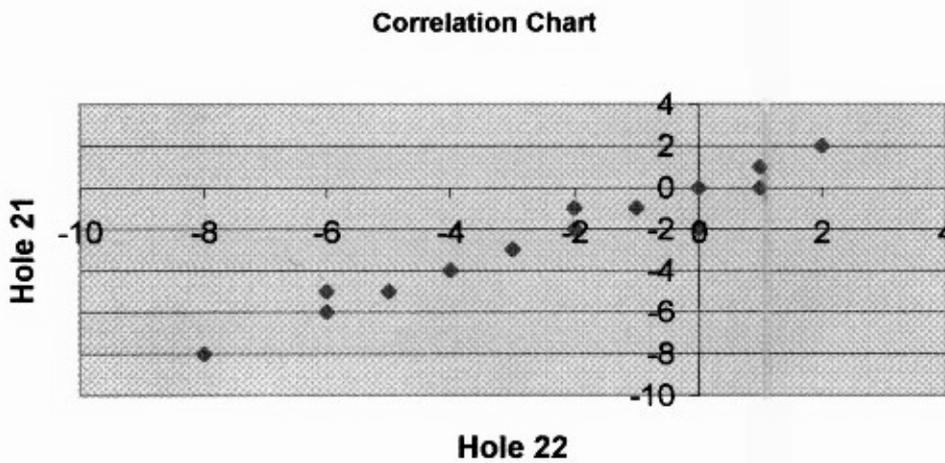
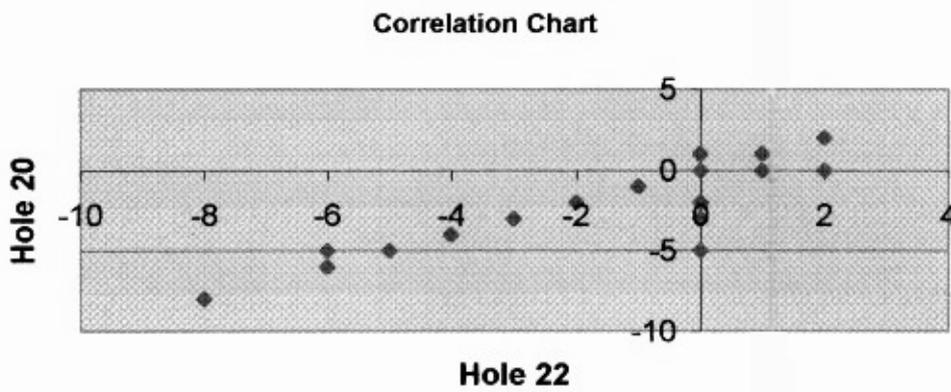
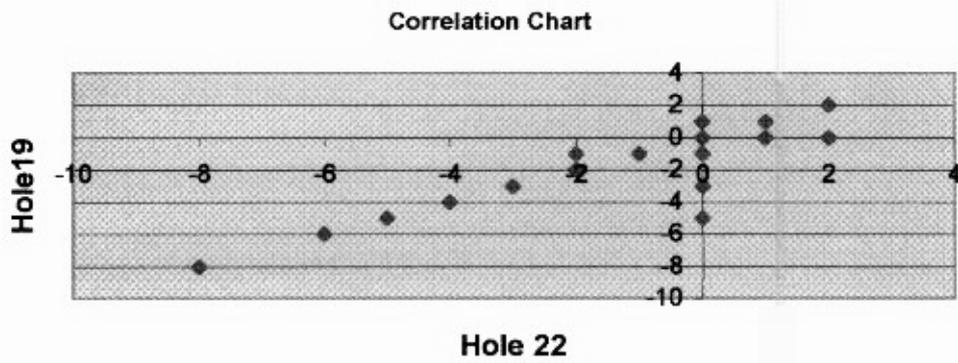


Fig.6.28 – Gráficos de correlação entre os furos 19,20 e 21 com o furo 22.

Analisando os resultados do estudo, evidenciamos uma alta correlação entre as características ($0,7 \leq r \leq 1,0$), portanto com este resultado foi possível otimizar os controles, com a redução do número de cartas de 8 para apenas 2.

Concluiu-se que o Controle Estatístico do processo, será realizado somente para os últimos furos 22 e 26. Para as outras características será feito controle conjugado (1 vez a cada 100 peças produzidas).

Com a aplicação deste conceito para o restante das características foi possível reduzir a quantidade de cartas de CEP conforme abaixo:

Resultados obtidos

- Linha Bloco

- Total Cartas Antes —————> 211

- Total de cartas após
 Correlação —————> 84

- Ganho —————> 60,2%

- Linha Cabeçote

- Total cartas antes —————> 128

- Total de cartas após
 Correlação —————> 65

- Ganho —————> 49,2%

Com a análise de correlação concluiu-se que a quantidade de cartas de controle estatístico de processo poderia ser reduzida substancialmente permitindo um alívio na carga de trabalho dos operadores sem prejuízo para qualidade final no produto. Isto permitiu o retorno dos custos com mão-de-obra direta aos valores originalmente previstos.

Todos estes conceitos foram passados para todos coordenadores líderes, técnicos de manutenção e operadores nos meses de fevereiro e março de 2000.

6.5 – Manutenção produtiva Total – TPM

Uma das técnicas aplicadas que tiveram impacto significativo na melhoria de performance da área foi o TPM (Manutenção Produtiva Total), que foi implantado como forma de eliminar o obstáculo N° 07 da árvore de pré requisitos, “As Máquinas Quebram Constantemente”.

Os conceitos do TPM descritos no capítulo 5 item 5.5 foram passados a todos coordenadores, líderes de produção, técnicos de manutenção e operadores nos meses de fevereiro e março de 2000 através de um treinamento específico que resultou na implantação da manutenção autônoma.

6.5.1 – Manutenção Autônoma

A manutenção autônoma, isto é, conduzida pelo próprio operador, foi atingida seguindo sete passos:

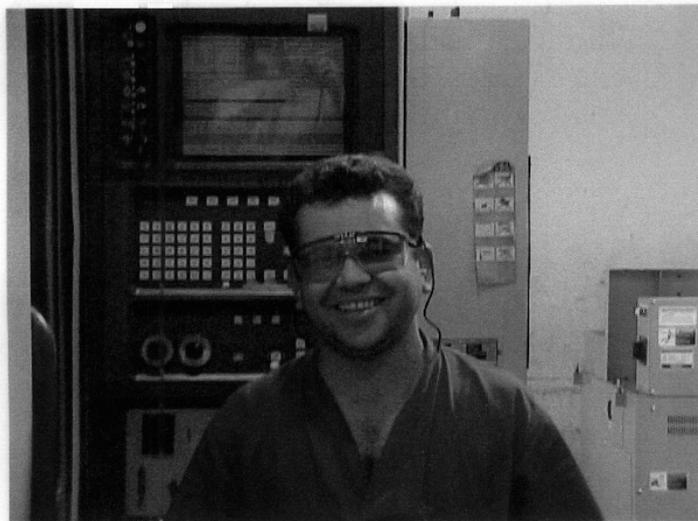
1. Realização de limpeza e inspeção inicial;
2. Eliminação de fontes de contaminação e áreas inacessíveis;
3. Estabelecimento de padrões para limpeza, inspeção e lubrificação;
4. Treinamento geral para desenvolvimento dos procedimentos de inspeção;
5. Realização das inspeções e melhoria dos procedimentos baseados na experiência prática;
6. Melhoria da organização da área de trabalho usando os conceitos do 5S;
7. Participação em programas avançados de melhorias em manutenção autônoma.

As seguintes orientações foram passadas aos operadores:

- Limpeza e lubrificação devem ser inspecionadas;
- A inspeção conduz a descoberta de anormalidades;
- Anormalidades se tornam itens a serem reparados;
- A reparação de anormalidades constitui-se em um aprendizado e é a base da melhoria contínua;
- A melhoria contínua produzirá com certeza resultados positivos;
- Resultados positivos reforçam o sentimento de propriedade dos operadores sobre seus equipamentos e o orgulho de serem responsáveis pela área de trabalho

Para cada equipamento foram definidos um ou mais operadores responsáveis pelo TPM através de um cartão colocado na frente da máquina conforme a Figura 6.30.

**SOU RESPONSÁVEL PELA QUALIDADE
LIMPEZA E ORGANIZAÇÃO DESTA
MÁQUINA E AMBIENTE DE TRABALHO**



**NOME: VALENTE
DRT: 62684-5**

Fig. 6.30 – Cartão de identificação do responsável pelo equipamento

6.5.2 – Eficiência Geral do Equipamento – OEE

O OEE (Eficiência Geral do Equipamento) é o indicador de desempenho mais utilizado em programas de TPM.

É um indicador abrangente porque relaciona três outros indicadores conseguindo desta forma monitorar adequadamente a verdadeira eficiência do equipamento:

$$OEE = D \times P \times Q$$

D - Disponibilidade do equipamento

P - Performance de produção

Q - Índice de qualidade

Para exemplificar melhor como se calcula o OEE, verificar Tabela 6.8

Tab. 6.8 – Exemplo Real de Cálculo do OEE
Linha de Cabeçotes, Operação 30
Centro de Usinagem Horizontal Mazak FH 5.800

Semana 33	Item	OEE	Cálculo
9450`	A	Disponibilidade planejada	Turnos de revezamento: 7 dias e 22,5hrs
708`	B	Tempo de paradas	Limpeza, quebras, lubrificação e etc
8742`	C	Disponibilidade geral	A – B
0,925	*	Disponibilidade (D)	C/A
10`	D	Tempo de ciclo	Teórico (cronoanálise)
874	E	Produção esperada (peças)	C/D
831	F	Produção real (peças)	Total produzido
0,949	*	Performance (P)	F/E
831	G	Expectativa de aprovação (peças)	F
827	H	Peças aprovadas	Total produzido – (refugo + retrabalhos)
0,995	*	Índice de qualidade (Q)	H/G

$$OEE = 0,925 \times 0,949 \times 0,995$$

$$OEE = 0,873$$

Na área foi estabelecido como objetivo em um OEE de 85% utilizando como Benchmark o índice médio do ano de 99 obtido na linha de usinagem do mesmo produto na International / Navistar – Indianápolis – U.S.A.

Este valor foi atingido em outubro/00.

6.5.3 – Exemplos de Trabalhos realizados

Exemplos de 2 trabalhos realizados pelo TPM nas máquinas :

- Centro de Usinagem Horizontal Mazak modelo FH 5800
- Centro de Usinagem Horizontal Mori-Seiki SH-630

poderão ser encontrados no anexo 3.

6.6– Estrutura Matricial / Times Autogerenciáveis

Um dos grandes obstáculos identificados na árvore de pré-requisitos foram as falhas constantes de comunicação entre a administração e o chão-de-fábrica, e a falta de motivação dos operadores, obstáculos N° 51, 99 e 101.

Observava-se uma confusão de responsabilidades entre as lideranças, onde todos eram responsáveis por tudo e no fim ninguém era responsável por nada, isto é, não existia um organograma claro com funções definidas.

Resumindo, o moral da equipe estava muito baixo, tanto da liderança quanto dos operadores.

Segundo (Castro – 1995) “os líderes só conseguem motivar suas equipes quando eles mesmos estão motivados”. Para reverter esta situação foram tomadas duas ações:

- 1 – Implantação do organograma matricial.
- 2 – Implantação dos times auto gerenciáveis.

6.6.1 – Organograma Matricial

Seguindo a filosofia proposta no capítulo 2, a área foi reorganizada dentro de uma estrutura matricial, isto é, com o setor produtivo subordinado diretamente ao gestor da unidade de empreendimento e os setores de apoio subordinados indiretamente as áreas de apoio centrais para garantir a padronização dos procedimentos.

Assim, a área foi organizada conforme Tabela 6.9.

Tab. 6.9 - Estrutura da Unidade de Negócios (International / Navistar)

Gestor da Unidade de Negócios		
Áreas com subordinação direta ao gestor da unidade		Áreas com subordinação indireta
Produção	Áreas de apoio	Áreas de apoio centrais-relacionadas
1 Coordenador	Engenharia de manufatura: 1 Coordenador 1 Engenheiro 2 Técnicos	Engenharia de processos e produto: 2 Engenheiros
4 Líderes de produção 2 Times autogerenciáveis	Qualidade: 1 Coordenador 3 Auditores líderes 8 Auditores de produção (diretos) 2 Técnicos de metrologia	Sistema da qualidade: 1 Engenheiro 1 Técnico
6 Equipes (1 por turnos)	Logística: 1 Líder 12 Embaladores (diretos)	Logística: 1 Programador
Total de 120 operadores 4 Turnos de revezamento 30 operadores por turno	Gerenciamento de ferramentas: 1 Coordenador 1 Engenheiro 8 Preparadores de ferramentas 8 Afiadores	Compras: 1 Comprador 1 Técnico
	Manutenção: 1 líder 8 Mecânicos 4 Eletrônicos	Manutenção: 1 Engenheiro
Áreas de apoio centrais com consultores dedicados		
Relações humanas e treinamento: 1 Técnico Kaizen: 1 Engenheiro Controladoria: 1 Contador Vendas: 1 Gerente de contas		

Em resumo os profissionais relacionados com a área estavam divididos conforme abaixo:

• Indiretos da área :	48
• Indiretos das áreas de apoio centrais:	12
• Produtivos diretos:	130
	<hr/>
Total	190

Foram considerados como diretos todos aqueles envolvidos no processo de fabricação, e indiretos todos aqueles que prestam serviços a área produtiva.

As responsabilidades das áreas subordinadas diretamente ao gestor da unidade foram assim definidas:

Produção: Execução das operações de manufatura e controle de qualidade.

Engenharia de Manufatura: Desenvolvimento e manutenção do processo de fabricação e documentação.

Qualidade: Auditorias de processo e produto, ensaios, calibração de instrumentos, metrologia, elaboração e manutenção das instruções e registros da qualidade e contato com o cliente.

Logística: Recebimento de matéria-prima, movimentação interna, proteção superficial, embalagem e expedição.

Gerenciamento de ferramentas: pré-set, reafiação, administração do estoque.

Manutenção: Manutenção corretiva, preventiva e preditiva de máquinas e dispositivos de fixação, e gerenciamento do TPM (Manutenção Produtiva Total).

Esta estrutura matricial faz com que as áreas interajam entre si e com as áreas de apoio centrais em trabalhos de equipe dentro da filosofia de “Empresa Classe Mundial”, (Womack , 1996). Na estrutura corporativa o gestor da unidade responde diretamente para o presidente da empresa configurando uma estrutura com 4 níveis hierárquicos, conforme Figura. 6.31

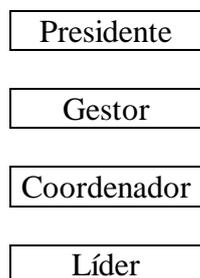


Fig. 6.31 – Níveis Hierárquicos na Estrutura Corporativa

Esta quantidade reduzida de níveis evita “ruídos” de comunicação entre a alta administração e o chão-de-fábrica.

Com esta reorganização e a definição clara das responsabilidades de cada setor percebeu-se uma melhora sensível no desempenho da área (ver capítulo 6.9), pois com esta estrutura implantada foram eliminados os conflitos de responsabilidades.

6.6.2 – TAG - Times Auto Gerenciáveis

6.6.2.1 - Responsabilidades que foram transferidas aos integrantes do TAG

Algumas responsabilidades, que até então eram dos coordenadores e passaram a ser dos integrantes do time.

A finalidade é tornar o profissional mais comprometido com o time, uma vez que o mesmo passa a se sentir proprietário do trabalho.

As responsabilidades foram transferidas aos TAG a partir de um processo de treinamento desenvolvido internamente de acordo com a ordem de prioridade.

Exemplos de responsabilidades transferidas :

- Definição de objetivos e metas setoriais estabelecidas junto com a gerência;
- Controle de qualidade;
- Acompanhar e gerar melhorias para o aumento e controle da produtividade;
- Levantamento das necessidades de treinamento teórico e prático dos membros do time;
- Garantir o uso dos EPI's;
- Treinar as pessoas no uso dos EPI's.
- Aperfeiçoar o sistema de comunicação na troca de turno;
- Decidir sobre demissões de membros que não se enquadrem nos objetivos do TAG;
- Realizar a solicitação de manutenção;
- Estabelecer sistema de rodízio de postos de trabalho;
- Planejamento de férias;
- Analisar os riscos e causas de acidentes ou incidentes;
- Aperfeiçoar e alterar as instruções de trabalho (IT);
- Acompanhar a entrada e saída de pessoal.

Os membros do TAG foram estimulados a :

- Cumprir metas e desafios estabelecidos em conjunto com a gerência;
- Acompanhar a performance do time através dos indicadores (gestão visual);
- Identificar problemas e buscar em equipe as soluções;
- Manter um bom relacionamento e a motivação do grupo;
- Apresentar idéias novas (melhorias contínuas).

Bases de sustentação do TAG:

Motivação: Valorização profissional, condições de trabalho, segurança, relacionamento e autonomia.

Informações: Participar das definições que envolvem o time, clareza, transparência, agilidade e facilmente visualizada e feed back.

Limites: Abrangência de atuação do TAG, responsabilidade e autonomia.

6.6.2.2 – Rotinas do TAG

- Encontros: líder + facilitador (capitão) – Relâmpago (10 min/dia).
- Encontros: facilitador (capitão) + pares – Relâmpago (10 minutos antes das troca de turnos).
- Reuniões semanais: capitães + gerente.

Assuntos:

- Relatar os acontecimentos do dia;
- Mostrar os resultados alcançados até o dia anterior;
- Divulgar os desafios do time que está iniciando o turno;
- Discutir as metas semanalmente (resultados, dificuldades e etc.).

6.6.2.3 – Algumas dificuldades encontradas no TAG

- Dúvida do funcionamento do TAG – Papel de Liderança;
- Dificuldade no monitoramento das informações, atualizações de dados na gestão visual.

Disfunção do facilitador (capitão):

- Assumir papel de chefinho;
- Líder delegar excessivamente para o capitão;
- As pessoas se reportarem ao facilitador.

Riscos:

- Auto-gerenciamento não existir;
- Voltar ao modelo antigo;
- Estar fazendo o papel do líder.

Possibilidades:

- O capitão entender esta atribuição como promoção;
- O facilitador exigir maior velocidade de resposta;
- O facilitador encontrar resistências no time.

6.6.2.4 – Operacionalização do programa

Em janeiro de 2000 foram realizadas as seguintes etapas :

1. Treinamento dos coordenadores e sensibilização dos funcionários;
2. Escolha dos capitães e nome do TAG;
3. Definição da composição do TAG;
4. Definição da dinâmica de comunicação;
5. Definição de metas e indicadores;
6. Definição de responsabilidades do TAG;
7. Definição da gestão visual dos TAG;
8. Fatores de sucesso do programa;
9. Solenidade de abertura do programa TAG;
10. Monitoramento.

Seguindo esta seqüência foram definidos 2 times auto gerenciáveis:

- 1 – Time para linha de blocos e capas.
- 2 – Time para linha de cabeçotes.

Cada time foi constituído por 3 equipes, uma por turno, com vinte operadores cada.

Foram eleitos para uma mandato de seis meses, um capitão por equipe que em conjunto a gerência e coordenação da área definiram as seguintes metas mostradas nas Tabelas 6.10 e 6.11.

Tab. 6.10
Metas Time de Blocos (TAG)

1	PRODUTIVIDADE (Peças/ Hora Trabalhada)	0,30
2	QUALIDADE – REFUGOS – (PPM)	20.000
3	CONFORMIDADE EM AUDITORIAS	90%
4	ACIDENTES COM AFASTAMENTO	Zero
5	* DESPESAS COM FERRAMENTAS (R\$/CONJ.)	160,00
6	ENTREGAS (produzido x programado)	95%
7	CRIAÇÃO (melhorias ano/pessoa)	12

* (1 conjunto = 1 Bloco + 2 Cabeçotes + 5 Capas de Mancal)

Tab. 6.11
Metas Time de Cabeçotes

1	PRODUTIVIDADE (Peças/ Hora Trabalhada)	0,60
2	QUALIDADE – REFUGOS – (PPM)	20.000
3	CONFORMIDADE EM AUDITORIAS	90%
4	ACIDENTES COM AFASTAMENTO	Zero
5	* DESPESAS COM FERRAMENTAS (R\$/CONJ.)	160,00
6	ENTREGAS (produzido x programado)	95%
7	CRIAÇÃO (melhorias ano/pessoa)	12

* (1 conjunto = 1 Bloco + 2 Cabeçotes + 5 Capas de Mancal)

Após a implantação do TAG, observou-se uma melhoria sensível de comunicação entre os níveis e um maior comprometimento dos operadores com os resultados.

Isto teve impacto altamente positivo na performance da área como pode ser observado no capítulo 6.9.

