

Universidade Estadual de Maringá
Centro de Tecnologia
Departamento de Informática
Curso de Engenharia de Produção

**Implantação do Índice OEE para Monitoramento e
Melhoramento da Produção: estudo de caso em uma
empresa metal mecânica**

Fabício Pinheiro Belincanta

TCC-EP-38-2006

Universidade Estadual de Maringá
Centro de Tecnologia
Departamento de Informática
Curso de Engenharia de Produção

**Implantação do Índice OEE para Monitoramento e
Melhoramento da Produção: estudo de caso em uma
empresa metal mecânica**

Fabício Pinheiro Belincanta

TCC-EP-38-2006

Trabalho da conclusão de curso apresentado como requisito de avaliação no curso de graduação em Engenharia de Produção na Universidade Estadual de Maringá – UEM.

Orientadora: Professora MSc. Maria de Lourdes Santiago Luz

**Maringá - Paraná
2006**

Fabício Pinheiro Belincanta

**Título do Trabalho de Conclusão de Curso da Engenharia de
Produção**

Este exemplar corresponde à redação final do Trabalho de Conclusão de Curso aprovado como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Produção da Universidade Estadual de Maringá, pela comissão formada pelos professores:

Orientadora: Professora MSc. Maria de Lourdes Santiago Luz
Departamento de Informática, CTC

Professor MSc. Carlos Antonio Pizo
Departamento de Informática, CTC

Maringá, novembro de 2006

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho aos meus pais Roque e Anália por terem contribuído para minha formação, pelos incentivos constantes e por sempre confiarem nas minhas decisões.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela vida com saúde e sabedoria.

Aos meus pais por me amarem e propiciarem os meios para minha formação. Amo vocês.

Ao meu irmão Rafael pela compreensão e paciência comigo.

Aos meus amigos, com quem passei tantos bons momentos, que acreditaram em mim durante essa etapa da minha vida. Muito Obrigado!

A minha orientadora, Maria de Lourdes, pelo apoio e dedicação apresentados durante todo este ano.

A todos os professores que contribuíram para minha formação.

As empresas por onde passei e obtive tanto conhecimento. Entre elas a empresa onde desenvolvi este trabalho. Agradeço a todos os colaboradores da Skanparts, em especial aos amigos Antonio Cláudio e Fabio Miguel.

E a todos aqueles que, de alguma forma, fizeram parte deste trabalho e da minha formação acadêmica.

RESUMO

Ser o melhor hoje não basta para garantir a competitividade da empresa em mercados globais, cada vez mais competitivo. O processo de melhoria contínua deve ser pregado em todos campos da empresa. Diante disso, o presente trabalho teve por finalidade descrever a implantação do índice de Eficiência Global do Equipamento (OEE - Overall Equipment Effectiveness) em uma empresa do setor metal mecânico para monitoramento do desempenho da produção com o objetivo de cumprir a exigência da norma ISO / TS 16949 e de atuar nos processos gerando melhorias. A utilização do índice OEE como método de gerenciamento do desempenho de processos, assim com, o gerenciamento voltado ao equipamento, tem se mostrado vantajoso em muitas situações. Ambos os conceitos, nasceram da Manutenção Produtiva Total (TPM – Total Productive Maintenance) e tem como objetivo medir o real desempenho dos processos e eliminar as perdas. O índice OEE contempla três aspectos, Disponibilidade do equipamento, performance operacional e qualidade dos produtos, e está ligado a cada uma das grandes perdas descritas pela filosofia TPM. Isso faz do OEE um forte modelo para mensurar resultados e uma guia valioso na implantação de melhorias. No entanto, para garantir as melhorias dos resultados, é necessário que a empresa estabeleça um sistema de melhoramento eficaz. Entre as técnicas de análise e melhoria de processos, mais adotadas atualmente, está a adoção de atividades de CCQ (Círculo de Controle da Qualidade).

Palavras-chave: Manutenção Produtiva Total, Melhoria, OEE.

SUMÁRIO

DEDICATÓRIA	IV
AGRADECIMENTOS.....	V
RESUMO	VI
SUMÁRIO.....	VII
LISTA DE ILUSTRAÇÕES.....	VIII
LISTA DE TABELAS.....	IX
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	X
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. OBJETIVOS.....	2
1.2. ESTRUTURA DO TRABALHO	3
2. ESTRATÉGIAS PARA MELHORAMENTO.....	5
2.1. MEDIÇÃO DO DESEMPENHO E PRIORIZAÇÃO DO MELHORAMENTO	5
2.2. ABORDAGENS DE MELHORAMENTO	7
2.3. TÉCNICAS DE MELHORAMENTO.....	11
2.4. CÍRCULOS DE CONTROLE DA QUALIDADE	20
3. MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL.....	24
3.1. HISTÓRIA DA TPM	26
3.2. AS GRANDES PERDAS DA TPM	27
3.3. OS PILARES DA TPM	28
3.4. RESULTADOS DA TPM.....	33
4. ÍNDICE DE EFICIÊNCIA GLOBAL DO EQUIPAMENTO.....	35
5. ESTUDO DE CASO.....	39
5.1. CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO	39
5.2. IMPLANTAÇÃO DO ÍNDICE OEE	41
5.3. RESULTADOS E DISCUSSÕES	54
6. CONCLUSÃO	57
REFERÊNCIAS	59
APÊNDICE A - RESULTADOS MENSIS DO OEE.....	63
APÊNDICE B - REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DOS RESULTADOS MENSIS DO OEE.....	67
ANEXO A - CATÁLOGO DE COLETOR DE DADOS PARA CHÃO DE FÁBRICA	72
ANEXO B - ORGANOGRAMA GERAL DA EMPRESA ESTUDADA	75
GLOSSÁRIO	77

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

DIAGRAMAS

DIAGRAMA 1 - CICLO EVOLUTIVO DE MELHORIAS.....	11
DIAGRAMA 2 - EXEMPLO DA ELABORAÇÃO DO DIAGRAMA DE CAUSA E EFEITO	17
DIAGRAMA 3 - DIAGRAMA DE CAUSA E EFEITO – PLACA ELETRÔNICA QUEIMADA - BEA.....	53
DIAGRAMA 4 - DIAGRAMA DE CAUSA E EFEITO – EIXO 2 DESALINHADO - MCP.....	53

FIGURAS

FIGURA 1 - KAIZEN	9
FIGURA 2 - OS PILARES DA TPM.....	30
FIGURA 3 - FATORES PARA DETERMINAÇÃO DO OEE.....	37
FIGURA 4 - DEMOSTRATIVO DO CÁLCULO DO OEE E DAS GRANDES PERDAS DA TPM.....	38
FIGURA 5 - CÁLCULO OEE - EMPRESA CITADA	43
FIGURA 6 - FORMULÁRIO DE COLETA DE DADOS DA EMPRESA ESTUDADA.....	45

GRÁFICOS

GRÁFICO 1 - GRÁFICO DE PARETO	15
GRÁFICO 2 - PROGRESSO SEMANAL (AGOSTO) DO ÍNDICE DE DISPONIBILIDADE – COSMOS-20U.....	47
GRÁFICO 3 - PROGRESSO SEMANAL (AGOSTO) DO ÍNDICE DE PERFORMANCE OPERACIONAL – COSMOS-20U	48
GRÁFICO 4 - PROGRESSO SEMANAL (AGOSTO) DO ÍNDICE DE QUALIDADE – COSMOS-20U	48
GRÁFICO 5 - PROGRESSO SEMANAL (AGOSTO) DO ÍNDICE OEE – COSMOS-20U	49
GRÁFICO 6 - PROGRESSO MENSAL DO ÍNDICE DE DISPONIBILIDADE – COSMOS-20U.....	49
GRÁFICO 7 - PROGRESSO MENSAL DO ÍNDICE DE PERFORMANCE OPERACIONAL – COSMOS-20U	50
GRÁFICO 8 - PROGRESSO MENSAL DO ÍNDICE DE QUALIDADE – COSMOS-20U.....	50
GRÁFICO 9 - PROGRESSO MENSAL DO ÍNDICE OEE – COSMOS-20U	50
GRÁFICO 10 - PARETO COM PERCENTUAL DE CADA MÁQUINA NO FATURAMENTO DA EMPRESA	52

QUADROS

QUADRO 1 - DIFERENÇAS ENTRE MELHORAMENTO REVOLUCIONÁRIO E CONTÍNUO.....	9
QUADRO 2 - SIGNIFICADO DO 5S NA PRODUÇÃO E NA ADMINISTRAÇÃO.....	20
QUADRO 3 - OBJETIVOS DO CÍRCULO DE CONTROLE DA QUALIDADE.....	21
QUADRO 4 - A EVOLUÇÃO DAS GRANDES PERDAS DA TPM.....	28

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - RESULTADO DO OEE SEMANAL (AGOSTO) – COSMOS-20U	47
---	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

5S	Programa 5S: SEIRI (Separação); SEITON (Organização); SEISSO (Limpeza); SEIKETSU (Padronização); SHITSUKE (Disciplina).
CCQ	Círculo de Controle da Qualidade.
CEP	Controle Estatístico de Processo.
JIPM	Japanese Institute Plant of Maintenance, traduzido como Instituto japonês de manutenção industrial.
OEE	Overall Equipment Effectiveness, traduzido como eficiência global do equipamento.
PDCA	Ciclo PDCA: PLAN (Planejamento); DO (Execução); CHECK (Verificação); ACTION (Atuação).
TEI	Total Employee Involvement, traduzido como envolvimento de todos da organização.
TPM	Total Productive Maintenance, traduzido como Manutenção Produtiva Total.
TQC	Total Quality Control, traduzido como Controle da qualidade total.
TQM	Total Quality Management, traduzido como Gestão da qualidade total.

1. INTRODUÇÃO

Este trabalho se baseia em um estudo de caso em uma empresa metal mecânica do ramo de usinagem, contemplando a implantação do índice de eficiência global, representado pela sigla OEE do inglês *Overall Equipment Effectiveness*. A empresa necessitava de monitoramento das operações produtivas por exigência da norma ISO / TS 16949 e uma mensuração da eficiência operacional para conseqüente obtenção de melhorias.

A ISO/TS 16949 tem como objetivo principal unificar os requisitos de certificação das indústrias automotivas a nível mundial, evitando-se assim múltiplas certificações. Embora ela seja uma opção aos fornecedores, não substituindo os outros requisitos, a tendência a ser observada é que a ISO/TS está se tornando o principal modelo de certificação reconhecido pelas montadoras de veículos (IQA, 2006).

Mais importante do que a necessidade de obter ou manter uma certificação para a sobrevivência da empresa é a prática da filosofia de Melhoria Contínua.

São comuns em muitas empresas os temas Ciclo PDCA, Círculos de Controle da Qualidade, Ferramentas Estatísticas da Qualidade, porém os resultados obtidos com a aplicação isolada dessas técnicas nem sempre atingem totalmente o potencial em termos de qualidade nos seus processos. Esse fato pode-se atribuir ao empenho de esforços para melhoramento sem mensurar ou monitorar seus processos produtivos.

Diante disso, as empresas devem rever suas políticas de melhoramento ou melhoria contínua e buscar um método de mensurar e monitorar os processo e controlar as melhorias.

O índice OEE é um método eficaz e altamente recomendado para mensurar a eficácia de processos, abordando três dimensões: índice de disponibilidade, índice de eficiência e índice de qualidade (LJUNGBERG, 1998, p. 496, MARTINS & LAUGENI, 2005, p. 469, SLACK *et al.*, 2002, p. 353).

A filosofia por meio da qual o OEE foi desenvolvido é a gerência da Manutenção Produtiva Total (TPM - *Total Productive Maintenance*), que visa eliminar a variabilidade em processos de produção, através das grandes perdas descritas pela filosofia. A TPM é alcançada

principalmente por meio do envolvimento de todos os funcionários. Seus princípios básicos são:

- Manutenção autônoma;
- Manutenção planejada (Preventiva e Preditiva);
- Melhoria dos processos e equipamentos (Grandes Perdas, OEE);
- Gerência de novos equipamentos (Novos produtos e novas tecnologias);
- Gerência da qualidade dos processos (Zero defeito);
- Educação e Treinamento (Educação contínua);
- TPM na Administração e outros departamentos;
- Segurança e Meio-Ambiente.

1.1. OBJETIVOS

Objetivos gerais

O objetivo desse trabalho é expor a importância do índice de eficiência global do equipamento (OEE) através da implantação do índice em uma empresa do setor metal mecânico para geração de melhorias.

Objetivos específicos

Deseja-se, através da implantação do índice OEE, demonstrar que a filosofia TPM não é apenas uma técnica de manutenção, e sim uma forma eficaz de gerir a melhoria contínua.

Para tanto, os objetivos desse trabalho são:

- a) Apresentar a filosofia TPM;
- b) Demonstrar a implantação do índice OEE contemplando, sua elaboração, treinamento do pessoal, coleta, tabulação e análise dos dados;

- c) Mostrar a atuação da empresa em ações de melhoramento dos processos com base nos dados do OEE, assim como os resultados atingidos.

1.2. ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho segue a seguinte estrutura:

O capítulo 1 compreende a introdução do trabalho. Nele está contida a introdução dos assuntos abordados, objetivos e estrutura do trabalho.

Nos capítulos 2, 3 e 4 é apresentada a revisão da literatura com a fundamentação teórica para o estudo realizado e base para as conclusões obtidas. O capítulo 2 se refere as estratégias para melhoramento da produção e traz muitos dos princípios e técnicas utilizadas para o desenvolvimento do presente trabalho. O capítulo 3 mostra uma revisão sobre a Manutenção Produtiva Total (TPM) e o capítulo 4 encerra a fundamentação teórica falando sobre o índice de Eficiência Global do Equipamento e suas aplicações.

O capítulo 5 descreve todo estudo de caso realizado na empresa citada.

No capítulo 6 é apresentada a conclusão do estudo sobre os resultados demonstrados com base na revisão da literatura e referências para trabalhos futuros.

2. ESTRATÉGIAS PARA MELHORAMENTO

2.1. MEDIÇÃO DO DESEMPENHO E PRIORIZAÇÃO DO MELHORAMENTO

Antes do início de qualquer abordagem de melhoramento deve-se primeiramente mensurar o que se quer melhorar, pois não é possível obter melhorias sem a utilização de mensuração. Portanto, a primeira atividade que deve ser realizada no esforço para melhorar um produto ou processo é a elaboração de medidas de desempenho (CAMPOS, 1992, p. 20; SLACK *et al.*, 2002, p. 590; DAL *et al.*, 2000, p. 1490; MARTINS & LAUGENI, 2005, p. 533).

Segundo Martins e Alt (2000, p. 47), uma medida de desempenho é uma maneira de medir o desempenho em uma determinada área e de agir sobre os desvios em relação a objetivos traçados.

Essas medições tornam possível análise da situação da qualidade e tomadas de ações para melhorar um determinado aspecto de área da organização (SLACK *et al.*, 2002, p. 590).

Quando medidas de desempenho estão disponíveis, as organizações precisam julgar se os desempenhos são bons. Esta avaliação é geralmente realizada envolvendo algum tipo de padrão.

Segundo Develin (1995, p. 23) os padrões em constante melhoria forneceram um ponto de partida para muitas empresas de manufatura para realização de melhorias significativas à produtividade, taxas de defeito e serviço ao cliente.

Esses padrões podem ser (SLACK *et al.*, 2002, p. 592-596):

- a) **Padrões históricos:** Comparação de desempenhos atuais com desempenhos anteriores. Indicam se houve algum tipo de melhoria ou piora com o tempo, mas não indicam se o desempenho é ou não é de fato satisfatório;
- b) **Padrões de desempenho meta:** Padrões estabelecidos arbitrariamente para refletir algum nível de desempenho visto como adequado. Segundo Develin (1995, p. 23), o uso desses padrões em sistemas de melhoria contínua é

considerado perigoso, pois pode gerar problemas como o medo de falhar ou informações distorcidas para esconder problemas;

- c) **Padrões de desempenho da concorrência:** Comparação entre o desempenho atingido na organização e o desempenho atingido por uma ou mais organizações concorrentes. Uma vantagem da adoção desses padrões é que eles relacionam os desempenhos avaliados com a competitividade do mercado. Uma abordagem que algumas empresas usam para comparar suas operações com aquelas de outras empresas é o *benchmarking*. Essa técnica tem se mostrado eficaz em avaliar os produtos da empresa perante os líderes de mercado (MARTINS & LAUGENI, 2005, p. 507).
- d) **Padrões de desempenho absolutos:** Quando os padrões são obtidos se tomando limites teóricos como, por exemplo, o padrão de qualidade “zero defeito” ou o padrão de estoques “estoque zero”. Esses padrões podem na prática nunca serem atingidos e apesar de ilustrar o quanto a empresa poderia teoricamente melhorar, pode gerar falta de motivação por parte do pessoal envolvido, já não importa o esforço despendido, pois o padrão nunca será atingido;

Porém, antes de tomar qualquer julgamento quanto às prioridades relativas ao melhoramento de um processo, devem-se analisar em conjunto os padrões de desempenhos, os desempenhos atingidos e também a importância de cada desempenho no contexto global da organização (SLACK *et al.*, 2002, p. 597).

Para priorizar esforços para melhoramento, avaliando a relação entre os desempenhos, suas respectivas importâncias para os clientes e comparação entre desempenhos dos concorrentes, muitas técnicas podem ser aplicadas como a Matriz Importância-Desempenho proposta por Slack *et al.* (2002, p. 597). Outras técnicas de priorizar a melhoria nas operações sob outros pontos de vista devem ser empregadas, como o estudo de viabilidades sob o ponto de vista econômico, assim como, o princípio de Pareto que será abordado no tópico 2.3.

Develin (1995, p. 8) afirma ainda que não existe padrão de qualidade a não ser a qualidade dos serviços como é percebida pelos clientes.

Essa afirmação foi feita com base na necessidade descrita por ele em sempre superar as expectativas dos clientes e oferecer um diferencial, além do que é oferecido por outras

empresas. Ou seja, os clientes exigem um padrão de qualidade e não oferecer serviços com esses padrões é um motivo para perder estes clientes. Entretanto, a empresa não deve buscar unicamente os padrões oferecidos por seus concorrentes e sim buscar a constante melhoria.

2.2. ABORDAGENS DE MELHORAMENTO

Há duas abordagens gerais em relação a melhoramento, ou seja, aumento de desempenho em determinado indicador. São elas: melhoria revolucionária e melhoria contínua.

Melhoria Revolucionária

A melhoria revolucionária é baseada na inovação, ou seja, na geração de soluções criativas. É uma mudança drástica na forma como uma operação trabalha. O impacto de uma melhoria revolucionária é relativamente repentino, usualmente demandam grandes investimentos de capital e frequentemente geram interrupção e perturbação às atividades em curso. Exemplos de mudanças que constituem uma melhoria revolucionária é a inclusão de novas tecnologias ao processo, como um novo equipamento ou um novo projeto de layout de fábrica (SLACK *et al.*, 2002, p. 602).

Segundo Oishi (1995, p. 81), sempre que possível devemos buscar a melhoria revolucionária. Porém, o aumento da concorrência torna necessário um maior ritmo de mudanças e menores tempos para implementar essas mudanças. Desta forma, como existe um grande intervalo de tempo entre as melhorias revolucionárias se torna necessário a abordagem pela melhoria contínua. (OISHI, 1995, p. 81; DEVELIN, 1995, p. 10).

Melhoria Contínua

A melhoria contínua adota uma abordagem de melhoramento de desempenho que presume mais passos de melhoramento incremental por com incrementos menores. O que conta para a organização que adota essa abordagem não é o tamanho do incremento individual das pequenas melhorias, mas o ganho ao final de um período de tempo. Para garantir que pequenas melhorias serão seguidas por outras pequenas melhorias existe a filosofia global de melhoria contínua (SLACK *et al.*, 2002, p. 602).

Segundo Develin (1995, p. 31) a melhoria contínua é uma forma nova e melhor de administrar.

A melhoria contínua está estritamente ligada às filosofias Gestão da Qualidade Total (TQM) e Controle da Qualidade Total (TQC) (PALADINI, 2004b, p. 32; CAMPOS, 1992, p. 13). Estas filosofias são modelos de gerenciamento centradas na qualidade total, melhoria contínua, foco no cliente e envolvimento de toda a empresa.

Essa abordagem conta com a participação de todos os envolvidos diretamente ou indiretamente com o processo. É baseado na geração de idéias de baixo para cima e na administração participativa, a fim de aproveitar a criatividade total, capacidade e comprometimento de cada funcionário numa incansável busca de melhoria de cada aspecto da organização.

O segredo do sucesso do sistema de produção japonês, que incluía a filosofia de melhoria contínua e o envolvimento de todos, foram a busca constante pela eliminação de perdas e o respeito pelas pessoas. O sistema japonês constitui em acreditar na melhoria contínua sobre a forma do TQC e ensinar isso do presidente da empresa até os faxineiros (BLACK, 1998, p. 20-25). Essa tática para melhoramento parte do princípio que as pessoas podem desejar mais que dinheiro e segurança, elas apreciam a oportunidade de participação e de envolvimento, afinal, todos querem ser os melhores e querem vencer (DEVELIN, 1995, p. 9-11).

Segundo Develin (1995, p. 5) para cada organização que transformou seu desempenho através da melhoria continua, há dez que tentaram, mas foram desapontadas pelos resultados.

Ele atribui isso a dois problemas gerais: Primeiro, a maior dificuldade da mudança é organizacional, principalmente na administração. Segundo, a melhoria continua é muitas vezes usada para satisfazer a necessidade de marketing (DEVELIN, 1995, p. 5; MARTINS & LAUGENI, 2005, p. 465).

Podemos atribuir outros dois fatores ao não sucesso da filosofia da melhoria continua nas organizações: a tradição ocidental do curto prazo e da ênfase nos resultados não condiz com uma filosofia de longo prazo, baseada na paciência.

Diferenças entre as duas abordagens

As diferenças entre as duas abordagens de melhoramento de padrões são apresentadas no Quadro 1.

Crítérios	Melhoramento Revolucionário	Melhoramento Contínuo
Efeito	Curto prazo, porém dramático.	Longo prazo, mas não dramático.
Passo	Grande passo.	Pequenos passos.
Período	Intermitente e individual.	Contínuo e incremental.
Envolvimento	Seleção dos mais criativos (Individualismo).	Todos (Coletivismo).
Estímulos	Inovações tecnologias e novas idéias.	Tradição.
Mudança	Brusca e volátil.	Gradual e constante.
Requisitos	Grande investimento, mas pequeno esforço.	Pequeno investimento, mas grande esforço.
Orientação	Tecnologia.	Pessoas.
Avaliação	Resultados e lucro.	Processo e esforços.
Riscos	Concentrados.	Dispersos.

Quadro 1 - Diferenças entre Melhoramento Revolucionário e Contínuo

Fonte: Adaptado de Slack et al. (2002, p. 605)

Kaizen

Muitos autores trazem a idéia de melhoria contínua associado ao termo japonês *Kaizen* (SLACK *et al.*, 2002, p. 602; MARTINS & LAUGENI, 2005, p. 465). De fato essas duas idéias estão estritamente ligadas. Entretanto, Oishi (1995, p. 83) apresenta o termo *Kaizen* como um sinônimo para melhorias em geral e sobre vários pontos de vista de melhoria. A palavra significa “mudar para melhor”. Seu uso no meio industrial surgiu no Japão onde também surgiu o princípio de melhoria contínua.

A Figura 1 traduz a idéia do significado do termo *Kaizen* descrito por Oishi (1995, p. 83) como a relação do aumento da qualidade com o tempo. Segundo Oishi, as três formas de manutenção da qualidade são: Manutenção dos Padrões, Melhoria Contínua e Melhoria Revolucionária. E todas elas são fundamentais para o sucesso de uma organização.

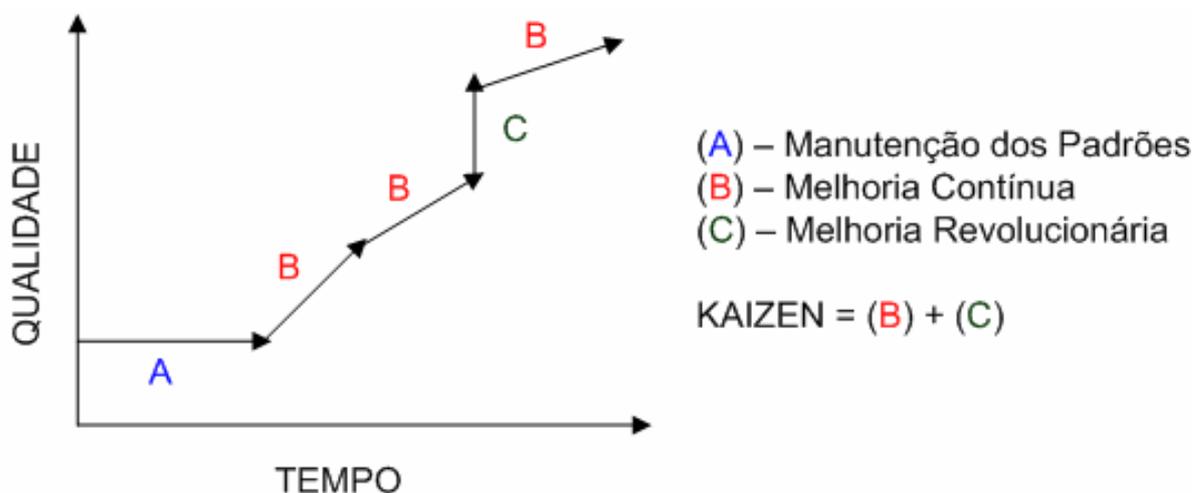


Figura 1 - Kaizen

Fonte: Adaptado de Oishi (1995, p. 82) e Slack et al. (2002, p. 606)

Portanto a filosofia *Kaizen* é mais ampla que as filosofias TQM e TQC. Contempla muitas outras filosofias e técnicas de melhoramento, tais como (MARTINS & LAUGENI, 2005, p. 466; OISHI, 1995, p. 83):

- Gestão da qualidade total (TQM) e Controle da qualidade total (TQC);
- Melhoria Contínua;
- Zero Defeito;
- Ciclo PDCA;
- Manutenção Produtiva Total (TPM);
- Círculos de controle da qualidade (CCQ);
- 5S;

Algumas dessas técnicas serão abordadas no subitem 2.3.

O Diagrama 1 mostra algumas técnicas e práticas envolvidas na obtenção de melhoria dos padrões e o fluxo para a obtenção da melhoria contínua.

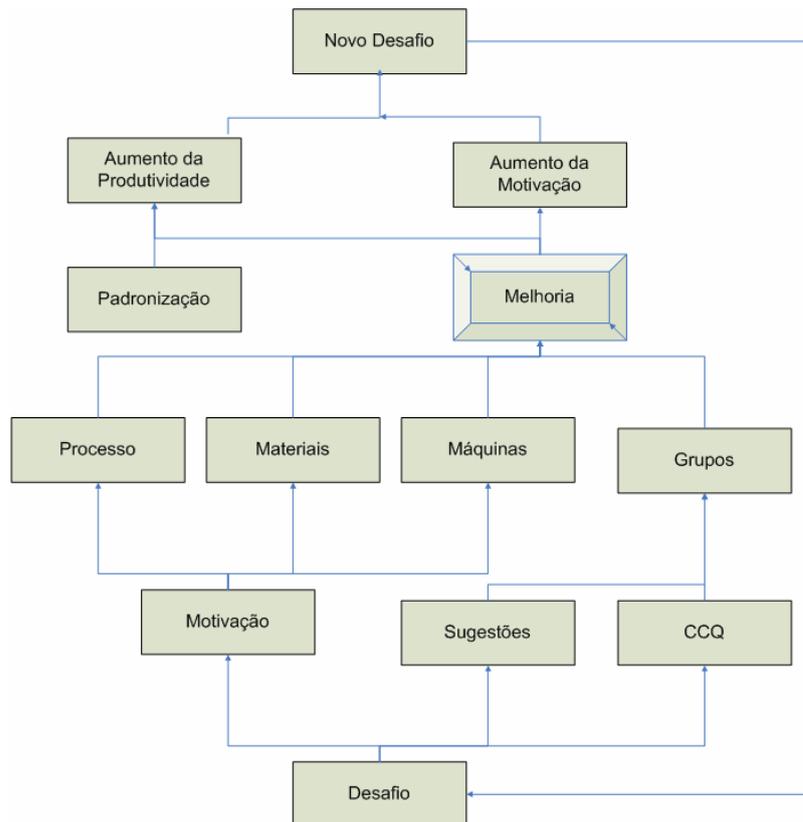


Diagrama 1 - Ciclo evolutivo de melhorias

Fonte: Adaptado de Oishi (1995, p. 88)

No fluxo de trabalho para a obtenção da melhoria dos padrões de qualidade descrito por Oishi (1995, p. 88), representado na Diagrama 1, pode-se observar duas principais origens para o melhoramento dos processos. “Motivação”, que representa os estudos e observações sobre o processo e elementos que compõe o processo para promover melhorias. E as atividades dos “Grupos” de trabalho como o CCQ ou programas de incentivos as Sugestões. O programa CCQ será abordado no subitem 2.4.

2.3. TÉCNICAS DE MELHORAMENTO

Neste tópico serão descritos algumas técnicas para melhoramento que integram a filosofia *Kaizen*. A Manutenção Produtiva Total é uma delas, entretanto devido a sua importância para o contexto desse trabalho será extensamente discorrida no capítulo 3.

Ciclo PDCA

Os ciclos são partes integrantes de um processo de melhoria contínua (DEVELIN, 1995, p. 20). A natureza repetida e cíclica do melhoramento contínuo é mais bem resumida pelo que é chamado ciclo PDCA (SLACK *et al.*, 2002, p. 605).

Segundo Campos (CAMPOS, 1992, p. 29), o ciclo PDCA é um método para a prática do controle. Werkema (1995, p. 24) descreve o ciclo PDCA como um método gerencial de tomada de decisões para garantir o alcance das metas necessárias à sobrevivência de uma organização.

Na prática, o PDCA se constitui em um modelo que contém uma seqüência de atividades executadas de maneira cíclica para manter ou melhorar padrões, níveis de qualidade.