6.7 – POKA-YOKES (Exemplos de Aplicação)

6.7.1 – Índice de Refugos

O obstáculo N° 109 da árvore de pré-requisitos indicava que o índice de refugos na linha estava elevadíssimo.

A média dos três últimos meses de 99 era a seguinte:

- Linha de Blocos = 136.068 PPMs;
- Linha de Cabeçotes = 125.040 PPMs.

Várias ações, objetivos intermediários, foram definidas buscando a meta de 20.000 ppm's nível atingindo pela International / Navistar, (usado como *Benchmark*) que já produzia este mesmo produto há cinco anos.

Uma destas ações foi a utilização de *Poka-Yokes* na linha de usinagem, isto é, dispositivos a prova de falhas.

Na linha de usinagem de blocos e cabeçotes V-8, a técnica de *Poka-Yoke* foi utilizada tanto para inspeções 100% de características críticas quanto para garantir que a montagem de componentes foi realizada.

A seguir apresentaremos exemplos da utilização de *Poka-Yokes*.

6.7.2 – Exemplo N° 1, Garantia de Montagem

No bloco de motor V-8 são montados alguns componentes como os selos das galerias de água e óleo como mostra a Figura 6.3.2.

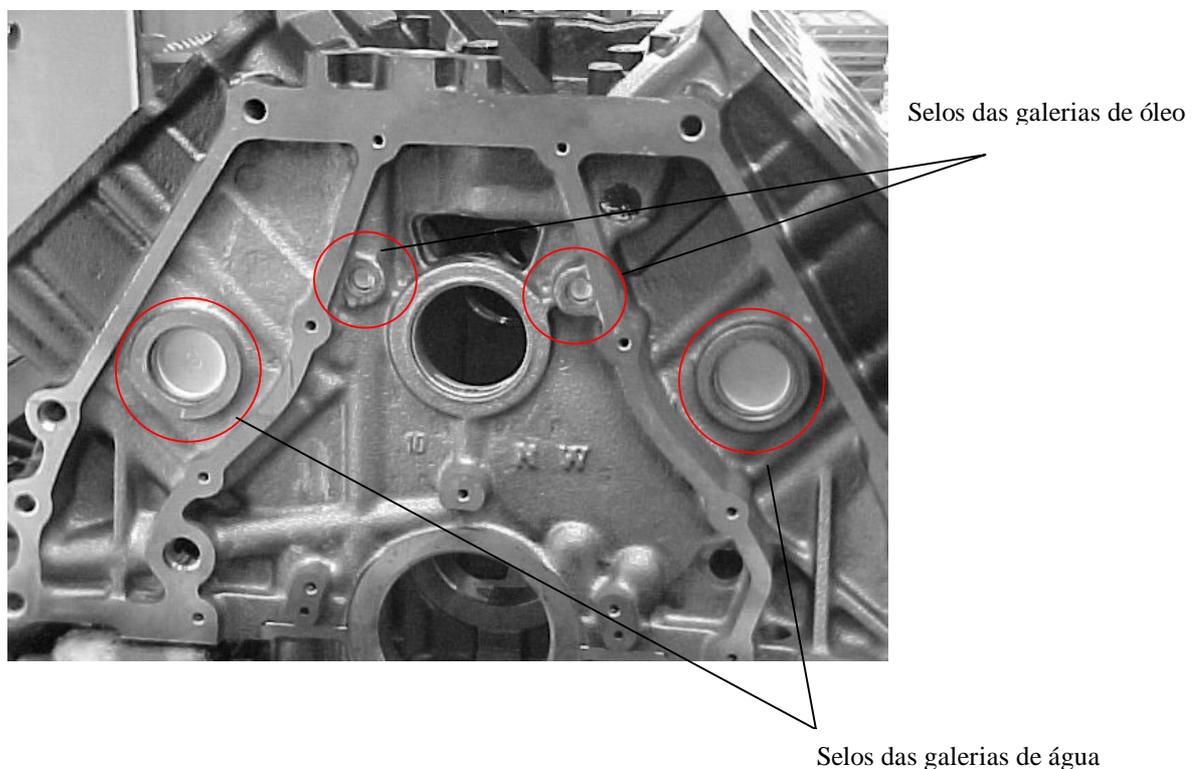


Fig. 6.3.2 – Selos das Galerias de Água e Óleo.

Estes selos são montados manualmente com o auxílio de um martelo pneumático. Apesar de tratar-se de uma operação extremamente simples, pode ocorrer falha do operador e algum dos selos não ser montado; ao chegar no cliente, esta falha só será descoberta no teste final do motor podendo comprometer todo o trabalho até então executado.

No contrato de fornecimento, o cliente se reserva o direito de debitar o equivalente a 80% do preço motor caso ocorra uma falha como essa.

O dispositivo Poka-Yoke neste caso foi instalado na operação subsequente a montagem dos selos : operação de montagem dos casquilhos nos 5 mancais do eixo comando.

Trata-se de um dispositivo eletrônico onde, após a fixação da peça, uma haste “apalpadora” desce checando se o selo foi ou não montado.

Caso o selo não tenha sido montado a máquina não libera bloco e uma mensagem é mostrada no C.L.P. (Selo Não Montado), como mostra a Figura 6.33

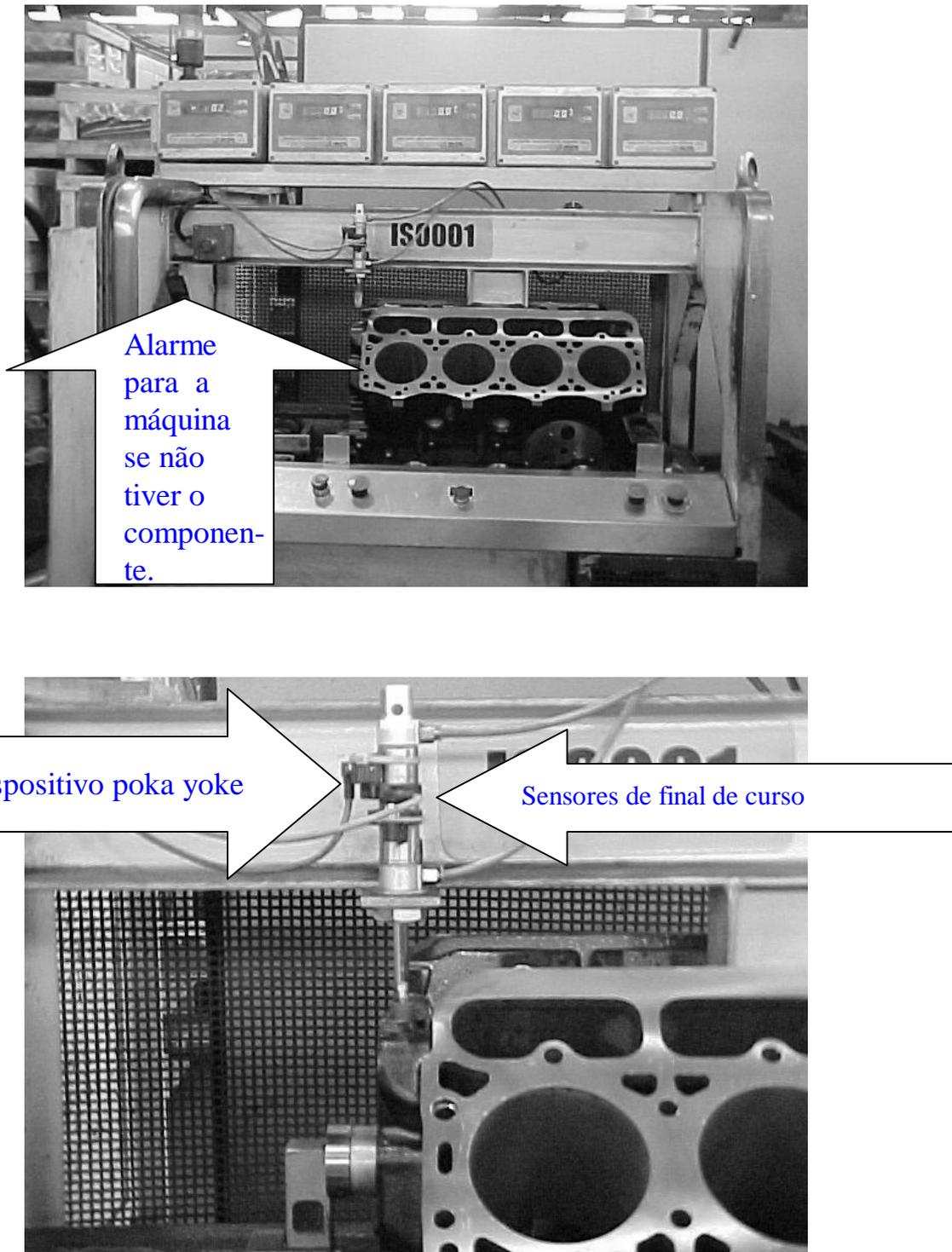


Fig. 6.33 – Dispositivo Poka-Yoke (Verificação de montagem do selo)

Com a instalação deste dispositivo garantiu-se uma inspeção 100%, sem depender do operador.

6.7.3 – Exemplo Nº 2, Controle de Dimensões Críticas

Uma das características críticas da linha de cabeçotes são os furos de localização, pois eles servem de referência para todas as outras operações e conseqüentemente, caso estejam fora de especificação, podem comprometer todo processo de produção(Fig 6.34).

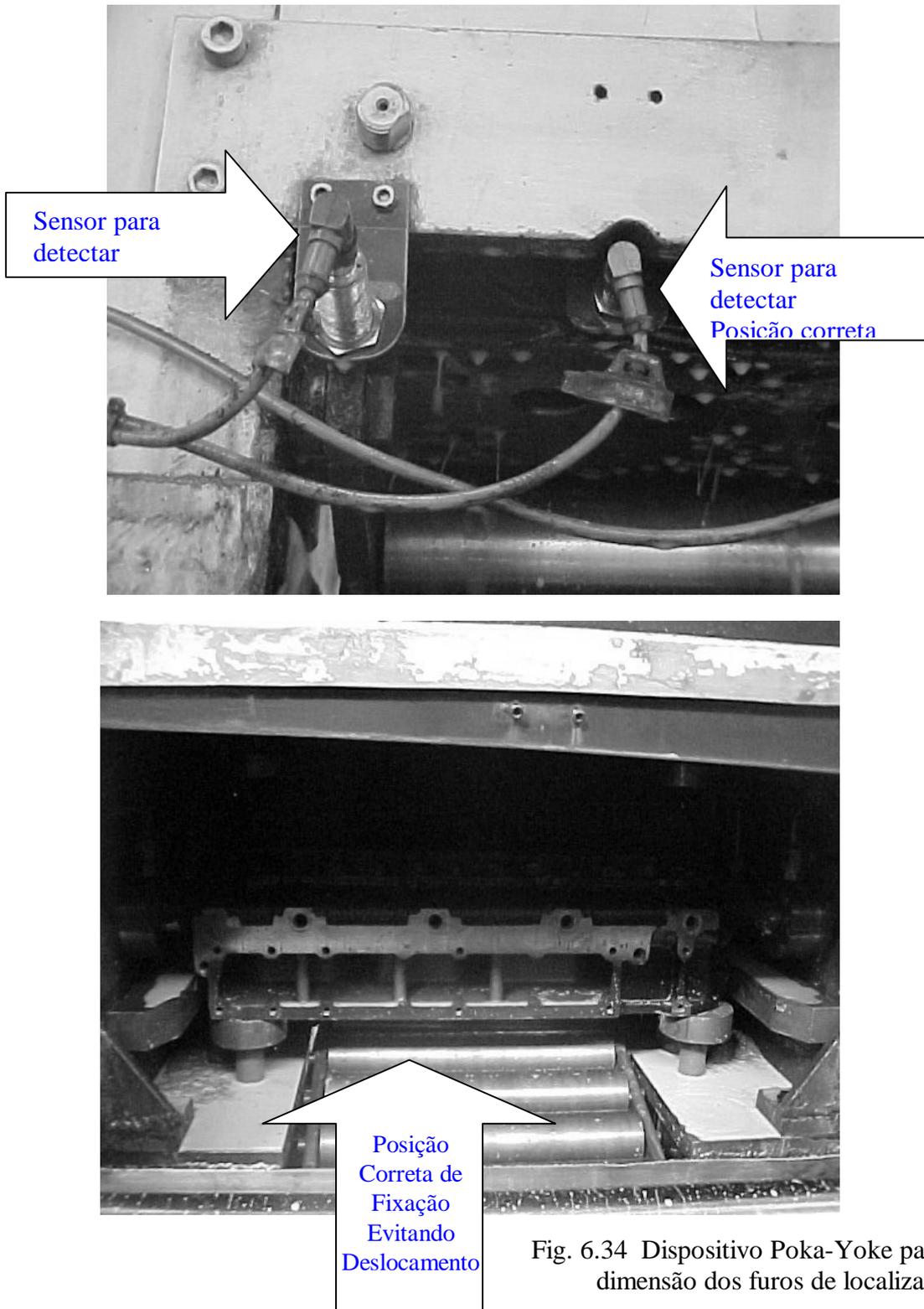


Fig. 6.34 Dispositivo Poka-Yoke para controle da dimensão dos furos de localização

Estes furos são executados logo no início do processo de usinagem e para garantir 100% sua execução e qualidade foi desenvolvido um dispositivo de fixação para operação subsequente (usinagem das galerias de óleo e água) onde um sensor magnético faz a checagem do posicionamento da peça medindo de forma indireta a posição dos furos de localização.

Caso a dimensão esteja fora do especificado a máquina não executa a operação e uma mensagem aparece no painel “ furos de localização fora ” .

6.8 – Gerenciamento de Ferramentas

6.8.1 – Análise Inicial

Na linha de usinagem de blocos e cabeçotes (International / Navistar) são utilizados mais de 350 tipos diferentes de ferramentas perecíveis, que ficam armazenadas em uma sala de *pre-set* onde são ajustadas antes de seguirem para as máquinas de usinagem.

Seguindo o conceito de disponibilidade imediata foi definido pela administração da área, que para cada máquina haveriam, 3 (três) jogos de ferramentas assim distribuídos:

- 1- Jogo na máquina em operação;
- 2- Jogo disponível ao lado da máquina para troca imediata;
- 3- Jogo em ajuste na sala de *pre-set*.

6.8.2 - Desenvolvimento do trabalho prático

6.8.2.1 – Dados qualitativos antes da implantação

Dados qualitativos antes da implantação do gerenciamento de ferramentas utilizando *Kanban*:

Fornecedores:

- Atraso na entrega de itens de maior giro de estoque;
- Má qualidade das ferramentas fornecidas devido a grande quantidade de ferramentas solicitadas com emergência;
- Grande quantidade de quebras e devoluções devido a má qualidade;
- Grande número de fornecedores fazendo testes em todos os tipos de ferramentas;
- Fornecedor sem desenho atualizado e completo de ferramentas utilizadas na linha de usinagem;
- Utilização de fornecedores sem capacidade de atender prazo, custo e qualidade.

Produção:

- Baixa produtividade da linha de usinagem devido a falta constante de ferramentas de giro muito alto;
- Paradas frequentes de máquinas por falta de ferramentas;
- Alto custo com ferramentas em giro devido ao grande estoque alocado no *pre-set*.

Área de Ferramentas:

- *Feed Back* lento e mal documentado dos problemas com ferramentas para com os fornecedores;
- Falta de desenhos atualizados das ferramentas utilizadas na linha de usinagem;
- Perda de tempo com requisições de ferramentas, uma média de três vezes ao dia, causado pelo desbalanceamento da quantidade requisitada com a quantidade utilizada;
- Grande taxa de ocupação do pessoal do *pre-set* com baixa produtividade das atividades exercidas e descontentamento com o serviço realizado devido a grande perda de tempo pela falta de organização do setor;
- Técnicos de ferramentas com grande tempo gasto na reposição de ferramentas no estoque, ao invés de praticar melhoria contínua nas ferramentas já implantadas;
- Desconhecimento do pessoal de ferramentas do potencial de prazo, qualidade e custo dos fornecedores de ferramentas.

6.8.2.2 – Implatação

Foram tomadas várias medidas junto com a implantação do *Kanban*:

- Formação de um grupo de *Kaizen* para resolver problemas de ferramentas, mais especificamente relacionados a quebras de ferramentas, para aumento de produtividade da linha, conforme capítulo 6.3;
- Formulado um cronograma de auditorias de qualidade a todos os fornecedores de ferramentas da área de usinagem para diminuição dos problemas de qualidade, prazo e custo;
- Consignação de ferramentas com alguns fornecedores de maior representatividade no fornecimento para redução do custo de estoques e falta de ferramentas;
- Cálculo do consumo diário por tipo de ferramentas em cada operação, para utilização nos cartões *Kanban*. A obtenção do número a ser colocado em cada cartão *Kanban*, foi feita através do cálculo conforme fórmula abaixo:

$((P \times HD) / VU) \times D / C$ onde:

P = Produção horária de blocos ou cabeçotes em peças por hora;

HD = Horas disponíveis diárias em horas;

VU = Vida útil da ferramenta em peças;

D= número de dias de giro desejado, no caso 10 dias;

C= quantidade de cartão por ferramenta, no caso 3 cartões.

- Cálculo de quantidade e compra de caixas a serem utilizadas no *Kanban*, suficientes para abrigar todas as ferramentas perecíveis rotativas utilizadas na usinagem;
- Treinamento do pessoal do *pre-set*, preparadores de ferramentas, maiores usuários e mantenedores do *Kanban*;
- Confecção dos cartões *Kanban*, com a informação de código da empresa, código da ferramenta e quantidade por cartão/caixa (Figuras 6.35. e 6.36).



Fig. 6.35 – Cartão *Kanban* da usinagem de blocos e cabeçotes International / Navistar.

- Confeção do quadro porta *Kanban*, nas cores verde, amarelo e Vermelho, Figura 9.



Fig. 6.36 – Quadro porta *Kanban* utilizado para ferramentas perecíveis.

- Projeto e confecção do armário com prateleiras de roletes que funciona respeitando o *FIFO* (*First In First Out*), ou seja, primeiro que chega é o primeiro que sai (Figura 6.37).

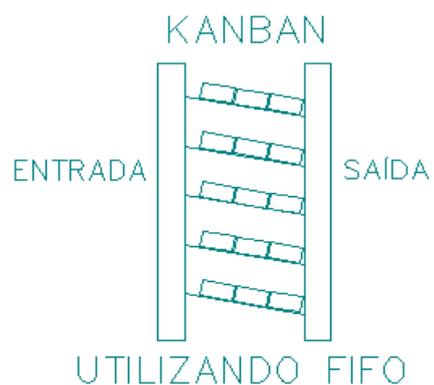


Fig. 6.37 – Desenho esquemático do armário com prateleiras respeitando o FIFO.

- Confecção de desenhos detalhados e atualizados de todas as ferramentas utilizadas na linha de produção;
- Reclamação aos fornecedores documentada através de formulário específico sobre problemas causados;
- Quantidade de giro de estoque utilizado no *Kanban* em torno de 10 (dez) dias com diminuição da frequência de requisições de ferramentas de maior giro e da quantidade de ferramentas de pouca rotatividade; Obs: Está sendo realizado um trabalho para redução para 3 (três) dias de giro de estoque.
- Treinamento da equipe do *pre-set* em 5s, mudança de *Lay-out* para melhor aproveitamento dos espaços internos, e utilização de *housekeeping*;
- O critério utilizado no *Kanban* de ferramentas perecíveis da linha de blocos e cabeçotes (International / Navistar) é de 1 (um) cartão por cor, ou seja, são três caixas por tipo de ferramenta, e um cartão por caixa, quando termina a quantidade de ferramentas da primeira caixa, o cartão é colocado no espaço de cor verde reservado àquele cartão, acabando as ferramentas da segunda caixa, o cartão é colocado no espaço amarelo reservado ao mesmo e por fim se a última caixa se esvazia, o cartão é posicionado no espaço vermelho do quadro porta *Kanban*, destinado àquele cartão, conforme Figura 6.38.

- 1- Cartão na posição verde – situação sob-controle;
- 2- Cartão na posição amarela – situação em alerta;
- 3- Cartão na posição vermelha – ação imediata para reposição.