As etapas do ciclo PDCA para melhoramento dos padrões, também chamado de “método de solução de problemas” ou “QC Story”, são (CAMPOS, 1992, p. 29-38, 211; WERKEMA, 1995, p. 25; KUME, 1993, p. 202):

- a) Planejamento (P): Estabelecimento das metas e método para alcançar as metas propostas. Essa etapa envolve as seguintes atividades: Identificação do problema; Observação das características do problema; Análise do processo e das causas; Estabelecimento de um plano de ação;
- b) Execução (D): Executar as tarefas como foi previsto na etapa anterior e coletar os dados que serão utilizados na etapa de verificação. É na etapa de execução que ocorre as atividades de educação e treinamento. Deve-se buscar bloquear as causas fundamentais do problema;
- c) Verificação (C): A partir dos dados coletados na execução, verificar os resultados alcançados a partir da meta planejada. Nessa etapa se verifica se os bloqueios da etapa anterior foram efetivos;
- d) Atuação Corretiva (A): Em função dos resultados obtidos, atuar corretivamente sob as causas dos desvios através da padronização, garantindo que o problema não mais ocorra. Também é realizada ao final dessa etapa, uma revisão do trabalho executado para futuros ciclos.

Ao final das etapas do ciclo, o PDCA é reiniciado e assim um ciclo PDCA pode ser usado para gerenciar mudanças de outro ciclo maior. Essa repetição garante a abordagem da melhoria contínua.

Segundo Werkema (1995, p. 27,42) as ferramentas da qualidade são utilizadas para coletar, processar e dispor as informações necessárias ao giro do ciclo PDCA pra manter e melhorar resultados.

Ferramentas da Qualidade

As chamadas ferramentas da qualidade são, na verdade, o conjunto das sete ferramentas estatísticas mais importantes para melhoria da qualidade. Estas ferramentas ajudam a identificar, corrigir e prevenir problemas e causas de problemas.

Segundo Ishikawa (1993, p. 209) noventa e nove por cento (99%) da análise de processo pode ser conseguida através do uso das sete ferramentas da qualidade.

As sete ferramentas estatísticas da qualidade são (WERKEMA, 1995, p. 43-44; ISHIKAWA, 1993, p. 203-204):

- Estratificação;
- Folha de verificação;
- Gráfico de Pareto;
- Diagrama de Causa e Efeito;
- Histograma;
- Diagrama de Dispersão;
- Gráficos de Controle.

Estratificação:

A estratificação consiste no agrupamento dos dados em subgrupos sob determinados fatores. Esses fatores são chamados de fatores de estratificação (WERKEMA, 1995, p. 53).

É dividir um problema em camadas de problemas de origens diferentes (CAMPOS, 1992, p. 201). Essa divisão dos dados facilita a análise de relação entre os fatores de estratificação e uma determinada característica do processo. Por exemplo, quando se quer saber a relação entre a quantidade de um componente e a dureza de um produto (KUME, 1993, p. 11).

Os fatores equipamento, insumos, pessoas, métodos, medidas e condições ambientais são categorias naturais dos fatores de estratificação (WERKEMA, 1995, p. 54).

Segundo Kaoru Ishikawa a estratificação é a ferramenta mais importante de um gerente (CAMPOS, 1992, p. 199). Ela facilita a análise dos dados por outras ferramentas. Os dados estratificados podem ser mostrados em um diagrama de pareto ou em um gráfico de dispersão, por exemplo.

Folha de verificação:

Uma folha de verificação é um formulário no qual os itens a serem examinados já estão impressos, com os objetivos de facilitar a coleta e registro dos dados e organizar os dados de forma que possam ser facilmente analisados em um segundo momento (KUME, 1993, p.11). É uma folha de marcação que separa os dados através do uso de estratificação, onde o registro dos dados pode ser feito através de marcas ou símbolos.

As folhas de verificação podem ser usadas nas seguintes situações (WERKEMA, 1995, p. 59-68; KUME; 1993, p. 13-18):

- a) Obter a distribuição de uma característica do processo produtivo, por exemplo, o diâmetro de um componente. Nesse caso a folha de verificação é geralmente usada juntamente com histogramas;
- b) Classificar, ou seja, verificar a distribuição de uma característica do processo em fatores discretos, por exemplo, verificar tipos de defeitos;
- c) Obter a localização de defeitos;
- d) Identificar causas de problemas. Nesse caso obter a ocorrência de problemas sob os vários fatores de estratificação. Como exemplo, podemos citar a marcação de defeitos por máquina, funcionário e turno.

Em todos esses casos o Gráfico de Pareto pode ser usado para demonstrar a estratificação dos dados e suas respectivas importâncias.

Gráfico de Pareto:

Segundo Slack *et al.* (2002, p. 617) em qualquer processo de melhoria vale a pena distinguir entre o que é importante e o que é menos importante.

O Princípio de Pareto se baseia no freqüente fenômeno que ocorre em na análise de problemas, onde poucas causas explicarem a maioria dos problemas. Segundo esse princípio os problemas da qualidade são classificados em: os “pouco vitais”, pequena quantidade de problemas que representam 80% das perdas e os “muitos triviais”, uma extensa lista de problemas menos importantes que representam 20% das perdas. Da mesma forma, em geral, existem as “causas vitais” responsáveis por 80% desses problemas e as “causas triviais” responsáveis por apenas 20% dos mesmos (WERKEMA, 1995, p. 72; KUME, 1993, p. 22; SLACK *et al.*, 2002, p. 617).

Os gráficos de Pareto são gráficos de barras verticais na ordem decrescente de valores, onde as barras representam causas ou efeitos (problemas). Acima das barras é traçada uma curva com o somatório dos valores das barras. O Gráfico 1 ilustra um exemplo do gráfico de Pareto, onde podemos observar claramente o impacto da ocorrência dos “poucos vitais” no total de ocorrências.

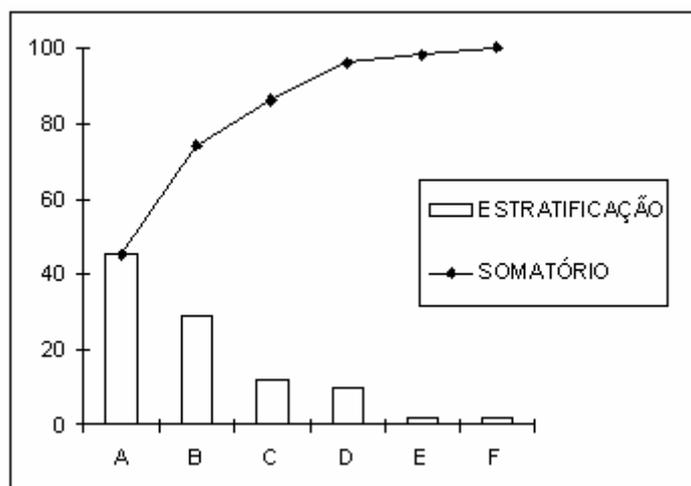


Gráfico 1 - Gráfico de Pareto

A função dos gráficos de Pareto é dispor a informação de modo a tornar evidente e visual a priorização de problemas (WERKEMA, 1995, p. 71). Essa priorização permite a concentração de esforços para obter maiores ganhos em melhoria. Ou seja, o que é mais importante ganha maior atenção.

Segundo Campos (1992, p. 199) o “Método de Análise de Pareto” permite: Dividir um problema grande e complexo em vários problemas menores e mais simples através da estratificação dos dados, o chamado “desdobramento” do gráfico de Pareto; Priorizar projetos e concentrar esforços; e Estabelecer metas concretas e atingíveis.

Diagrama de Causa e Efeito:

Também chamado de Diagrama de “Ishikawa” ou Diagrama “Espinha de Peixe”, o Diagrama de Causa e Efeito é extensamente usado em programas de melhoramento. Essa ferramenta é freqüentemente usada para procurar causas, raízes, de problemas (SLACK, *et al.*, 614-615; ISHIKAWA, 1993, p. 65). Essa ferramenta ajuda a organizar idéias a respeito de problemas e causas de problemas e a entender melhor o processo.

Segundo Werkema (1995, p. 95), o Diagrama de Causa e Efeito é uma ferramenta utilizada para apresentar a relação existente entre um resultado de um processo (efeito) e os fatores (causas) do processo que possam afetar o resultado considerado. Segundo Kume (1993, p. 31), é um diagrama que mostra a relação entre uma característica da qualidade e seus fatores.

Geralmente se constitui em um diagrama composto pelo problema e várias possíveis causas ligadas por linha, de forma a representar sua relação e importância. Em muitos casos, os fatores naturais de estratificação podem constituir essas possíveis causas, como demonstrado na Diagrama 2. Na construção dos diagramas de causa e efeito, em muitos casos, é usada a técnica de geração de idéias *brainstorming*.

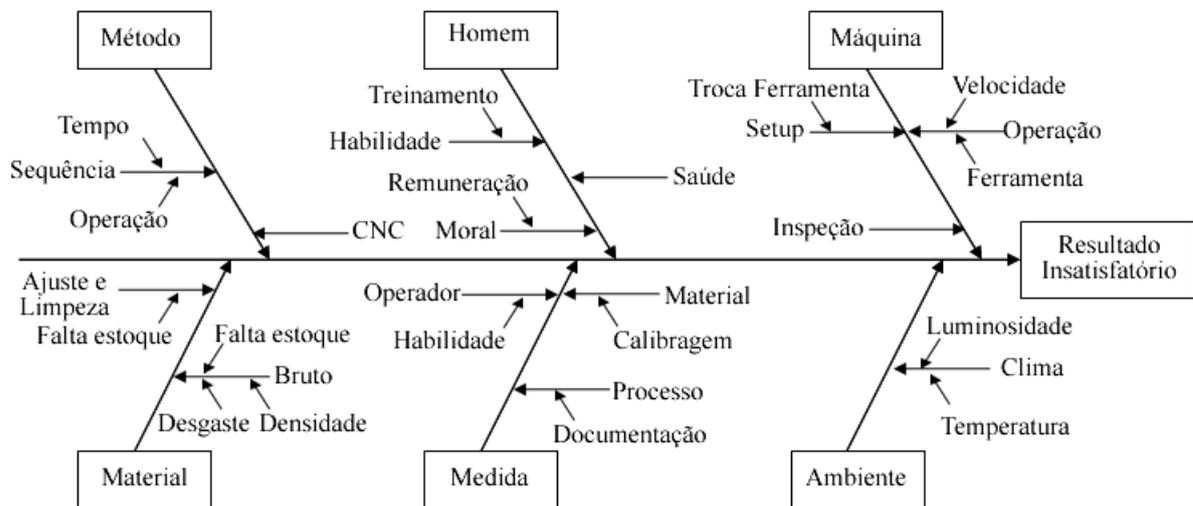


Diagrama 2 - Exemplo da elaboração do Diagrama de Causa e Efeito

Histograma:

Segundo Werkema (1995, p. 113) o Histograma é:

Um gráfico de barras no qual o eixo horizontal é subdividido em vários pequenos intervalos e são apresentados os valores assumidos por uma variável de interesse. Para cada um destes intervalos é construída uma barra vertical, cuja área deve ser proporcional ao número de observações na amostra, cujos valores pertencem ao intervalo correspondente.

O Histograma dispõe as informações de forma que seja possível observar a “Distribuição” do conjunto de dados agrupados (amostra), a localização do valor central e a dispersão dos dados em torno do valor central (WERKEMA, 1995, p. 114). Através da análise dos histogramas, pode-se agir para diminuir a variabilidade do processo e determinar sua capacidade em atender a uma determinada especificação em uma das características da qualidade.

A Distribuição dos dados é o modelo estatístico para o padrão de ocorrência dos valores de uma população. Ou seja, a Distribuição representa o padrão de variação de uma população (WERKEMA, 1995, p. 111-113).

Diagrama de Dispersão:

Também chamado de Diagrama de Relacionamento ou Diagrama Scatter. O Diagrama de Dispersão é usado para verificar se existe uma possível correlação entre duas variáveis associadas de um processo e se existe verificar qual o tipo dessa relação (SLACK *et al.*, 2002,

p. 613-614; WERKEMA, 1995, p. 161). Uma correlação entre duas variáveis existe quando estas apresentam tendência de variação conjunta.

As variáveis analisadas podem ser (KUME, 1993, p. 74):

- a) Uma característica da qualidade e um fator que a afeta, para verificar importância de possíveis causas;
- b) Duas características da qualidade, para priorizar ações sobre problemas;
- c) Dois fatores que afetam uma característica da qualidade, para priorizar ações sobre causas de problemas;

Gráficos de Controle:

Os gráficos de controle, cartas de controle ou também chamados de gráficos de Shewhart são a principal ferramenta do Controle Estatístico de Processo (CEP). São ferramentas para o monitoramento da variabilidade e avaliação da estabilidade de um processo (SLACK *et al.*, 2002, p. 564; WERKEMA, 1995, p. 182). Através desse monitoramento é possível verificar se o processo está sob controle estatístico.

Os gráficos de controle permitem a distinção entre as causas comuns, ou aleatórias e as causas especiais, ou assinaláveis da variabilidade do processo (WERKEMA, 1995, p. 183).

A variação devida a causas comuns é inevitável e ocorre em qualquer processo. Já a variação devida a causas especiais significa que existem fatores relevantes que devem ser investigados. Quando atuam no processo apenas causas comuns dizemos que o processo está sob controle estatístico (KUME, 1992, p. 99).

Segundo Montgomery (2004, p. 99), a eliminação das causas especiais, resulta em uma variabilidade menor e uma melhora do processo.

Programa 5S.

Segundo Martins e Laugeni (2005, p. 463) qualquer programa de melhoria da qualidade e produtividade deve iniciar-se com a mudança de hábito dos colaboradores quanto à limpeza, organização, ordem e asseio do local de trabalho.

O programa 5S é uma técnica japonesa que visa mudar a maneira de pensar das pessoas, na direção de um melhor comportamento para toda a vida. É uma nova maneira de conduzir a empresa com ganhos efetivos de produtividade (MARTINS & LAUGENI, 2005, p. 463). Essa técnica visa melhorar a relação do ser humano com o meio ambiente e é parte integrante de programas de melhoria contínua.

O programa é baseado em cinco palavras japonesas (MARTINS & LAUGENI, 2005, p. 463-464; TAKAHASHI & OSADA, 1993, p. 127-130):

- a) **SEIRI – Separação:** Identificar os itens em necessários e desnecessários e descartar os desnecessários. Se houver dúvida na identificação do item, optar por descartá-lo. O custo de armazenamento de item desnecessário é alto, além disso, o item pode gerar confusão.
- b) **SEITON – Organização:** É a manutenção dos itens considerados necessários. Separar e acondicionar os materiais de forma organizada e adequada de modo a serem facilmente localizados, retirados e usados. Estabelecer os locais de armazenamentos dos itens com ordem de frequência de uso.
- c) **SEISSO – Limpeza:** Manter os itens e local de trabalho em que são armazenados e usados sempre limpos. Para garantir essa limpeza se devem verificar regularmente os itens de trabalho. Mostrar periodicamente os ganhos obtidos com a limpeza do local.
- d) **SEIKETSU – Padronização:** A padronização, asseio e arrumação, aqui devem ser entendidos como um “estado de espírito”, isto é, hábitos que fazem com que, de modo padronizado, para não dizer automatizado, como reflexos condicionados, pratiquemos os 3S anteriores.
- e) **SHITSUKE – Disciplina:** Manter de forma disciplinada, tudo o que leva à melhoria do local de trabalho, da qualidade e da segurança do colaborador. Pode

ser obtida por meio de treinamentos persistentes nos 4S anteriores. É a efetivação da administração participativa.

O programa 5S envolve todas as pessoas da empresa. No Quadro 2 é demonstrado um exemplo de um plano de mudanças do programa 5S para a produção e a administração de uma empresa.

5S	Produção	Administração
SEIRI (arrumação)	Identificação dos equipamentos, ferramentas e materiais necessários e desnecessários nas oficinas e postos de trabalho.	Identificação de dados e informações necessárias e desnecessárias para decisões.
SEITON (ordenação)	Determinação do local específico ou lay-out para os equipamentos serem localizados e utilizados a qualquer momento.	Determinação do local para pesquisa e utilização dos dados a qualquer momento. Deve-se estabelecer um prazo de 5 minutos para se localizar um dado.
SEISOH (limpeza)	Eliminação de pó, sujeira e objetos desnecessários e manutenção da limpeza nos postos de trabalho.	Sempre atualização e renovação de dados para ter decisões corretas.
SEIKETSU (asseio)	Ações consistentes e repetitivas visando arrumação, ordenação e limpeza e ainda manutenção de boas condições sanitárias e sem qualquer poluição.	Estabelecimento, preparação e implementação de informações e dados de fácil entendimento que serão muito úteis e práticas para decisões.
SHITSUKE (autodisciplina)	Hábito para cumprimento de regras e procedimentos especificados pelo cliente.	Hábito para cumprimento dos procedimentos determinados pela empresa.

Quadro 2 - Significado do 5S na Produção e na Administração

Fonte: Campos (1992, p. 174)

Oishi (1995, p. 90) sugere ainda a utilização de mais um “S”, estabelecendo assim o programa 6S. O sexto “S” seria atribuído à palavra SHUKAN que pode ser traduzida como Hábito. Essa nova característica mostra a importância de tomar como prática aquilo que foi aprendido com a palavra SHITSUKE, Aprendizado.

2.4. CÍRCULOS DE CONTROLE DA QUALIDADE

O movimento dos círculos de controle da qualidade (CCQ) iniciou no Japão em 1962 e rapidamente ganhou adeptos por todo o mundo. Criada por Kaoru Ishikawa, a iniciativa se constituiu numa forma de popularizar o gerenciamento participativo que foi empregado nas indústrias japonesas desde a década de 1950 (ISHIKAWA, 1993, p. 22, BLACK, 1998, p. 163; CHIAVENATO, 2000, p. 391).

Aos CCQs são passados as ferramentas estatísticas da qualidade como Estratificação, Gráfico de Pareto e Diagrama de Causa-Efeito e também o ciclo PDCA mostradas no tópico 2.3.

Segundo Oishi (1995, p. 32), os CCQs chamados por ele de Pequenos Grupos de Atividades (PGA) são grupos de pequeno número de funcionários com o objetivo de conduzir a melhoria de elementos ou sistemas que se relacionam com suas atividades.

Martins e Laugeni (2005, p. 503-506) definem os círculos de controle da qualidade como, times voltados à prevenção e à solução de problemas de qualidade.

Os círculos de controle da qualidade ou somente círculos da qualidade, são grupos de empregados, na maioria dos casos grupos pequenos de até dez pessoas, dentro do mesmo departamento. Esses grupos realizam reuniões, de duas a quatro vezes por semana, de trinta a sessenta minutos, de preferência durante o horário de expediente, para atuar em problemas relacionados às suas atividades.

Algumas empresas preferem formar grupos com pessoas de diferentes atividades a fim de diversificar a geração de idéias e até mesmo integrando sua cadeia de suprimentos com a finalidade de resolver problemas comuns a clientes e a fornecedores.

Segundo Ishikawa (1993, p. 23,145) um CCQ dever prosseguir continuamente, como parte das atividades de controle de qualidade em toda a empresa, com auto-desenvolvimento e desenvolvimento mútuo, controlando e melhoramento suas atividades e participando com todos os membros.

Os principais benefícios dessa técnica são demonstrados pelo Quadro 3.

Objetivos do CCQ
1. Desenvolver o conhecimento e habilidades dos trabalhadores
2. Introduzir um esforço de equipe entre trabalhadores e superiores
3. Soltar a criatividade inerente aos trabalhadores
4. Melhorar a consciência de qualidade
5. Criar uma força de trabalho mais harmoniosa e elevando a moral
6. Encorajar o engajamento e contribuição às metas da corporação para melhor qualidade e maior produtividade
7. Encorajar qualidades de liderança nos líderes do CCQ
8. Melhorar as comunicações e ampliar o reconhecimento

Quadro 3 - Objetivos do círculo de controle da qualidade

Fonte: Adaptado de Black (1998, p. 164)

Alguns princípios adotados para garantir o sucesso de programas de administração participativa são (FEIGENBAUM, 1994, p. 87-88):

- Necessário envolvimento ativo da gerência e não superficial.

- As contribuições e idéias do funcionário deverão ser seriamente consideradas.
- A exigência principal é apresentar contribuições contínuas e de longo prazo.
- Todas as áreas da empresa devem ser incluídas e todos os níveis de funcionários.
- A organização dessas atividades deve ser mantida com clareza e simplicidade.
- Necessária preparação inicial criteriosamente elaborada.
- As reuniões devem ser objetivadas do ponto de vista dos participantes e estes devem concordar com a sessão e estarem contentes.
- A substância das reuniões de envolvimento deve ser constantemente reciclada.
- A liderança das reuniões deve originar-se da própria linha de operação e orientar-se para a mesma.
- Necessário focar a satisfação do consumidor e a qualidade dos serviços oferecidos.

No Brasil, a Volkswagen foi a primeira a adotar a técnica e estendeu o programa a seus fornecedores e suas concessionárias, a exemplo da Honda e da Toyota. Mérito, também, a Johnson & Johnson que disseminou o CCQ pelo Vale do Paraíba (CHIAVENATO, 2000, p. 392-393).

O CCQ além de focar a melhoria direta da empresa aborda o ponto de vista social do trabalho moderno. Está se transmitindo nas indústrias que o aplica, o alicerce de uma nova democracia industrial, e é uma mudança de paradigma que atua na mais rígida estrutura de uma empresa, a organizacional.

É fato que uma nova política de relações sociais se torna cada vez mais necessária na indústria. As empresas estão enfrentando problemas relacionados a mão-de-obra, com elevados números de absenteísmo, rotatividade, quebra de cadências, baixa produtividade, sabotagens, entre outros. Isso pode ser devido a rigidez disciplinar, ritmos enfadonhos e monotonia imposta pelo modelo organizacional atual herança do Taylorismo e Fordismo. Levando diretamente a recessões, movimentos grevistas e acirramento da competição no trabalho, além de perda de produção, qualidade e competitividade para a empresa (ISHIKAWA, 1993, p. 24-29; CHIAVENATO, 2000, p. 32-39).

As empresas têm mostrado soluções para esses problemas através de programas de aumento da satisfação e motivação dos trabalhadores, maior participação nas decisões referente ao trabalho do dia-a-dia, maior polivalência de tarefas e investimentos em educação e capacitação do trabalhador.

São nesses pontos que as empresas que adotaram o CCQ têm ganhado vantagem competitiva. Como os casos descritos por Chiavenato (2000, p. 34-39), entre eles a Volvo sueca que obteve um aumento de 35% de produtividade e uma diminuição de 20% na relação homem/hora de seus processos produtivos, através do projeto de uma nova fábrica baseada em layout celular, cujas células são gerenciadas por grupos de trabalhos. Outro caso, desta vez no Brasil, é iniciativa da Mahle Metal Leve, que conseguiu estimular a geração de soluções de melhorias à sua planta, através da fomentação da participação dos funcionários em grupos da qualidade. O incentivo que os funcionários recebem é o valor em dinheiro de 50% do lucro ganho pela empresa com a melhoria sugerida.

3. MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL

Segundo Takahashi e Osada (1993, p. 7), TPM é “uma campanha que abrange a empresa inteira, com a participação de todo o corpo de empregados, para conseguir a utilização máxima do equipamento existente, utilizando a filosofia do gerenciamento orientado para o equipamento”.

A TPM vai muito além de uma forma de se fazer manutenção, é uma filosofia gerencial, atuando na forma organizacional, no comportamento das pessoas, na forma com que tratam os problemas diretamente ligados aos processos produtivos (MARTINS & LAUGENI, 2005, p. 469).

É uma filosofia de trabalho, com extrema dependência do envolvimento de todos os níveis da organização, capaz de gerar um senso de propriedade e confiabilidade sobre os equipamentos, sobre o processo e sobre o produto (MORAES, 2004, p. 35).

A TPM é realizada por todos os empregados através de atividades de pequenos grupos (SLACK *et al.* 2002, p. 647). E é eficaz para a introdução da uma educação voltada a manutenção na empresa (TAKAHASHI & OSADA, 1993, p. 13).

É por tanto, um método de gestão da produção voltado ao equipamento e baseado na melhoria contínua dos processos produtivos, através da política de envolvimento de toda a empresa.

O nome Manutenção Produtiva Total possui o seguinte significado (BLACK, 1998, p. 181; ORTIS, 2004, p. 13-14):

- a) Manutenção: Um dos motivos é porque veio num ciclo de evolução das técnicas de manutenção existentes, até então. Porém, o termo manutenção não se restringe exclusivamente a manutenção de equipamentos, mas de todo o processo produtivo, melhorando-o através da eliminação de perdas de produção;
- b) Produtiva: Foca a máxima eficiência de todo o sistema produtivo. Garantindo zero perda. Unindo a manutenção dos equipamentos (zero quebra), o processo (zero perda em tempos) e a qualidade dos produtos (zero defeito);

- c) Total: Conta com técnica japonesa de envolver todo o pessoal da empresa envolvido nos processos. Visa não só a manutenção, mas uma eficiência global do processo, abrangendo todos os departamentos da empresa, não só a parte industrial.

Entre outros conceitos, a TPM se baseia em conceitos inter-relacionados (LJUNGBERG, 1998, p. 495; DAL *et al.*, 2000, p. 1489; BLACK, 1998, p. 180):

- Maximizar a eficiência dos equipamentos;
- Promover manutenção autônoma;
- Incentivar atividades de pequenos grupos de trabalho (PGA).

Os esforços para maximizar a eficiência dos equipamentos e promover a manutenção autônoma serão descritos nos próximos tópicos. Já a atividade dos PGA, também chamado de círculo de controle da qualidade (CCQ) foi descrita no Capítulo 2;

Segundo Takahashi e Osada (1993, p. 7-8) dois conceitos de TPM são especialmente eficazes para as indústrias:

- a) O desenvolvimento de novos produtos, técnicas de processamento ou tecnologias de máquinas deve ser feito por um pequeno grupo de engenheiros competentes. Isso ocorre especialmente com o avanço científico liderado por alguns cientistas ou engenheiros capazes. As indústrias também progrediram como resultado do aperfeiçoamento de produtos e da tecnologia de máquinas, promovido por alguns engenheiros industriais.
- b) Entretanto, nas atividades de produção, quase todos os empregados da empresa contribuem para manter a produção através do uso de máquinas, matrizes, dispositivos e ferramentas, garantindo a qualidade do produto e a entrega dentro do prazo e promovendo a redução do estoque de material em processo. A melhoria da qualidade desses operários não ocorre da noite para o dia. Consequentemente, é necessário que cada operário se comprometa a promover a redução de custos e do número de produtos defeituosos bem como a garantir a entrega dentro do prazo.

O objetivo principal da TPM é a produção perfeita e, ou seja, o princípio de zero de defeito que não admite interrupções no processo em decorrência de parada do equipamento (MARTINS & LAUGENI, 2005, p. 468, TAKAHASHI & OSADA, 1993, p. 19).

3.1. HISTÓRIA DA TPM

A história da manutenção evoluiu da simples ação de urgência mediante as quebras caracterizada pela manutenção corretiva, evoluindo para manutenção preventiva e manutenção preditiva, até finalmente chegar à manutenção produtiva total (TPM).

A evolução direta da manutenção corretiva, ou emergencial, foi a manutenção preventiva que iniciou nos Estados Unidos a partir da década de 50, baseando-se na medicina preventiva humana. A partir disso, com o reconhecimento da importância da confiabilidade dos equipamentos, um modelo de implantação de melhorias, a fim de prevenir possíveis defeitos foi se desenvolvendo.

A manutenção preventiva (PM) não deve ser confundida com o conceito de prevenção contra manutenção (MP), criado uma década depois e que teve como objetivo guiar os projetos de novos produtos e processos se preocupando com a manutenção dos mesmos. Essa prevenção contra a manutenção deu origem a técnica, também americana, que foi chamada de Manutenção do Sistema de Produção (MSP), que já antecedia alguns conceitos da TPM como, por exemplo, a busca pela confiabilidade de todo o processo.

A Manutenção Produtiva Total foi iniciada no Japão em 1961, quando uma empresa do grupo Toyota, adotou a técnica americana de manutenção preventiva adaptando-a, as realidades da empresa e do país. A TPM foi o resultado da união da manutenção preventiva, com as filosofias de controle da qualidade total (TQC – *Total Quality Control*) e de envolvimento de todos (TEI – *Total Employee Involvement*) e concretizou da maneira que a conhecemos hoje, apenas na década de 70 (ORTIS, 2004, p. 17-18).

A partir dos resultados obtidos pelas indústrias japonesas, entre elas Toyota, Mazda e Nissan, e do crescente número de empresa que iniciavam a implantação da TPM foi criado o prêmio “TPM *Excellence award*” que premiava as empresas com melhores desempenhos na implantação da técnica. Hoje o prêmio está sob responsabilidade do JIPM, instituto japonês de manutenção industrial.

A TPM foi disseminada mundialmente por Seiichi Nakajima, vice-presidente do JIPM na época, através de suas publicações sobre o assunto. Nakajima foi o grande fundador da TPM

nos EUA e no Brasil através de suas visitas, a partir da década de 80. Entre suas contribuições está o surgimento da classificação das grandes perdas da TPM e a criação dos Pilares da TPM.

No Brasil, existe algumas empresas que adotaram a TPM e que receberam o TPM *Excellence award* do JIPM. Entre elas estão a Copene – Petroquímica do Nordeste S/A, Votocel Filmes Flexíveis Ltda do grupo Vototantin, Centrais, Unilever, Tetra Pak, Pirelli e Yamaha Motor Brasil (CHIARADIA, 2004, p. 25-26; MORAES, 2004, p. 39-40).

3.2. AS GRANDES PERDAS DA TPM

Para aumentar a produtividade dos equipamentos e, conseqüentemente, de toda a empresa, a TPM recomenda o ataque às denominadas seis grandes perdas (MARTINS & LAUGENI, 2005, p. 469; BLACK, 1998, p. 181):

- Perda 1 – Quebra: tempo perdido por falha do equipamento;
- Perda 2 – Ajuste (Set-up): tempo perdido com troca de ferramentas e ajuste iniciais;
- Perda 3 – Pequenas paradas (ociosidade): tempo perdido com ociosidades diversas não programadas;
- Perda 4 – Baixa velocidade: quantidade que deixa de ser produzida decorrente a velocidade operante menor do que a velocidade nominal do equipamento;
- Perda 5 – Produtos que são produzidos com qualidade insatisfatória: itens não conformes e que são perdidos;
- Perda 6 – Perdas no início do lote (Start-up): produtos que são produzidos com qualidade insatisfatória, quando o processo ainda não está em regime.