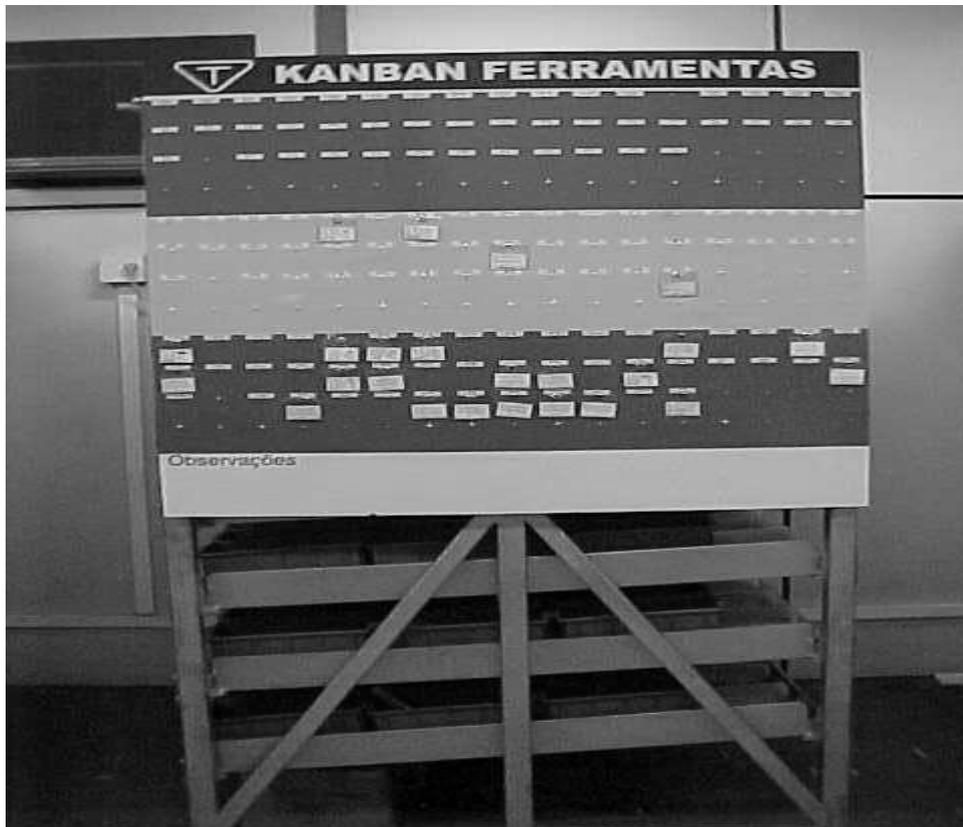


Fig. 6.38- Foto do Quadro *Kanban* de ferramentas e prateleira da linha de blocos e cabeçotes (International / Navistar).

Dados quantitativos antes e depois da implantação do gerenciamento de ferramentas utilizando *Kanban*, conforme Tabela 6.12:

Tab. 6.12 – resultados antes e após implantação do *Kanban*

ITEM	ANTES DA IMPLANTAÇÃO DO <i>KANBAN</i>	DEPOIS DA IMPLANTAÇÃO DO <i>KANBAN</i>
Inventário de ferramentas no <i>pre-set</i>	5348	1606
Quantidade média de ferramentas em afiação externa	1000	300
Quantidade média de tipos de ferramentas faltando no estoque do <i>pre-set</i>	17	6

6.9 – Indicadores de Desempenho

Segundo (STANDARD, 1999), “Indicadores de desempenho são muito mais do que uma maneira de monitorar a eficiência do trabalho e o resultado da produção”. Eles têm uma forte influência na forma em que a fábrica opera e na forma como cada pessoa executa o seu trabalho.

Indicadores de desempenho afetam o tipo de cultura que a fábrica desenvolve, o tipo de atitude que as pessoas têm, a forma utilizada para solução de problemas, os comportamentos que são encorajados e recompensados e o que é mais importante, que tipo de decisões são tomadas tanto no chão de fábrica quanto na alta direção”..

Portanto, a escolha de quais indicadores utilizar é de extrema importância, pois um mau indicador pode conduzir a uma decisão errada e conseqüentemente gerar enormes prejuízos para a empresa.

Com esta responsabilidade claramente definida foi montada uma equipe composta por membros das áreas produtivas e de apoio que foi encarregada da escolha dos indicadores de performance da área.

Esta equipe foi orientada pelo gestor da unidade a buscar indicadores que fossem facilmente compreendidos pelo pessoal do chão de fábrica mas que ao mesmo tempo retratassem a performance geral da área, isto é, se os indicadores estivessem bons os indicadores contábeis também estariam bons. Ainda que estes indicadores atendessem a três importantes funções:

- 1 – Motivar um comportamento proativo na equipe.
- 2 – Servir como referência para as decisões da gerência.
- 3 – Avaliar a situação real da área.

Com esta orientação, a equipe definiu que seriam buscados indicadores para os seguintes assuntos:

- Produção física;
- Produtividade;
- Performance da entrega;
- Custo de produção;
- Qualidade.

6.9.1 – Produção Física

Este indicador foi escolhido para indicar a evolução da produção ao longo do tempo conforme Figura 6.39 e 6.40.

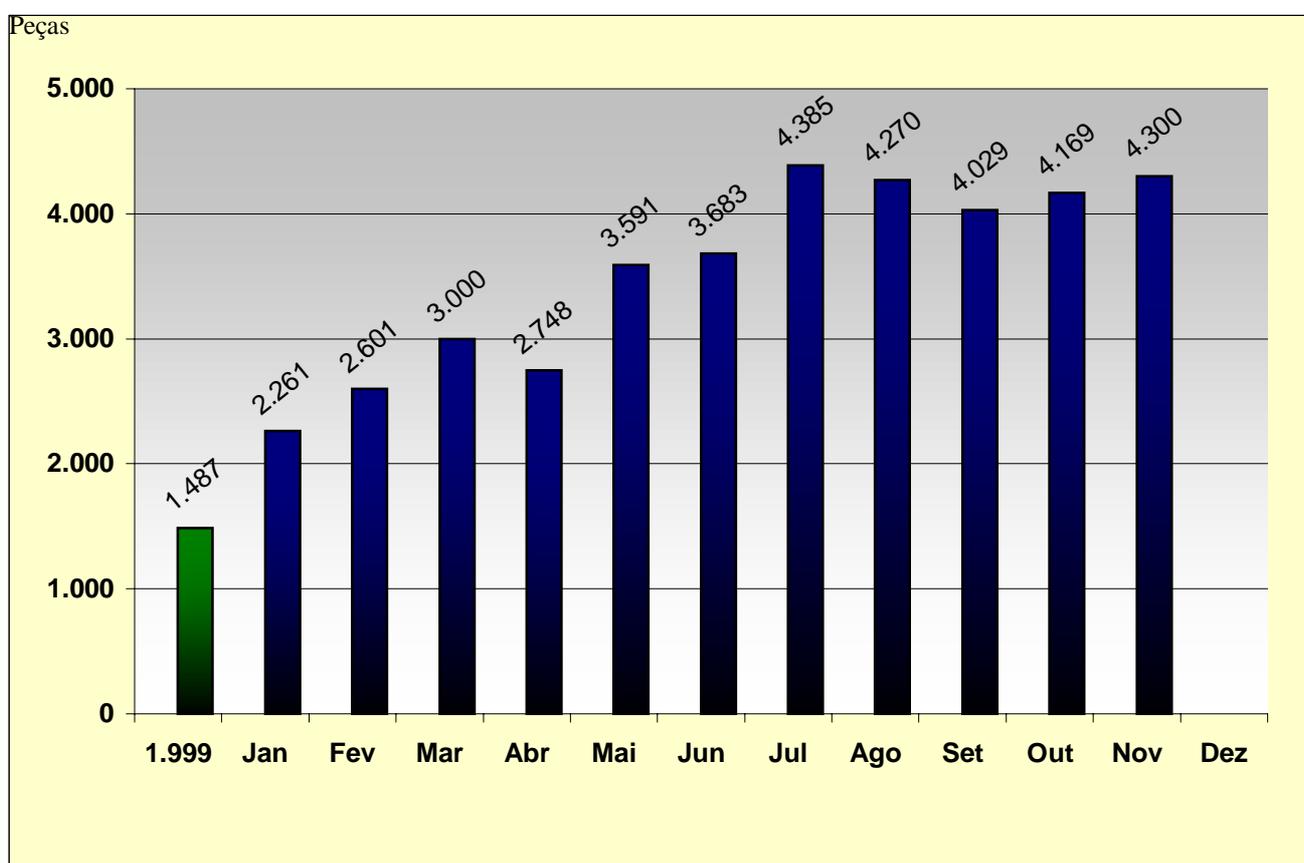


Fig. 6.39 – Produção Física – Linha de Blocos

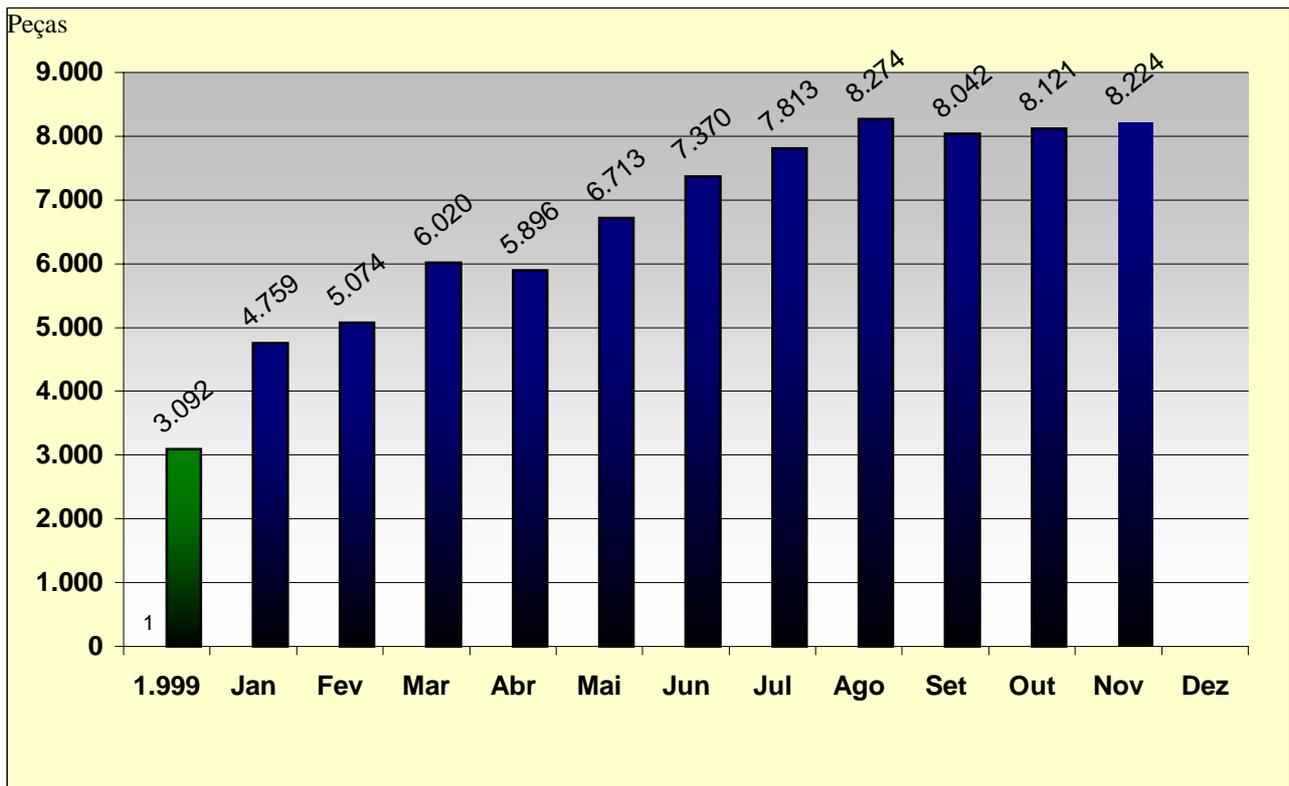


Fig. 6.40 – Produção Física Linha de Cabeçotes

Observa-se nas Figuras 6.39 e 6.40 um salto na produção física quando comparamos o segundo semestre de 2000 e a média do ano 1999, e o mais impressionante neste salto é o fato do efetivo não ter aumentado e também que a adição de novos equipamentos para aumento de capacidade só ter ocorrido no final de novembro/2000.

Concluiu-se então que estes resultados são consequência do sucesso das técnicas aplicadas.

6.9.2 – Indicador de Produtividade

O indicador escolhido para produtividade foi:

$$\text{Produtividade} = \frac{\text{Peças Produzidas}}{\text{Horas Trabalhadas}}$$

Sendo que:

Peças Produzidas _ Peças aprovadas embaladas na expedição do mês.

Horas Trabalhadas _ Horas normais mais horas extras gastas pela mão-de-obra direta do mês.

Foi consenso na equipe que este indicador além de monitorar a performance da mão-de-obra, também indicaria em segundo plano o desempenho do equipamento (manutenção), pois a quantidade de peças produzidas e a quantidade de horas trabalhadas dependem diretamente da eficiência geral do equipamento.

Os resultados mês a mês encontram-se nas Figuras 6.41 e 6.42.

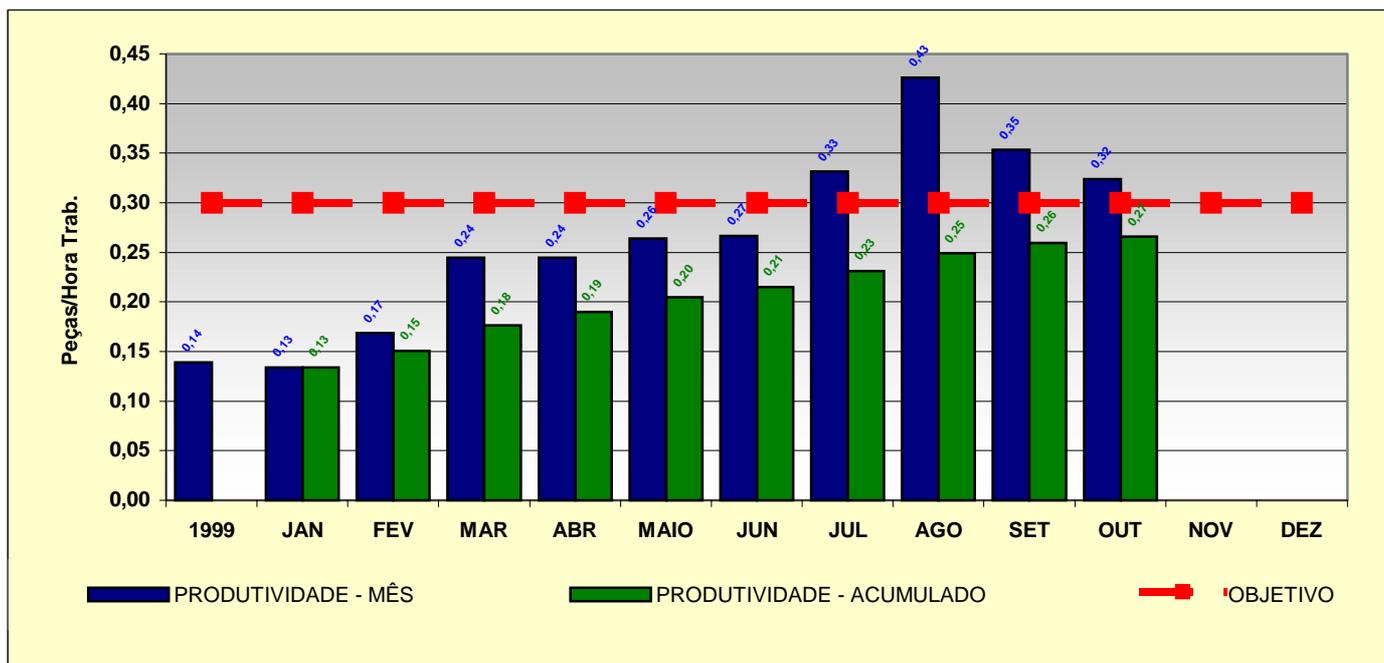


Fig. 6.41 – Produtividade Linha de Blocos

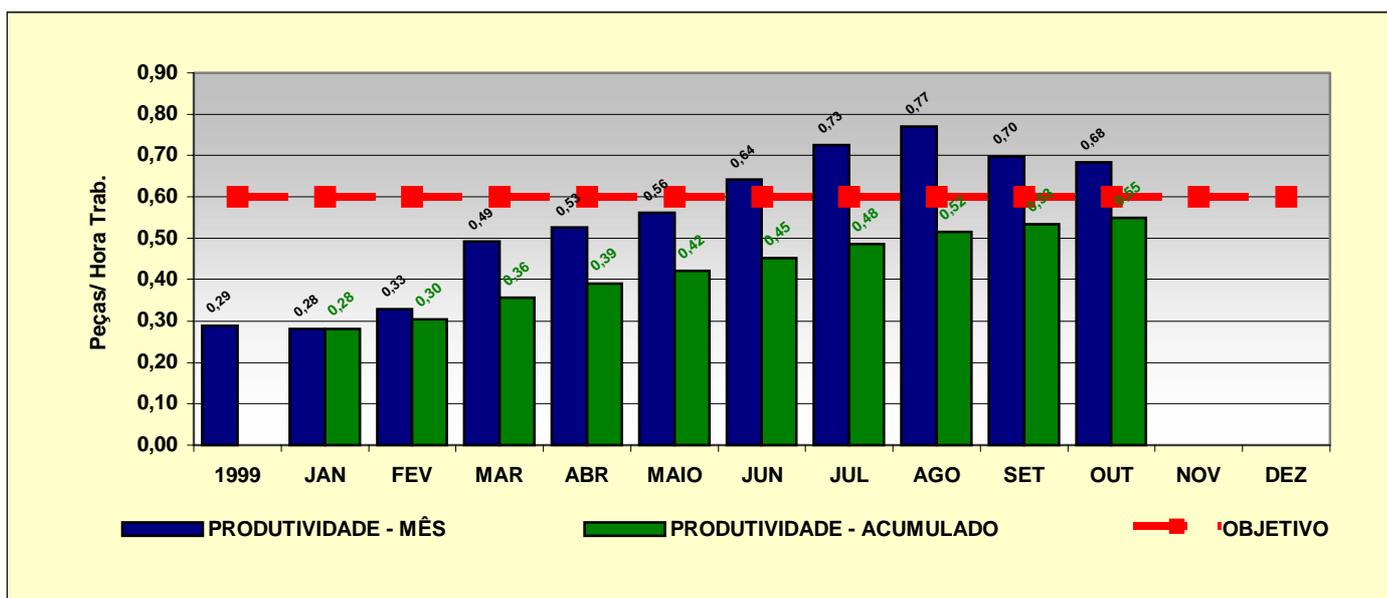


Fig. 6.42 – Produtividade Linha de cabeçotes

Nas Figuras 6.41 e 6.42 observa-se a evolução da produtividade sendo que nos meses de setembro e outubro percebe-se uma estabilização porém em um nível superior ao objetivo estabelecido.

As técnicas que mais impactaram nesta evolução foram a implantação do programa TPM e o balanceamento dos ciclos das operações de usinagem.

6.9.3 – Desempenho de Entrega

Para este item foi definido o seguinte indicador:

- Desempenho de Entrega = $\frac{\text{Quantidade Programada pelo Cliente}}{\text{Quantidade Entregue}}$

Sendo que:

- Quantidade Programada pelo Cliente – quantidade de peças programadas pelo cliente via EDI no mês;
- Quantidade entregue – quantidade faturada para o cliente.

Foi discutido pelo grupo que este indicador poderia não retratar a realidade, pois poderiam faltar peças para o cliente em um determinado dia e no mês este efeito ser recuperado. Porém como por contrato foi definido um estoque de 2 dias de produtos acabados, foi consensual no grupo que com esta proteção o indicador seria válido.

Os resultados mês a mês encontram-se na Figura. 6.43.

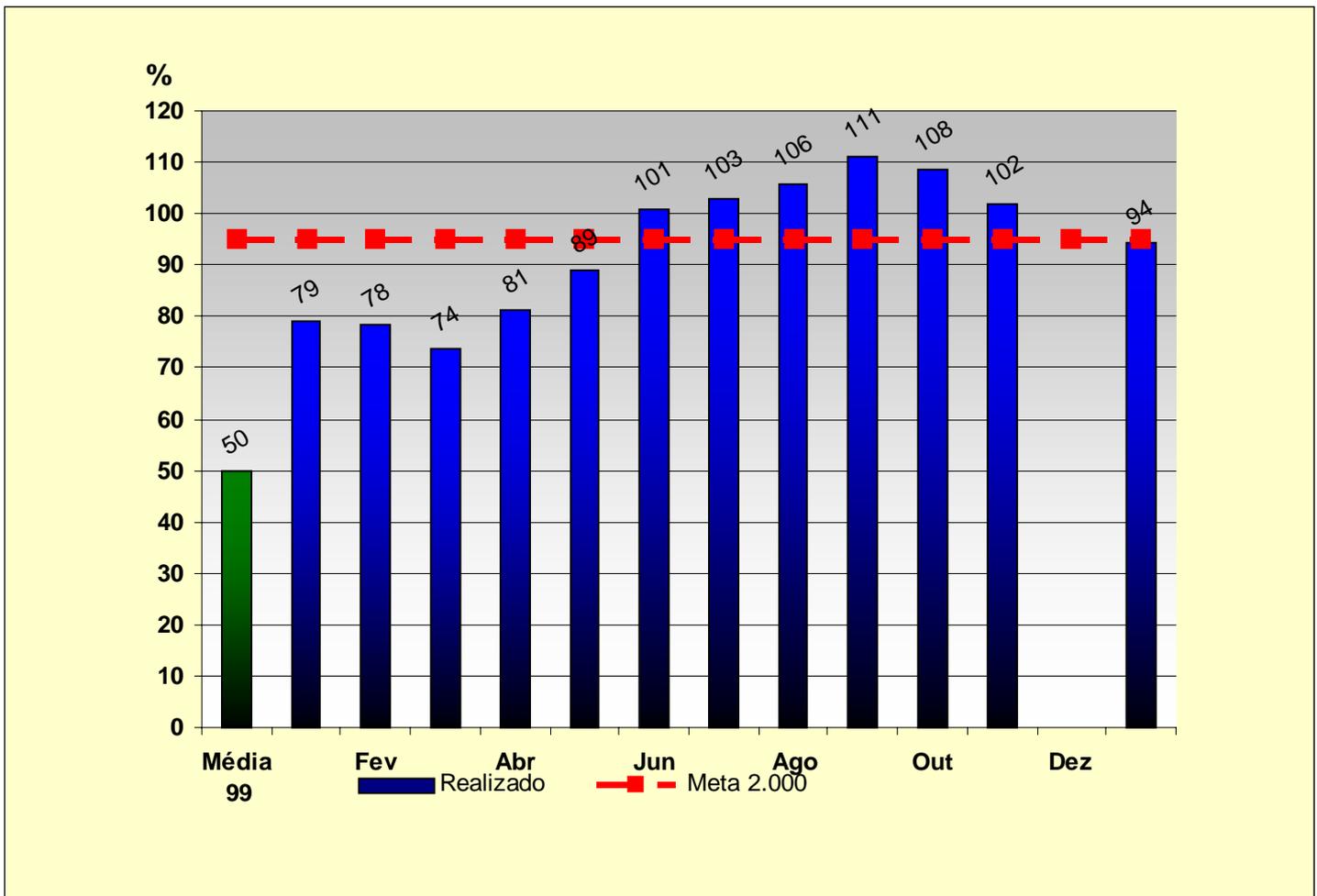


Fig. 6.43 – Linha de Blocos e Cabeçotes – Desempenho de Produção

Observa-se no gráfico da Figura 6.43 desempenhos de entrega acima de 100%, isto significa que apesar do cliente ter programado uma determinada produção no mês ele absorveu uma quantidade maior de peças.

6.9.4 – Custo de Produção

Neste caso o grupo buscou focar dentre as despesas variáveis aquelas que mais tivessem impacto no resultado.

A conclusão foi que as duas maiores despesas variáveis estavam concentradas na mão-de-obra e nos gastos com ferramentas de corte que correspondiam a mais de 90% do custo.

Como indiretamente os gastos com mão-de-obra já estavam monitorados nos índices de produtividade, o grupo decidiu focar as despesas com ferramentas de corte e o índice escolhido foi:

- Custo de ferramentas por conjunto produzido = $\frac{\text{Despesas com ferramentas}}{\text{Quantidade de conjuntos produzidos}}$.

Como o sistema *ERP* da empresa só indicava as despesas gerais da área sem individualizar as linhas de blocos e cabeçotes, o grupo decidiu considerar como conjuntos produzidos no mês a soma da quantidade produzida de blocos e cabeçotes dividida por 3:

- Conjuntos produzidos = $\frac{\text{quantidade produzida (Blocos + Cabeçotes)}}{3}$

Este número é bastante representativo pois os gastos com ferramentas são praticamente os mesmos para se produzir um bloco e um cabeçote.

Os resultados mês a mês estão no Figura 6.4.4.

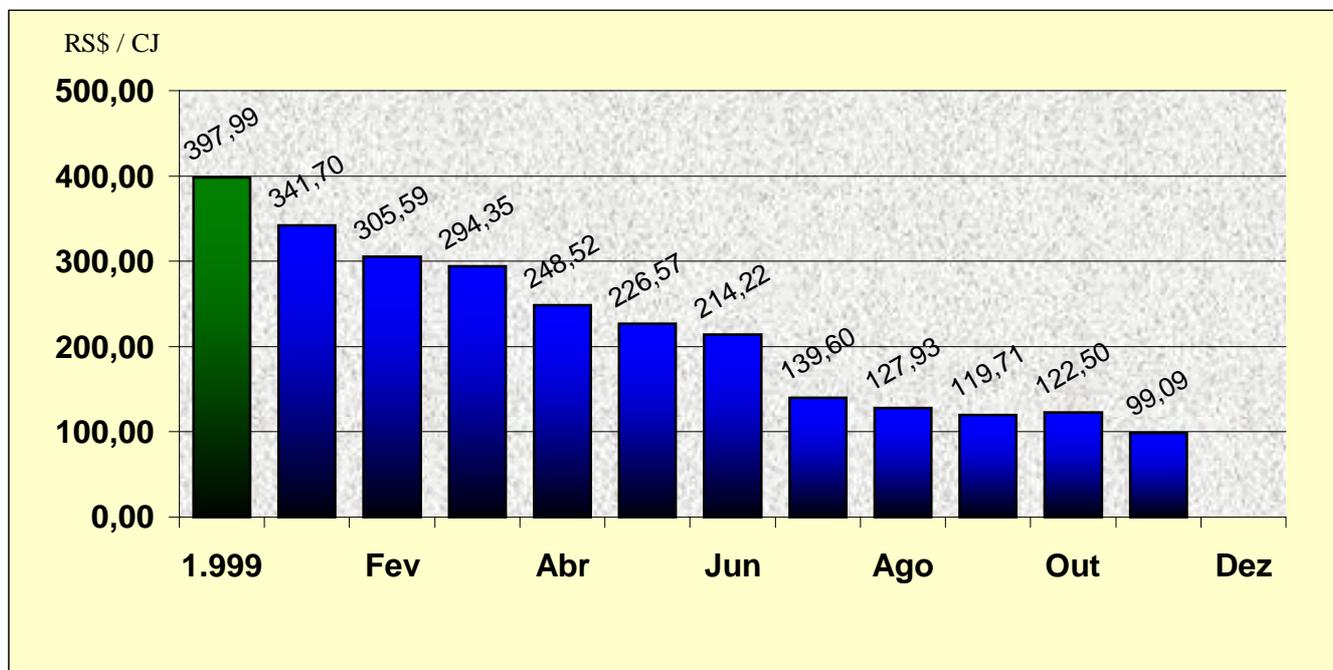


Fig. 6.4.4 – Evolução dos custos com ferramentas por conjunto produzido (R\$/CJ)

Nesta Figura nota-se claramente o impacto da aplicação da técnica *Kaizen* (Diagrama de Árvore) e gerenciamento de ferramentas que resultaram na redução das quebras e na otimização das condições de usinagem permitindo uma redução de 75% nos custos de ferramentas por conjunto.

6.9.5 – Qualidade

Para definir um índice para qualidade, o grupo primeiramente avaliou os 3 índices tradicionais:

- Refugo em PPM ;
- Retrabalho em PPM ;
- Refugo no cliente em PPM .

Sendo PPM – partes por milhão

O refugo no cliente é um índice que depende de informações geradas pelos próprios clientes e neste caso somente a Maxion disponibilizou este dado.

Os resultados mês a mês estão nas Figuras 6.45, 6.46, 6.47, 6.48 e .6.49.