No final da década de 80, o foco da TPM deixou de ser exclusivamente o equipamento e passou a ser todo o sistema de produção e foi incorporada uma nova classificação das perdas que passou a contemplar também as perdas ligadas ao pessoal e aos recursos físicos de produção. O aumento da produtividade passou a ser buscado por dezesseis grandes perdas (MORAES, 2004, p. 38; DIAS, 1997 *apud* POSSAMAI, 2002, p. 42):

- Oito perdas ligadas aos equipamentos: por quebra ou falha do equipamento, por instalação ou ajustes (Set-up), por controle de ferramentas, por início de produção ou acionamento, por pequenas paradas e inatividades, por velocidade reduzida, por defeitos e re-trabalhos e perdas por tempo ocioso ou desligamento;

– Cinco perdas ligadas às pessoas: falha na administração, perda por mobilidade operacional, perda por organização de linha, perda por logística e perda por medições e ajustes;

– Três perdas ligadas aos recursos de produção: perda por falha e troca de matriz, ferramentas e gabaritos, perdas por falha de energia e perda de tecnologia.

Hoje, outras quatro perdas foram acrescentadas nas grandes perdas da TPM, contemplando perdas por processo, inventário, distribuição e compras. Assim a TPM passa a ter vinte grandes perdas ligadas a toda organização, conforme Figura 4.

	1ª geração 1970	2ª geração 1980	3ª geração 1990	4ª geração 2000
Estratégia	Máxima eficiência dos equipamentos		Produção e TPM	Gestão e TPM
Foco	Equipamento		Sistema de Produção	Sistema geral da Companhia
Perdas	Perda por falha	Seis principais perdas nos equipamentos	Dezesseis perdas (equipamentos, fatores humanos e recursos na produção)	Vinte perdas (processos, inventário, distribuição e compras)

Quadro 4 - A Evolução das grandes perdas da TPM

Fonte: Palmeira (2002 apud MORAES, 2004, p. 39)

3.3. OS PILARES DA TPM

Os princípios básicos e objetivos para a implementação da TPM foram chamados de “Pilares da TPM” descritos por Nakajima (1986 apud SLACK *et al*, 2002, p. 648; ORTIS, 2004, p. 23) quando o foco da técnica era a quebra zero. Os cinco pilares eram:

- Manutenção Autônoma;
- Melhoria Específica;
- Manutenção Planejada;
- Educação e Capacitação;

- Gestão Antecipada do Equipamento.

Com o tempo, veio a segunda geração da TPM que trazia a visão aplicada a todos os departamentos da empresa e a terceira geração que trouxe o objetivo de perda zero nos processos. Com essas mudanças outros três princípios foram propostos se juntando aos cinco pilares de Nakajima. Hoje, conhecemos oito pilares da TPM, apresentadas na Figura 2 e que são cruciais para o sucesso da técnica (SHIROSE, 2000 *apud* CHIARADIA, 2004, p. 28; GOMES *et al.*, 2002, p. 5):

- Manutenção Autônoma;
- Melhoria Específica;
- Manutenção Planejada;
- Educação e Capacitação;
- Gestão Antecipada do Equipamento;
- Segurança, Higiene e Meio-Ambiente;
- Manutenção da Qualidade;
- Melhoria dos processos administrativos;

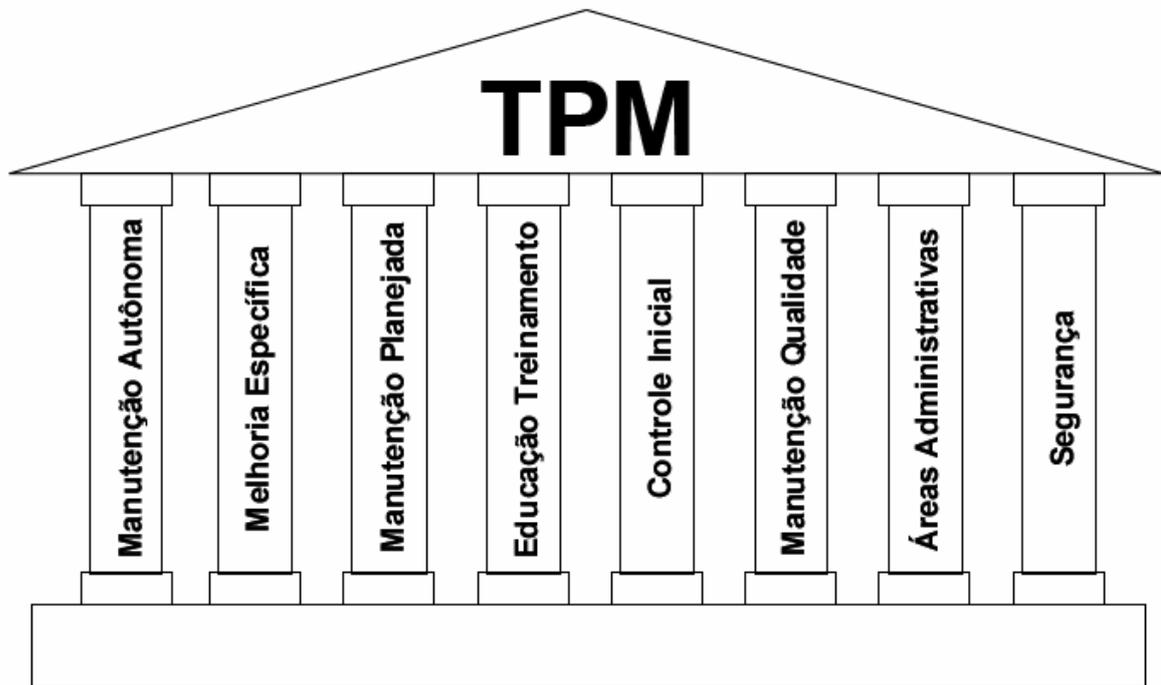


Figura 2 - Os Pilares da TPM

Fonte: Adaptado de Kardec & Nascif (2001 apud CHIARADIA, 2004, p. 30)

Manutenção Autônoma

Segundo o professor Feigenbaum, (1994, p. 84), os recursos mais subutilizados de muitas empresas são o conhecimento e a habilidade dos funcionários.

Esse pilar tem como meta a organização das condições básicas de um ambiente de trabalho disciplinado (TAKAHASHI & OSADA, 1993, p. 36). É necessário incentivar trabalhos em equipe e também a manutenção voluntária, usar o potencial humano e criar o senso de participação.

Não só o pessoal de manutenção deve entender o processo, identificar e prever problemas e possíveis melhorias para garantir o processo de melhoria contínua. As atividades de pequenos grupos, como o CCQ, são altamente discutidas para garantia desse pilar (ORTIS, 2004, p. 13-14). Já o programa 5S é usado para organizar a manutenção autônoma com mostrado no Quadro 2.

Melhoria Específica

O objetivo desse pilar é a busca pela melhoria na eficiência da produção e melhorias individuais. Visualização das perdas, avaliação da eficiência e elevação do nível de avanços tecnológicos. (TAKAHASHI & OSADA, 1993, p. 36).

A análise das grandes perdas e também a eficiência da produção são monitoradas pelo índice de eficiência global do equipamento (OEE), que será discutido no próximo capítulo. Essa melhoria pode envolver manutenção corretiva nos equipamentos, diminuição de tempos, ajuste do fluxo de produção, treinamento de mão-de-obra, entre outras.

As ações para reduzir as perdas são conduzidas principalmente pelas atividades dos CCQs. E na busca pela máxima eficiência do equipamento, representada pelo índice OEE, são usadas algumas das ferramentas estatísticas da qualidade discutidas no subitem 2.3.

Manutenção Planejada

Objetiva a busca pela melhoria contínua, em relação à disponibilidade das máquinas. A meta é zero quebras. Para monitorar o desempenho da manutenção é usado o índice OEE e também outros indicadores como o MTBF (Intervalo de tempo entre reparos) e TMER (Intervalo de tempo para reparos).

A principal atividade desse pilar é a manutenção periódica que contempla a manutenção preventiva e a manutenção preditiva. No planejamento da manutenção é analisado o ciclo de vida da máquina, set-ups, limpeza, lubrificação, pequenos ajustes e reparos e muitas técnicas com a análise de falhas. Sempre objetivando redução de custo e aumento da disponibilidade e da confiabilidade dos equipamentos.

Educação e Capacitação

O objetivo é o desenvolvimento de recursos humanos. Ou seja, a produção de um contingente de operários versados no *know-how* de instalações de manufatura e versáteis em diferentes aptidões (TAKAHASHI & OSADA, 1993, p. 36). Portanto, nesse pilar se prioriza as mudanças das pessoas.

A educação e treinamento são um meio para o crescimento do ser humano e deve ser utilizado tendo como grande objetivo a sobrevivência da empresa. Seus objetivos principais são (CAMPOS, 1992, p. 157):

- a) Desenvolver recursos humanos;
- b) Desenvolver a sensibilidade e a tenacidade para mudanças;
- c) Desenvolver a consciência de que a empresa é também de seus funcionários.

Segundo Campos (1992, p. 159) a delegação é a base da educação. Nesse sentido o CCQ demonstra um forte potencial de desenvolvimento de recursos humanos.

A educação é o primeiro passo para o outro pilar, a manutenção autônoma. Alguns princípios adotados em programas de treinamentos discutidos por Feigenbaum (1994, p. 95-96) são:

- a) Manter contato com a realidade, centrado sobre os problemas reais da empresa. Concentrar atenção sobre materiais práticos e significativos referentes à qualidade e estudo de casos.
- b) Deixar claro que a função engenharia existe como suporte a produção e nunca substituta a ela.
- c) Problemas industriais estão sofrendo alterações constantes então a educação nunca pode ser considerada concluída;
- d) No longo prazo incluir e envolver participantes em todos os níveis.

Gestão Antecipada do Equipamento

O objetivo é garantir melhoras nos equipamentos adquiridos através de projeto do produto e do processo. Envolvendo inovação da produção e ascensão vertical (TAKAHASHI & OSADA, 1993, p. 36).

A gestão do equipamento é realizada desde sua instalação até a utilização. É usada a prevenção da manutenção (PM) durante o projeto do equipamento e do processo produtivo, ou seja instalar uma máquina que não necessite de manutenção, garantindo que não haja falhas nem produção de itens defeituosos. Durante essa etapa é feita análise de confiabilidade e manutenibilidade da máquina.

Segurança, Higiene e Meio-Ambiente

A busca pelo zero acidente também é preocupação da TPM, assim como a higiene no ambiente de trabalho e o cumprimento das normas de meio-ambiente.

Nesse pilar é realizada análises de riscos. E o programa 5S é muito usado para estabelecer a higiene no local de trabalho.

Manutenção da Qualidade

Objetiva a obtenção de qualidade através das instalações de produção. Eliminação de ocorrências crônicas de defeitos e criação de linhas com 100% da qualidade assegurada (TAKAHASHI & OSADA, 1993, p. 36). Ou seja, o objetivo é não produzir itens defeituosos.

Na busca pelo zero defeito, mais uma vez o índice OEE é usado para monitorar a eficiência da qualidade dos itens produzidos. Esse pilar é na verdade uma extensão do sistema da qualidade. Trata-se da qualidade dos produtos pelas atividades de manutenção.

Neste pilar, são analisados os fatores, material, equipamento, parâmetros do processo, método e operador. E também são usadas as ferramentas estatísticas da qualidade principalmente as Cartas de Controle.

Melhoria dos processos administrativos

Tem como objetivo aumentar a velocidade de obtenção de informação nas áreas administrativas e de suporte a produção. O programa 5S pode ser usado para a manutenção desse pilar, como apresentado no Quadro 2.

3.4. RESULTADOS DA TPM

A Manutenção Produtiva Total (TPM - Total Productive Maintenance) está entre os métodos mais eficazes para transformar uma fábrica em operação, adotando o gerenciamento orientado para o equipamento (TAKAHASHI & OSADA, 1993, p. 1).

A TPM é voltada pra resultados e sua atuação nos processos pode ser medida através de indicadores de Produtividade (P), Qualidade (Q), Custo (C), Entrega (E), Segurança (S) e Moral (M) que representam as saídas dos processos. Esses resultados são controlados através das entradas dos processos que são Homens, Máquinas, Materiais e Métodos. As relações

desses indicadores em relação aos recursos de máquinas são de responsabilidade da TPM (TAKAHASHI & OSADA, 1993, p. 27-29).

Alguns dos benefícios propostos pela TPM são (MORAES, 2004, p. 38):

- a) Produtividade: Aumento da produtividade da mão-de-obra, valor agregado ao processo e índice de eficiência global do equipamento (OEE) de 40% a 100%;
- b) Qualidade: Redução de até 10% nas falhas no processo, 3% em refugos e 25% nas reclamações dos clientes;
- c) Custo: Redução de estoques intermediários, de energia e no custo final de até 30%;
- d) Entrega: Redução de até 50% no volume de estoque de produtos acabados;
- e) Segurança: Zero acidentes ou contaminações;
- f) Moral: Aumento de 5 a 10 vezes no número de sugestões e aumento de até 2 vezes no número de reuniões de pequenos grupos de trabalhos;

Segundo Bamber *et al.* (2003, p. 224-225) dados exatos sobre a eficiência dos equipamentos são essenciais para sucesso da TPM. Além disso, se os dados não forem corretamente interpretados as atividades da TPM não serão levadas a efeito. A forma de medir a eficiência dos equipamentos é a utilização do índice OEE descrito no capítulo 4.

4. ÍNDICE DE EFICIÊNCIA GLOBAL DO EQUIPAMENTO

Muitas organizações adotam vários métodos para mensurar a eficiência das suas operações, a maior parte delas com um grande número de índices em diferentes hierarquias e muitas vezes contraditórios que na maioria das vezes se mostram inconsistentes e ineficazes. Essas organizações encontram dificuldades em identificar “o que mensurar” e “como mensurar”. Além disso, a integração entre os indicadores é quase que impossível e não traduzem a realidade da empresa (BAMBER *et al.*, 2003, p. 223-224).

Segundo Oishi (1995, p. 130-131), existe uma tendência das organizações em procurar o aumento do rendimento isoladamente, por seção, máquina, ou pessoa. Entretanto o rendimento de um sistema produtivo deve ser determinado e analisado de forma global.

O instituto japonês de manutenção (JIPM) durante a década de 70, através de estudos de casos em centenas de empresas japonesas, criou o conceito de Manutenção Produtiva Total (TPM). A filosofia da TPM, por sua vez, formou um índice para definir a eficiência global de um equipamento (OEE) (LJUNGBERG, 1998, p. 496; MORAES, 2004, p. 36; JIPM, 2006; GEFANUC, 2006, p. 1).

Segundo Nakajima, o pai da TPM, o índice de eficiência global do equipamento (OEE - *Overall Equipment Effectiveness*) é a métrica para a evolução da eficiência global do equipamento. OEE é frequentemente usado para conduzir a melhoria nas fábricas através da qualidade, produtividade e utilização dos equipamentos (BAMBER *et al.*, 2003, p. 224).

Uma análise mais detalhada da tradução da sigla inglesa OEE seria como “a utilização plena das funcionalidades do equipamento”, ou “a efetivação das capacidades do equipamento”. Ou seja, trata-se da eficiência atingida em um processo em relação ao que este processo pode oferecer.

Em 1990 uma empresa especializada em semicondutores de água chamada Sematech (www.sematech.org) adotou o OEE para dirigir ou melhorar a produtividade de seus processos. Desde então, muitas companhias pelo mundo vem adotando o OEE como principio de melhoria (GEFANUC, 2006, p. 1-2).

O OEE é uma das formas mais aceitas para medir a desempenho dos processos produtivos segundo o gerenciamento orientado ao equipamento (MARTINS & LAUGENI, 2005, p. 471; DAL *et al.*, 2000, p. 1501).

O índice OEE pode ser usado em diferentes níveis na produção. Primeiro, o OEE pode ser usado como *benchmarking* para gerar padrões de desempenho. Segundo, pode ser usado para comparar a performance de diferentes células de produção dentro de uma fábrica, a fim de identificar baixos desempenhos. E terceiro, para avaliar individualmente os equipamentos de um processo produtivo, disponibilizando informações diárias a respeito das perdas, foco da TPM (BAMBER *et al.*, 2003, p. 225; DAL *et al.*, 2000, p. 1490).

Entretanto o papel do OEE vai além da tarefa monitoramento e controle da produção. O OEE leva a iniciativa de melhoramento dos processos, previne a subutilização de equipamentos, fornece um método que estabelece alvos de produção e incorpora práticas de ferramentas de gerenciamento da produção e tecnologia para balancear a disponibilidade, a qualidade e a produtividade (BAMBER *et al.*, 2003, p. 225-226; DAL *et al.*, 2000, p. 1499).

Segundo Dal *et al.* (2000, p. 1499-1500) o OEE é a melhor forma de envolver muitos processos onde a capacidade de utilização é prioridade maior e interrupções nos processos representam perdas monetárias muito significativa.

As contribuições do OEE para a produção podem ser calculadas somando o lucro adicional com os custos economizados. O lucro adicional é o resultado da obtenção de lucros com vendas adicionais devido a maior produtividade e os custos economizados são os somatórios das economias com trabalho (mão-de-obra), manutenção, subutilização e depreciação (defeitos). Estudos demonstraram que os ganho com a implantação do OEE foram na ordem de 100 vezes o valor da custo de sua implantação (KWON & LEE, 2004, p. 265-272).

O OEE possui três dimensões de eficiência, o índice de disponibilidade, o índice de eficiência e o índice de qualidade, que por sua vez, estão ligadas as seis grandes perdas da TPM, sendo que o índice OEE é obtido pela multiplicação dos índices dos três aspectos que o compõe conforme esquema mostrado na Figura 3.

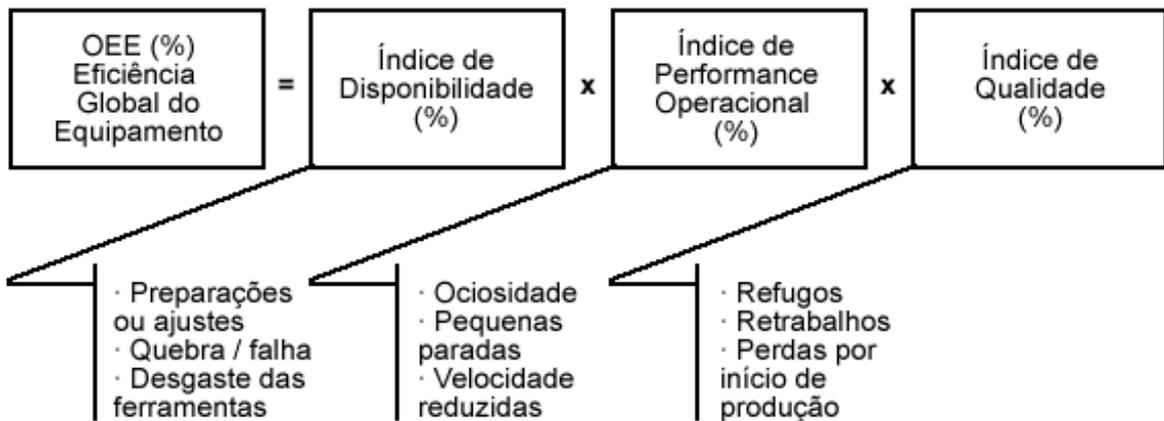


Figura 3 - Fatores para determinação do OEE

Fonte: Adaptado de Nakagima (1989 apud MORAES, 2004, p. 46)

Outra observação quanto à OEE é a sua sensibilidade a cada um dos três índices que a compõem. Qualquer deslize em um deles tem um efeito devastador no resultado, já que será menor que o menor dos índices (MARTINS e LAUGENI, 2005, p. 471). Constatado de forma isolada, essas métricas são indicadores importantes do desempenho da operação, mas não fornecem uma visão completa da eficácia geral da máquina (SLACK *et al.*, 2002, p. 353).

O cálculo do OEE é feito através da mensuração das grandes perdas descritas pela TPM. Obtêm-se os índices de disponibilidade, performance operacional e de qualidade através de suas perdas, conforme apresentado na Figura 4. O índice de disponibilidade (ID) contempla as perdas por falhas de equipamentos e por ajustes, o índice de performance operacional (IP), as de baixa velocidade e pequenas paradas e o índice de qualidade (IQ), as perdas com refugos e re-trabalho.

Segundo Bamber *et al.* (2003, p. 228) no momento de organizar o OEE, não é necessário explicitar e definir cada uma das grandes perdas da TPM. Mas sim desenvolver uma classificação das perdas própria da organização que melhor traduzam o processo. Porém essa organização deve conter os indicadores de disponibilidade, qualidade e produtividade.

O estudo de Dal *et al.* (2000, p. 1496) em uma indústria automotiva mostrou necessário uma reconfiguração do modelo original.

ÍNDICE DE EFICIÊNCIA GLOBAL DO EQUIPAMENTO (OEE)		
	TEMPO TOTAL DO EQUIPAMENTO	
ÍNDICE DE DISPONIBILIDADE - ID		
A	TEMPO DISPONÍVEL	Paradas Programadas
B	TEMPO DE OPERAÇÃO	Falhas Ajustes
ÍNDICE DE PERFORMANCE OPERACIONAL - IP		
C	PRODUÇÃO TEÓRICA	
D	PRODUÇÃO REAL	Baixa Velocidade Pequenas Paradas
ÍNDICE DE QUALIDADE - IQ		
E	PRODUÇÃO REAL	
F	PRODUÇÃO CONFORME	Refugos Retrabalho
OEE = (B / A) x (D / C) x (F / E)		

Figura 4 - Demonstrativo do Cálculo do OEE e das grandes perdas da TPM

Fonte: Adaptado de Moraes (2004, p. 46); Toolkit (2006); Vorne (2006, p. 3)

Devido aos diferentes modelos de aplicação por parte das organizações fica difícil estabelecer um padrão ótimo para o índice. Alguns autores sugerem como meta o índice de disponibilidade maior que 90%, índice de performance operacional maior que 95 % e índice de qualidade maior que 99%. Assim se estabeleceu o índice OEE de classe mundial superior a 85%. (BAMBER *et al.*, 2003, p. 229; VORNE, 2006, p. 7; MORAES, 2004, p. 83; DAL *et al.*, 2000, p. 1491). Estudos mostraram as empresas que não adotaram TPM possuem índices de OEE na média entre 30% e 60% (LJUNGBERG, 1998, p. 507).

Em 1985 o OEE da Volvo Gent na Inglaterra era em média 68% após a implantação da TPM em 1990 o índice passou para 88% (LJUNGBERG, 1998, p. 505).

O OEE é mais eficiente quando é usado juntamente com as ferramentas estatísticas básicas da qualidade, como o gráfico de Pareto e o diagrama de causa e efeito (DAL *et al.*, 2000, p. 1490).

5. ESTUDO DE CASO

5.1. CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO

Caracterização da empresa

A empresa estudada é do setor metal mecânico e é especializada em serviços de usinagem. É do tipo capital limitado com fins lucrativos. Fornece para o setor automobilístico, para o mercado montador e o mercado agrícola. Para tanto, se exige um alto padrão de qualidade em seus produtos e processos.

Possui certificação ISO/TS-16949:2002, que é uma opção para o fornecimento de peças para o mercado montador automotivo. Tal certificação obriga que a empresa realize monitoramento da produção, como descrito em sua norma 8.2.3 – Medição e monitoramento de processos em IQA (2006), gerando com isso a necessidade da implantação de um monitoramento eficaz da produção por exigência da norma.

Tal monitoramento se torna importante, também, devido a necessidade de mensuração do alto índice de falhas de máquinas, que tem gerado perda de produtividade.

Embora haja esforços para melhorar os processos, estes surgem principalmente por meio de observações e sugestões das funções engenharia da qualidade, garantia da qualidade e manutenção da empresa.

Portanto, torna-se necessário a implantação de um método para monitorar os processos, mensurar perda e capacidades subutilizadas e principalmente conduzir os esforços de melhorias.

A planta da fábrica contém 3 centros de usinagem, 5 tornos CNC e uma furadeira múltipla em uma área de aproximadamente 2.000 m². O estudo realizado contemplou os processos destas nove máquinas.

O organograma da empresa é apresentado no Anexo B. As principais funções envolvidas na implantação do índice OEE foram: Produção, Manutenção, Engenharia de processos, Engenharia da qualidade e a Garantia da qualidade.

Objetivos do estudo

Esse trabalho teve por objetivo geral descrever a importância do índice de eficiência global do equipamento (OEE) através de sua implantação em uma empresa do setor metal mecânico para geração de melhorias. Desejou-se através dessa implantação demonstrar, também, alguns aspectos da filosofia TPM e mostrar que a mesma não é apenas uma técnica de manutenção, e sim uma forma eficaz de gerir a melhoria contínua.

Para tanto, os objetivos específicos desse trabalho foram: apresentar algumas técnicas de melhoramento, assim como a filosofia TPM; apresentar a implantação do índice OEE, contemplando sua elaboração, o treinamento do pessoal, a coleta, tabulação e análise dos dados; mostrar a atuação da empresa em ações de melhoramento dos processos com base nos dados do OEE, assim como os resultados atingidos.

Metodologia aplicada

A metodologia aplicada no presente trabalho foi um estudo de caso sobre a implantação do índice de eficiência global do equipamento. Inicialmente foi realizada uma revisão das bibliografias existentes pela consulta de livros, artigos, publicações e portais de internet. Para o estudo de caso foi utilizado, coleta e tabulação de dados através de formulários, para posterior análise, com observação sistemática e apresentações de resultados.

Escolha do índice OEE

O índice de eficiência global do equipamento representado pela sigla OEE foi escolhido como método de monitoramento da produção pelo sucesso obtido nos clientes da empresa estudada.

O método foi observado e destacado pela alta gerência. Constatou-se o sucesso do OEE em outras empresas, como é o caso das grandes montadoras que possuem o conceito de produção enxuta e que frequentemente adotam a filosofia de Manutenção Produtiva Total e que compõe o quadro de clientes da empresa estudada (MORAES, 2004, p. 60; ORTIS, 2004, p. 95; CHIARADIA, 2004, p. 87).

Mais tarde foi observado também que as características de produção da empresa, que conta com um mix muito grande de produtos/serviços, tornariam difícil uma abordagem do processo por produto, além de se encaixar no perfil industrial descrito por Dal *et al.* (2000, p. 1499-

1500). Segundo ele, em indústrias onde a capacidade de utilização é prioridade maior, o OEE é a melhor forma de mensurar os processos.

Como reforço a escolha do OEE, Takahashi e Osada (1993, p. 1) citam que é imprescindível compreender o gerenciamento de processos orientado para o equipamento, pois a confiabilidade, a segurança, a manutenção e as características operacionais da fábrica são os elementos decisivos para a qualidade, quantidade e custo.

5.2. IMPLANTAÇÃO DO ÍNDICE OEE

Elaboração do plano de implantação do índice OEE

Foi elaborado projeto para implantação do índice OEE. Esta etapa contou com reuniões com a presença do diretor da empresa, analista de processos, encarregado da produção, chefe da manutenção, analista de logística e o representante do projeto. Nestas reuniões foi utilizada a técnica de geração de idéias *Brainstorming*.

O resultado dessas reuniões foi o estabelecimento de um plano de ações e de um cronograma de implantação, cujas etapas foram: Elaboração do modelo de cálculo; Elaboração da coleta de dados; Treinamento; Coleta de dados piloto; Lançamento dos dados e Geração dos índices.

Modelo Proposto

Primeiramente foi elaborado o método de utilização do OEE que constituiu um modelo de cálculo em relação ao modelo OEE original, apresentado na Figura 4, e as características da empresa. Isso foi feito com as orientações de Bamber *et al.* (2003, p. 228), que sugere distribuir as grandes perdas nos índices de disponibilidade, performance operacional e qualidade de modo que melhor traduzam a realidade dos processos da empresa. Uma simulação do modelo proposto, com dados fictícios, é apresentada na Figura 5. Este modelo é explicada a seguir:

- a) TEMPO TOTAL DO EQUIPAMENTO: Tempo que o equipamento permanece no local fabril;
- b) TEMPO DE PARADAS PROGRAMADAS: As paradas programadas incluem: Manutenção Planejada (Preventiva e Preditiva); Ociosidade, também chamado de

desligamento do equipamento por falta de carga; e outras paradas como refeições, reuniões e treinamentos;

- c) TEMPO DISPONÍVEL: Diferença entre o item A e o item B;
- d) TEMPO PERDIDO: Para a empresa significa o tempo com a perda por quebra de equipamento, onde a máquina entra em manutenção corretiva;
- e) TEMPO TOTAL DE OPERAÇÃO: Diferença entre o item C e o item D;
- f) INDICE DE DISPONIBILIDADE (ID): É obtido pela razão entre o item E e o item C;
- g) TEMPO TEÓRICO DE SET-UP: Tempo padrão necessário para fazer os ajustes de inicio do lote de fabricação para cada produto e/ou máquina;
- h) TOTAL DE PEÇAS PRODUZIDAS: Quantidade Produzida de cada tipo de peça já que as máquinas não são dedicadas a uma peça específica;
- i) TEMPO OPERACIONAL TEÓRICO DO PRODUTO: Tempo considerado ideal para produzir uma peça;
- j) TEMPO PRODUÇÃO: Obtido pela multiplicação do item H com o item I acrescida do item G;
- k) TEMPO OPERAÇÃO NÃO PROGRAMADA: Tempo em que a máquina funcionou, mas com alguma operação que não seja do processo produtivo, por exemplo, para fazer re-trabalho em peças que não atende as especificações ou em outro caso a utilização de um torno para usinagem de suas próprias ferramentas;
- l) INDICE DE PERFORMANCE OPERACIONAL (IP): É obtido pela razão do item J e a diferença entre os itens E e K;
- m) TOTAL DE DEFEITOS: Entendem-se como defeitos qualquer não-conformidade encontrada nos produtos finais;
- n) INDICE DE QUALIDADE (IQ): É obtido pela diferença entre os itens H e M dividido pelo item H;

o) OEE: É obtido pela multiplicação dos itens F, L e N.