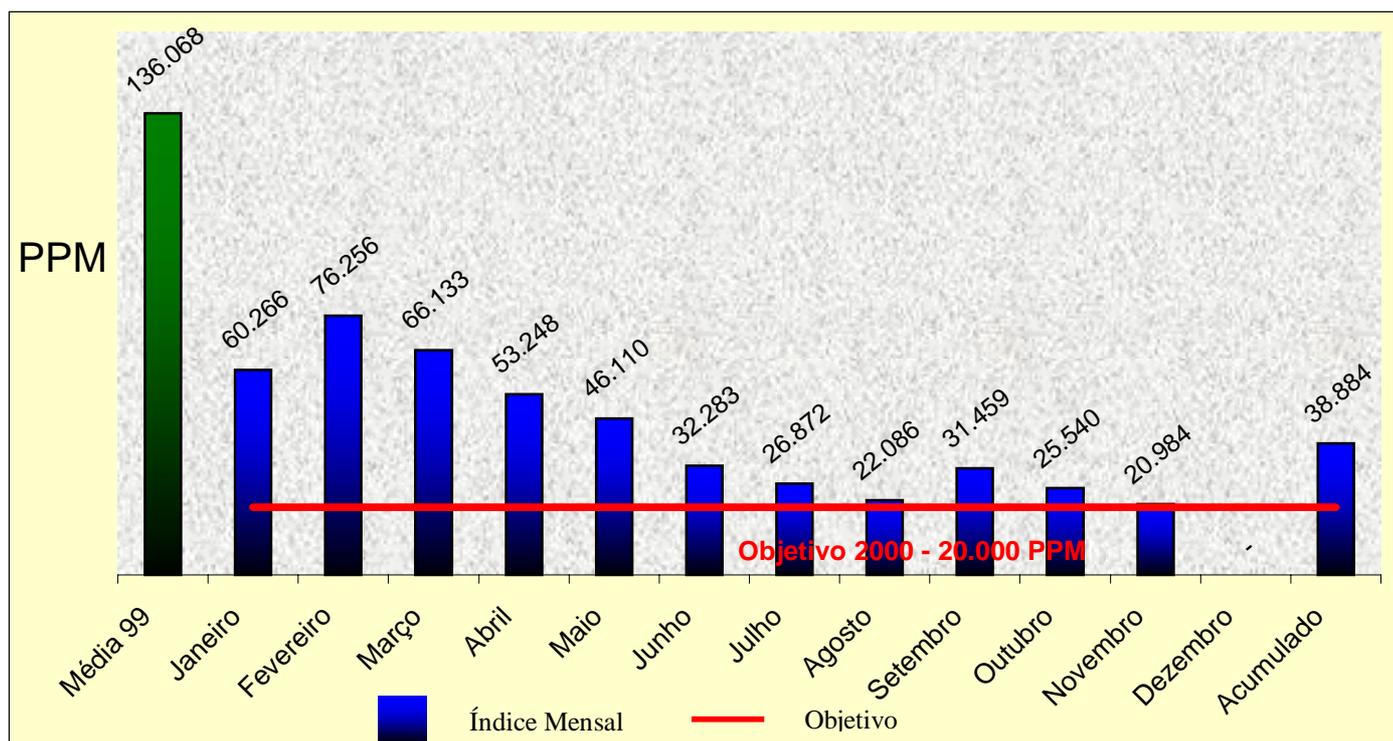


Figura 6.4.5 - PPM Refugos de blocos

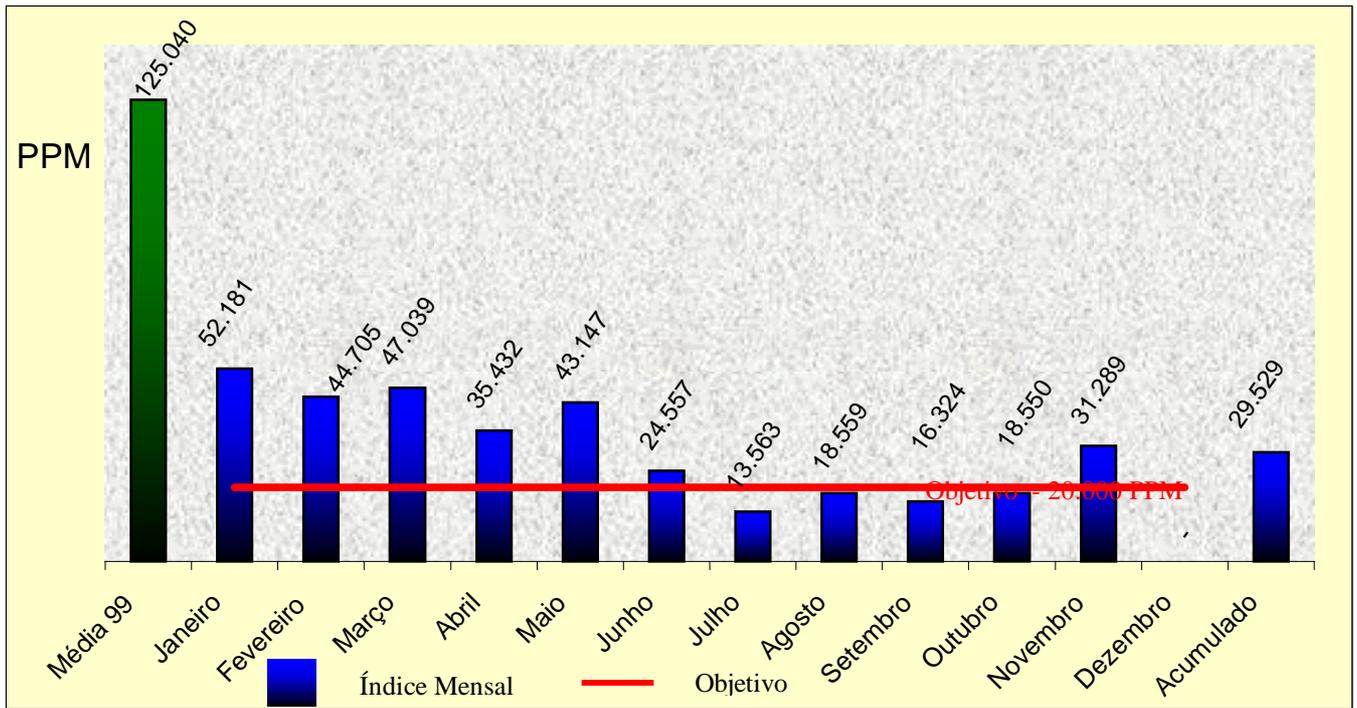


Fig. 6.4.6 - PPM Refugos de cabeçotes

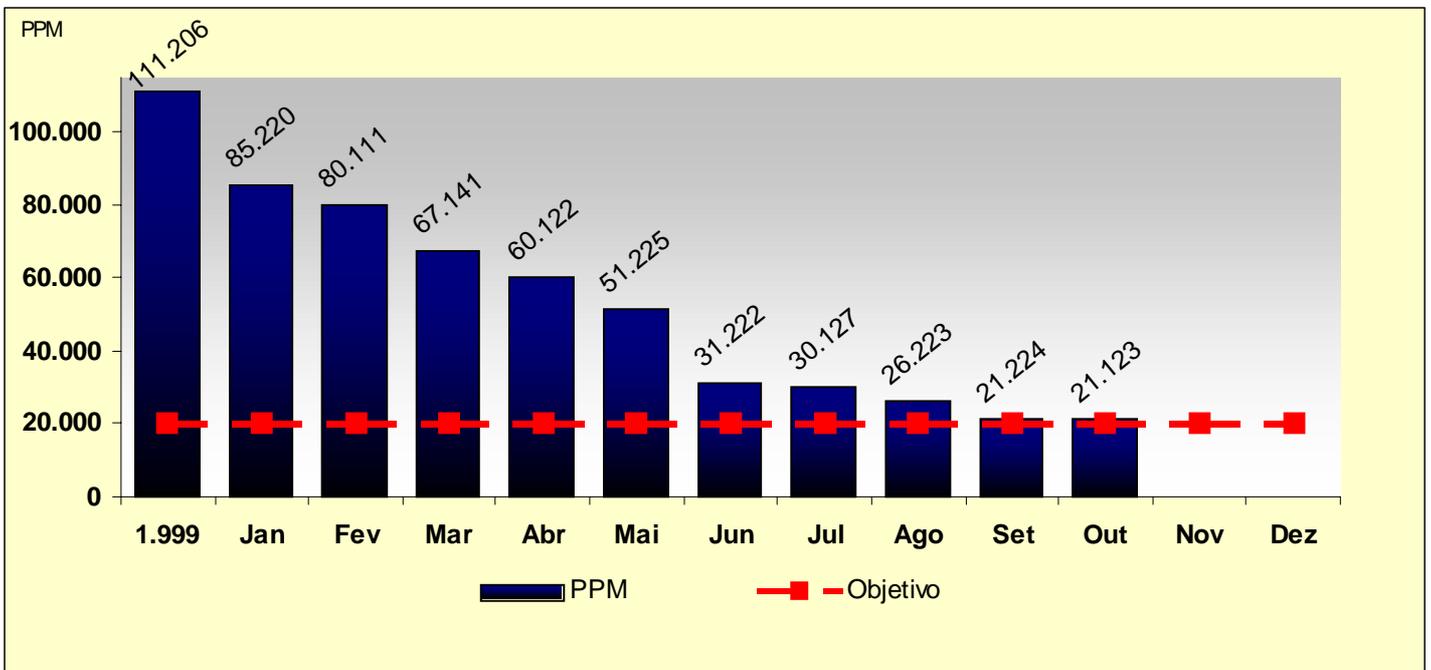


Fig. 6.47 - PPM - Retrabalho - Linha de Blocos

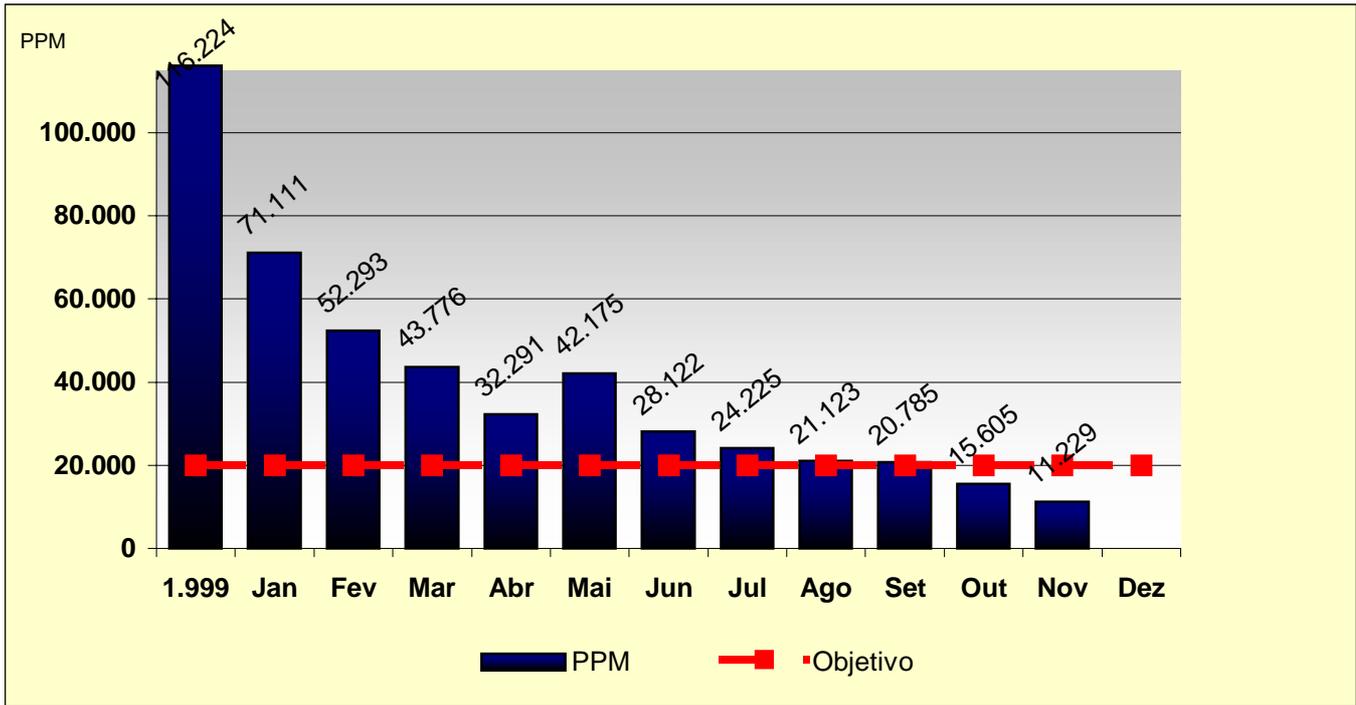


Fig. 6.48 – PPM – Retrabalho – Linha de Cabeçotes

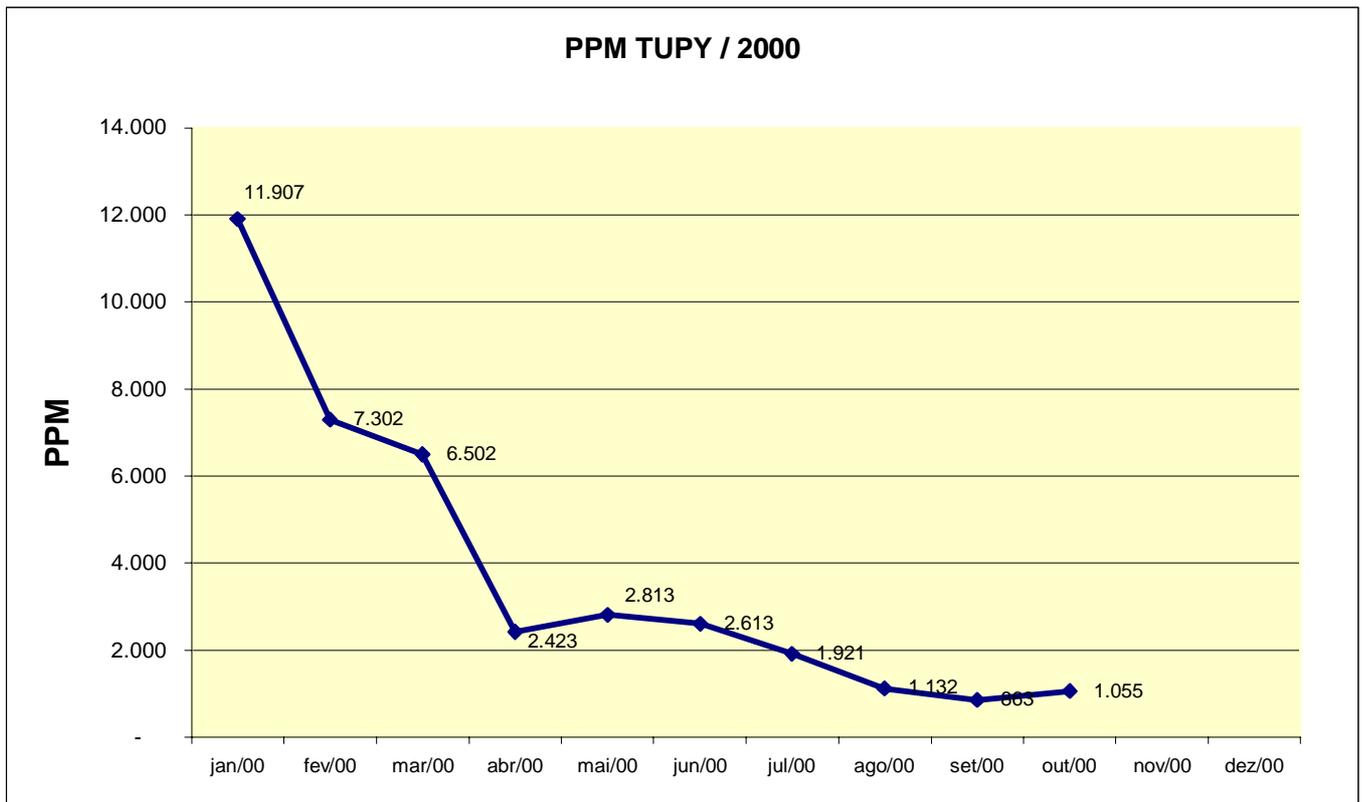


Fig. 6.4.9 - PPM Refugos no Cliente– Maxion

7 – CONCLUSÃO

No estudo de caso fica evidente que a utilização das técnicas e a aplicação da filosofia da manufatura enxuta realmente conduziu a área delimitada a atingir um nível de manufatura classe mundial, conforme definido no capítulo 3.

Um fator que foi fundamental nesse processo de transformação foi o comprometimento da alta gerência da empresa.

Algumas sugestões para atitude da alta gerência em um processo de mudança segundo (STANDARD, 1999) :

- Seja o líder visível do processo de transformação;
- Comunique claramente os objetivos da área a todos os funcionários;
- Desenvolva uma equipe de liderança para conduzir o processo;
- Ensine a todos funcionários os princípios da manufatura enxuta;
- Treine todos os funcionários em técnicas para análise e solução de problemas;
- Delegue as responsabilidades para tomada de decisões;
- Aceite a piora dos indicadores por um curto período;
- Adote uma atitude auxiliar para respaldar o processo.

O estudo também mostrou que a utilização da técnica da árvore de pré-requisitos é importante no diagnóstico da situação e no desenvolvimento de planos de ação, pois possibilita um entendimento rápido e abrangente das dificuldades e facilita a elaboração de um plano estruturado.

Estes dois fatores :

- Comprometimento da alta gerência;
- Existência de um plano de ação estruturado.

Fizeram com que todos os funcionários se envolvessem no processo de transformação e se comprometessem com o seu sucesso.

Uma estratégia de manufatura que é formalizada, comunicada para todos os funcionários, orientada para o futuro, ligada a estratégia global do negócio e direcionada para criar uma operação competitiva só é capaz de se desenvolver em um ambiente caracterizado por uma tomada de decisões coordenada, autoridade descentralizada, lealdade dos funcionários e filosofia de trabalho compartilhada.

A experiência mostra que uma estratégia de manufatura bem desenvolvida e implementada ocorre em plantas nas quais os objetivos comuns, e não a hierarquia, são o mecanismo de controle dominante.

Como sugestão para trabalhos futuros recomenda-se uma análise das técnicas que podem ser usadas pela alta gerência na busca do comprometimento dos funcionários em um processo de mudança, uma vez que cada uma delas pode resultar em estudos mais aprofundados.

Outra sugestão é o aprofundamento na análise e utilização das técnicas da manufatura enxuta. Por exemplo, um estudo sobre como implantar o *TPM* e manter a equipe motivada na sua aplicação durante longos períodos.

Outro exemplo, a utilização da Análise de Correlação em operações de fresamento de superfícies diferentes com uma mesma ferramenta de corte.

Ainda, a implantação e manutenção da motivação dos Times Auto Gerenciáveis, e sua evolução com a eliminação total da supervisão.

Recomenda-se também trabalhos que facilitem a elaboração da pesada documentação da qualidade exigida pelas normas ISO e QS-9000 através da utilização de *softwares* como o *CAPP* (*Computer Aided Process Planning*) – Planejamento de Processos Auxiliado por Computador.

Trabalhos como a implantação de sistema para gerenciamento de ferramentas com ênfase na redução do estoque sem prejudicar o abastecimento.

O desenvolvimento de novos indicadores de desempenho que reflitam com mais precisão os resultados financeiros da empresa no chão-de-fábrica.

Estudo relacionado a satisfação dos profissionais fora da empresa com os resultados obtidos dentro da empresa.

Trabalhos relatando experiências com Engenharia Simultânea no desenvolvimento de novos produtos.

Enfim trabalhos focados na melhoria contínua da Gestão, da Operação e dos Projetos de Engenharia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRASSARD, MICHAEL Ferramentas para uma Melhoria Contínua, *Qualitymark*, p. 36, 1995.
- CAMPOS *Anais do III Seminário em Qualidade*, UNIMEP, p. 32-38, 1999.
- CARDOSO, JOSÉ CLÁUDIO M. Proposta de Indicador para Cálculo do PPr, *Anais do Encontro Nacional de Engenharia*, p. 22-28, 1997.
- CASTRO, ALFREDO PIRES DE, *Automotivação*, Editora Campus, p. 98, 1996.
- CORRÊA, HENRIQUE L. e GIANESI, Irineu G. N. *Just-in-time, MRP II e OPT, Um Enfoque Estratégico*, Atlas, p. 183, 1996.
- COVEY, STEPHEN R. *The Seven Habits of Highly Effective People*, *Simon & Schuster*, p. 372, 1989.
- DINIZ, A.E.; MARCONDES, F.C.; COPPINI; N.L. *Tecnologia da Usinagem dos Materiais*. MM Editora, São Paulo, 1999.
- DRUCKER, P. E. *The Emerging Theory of Manufacturing*. *Harvard Business Review*, 1990.
- DUNCAM J. ACHESON, *Quality Control and Industrial Statistics*, Richard D. Irwin, Inc, Fourth Edition, 1974.
- GOLDRATT, ELYAHU *Mais Que Sorte*, Educator, p. 211, 1998.
- GOLDRATT, ELYAHU M. E COX, JEFF *A Meta*, Educator, p.318, 1993.
- JOHN, GROSS & KEN, MELNNIS *Revista Advanced Manufacturing – Julho/2000*
- JURAN J.M., GRZYNA FRANK M., JR., BINGHAM AND R.S., JR., *Quality Control Handbook*, McGrawHill, Inc., Fourth Edition, 1990.
- LEWIS, JORDAN *Alianças Estratégicas*, Livraria Pioneira Editora, p.323, 1992.
- MAGGARD, BILL N. *The Theory and Design of the Total Productive Maintenance*, *TPM Press*, 1978.
- MIGUEL, A.C. Integração de QFD com Normas da Série ISO 9000, *Anais do II Seminário em Qualidade*, UNIMEP, p. 30-37, 1998.
- MONTGOMERY, D.C. E.C.M. Mastrangelo 1991 Some Statistical Process Control Methods for Autocorrelated Data. *Journal of Quality Technology* 23(3); p. 179-93, 1991.
- MOTA, E.B. *Gestão da Qualidade*. Fundação Getulio Vargas - 1999.
- MOURA, C. *As Sete Ferramentas Gerenciais da Qualidade*, *Makron Books*, p. 117, 1994.

- NEVES, FERNANDO A Resolução no Setor Automotivo – revista *Automotive Business* , p. 8-10, Jun/00.
- OHNO, TAIICHI. O sistema Toyota de produção: além da produção em larga escala. Porto Alegre: *Artes Médicas (Bookman)*, 1997.
- PETERSON, GAIL Revista *Advanced Manufacturing* , Jul. 2000.
- PIRES, SÍLVIO *Gestão Estratégica da Produção*, Editora UNIMEP, p. 269, 1995.
- PLUTE, MARTIN. *Tool Management Strategies*, Hanser Gradner Publications, Cincinnati, OH, p. 192, 1998..
- RIBEIRO, PAULO DÉCIO *Kanban – Resultados de um implantação bem sucedida*, 4 ed. Rio de Janeiro, 1989.
- SHINGO, SHIGEO *The Shingo Production System*, 1990.
- SHINGO, SHIGEO *Non-stock production: The Shingo system for continuous improvement*, p. 480, 1988.
- SHINGO, SHIGEO *Zero Quality Control : Source Inspection and Poka-Yoke System*, p. 393, 1986.
- SCHONBERGER, RICHARD J. *World Class Manufacturing*, 1984.
- SCHONBERGER RICHARD J. *World Class Manufacturing*, The Free Press, p. 253, 1987.
- SOUZA, PATRÍCIA T. M. A experiência da Meritor em QFD, *Anais do II Seminário em Qualidade*, UNIMEP, p. 37-43, 1998.
- STANDARD, CHARLES & DAVIS Dale *Running Today's Factory*, Hanser Gardner Publications, p. 293, 1999.
- STEPHEN HAWKING *Uma breve História do tempo*.
- TUBINO, DALVIO FERRARI *Sistemas de Produção: a produtividade no chão de fábrica*. Porto Alegre: *Bookman*, 1999.
- WELLINGTON, P. *Kaizen para Atendimento ao Cliente*. Educator, 1998.
- WILSON, JEANNE; GEORGE , JILL; WELLINS, RICHARD E BYHAM , WILLIAM *A Liderança ZAPP*, Editora Campus, p. 297, 1995.
- WOMACK, P. e JONES, T. *Lean Thinking*, Simon e Shuster, p. 349, 1996.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

DEMING, W. EDWARDS Quality, Productivity, and Competitive Position, MIT, *Center for Advanced Engineering Study*, 1982.

OHNO, TAIICHI Toyota Production System: Beyond Large -Scale Production, *Productivity Press*, p. 165, 1988.

PORTER, M. The Competitive Advantage of Nations, *Free Press*, p. 311, 1990.

SKINNER, W.

Anexo 1 (Figuras – capítulo 6.1)

FUNDIÇÃO

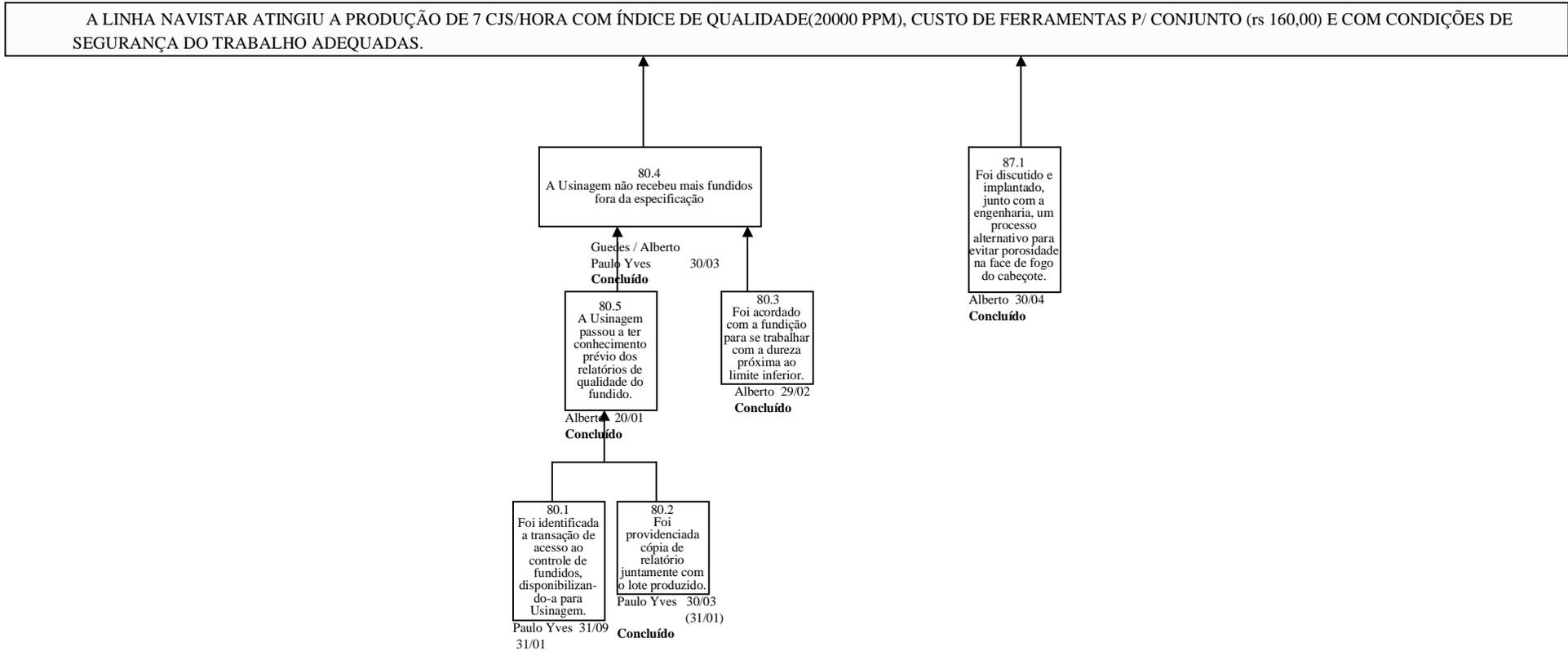


Fig. 6.1 – Árvore de pré-requisitos item Fundição

FERRAMENTAS

A LINHA NAVISTAR ATINGIU A PRODUÇÃO DE 7 CJS/HORA COM ÍNDICE DE QUALIDADE(20000 PPM), CUSTO DE FERRAMENTAS P/ CONJUNTO (R\$ 160,00) E COM CONDIÇÕES DE SEGURANÇA DO TRABALHO ADEQUADAS.