ÍNDICE DE DISPONIBILIDADE				
Item	Descrição	Unidade	Cálculo	Resultado
A	TEMPO TOTAL DO EQUIPAMENTO	MIN		7680
B	MANUTENÇÃO PREVENTIVA	MIN		1000
	OCIOSIDADE	MIN		2400
	OUTROS	MIN		330
	TEMPO DE PARADAS PROGRAMADAS	MIN		3730
C	TEMPO DISPONÍVEL	MIN	A - B	3950
D	MANUTENÇÃO CORRETIVA	MIN		1000
	TEMPO PERDIDO	MIN		1000
E	TEMPO TOTAL DE OPERAÇÃO	MIN	C - D	2950
F	ID	%	E / C	74,68%
ÍNDICE DE PERFORMANCE OPERACIONAL				
Item	Descrição	Unidade	Cálculo	Resultado
G	TEMPO TEÓRICO DE SETUP	MIN		2000
H	TOTAL DE PEÇAS PRODUZIDAS	UND		50
I	TEMPO OPERACIONAL TEÓRICO DO PRODUTO	MIN		9,5
J	TEMPO DE PRODUÇÃO	MIN	G + (H x I)	2475
K	TEMPO DE OPERAÇÃO NÃO PROGRAMADA	MIN		300
L	IP	%	J / (E - K)	93,40%
ÍNDICE DE QUALIDADE				
Item	Descrição	Unidade	Cálculo	Resultado
M	TOTAL DE DEFEITOS	UND		1
N	IQ	%	(H - M) / H	98,00%
ÍNDICE DE EFICIÊNCIA GLOBAL DO EQUIPAMENTO				
Item	Descrição	Unidade	Cálculo	Resultado
O	OEE	%	F x L x N	68,36%

Figura 5 - Cálculo OEE - Empresa citada

Observações sobre o modelo proposto

A principal diferença do modelo original é sobre as perdas por ajustes (Set-up). No modelo proposto o set-up não impacta no índice de disponibilidade e sim no índice de performance operacional. Isso foi feito porque na empresa estudada o set-up é realizado pelo próprio operador e não pela equipe de manutenção.

Desta forma, fica evidente uma maior responsabilidade do índice de disponibilidade por parte do departamento de manutenção e do índice de performance operacional pela produção. Essa responsabilidade não significa que um mau desempenho em um desses índices seria causado pelo seu responsável, mas ele teria o dever de apontar as possíveis causas desse mau desempenho e responder pelo mesmo.

Além disso, o set-up não é considerado inteiramente como perda e sim apenas a diferença do tempo realizado e do tempo proposto. Apesar de contradizer os ensinamentos da filosofia JIT, que defende que todo tempo gasto com set-up é considerado perda e deveria ser eliminado (OHNO, 1997, p. 50).

O índice de disponibilidade é obtido pela razão entre o tempo de operação e o tempo disponível, dessa forma, esse irá representar exclusivamente as perdas da manutenção corretiva, ou seja, as falhas no equipamento.

O índice de performance operacional é representado pelo tempo necessário para produzir teoricamente a quantidade de peças produzidas, dividido pelo tempo que a máquina ficou funcionando descontando as operações não programadas que não pertencem ao processo produtivo. Assim, as operações não programadas não entram no cálculo do desempenho. As perdas nesse índice estão no tempo perdido, com set-up além do tempo ótimo planejado e no tempo perdido durante a produção, com as perdas por pequenas ociosidades e baixa velocidade da máquina. Essas perdas refletem na quantidade de produtos produzidos ao final do período.

O índice de qualidade por sua vez é representado pela razão das peças boas produzidas pelo total de peças, contemplando os refugos e re-trabalhos.

Coleta dos dados

Foram realizadas reuniões com todos os colaboradores da empresa, onde foi apresentado o OEE juntamente com o cronograma de implantação. Foram estabelecidos os responsáveis por cada equipamento e realizado um treinamento com todos os colaboradores.

Para a coleta e lançamento dos dados foi feito um estudo para verificar como o OEE era usado em outras empresas. Na maioria dos casos o OEE é mensurado com a ajuda de sensores de produção que medem tempo e quantidade produzida e por meio de sistemas integrados e que fazem o cálculo dos resultados. Um modelo de coletor de dados encontrado no mercado está apresentado no Anexo A.

A empresa, no entanto, optou por implantar, em primeiro instante, a coleta de dados por meio de formulários a serem preenchidos pelos operadores e pessoal da manutenção, para reduzir

os custos iniciais do projeto. Esses formulários comportariam todas as informações necessárias a geração dos índices.

O pessoal do chão fábrica, que tinha acesso aos equipamentos, ficou responsável pelo preenchimento do formulário elaborado pela empresa e ilustrado na Figura 6, que foi nomeado de “Folha de Monitoramento da Eficiência do Equipamento”.

		FOLHA DE MONITORAMENTO DA EFICIÊNCIA DO EQUIPAMENTO (OEE)																Equipamento: COSMOS 20U		Data: 15/5/2006																	
1º TURNO		06:00	06:15	06:30	06:45	07:00	07:15	07:30	07:45	08:00	08:15	08:30	08:45	09:00	09:15	09:30	09:45	10:00	10:15	10:30	10:45	11:00	11:15	11:30	11:45	12:00	12:15	12:30	12:45	13:00	13:15	13:30	13:45	Total			
	PARADA PROGRAMADA																								X	X											00:30
	MAN. PREVENTIVA																																				
	MAN. CORRETIVA																																				
	SETUP	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X												01:00	
	PRODUÇÃO												X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X	X								02:30	
	OP. NÃO PROGRAMADA																																				04:00
	Total																																				
2º TURNO		14:00	14:15	14:30	14:45	15:00	15:15	15:30	15:45	16:00	16:15	16:30	16:45	17:00	17:15	17:30	17:45	18:00	18:15	18:30	18:45	19:00	19:15	19:30	19:45	20:00	20:15	20:30	20:45	21:00	21:15	21:30	21:45	Total			
	PARADA PROGRAMADA																								X	X											00:30
	MAN. PREVENTIVA																																				
	MAN. CORRETIVA																																				
	SETUP																				X	X	X	X			X	X								01:30	
	PRODUÇÃO	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X													04:45
	OP. NÃO PROGRAMADA																																				01:15
	Total																																				
3º TURNO		22:00	22:15	22:30	22:45	23:00	23:15	23:30	23:45	00:00	00:15	00:30	00:45	01:00	01:15	01:30	01:45	02:00	02:15	02:30	02:45	03:00	03:15	03:30	03:45	04:00	04:15	04:30	04:45	05:00	05:15	05:30	05:45	Total			
	PARADA PROGRAMADA	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	08:00	
	MAN. PREVENTIVA																																				
	MAN. CORRETIVA																																				
	SETUP																																				
	PRODUÇÃO																																				
	OP. NÃO PROGRAMADA																																				
	Total																																				
OBSERVAÇÕES																		Responsáveis:																			
Operador	Peça / Operação																Quantidade																				
JAILTON	ST - ZFA0009 / 20																		1º Turno																		
JAILTON	ZFA0009 / 20																30		EVANDRO																		
JAILTON	ZFA0009 / 20																5																				
JAILTON	ZFA0009 / 20																3																				
MARLON	ZFA0009 / 20																17		2º Turno																		
FABIO	TORNEAMENTO DE CASTRANHA																		ARTHUR																		
THIAGO	ST - VOL0059 / 20																																				
THIAGO	ST - VOL0059 / 20																																				
MARLON	VOL0059 / 20																50																				
MARLON	RETRABALHO - VOL0059 / 20																		3º Turno																		

Figura 6 - Formulário de coleta de dados da empresa estudada

O formulário apresentado na Figura 6 recebe as informações do pessoal de chão fábrica referente a um determinado equipamento. As informações correspondem a categoria da atividade dentro da seguinte classificação: Parada programa (horários de refeição, treinamento, ociosidade); Manutenção planejada (manutenção preventiva); Manutenção corretiva (falha); Set-up (parada para ajustes); Produção (tempo de operação real); ou Produção não programada (tempo de utilização da máquina para atividades não previstas no

processo produtivo, tal como re-trabalho, desenvolvimento de outros produtos não controlados ou fabricação de ferramentas). No campo observações são informados os responsáveis pelas atividades, o código da operação e a quantidade processada. No formulário também consta o responsável pelo equipamento em cada turno de trabalho.

O responsável pelo equipamento, ao final de seu turno de trabalho, verifica se o formulário foi preenchido corretamente e se os dados estão condizentes com a realidade.

A única informação necessária para geração dos índices, não contidas no formulário é a quantidade de refugo de cada produto. Esta é obtida em relatório mensal fornecido pela função Garantia da Qualidade.

Havia na empresa uma tendência, entre o pessoal de chão de fábrica, de rejeitar o preenchimento de formulários. Esse fato se atribui às tentativas anteriores da empresa em implantar outras formas de monitorar e medir a eficiência da produção. Essas tentativas não contaram com treinamento adequado, gerando muita confusão entre o pessoal responsável pela coleta, e também não atingiram os resultados esperados, por isso foram abandonadas após um período de tempo. Estas mudanças constantes no método de coleta e avaliação do desempenho geraram descontentamento geral, além de uma desconfiança por parte de muitos colaboradores quanto a implantação do OEE.

Além disso, outra dificuldade encontrada na implantação dessa metodologia, estava na orientação dos responsáveis no preenchimento do formulário de coleta e nos lançamentos dos dados nas planilhas eletrônicas. Após o treinamento foi necessário um período de um mês de supervisão e orientações aos colaboradores sobre a coleta de dados devido aos erros de preenchimento dos formulários de coletas. Também foi disponibilizada documentação sobre os objetivos e procedimentos do OEE, procedimentos de coletas e exemplos por toda a fábrica. Após o término desse período os resultados em relação a coleta se mostraram satisfatórios.

Lançamento dos dados e monitoramento dos resultados

A empresa preferiu implantar, em primeiro instante, o lançamento dos dados em planilhas eletrônicas para facilitar a geração dos gráficos de resultados e para reduzir os custos iniciais do projeto. A partir do lançamento diário dos dados em planilhas eletrônicas, foram gerados

mecanismos para acompanhar os resultados semanalmente e mensalmente e compará-los com as metas propostas.

A Tabela 1 apresenta os resultados para uma determinada máquina em cada semana do mês de agosto de 2006, como o índice de disponibilidade, o índice de performance operacional e o índice de qualidade, assim como as metas individuais para esses indicadores.

Tabela 1 - Resultado do OEE Semanal (Agosto) – COSMOS-20U

COSMOS-20U						
ÍNDICE	SEM 31	SEM 32	SEM 33	SEM 34	SEM 35	MÊS
ID Atingido	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
ID Meta	95,0%	95,0%	95,0%	95,0%	95,0%	95,0%
IPO Atingido	68,2%	59,4%	109,0%	46,6%	85,4%	69,1%
IPO Meta	90,0%	90,0%	90,0%	90,0%	90,0%	90,0%
IQ Atingido	97,7%	98,0%	98,1%	93,7%	98,7%	96,9%
IQ Meta	99,9%	99,9%	99,9%	99,9%	99,9%	99,9%
OEE Atingido	66,6%	58,2%	106,9%	43,7%	84,3%	67,0%
OEE Meta	85%	85%	85%	85%	85%	85%

Para melhor visualização do desempenho da produção foram elaborados gráficos para demonstrar progresso de cada índice. Os Gráficos 2, 3 e 4 apresentam o progresso no mês de agosto, para um determinado equipamento, nos índices de disponibilidade, performance operacional e qualidade, respectivamente.

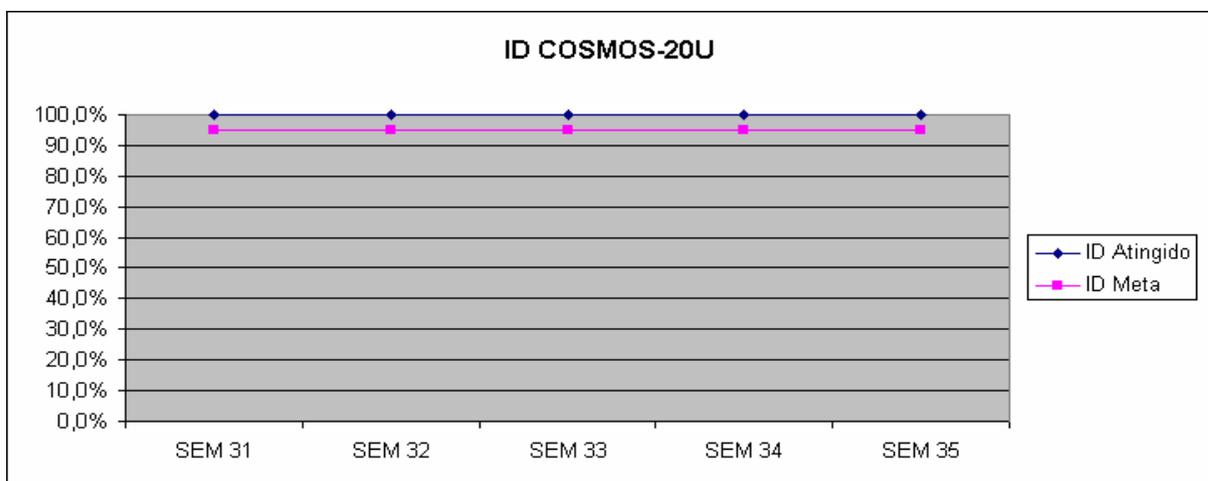


Gráfico 2 - Progresso semanal (Agosto) do Índice de Disponibilidade – COSMOS-20U

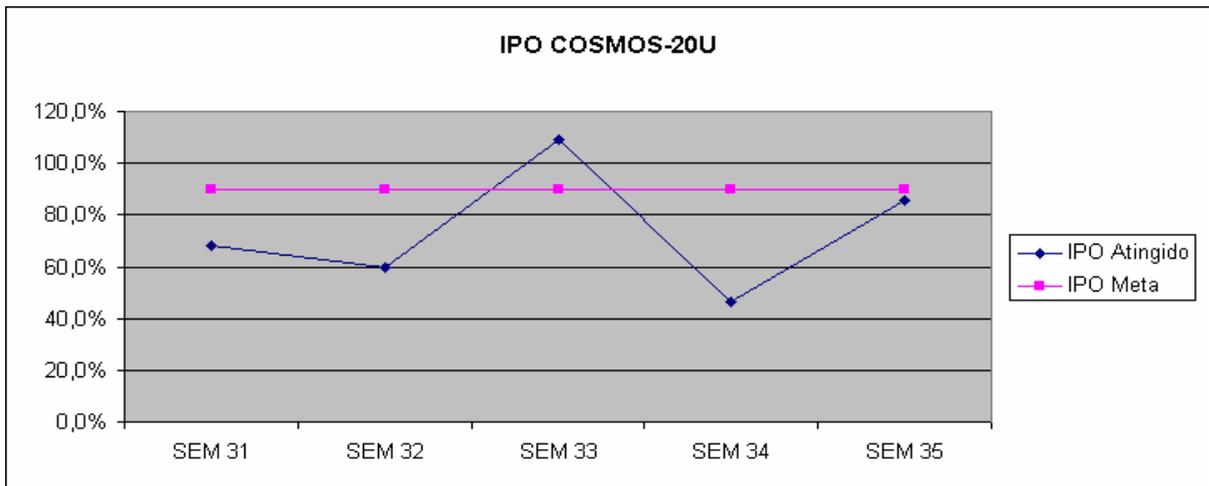


Gráfico 3 - Progresso semanal (Agosto) do Índice de Performance Operacional – COSMOS-20U