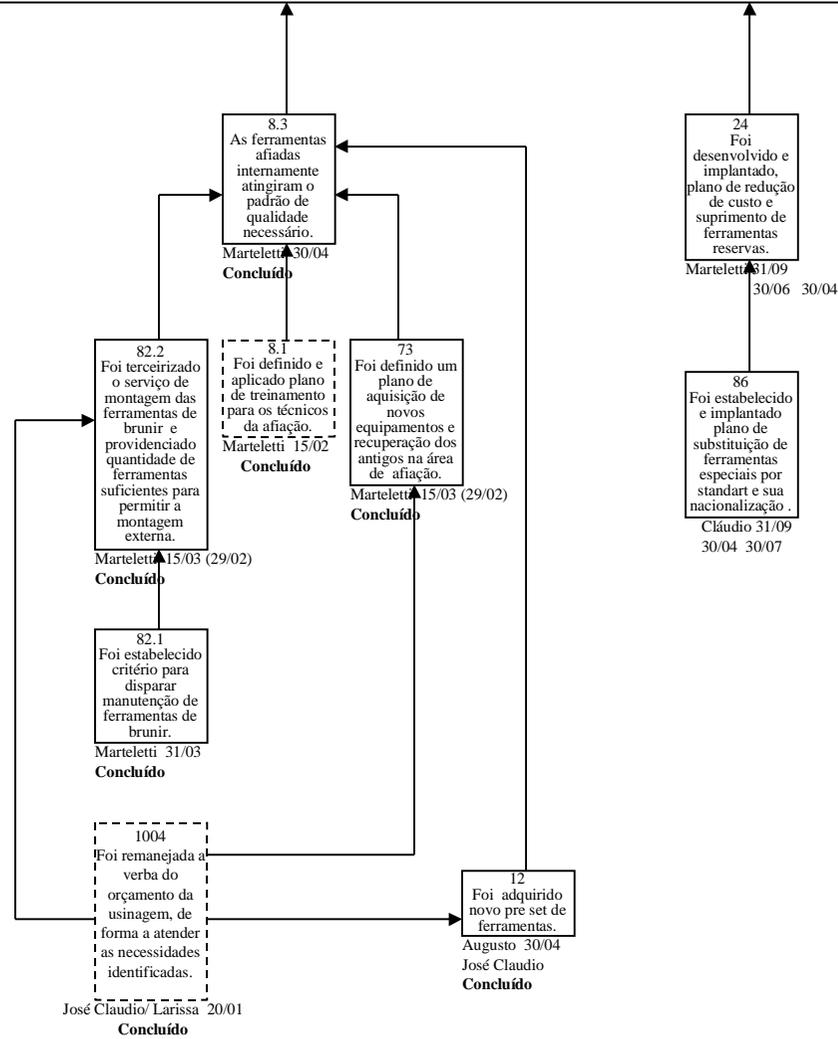


Fig. 6.2 – Árvore de pré-requisitos item Ferramentas

LOGÍSTICA

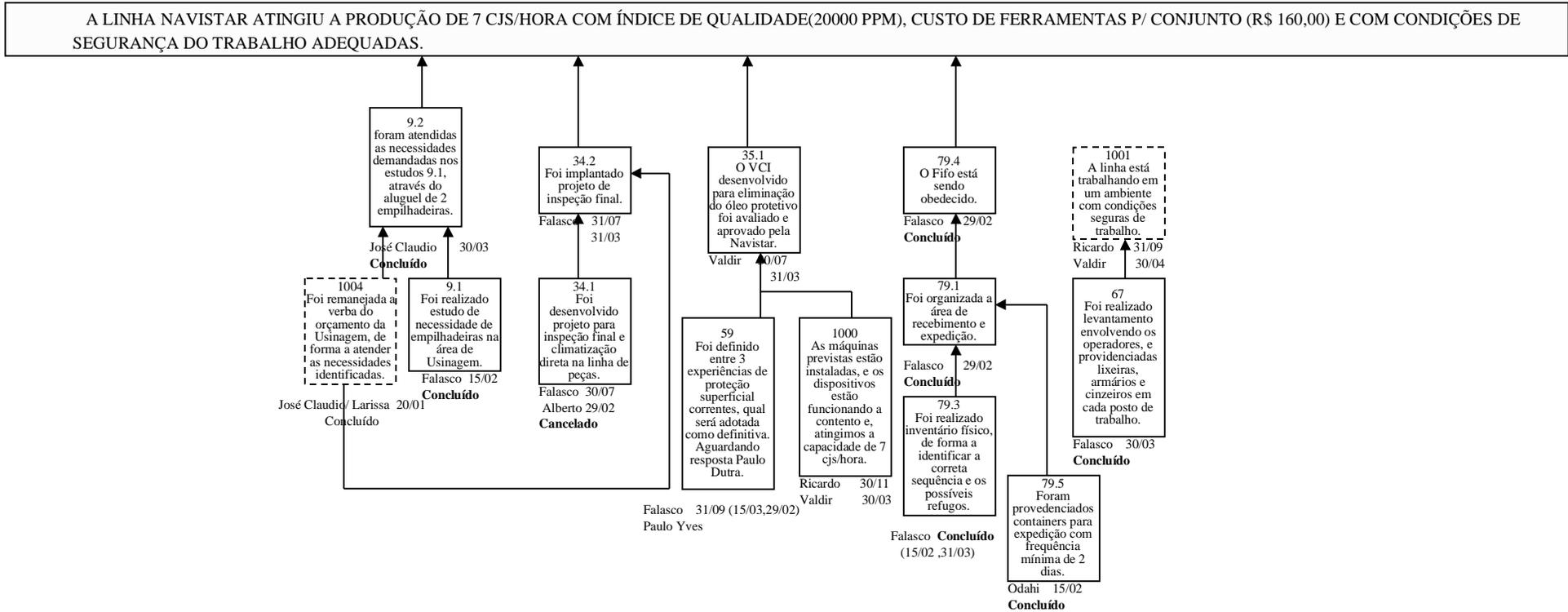


Fig. 6.3 – Árvore de pré-requisitos item Logística

MANUTENÇÃO

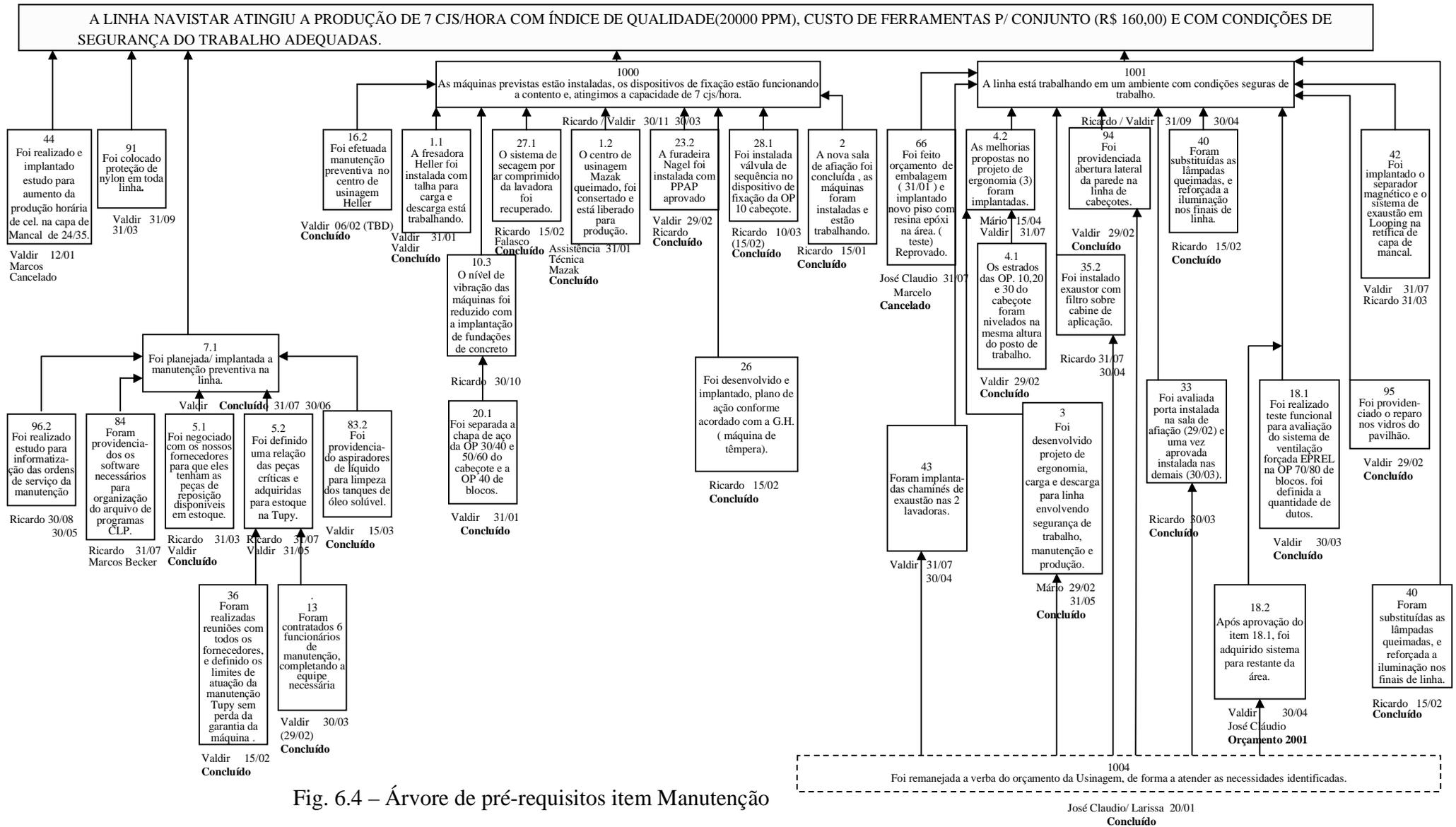


Fig. 6.4 – Árvore de pré-requisitos item Manutenção

PRODUÇÃO / PROCESSO

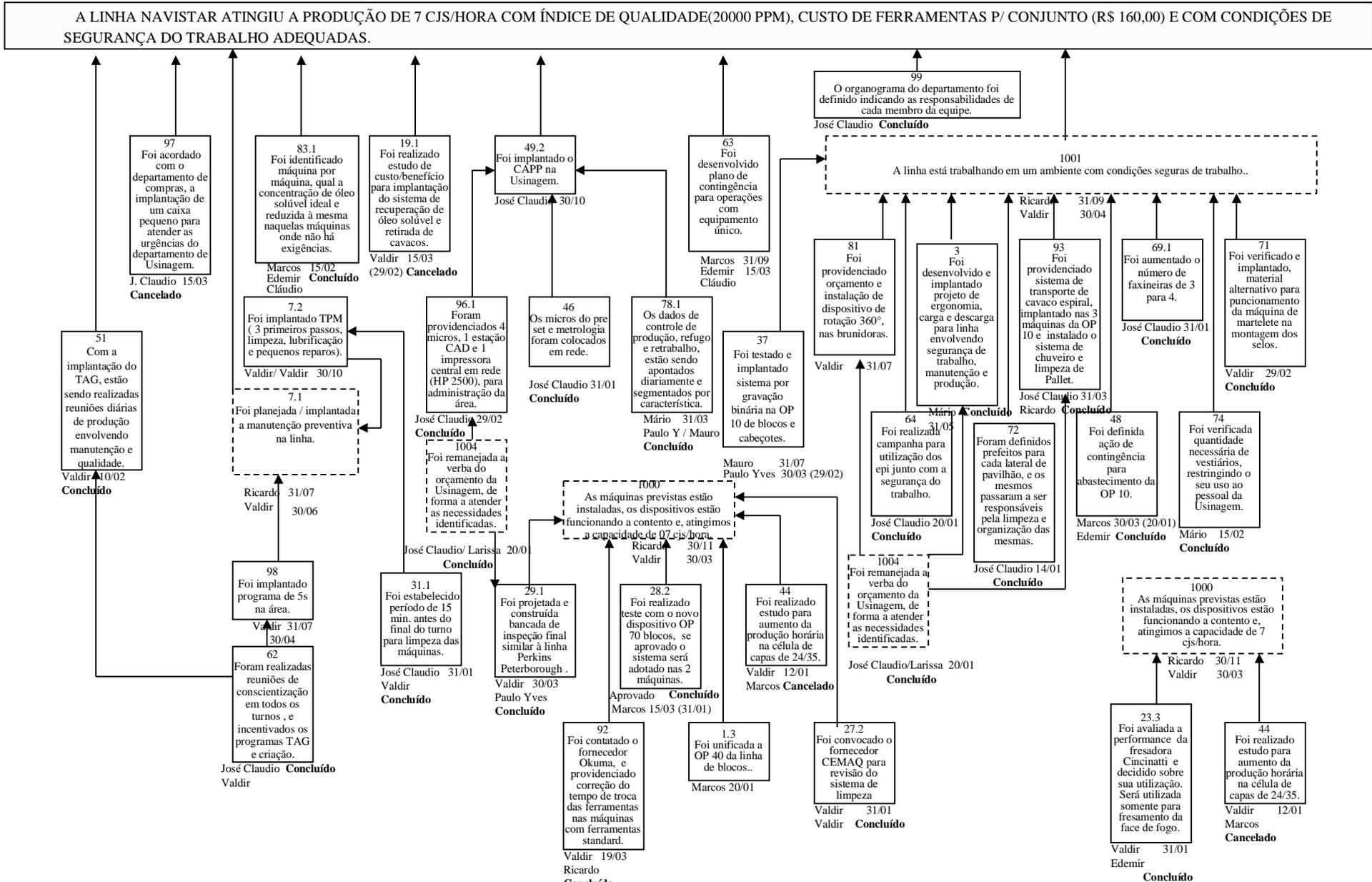


Fig. 6.5 – Árvore de pré-requisitos item Produção/ Processo

QUALIDADE

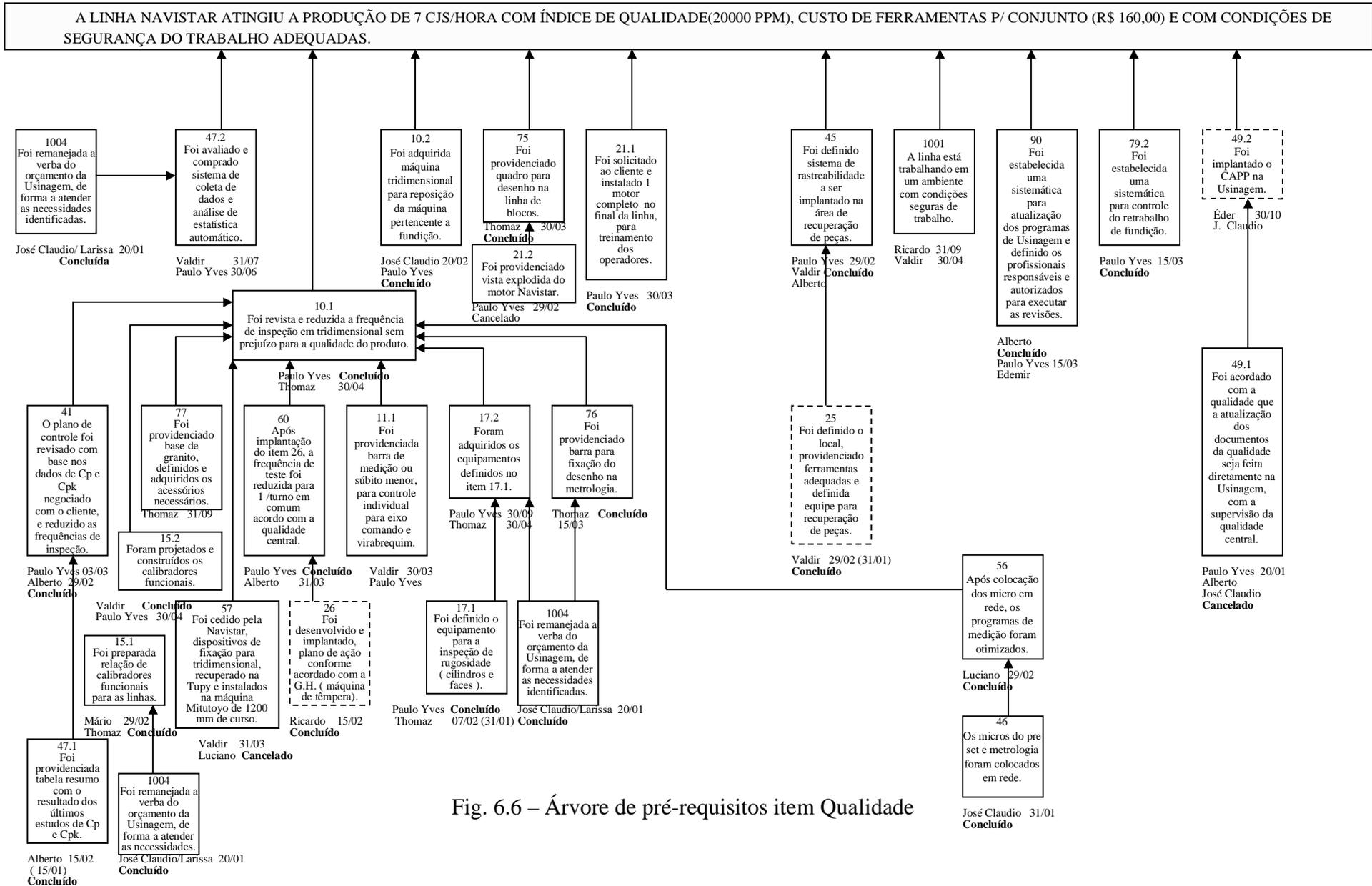


Fig. 6.6 – Árvore de pré-requisitos item Qualidade

TREINAMENTO

A LINHA NAVISTAR ATINGIU A PRODUÇÃO DE 7 CJS/HORA COM ÍNDICE DE QUALIDADE(20000 PPM), CUSTO DE FERRAMENTAS P/ CONJUNTO (R\$ 160,00) E COM CONDIÇÕES DE SEGURANÇA DO TRABALHO ADEQUADAS.

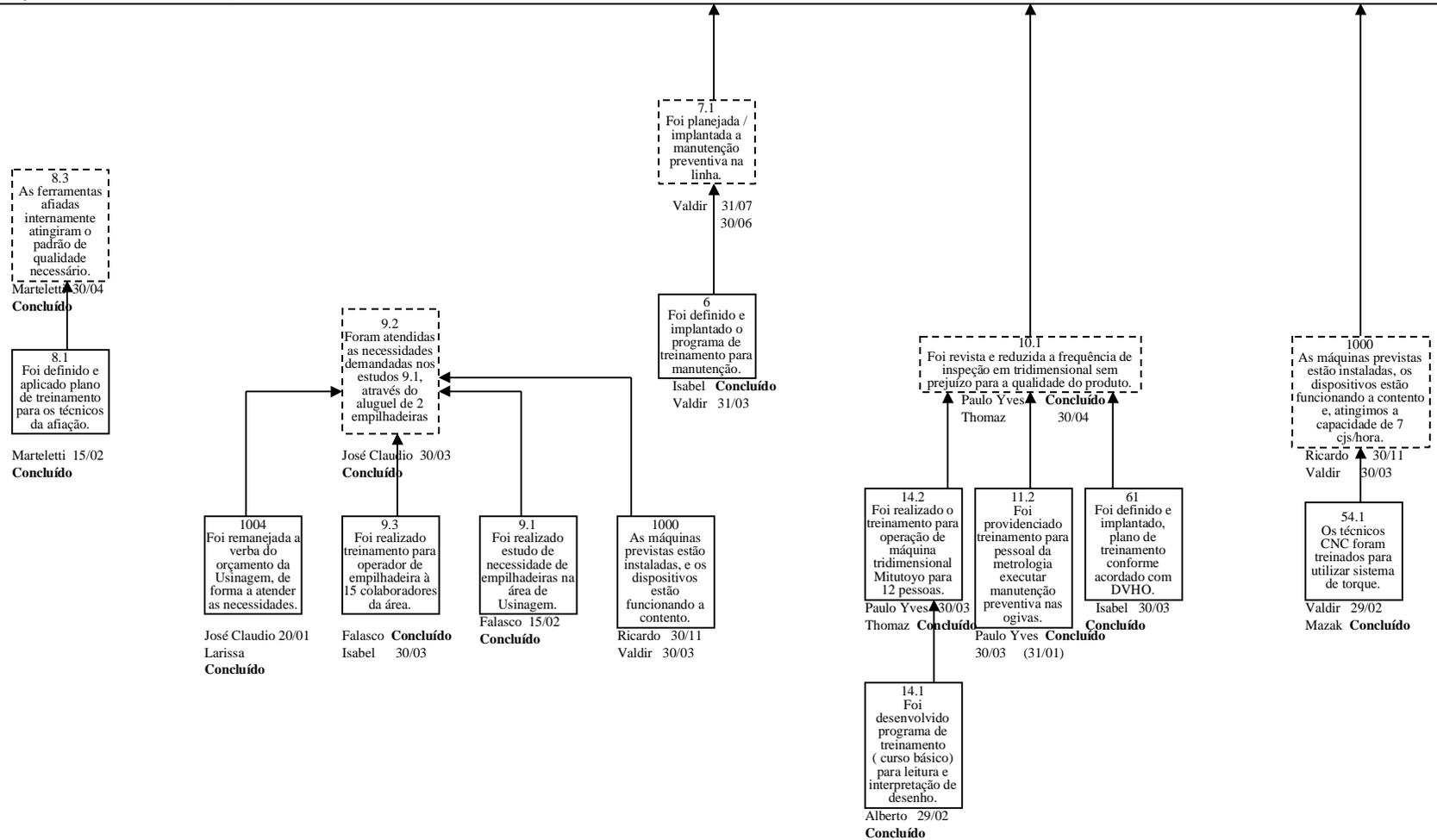


Fig. 6.7 – Árvore de pré-requisitos item Treinamento

Anexo 2 (Figuras – capítulo 6.2)

Linha de Blocos e Capas de Mancal

Fluxo Simplificado Atual

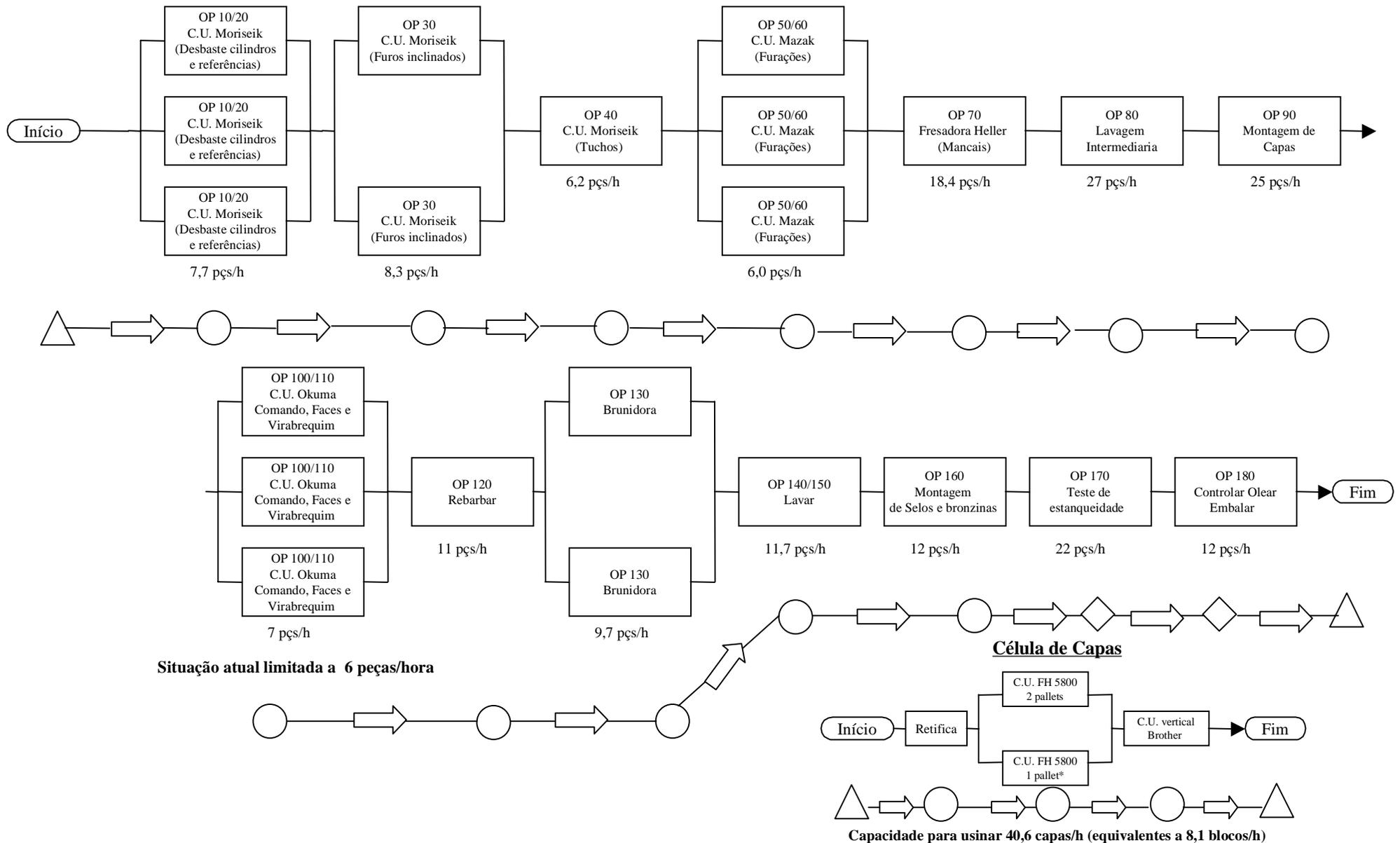
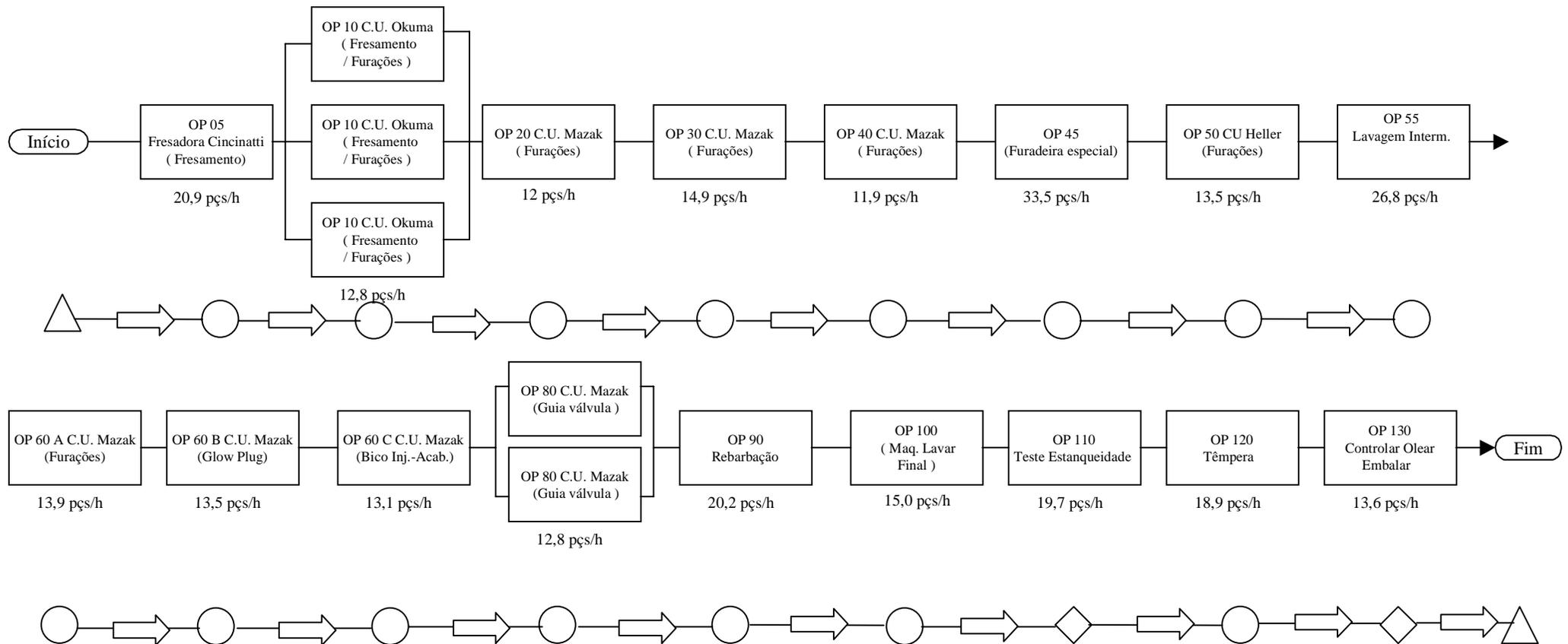


Fig. 6.9 - Fluxograma - Linha de Blocos e Célula de Capas de Mancal (03/01/00)

Linha de Cabeçotes

Fluxo Atual



Situação atual limitada a 11,9 peças/hora

Fig. 6.10 - Fluxograma 2 - Linha de Cabeçotes (03/01/00)

Linha de Blocos

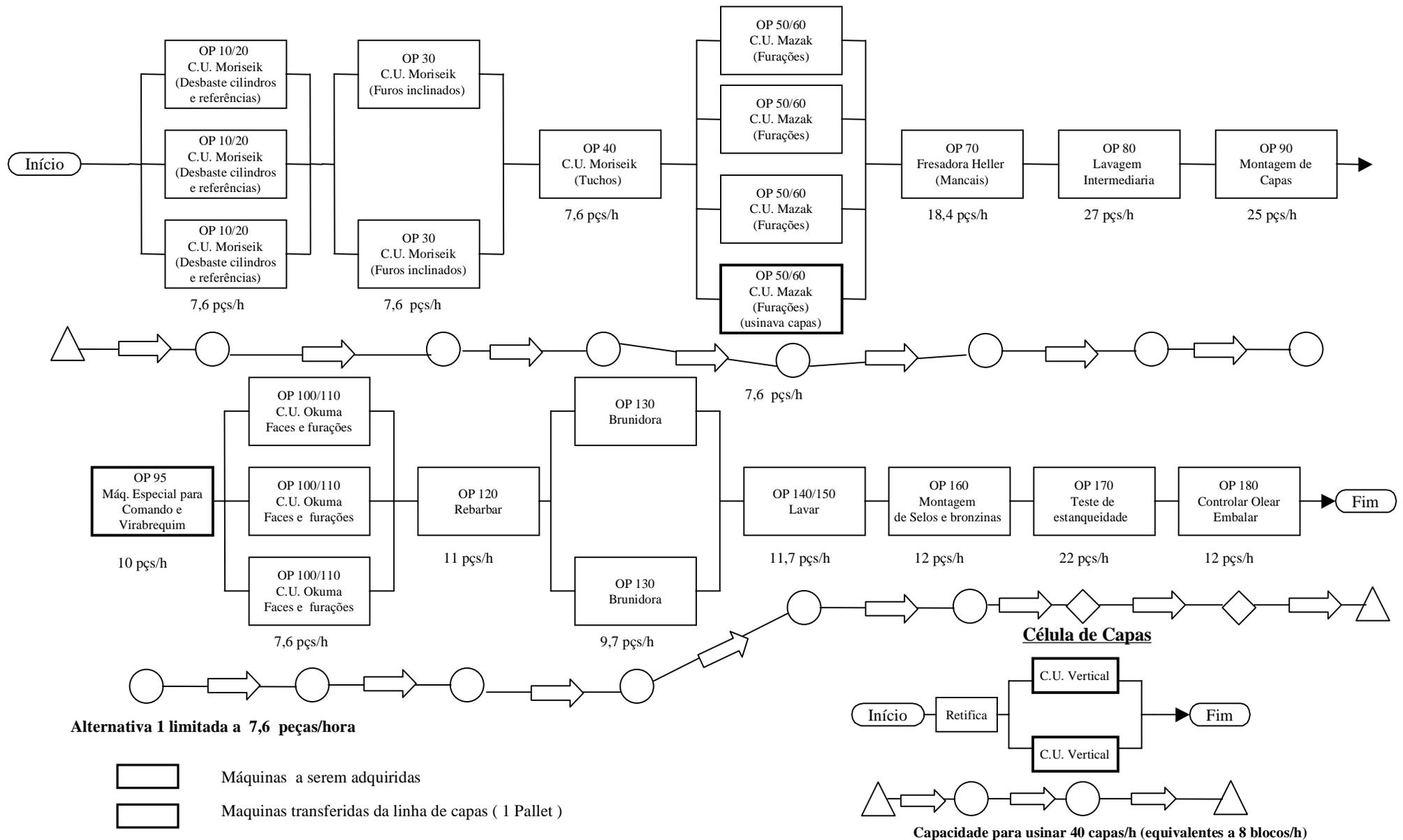


Fig. 6.13 - Fluxograma - Linha de Blocos e Célula de Capas – Nov/00

Linha de Cabeçotes

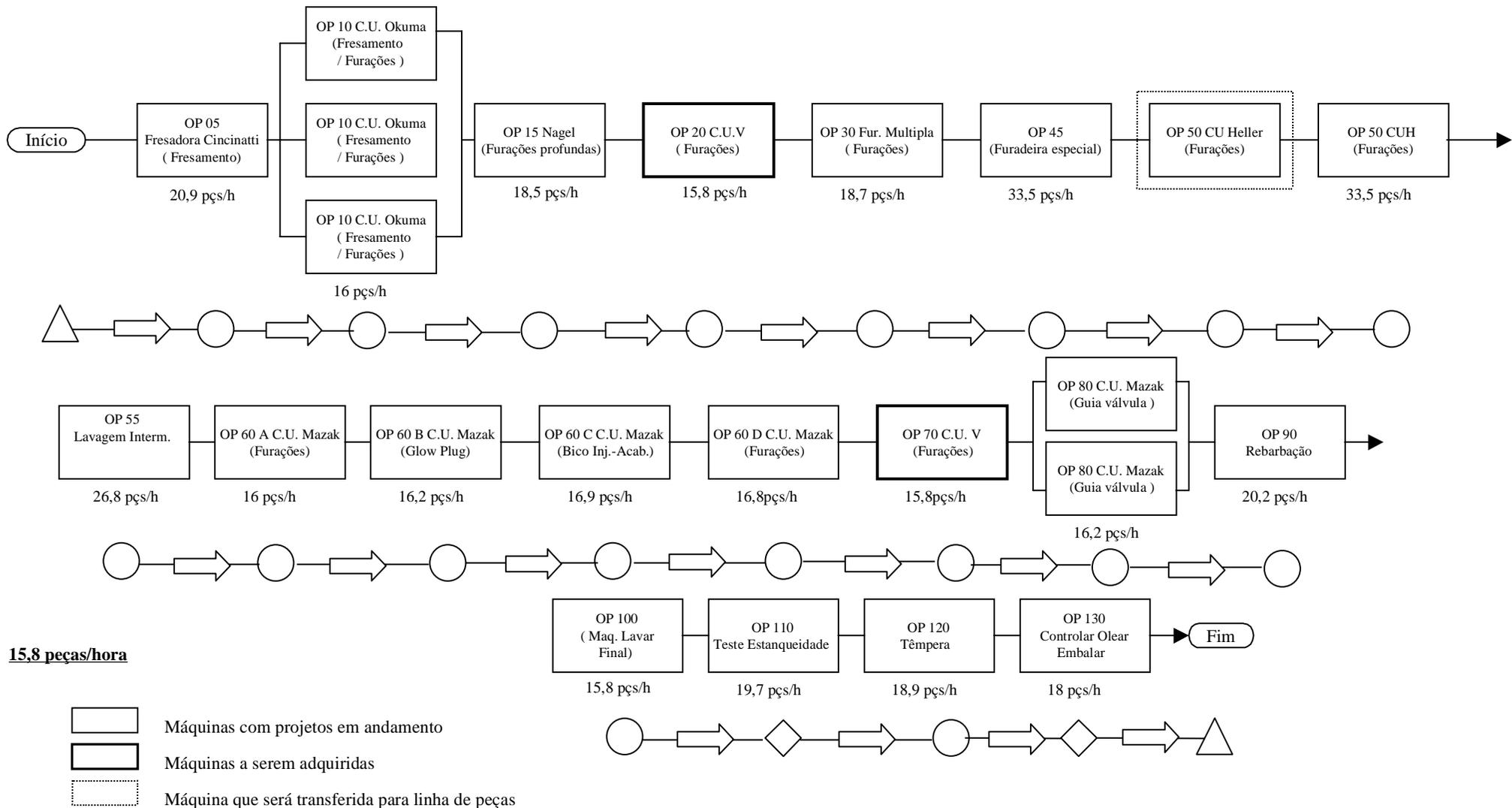


Fig. 6.14 - Fluxograma 4 - Linha de Cabeçotes – Nov/00)

Qt de Operadores	Operação	Máquina	Tempo Ciclo (min)	Tempo Ciclo c/ adic. de 5 %	<u>Pcs/h</u>	Tempo conj. (min)	
1	Op 10 20	10 AB Fresar face transeira e dianteira, Galerias passantes, selos da faces	CU 20	24,22	25,43	<u>7,1</u>	8,5
		20 Fresar faces K e L em desbaste, Cilindros, selos, faceamento do carter,	CU 21	24,12	25,33		
		assento de capas, desbaste da bomba e do Virabrequim.	CU 22	24,35	25,57		
1	Op 30	Furação da parte traseira e dianteira e lateral, fresamento da bomba de óleo (em acabam.) e furação.	CU 23	16,37	17,19	<u>7,1</u>	8,4
			CU 24	15,80	16,59		
1	Op 40-50	Furação da face do carter, fixação da capa, fixação do cabeçote e usinagem da face do vale	CU 26	32,15	33,76	<u>7,2</u>	8,3
CU 28			31,27	32,83			
CU 30			31,12	32,68			
CU 50			32,10	33,71			
1	Op 60	Usinar Tuchos e furos de fixação	CU 25	7,77	8,16	<u>7,4</u>	8,2
1	Op 70	Fresar Mancais	FR 39	3,15	3,31	<u>18</u>	3,3
1	Op 80	Lavagem Intermediária	LV 02	2,20	2,31	<u>26</u>	2,3
	Op 90	Montagem de Capas	AP 02	2,34	2,46	<u>24</u>	2,5
1	Op 100	Usinagem do diametro do virabrequim, comando, fresamento das faces dianteiras e traseiras, furo guia	CU 41	12,05	12,65	<u>7,1</u>	8,4
			CU 69	24,00	25,20		
1	Op 110	Acabamento das faces K e L , furos guia, diametro dos cilindros	CU 43	12,00	12,60	<u>7,1</u>	8,4
			CU 69	24,00	25,20		
1	Op 120	Rebarbar, limpar e lavar galerias.	Operação	6,00	6,30	<u>10</u>	6,3
1	Op 130	Brunir	BR 02	9,00	9,45	<u>13</u>	4,7
			BR 03	9,00	9,45		
	Op 140	Lavagem 3 estágios	LV 04	5,00	5,25	<u>11</u>	5,3
	Op 150	Montagem de selos	IS 01	4,00	4,20	<u>14</u>	4,2
1	Op 160	Teste de estanqueidade	EQ 18	2,90	3,05	<u>20</u>	3,0
1	Op 170	Olear e Controlar	Operação	6,00	6,30	<u>10</u>	6,3
				0,00			
1	Capa	Retificar (35 peças por mesada)	RT 04	25,00	26,25	<u>80</u>	Retificadas
	Capa	Fresar e Furar 4 estágios (tempo por peça)	CU 38	9,20	9,66	<u>25</u>	Prontas
16 Qt total de operadores/tumo				414,87 Qt de Minutos/Bloco			

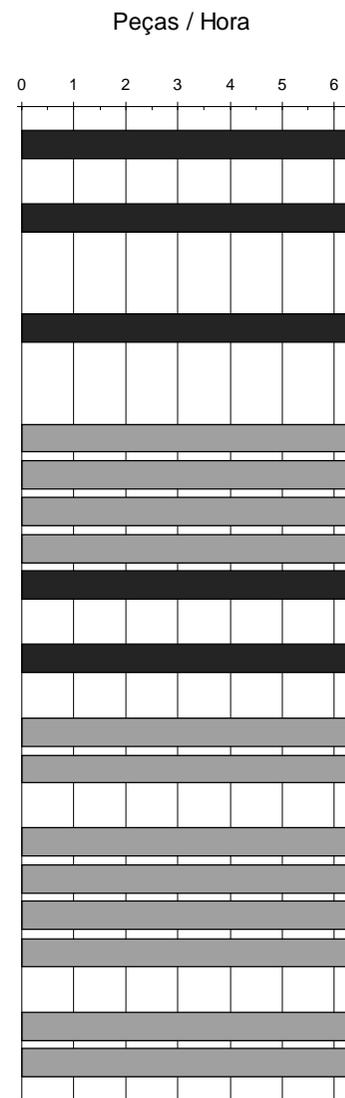


Fig. 6.11 – Cronoanálise Rápida – Linha de Blocos e Capas

Qt de Operadores	Operação	Descrição	Máquina	Tempo Operação	Tempo Ciclo c/ adic. de 5 %	<u>Pcs/h</u>	Tempo conj. (min)
1	OP 05	Fresar face de fogo em desbaste	Cincinnati	2,7	2,84	<u>21</u>	2,8
1	OP 10	AB - Fresar face de fogo e tampa em desbaste, furar 2x furos guia e usinagem do dia dos selos (6x ;4 em desbaste- 2 em acab.) CD - Fresar larg. e comprimento, furação de escape; M12x1,75	CU 67	11,9	12,50	<u>14,6</u>	4,1
CU 49			11,3	11,87			
CU 47			12,0	12,60			
1	OP 15	Furar galeria de oleo e combustivel	Nagel	3,5	3,68	<u>16</u>	3,7
1	Op 20	4 furos incli na face de escape; 12 furos face de adm.;Furar rebaixar rosca 1/2" UNF face adm;4 furos de ligação do bico inj. com gal óleo	CU 27	3,9	4,07	<u>14,7</u>	4,1
1	Op 30	Usinagem de toda face de fogo (furação e escareamento (20x))	CU 51	4,0	4,22	<u>14,2</u>	4,2
1	Op 40	Usinar 5/16"UNC, Furos incli face da tampa e escape (4x), fresar spot face face da tampa(16x), Furos incli face adm com gal combustivel	CU 53	4,0	4,18	<u>14,4</u>	4,2
1	Op 50	Desbaste dos Bicos injetores, furar e rosca M10x1,5 (4x) ; Desbaste e acabamento dos selos face traseira e dianteira	CU 03	3,0	3,10	<u>19</u>	3,1
1	Op 60 A	Fresar, furar e rosca a fixação do bico injetor; Desbaste do diam maior e do fundo do dia do bico injetor	CU 58	4,0	4,20	<u>14,3</u>	4,2
1	Op 60 B	Executar toda furação da tampa e do balancim (26x) e usinagem do glow plug	CU 60	4,0	4,20	<u>14,3</u>	4,2
1	Op 60 C	Usinagem do bico injetor (desbaste e acabamento) e todo rosqueamento M8 (face da tampa) 26 x	CU 56	4,1	4,27	<u>14,0</u>	4,3
1	OP 80	Fresamento da face de tampa e fogo em acabamento, acabamento do dia dos guias;usinagem do assento de valvulas; Treparar guias da mola em desbaste e acabamento;escarear saidas do bico injetor.	CU 62	8,1	8,54	<u>13,8</u>	4,3
1			CU 65	8,4	8,82		
1	Op 90	Rebarbar (Operação Manual)	Operação Manual	3,15	3,15	<u>19</u>	3,2
1	Op 45	Furar 2x furo inclinado de passagem de óleo	FU 58	2,0	2,10	<u>29</u>	2,1
1	Op 55	Lavagem Intermediária	LV 01	1,8	1,89	<u>32</u>	1,9
1	Op 100	Lavagem final em 3 estágios	LV 05	3,7	3,89	<u>15,4</u>	3,9
1	Op 110	Teste de estanqueidade	EQ 19	3,1	3,26	<u>18</u>	3,3
1	Op 120	Tratamento térmico	TZ 01	3,2	3,36	<u>18</u>	3,4
1	Op 130	Controlar e Olear	Operação Manual	3,68	3,68	<u>16</u>	3,7

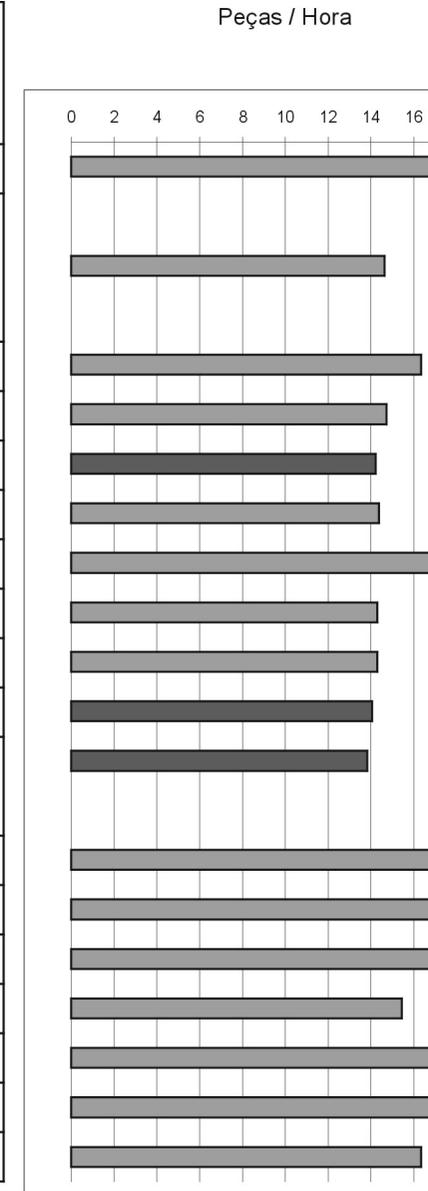


Fig. 6.12 – Cronoanálise Rápida – Linha de Cabeçotes

Anexo 3 (Exemplos do capítulo 6.5)

12.4 – Exemplos de Trabalhos Realizados

Exemplo 1

Líderes:

Márcio

Jairo

Paim

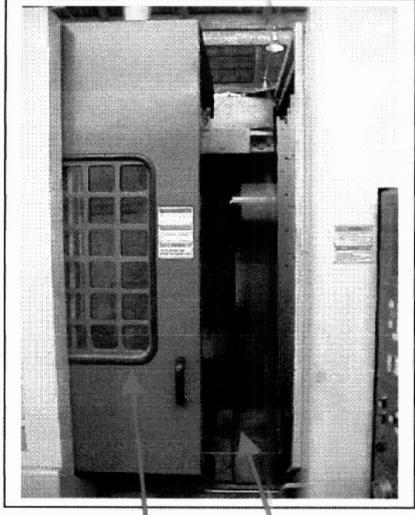
Operadores: _____

LOCAL	ITEM	DESCRIÇÃO DE ATIVIDADE	PERÍODO	FOTOS
Área de trabalho	01	- Retirar o cavaco e limpar com jato de óleo de corte, vassoura, espátula, estopa seca e espanador.	Todos os turnos	01
Luminárias / lâmpadas	02	- Verificar se a lâmpada está OK. - Limpar com estopa e espanador.	Todos os turnos	02
Portas e janelas	03	- Verificar se os vidros estão OK. - Limpar os vidros, com estopa. - Limpar os trilhos com espanador e jato de óleo de corte.	Todos os turnos	01
Rosca transportadora de cavaco	04	- Limpar o sistema com jato de óleo de corte.	Todos os turnos	03
Filtros (box) da unidade de fluido refrigerante alta pressão	05	- Limpar com espátula, estopa e depois lavá-los utilizando pincéis.	Todos os turnos	04
Filtros de tela no tanque de óleo de corte de baixa pressão	06	- Limpar com escova de aço, espátula, estopa e em seguida lavá-los com lava-jato.	Todos os turnos	05
Filtros de ar / ventiladores / radiadores	07	- Verificar se estão trabalhando em boas condições; caso contrário, entrar em contato com a manutenção elétrica.	Todos os turnos	06
Entrada de ar	08	- Verificar se o filtro não está saturado. - Verificar pressão do ar (5 Bar). - Vazamento de ar nas mangueiras.	Todos os turnos	07
Ventilador da placa amplificadora do PLG	09	- Verificar se está funcionando. - Verificar a condição do filtro.	Todos os turnos	08
Unidade hidráulica central	10	- Verificar nível do óleo. - Verificar pressão (70 kgf/cm ²). - Verificar vazamentos.	Todos os turnos	06
Mangueiras em geral	11	- Manter limpas. - Verificar vazamentos.	Todos os turnos	07
Cabeça do spindle	12	- Remover cavacos com jato de fluido refrigerante (óleo de corte).	Todos os turnos	02
Caçamba de cavacos	13	- Verificar a quantidade de cavacos; caso necessário, esvaziá-la.	Todos os turnos	
Painel de controle	14	- Verificar desgaste, fixação e limpeza dos botões. - Verificar o funcionamento das lâmpadas.	Diário	09

Filtros de ar / ventiladores / radiadores da unidade hidráulica central	15	- Lavar os filtros com água corrente e secá-los com jato de ar. - Verificar o funcionamento dos ventiladores. - Passar ar comprimido nos radiadores. Obs.: Manter o jato de ar a uma distância segura do radiador.	Diário	06
Tanque de refrigeração de baixa pressão (óleo de corte)	16	- Verificar o nível e completá-lo se necessário. Obs.: 92%, em volume, de água; e 8% de óleo solúvel.	Diário	05
Área exterior da máquina	17	- Limpar com estopa e com desengraxante Ken Blend.	Diário	09
Box coletor de cavacos do tanque de baixa pressão	18	- Retirar o box do tanque. - Esvaziá-lo e lavá-lo com água corrente. Obs.: não bater com o cesto.	03 dias	05
Caixa retentora de cavacos	19	- Retirá-la do tanque. - Retirar os cavacos com espátula e estopa. - Lavar com lava-jato.	03 dias	05
Unidade de lubrificação do rolamento do spindle	20	- Verificar o nível do óleo (se necessário, completar com óleo TELLUS 32). - Verificar vazamentos. Obs: o nível do óleo deverá baixar normalmente.	05 dias	10
Unidade de lubrificação de guias e fusos esféricos	21	- Verificar o nível do óleo (se necessário, completar com óleo TELLUS 68). Obs: o nível do óleo deverá baixar normalmente.	05 dias	10
Proteção raspadora dos eixos x-y e z	22	- Retirar os cavacos com espanador e passar estopa no sistema eixo x-y e z. - Verificar a borracha raspadora, caso esteja gasta, avisar a manutenção.	05 dias	11
Bicos injetores	23	- Verificar se estão entupidos e limpá-los.	05 dias	02
Magazine	24	- Limpar com jato de corte. - Limpeza das correntes, bandejas e engrenagens.	10 dias	12
Unidade hidráulica	25	- Limpeza com estopa e com desengraxante Ken Blend.	30 dias	06
Transportador de cavacos	26	- Retirar o cavaco com aspirador, espátula. - Lavar com o lava-jato.	30 dias	13
Tanque de fluido refrigerante de alta pressão	27	- Retirar o fluido refrigerante (óleo de corte). - Lavar com o lava-jato.	30 dias	04
Tanque de fluido refrigerante de baixa pressão	28	- Retirar o fluido com o aspirador. - Retirar as peneiras, o box e a caixa retentora de cavacos. - Retirar todo o cavaco com espátula, pá e	30 dias	05

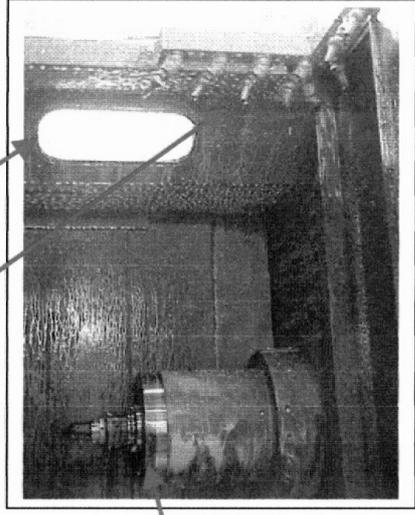
		aspirador (sugador). - Limpar com estopas. - Lavar todo o tanque com o lava-jato.		
Parafusos	29	- Recolocá-los (caso não tenha sido executado) e reapertá-los.	30 dias	

Foto 01



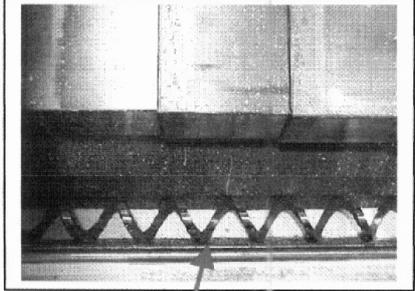
03 01

Foto 02



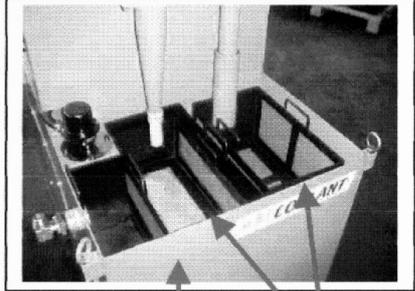
02
23
12

Foto 03



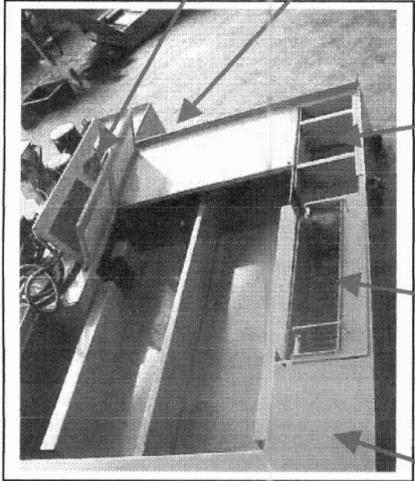
04

Foto 04



27 05
15 25

Foto 05



06 16
19
07
18
10
28

Foto 06



fot1mz.doc

Exemplo 2

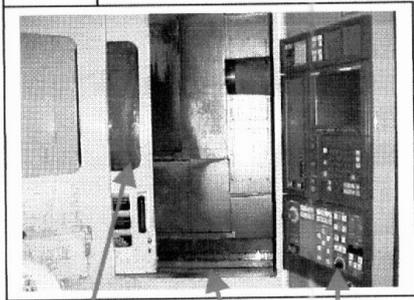
Líderes: Márcio Jairo Paim
Operadores: _____

LOCAL	ITEM	DESCRIÇÃO DE ATIVIDADE	PERÍODO	FOTOS
Área de trabalho	01	- Retirar o cavaco e limpar com jato de óleo de corte, vassoura, espátula, estopa seca e espanador.	Todos os turnos	01
Luminárias / lâmpadas	02	- Verificar se a lâmpada está OK. - Limpar com estopa e espanador.	Todos os turnos	02
Portas e janelas	03	- Verificar se os vidros e proteções estão OK. - Limpar os vidros com estopa. - Remover com jato de óleo de corte, espátula e espanador o cavaco acumulado.	Todos os turnos	01
Rosca transportadora de cavaco	04	- Limpar o sistema com jato de óleo de corte.	Todos os turnos	03
Filtros da unidade de fluido refrigerante alta pressão	05	- Limpar com espátula, estopa e depois lavá-los utilizando pincéis.	Todos os turnos	04
Entrada de ar	06	- Verificar se o filtro não está saturado. - Verificar pressão do ar indicada nos manômetros encontra-se nos limites de tolerância (faixa verde). - Vazamento de ar nas mangueiras.	Todos os turnos	05
Unidade hidráulica central	07	- Verificar o nível do óleo da unidade de fixação e movimento do APC (atrás do acrílico) e, se necessário, completá-lo com óleo TELLUS 32. - Verificar nível do óleo da unidade de fixação da peça no palete (próxima à bomba hidráulica) e, se necessário, completá-lo com óleo TELLUS 68. - Verificar pressão do ar indicada nos manômetros encontra-se nos limites de tolerância (faixa verde). - Verificar vazamentos.	Todos os turnos	06, 07
Mangueiras em geral	08	- Manter limpas. - Verificar vazamentos e a fixação.	Todos os turnos	07, 08
Cabeça do spindle	09	- Remover cavacos com jato de fluido refrigerante (óleo de corte).	Todos os turnos	09
Caçamba de cavacos	10	- Verificar a quantidade de cavacos; caso necessário, esvaziá-la.	Todos os turnos	10
Unidade central de lubrificação	11	- Checar o nível do óleo. - Checar se a pressão do óleo indicada nos manômetros encontra-se nos limites de tolerância (faixa verde).	Todos os turnos	05
Área exterior da máquina	12	- Limpar com estopa e desengraxante Ken Blend.	Diário	06

Tanque de refrigeração de baixa pressão (óleo de corte)	13	- Verificar o nível e completá-lo se necessário. Obs.: 92%, em volume, de água; e 8% de óleo solúvel.	Diário	08
Painel de controle	14	- Verificar desgaste, fixação e limpeza dos botões. - Verificar o funcionamento das lâmpadas.	Diário	01
Tanque de refrigeração de alta pressão	15	- Verificar os níveis de fluido. - Verificar, nos manômetros, se as pressões encontram-se nos limites de tolerância (faixa verde ou valor indicado).	Diário	04
Box coletor de cavacos do transportador (cesto)	16	- Retirar os box do tanque. - Esvaziá-lo e lavá-lo com água corrente. Obs.: não bater com o cesto.	05 dias	11
Unidade de lubrificação do rolamento do spindle	17	- Verificar o nível do óleo (se necessário, completar com óleo TELLUS 68). - Verificar vazamentos.	05 dias	05
Unidade de lubrificação de guias e fuso esférico	18	- Verificar o nível do óleo (se necessário, completar com óleo TELLUS 68).	05 dias	05
Proteções raspadoras dos eixos x-y e z	19	- Retirar os cavacos com espanador e passar estopa nos sistemas eixo x-y e eixo z. - Verificar as borrachas raspadora; caso esteja gasta, avisar a manutenção.	05 dias	03, 13
Unidade hidráulica central	20	- Limpar a proteção acrílica e os manômetros com estopas. - Limpar o radiador com jato de ar. Obs.: Manter o jato de ar a uma distância segura do radiador.	05 dias	06, 07
Bicos injetores	21	- Verificar se estão entupidos e limpá-los.	05 dias	02
Magazine	22	- Limpar com jato de óleo de corte. - Limpeza das correntes, bandejas e engrenagens.	10 dias	12
Motores elétricos	23	- Limpar a grade do ventilador e a carcaça.	15 dias	10
Transportador de cavacos	24	- Retirar o cavaco com aspirador, espátula. - Lavar com o lava-jato.	20 dias	14
Tanque de refrigeração de baixa pressão	25	- Retirar o fluido com o aspirador. - Retirar os box. - Retirar todo o cavaco com espátula, pá e aspirador (sugador). - Limpar com estopas. - Lavar todo o tanque com o lava-jato.	20 dias	08,10
Tanque de refrigeração de alta pressão	26	- Retirar o fluido refrigerante (óleo de corte). - Lavar com o lava-jato. - Verificar pressão indicada nos manômetros encontra-se nos limites de	30 dias	04

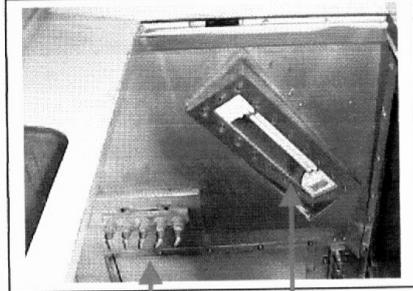
		tolerância (faixa verde). - Verificar os indicadores de nível de fluido.		
Parafusos	27	- Recolocá-los (caso não tenha sido executado) e reapertá-los.	30 dias	

Foto 01



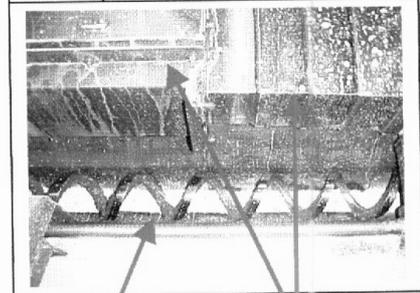
- 03
- 01
- 14

Foto 02



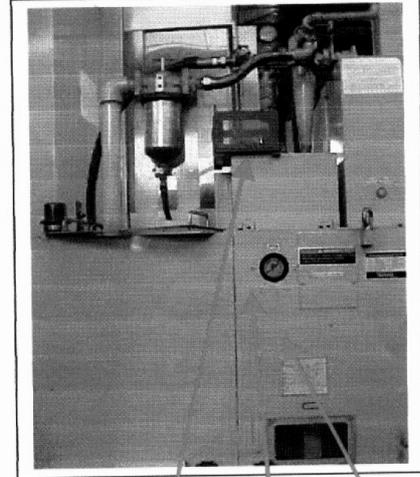
- 21
- 02

Foto 03



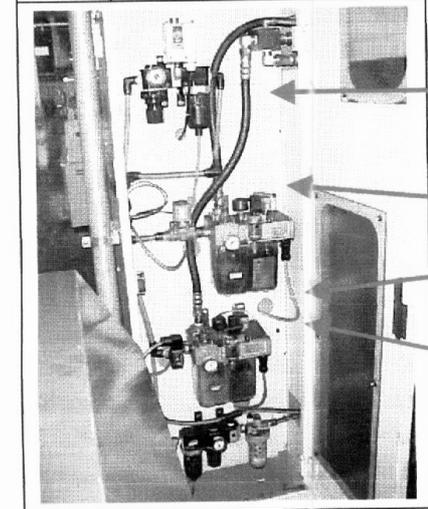
- 04
- 19

Foto 04



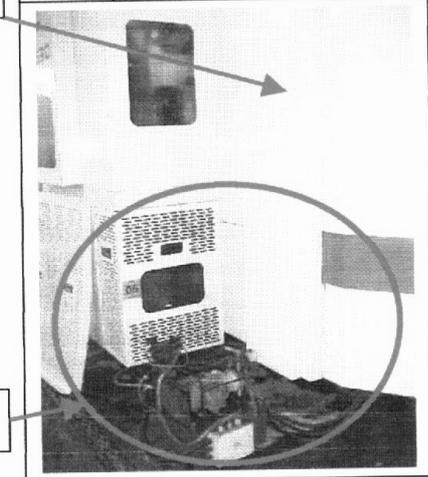
- 05
- 26
- 15

Foto 05



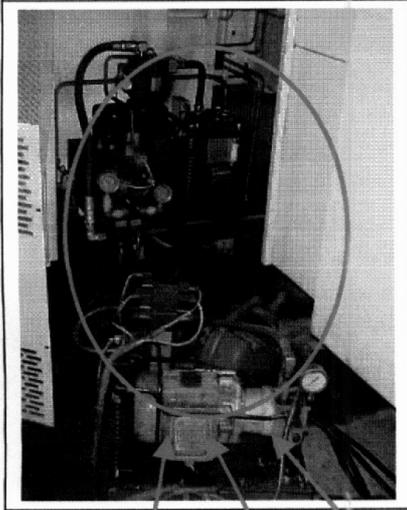
- 06
- 11
- 17
- 18

Foto 06



- 12
- 07

Foto 07

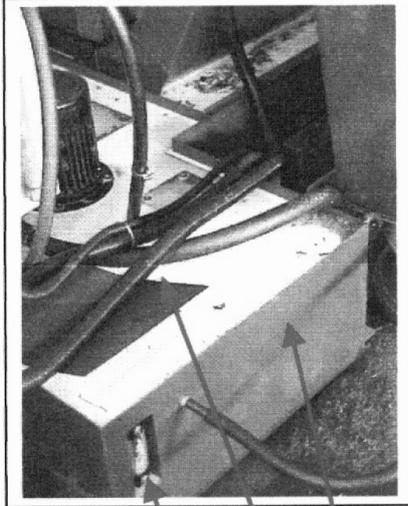


07

08

20

Foto 08

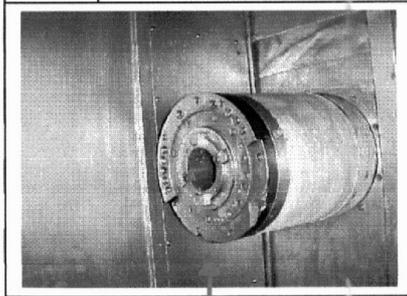


13

08

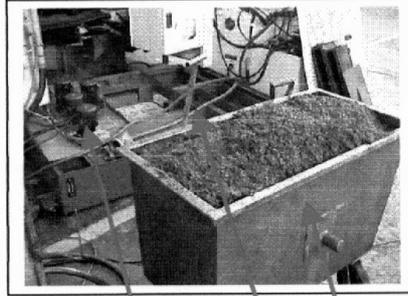
25

Foto 09



09

Foto 10

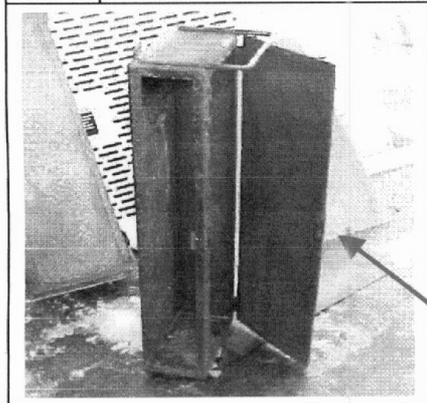


23

25

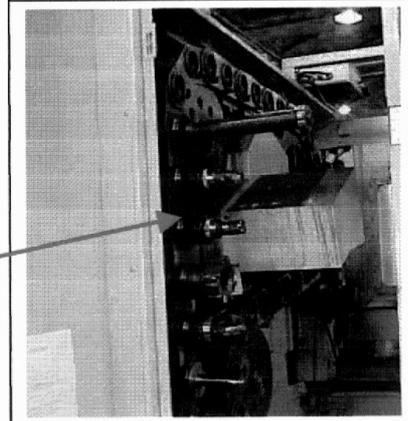
10

Foto 11



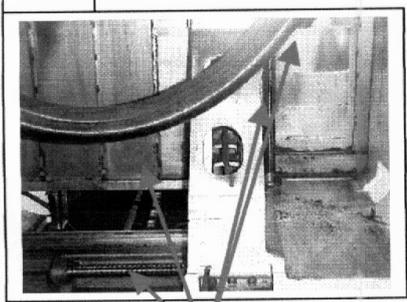
16

Foto 12



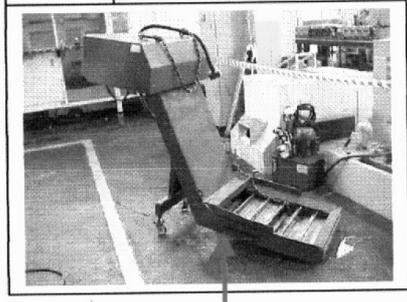
22

Foto 13



19

Foto 14



24