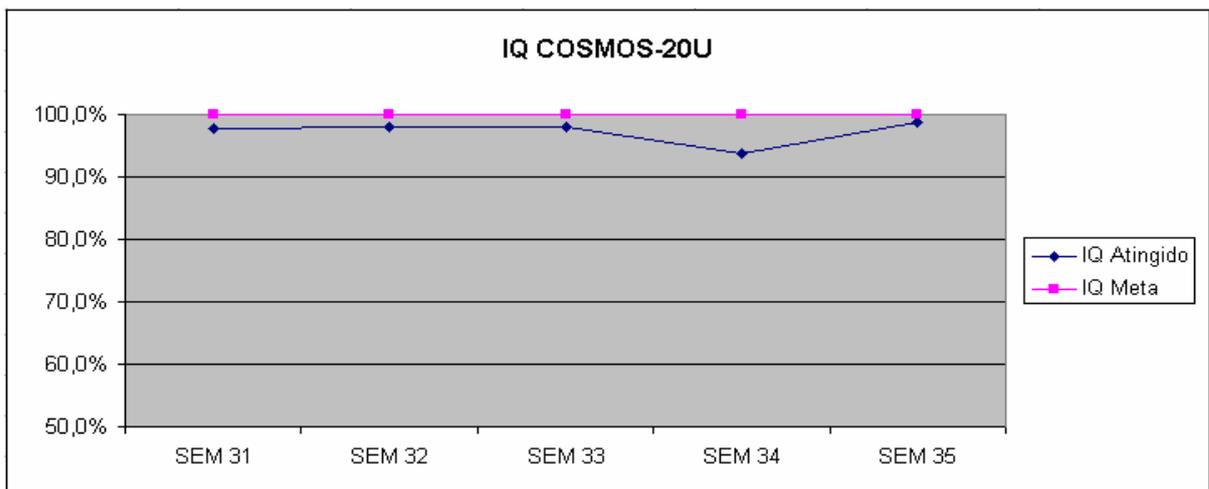


Gráfico 4 - Progresso semanal (Agosto) do Índice de Qualidade – COSMOS-20U

São através desses gráficos que as gerências de cada área de empresa controlam o processo. A engenharia de processos juntamente com o PCP monitoram os gráficos de performance operacional de cada equipamento, a garantia da qualidade monitora os gráficos de qualidade e a manutenção monitora os gráficos dos índices de disponibilidade.

O Gráfico 5 representa o gráfico com os resultados do índice OEE para o equipamento COSMOS-20U nas semanas do mês de agosto. Esse gráfico, acrescidos dos gráficos representados nas Figuras 2, 3 e 4 são discutidos em reuniões semanais e focados esforços para melhorar os resultados globais.

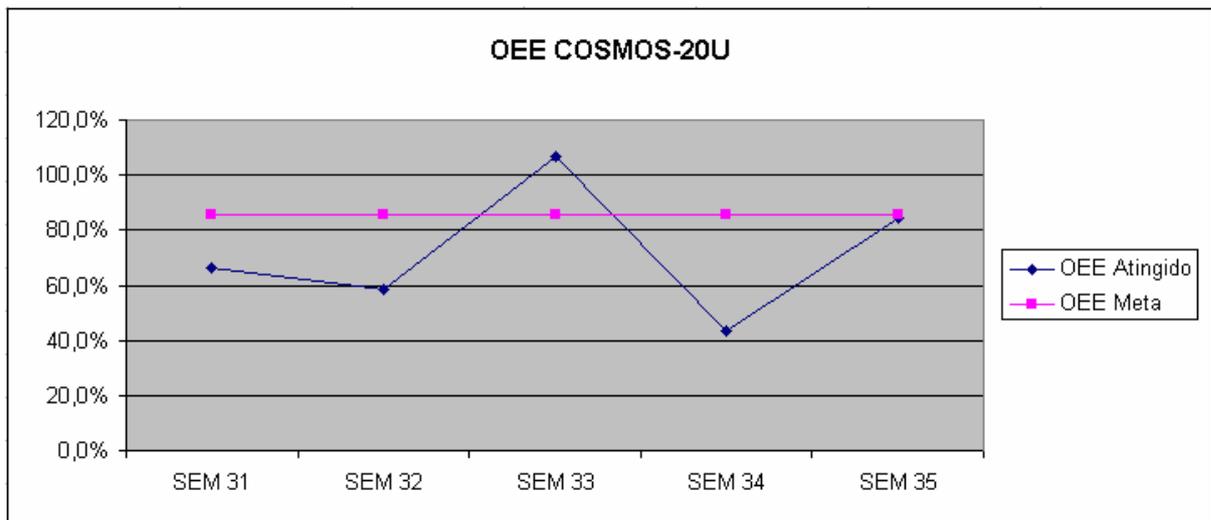


Gráfico 5 - Progresso semanal (Agosto) do Índice OEE – COSMOS-20U

A produção é controlada através de resultados semanais, levantados na Tabela 1. Onde os desvios são apontados com maior rapidez e ações podem ser tomadas para não comprometer os índices mensais ou amenizar o impacto nos mesmos. Desta forma cada área pode agir antecipadamente aos problemas e evitar perdas. Caso não sejam tomadas ações sobre os resultados insatisfatórios a tempo, estes irão refletir nos resultados mensais, tendo maior repercussão nas reuniões mensais onde ganhará incentivo e esforços para analisar o problema e eliminar as causas.

Da mesma forma, os resultados mensais são dispostos graficamente, conforme os Gráficos 6, 7, 8 e 9. No entanto estes resultados são apresentados para toda a empresa em reuniões mensais.

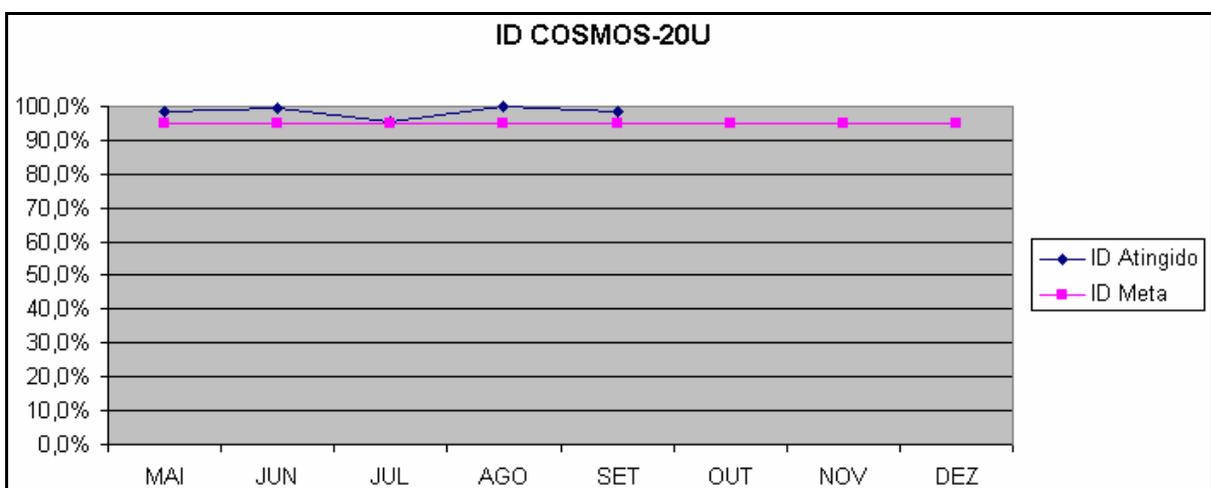


Gráfico 6 - Progresso mensal do Índice de Disponibilidade – COSMOS-20U

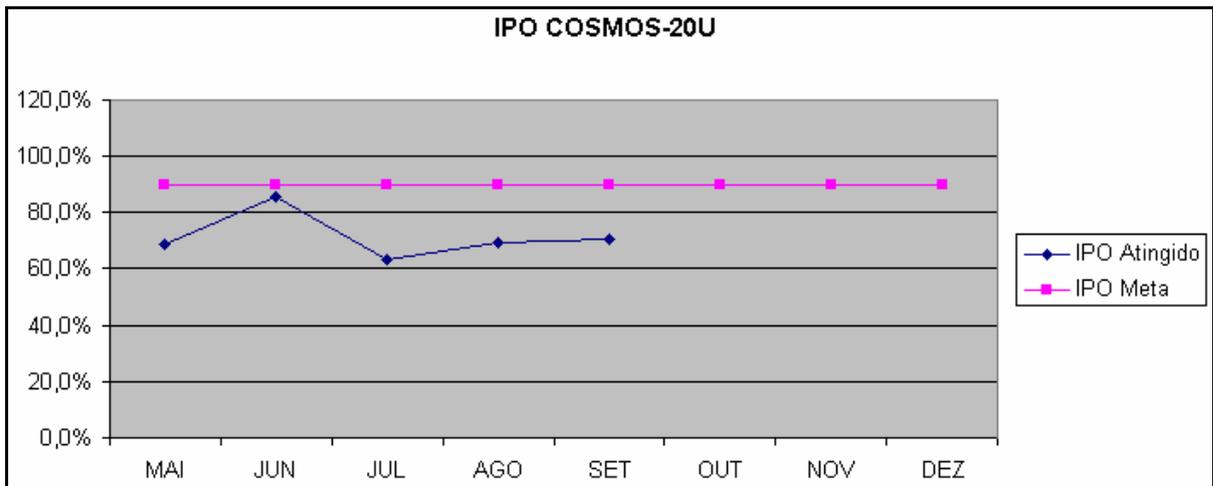


Gráfico 7 - Progresso mensal do Índice de Performance Operacional – COSMOS-20U

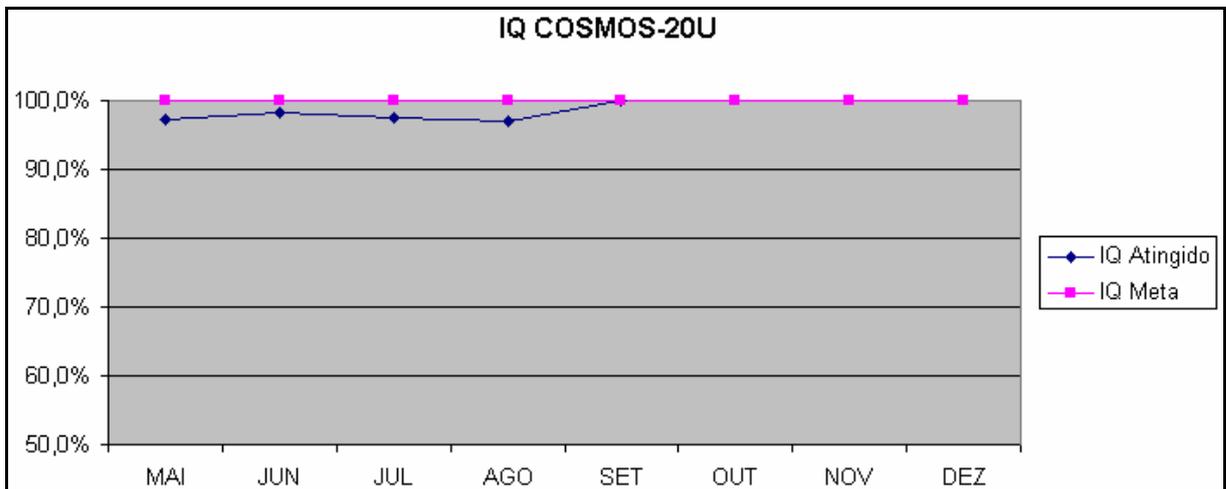


Gráfico 8 - Progresso mensal do Índice de Qualidade – COSMOS-20U

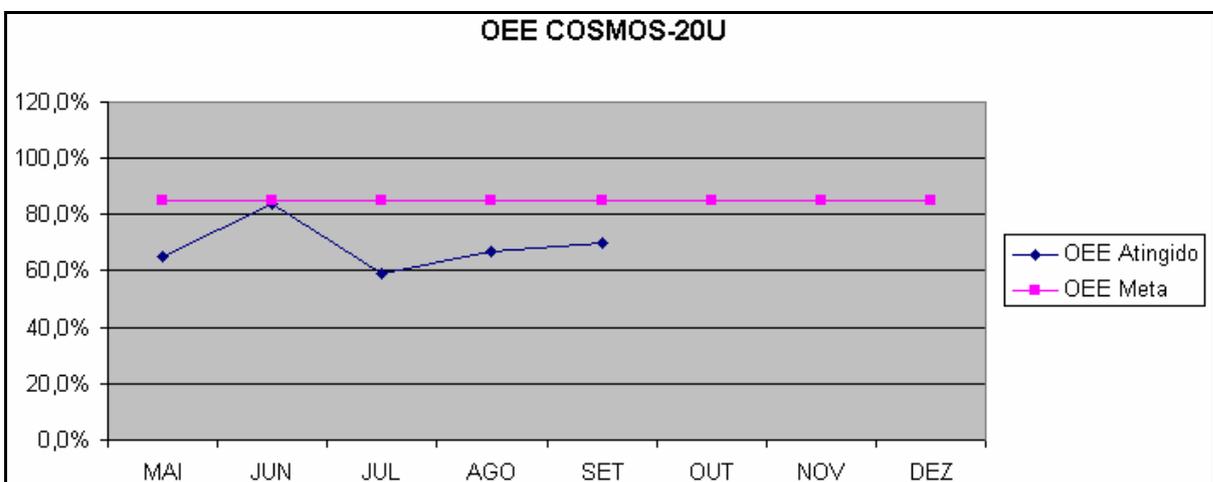


Gráfico 9 - Progresso mensal do Índice OEE – COSMOS-20U

Contudo, o lançamento dos dados em planilhas eletrônicas, mostrou-se insatisfatórios por: serem pouco automatizadas, ou seja, exigem um esforço de tempo maior do encarregado pelo lançamento dos dados; pouco seguras pelo fato de que estão acessíveis por muitos usuários, sem restrições de acesso ou dispositivos de integridade dos dados; também por não terem o nível de confiabilidade exigido já que as planilhas da empresa são mais passivas a erros humanos do que sistemas mais complexos.

Análise dos resultados

Os resultados dos cinco primeiros meses de implantação do índice OEE para cada equipamento, podem ser observados nos Apêndice A e B.

O resultado do primeiro mês (maio/2006) não foi analisado a fim de gerar melhoramento para os processos. Os índices foram gerados exclusivamente para treinamento e para observar a existência de problemas não constatados na etapa de elaboração do índice. Já para os meses seguintes iniciou-se o monitoramento dos resultados.

No segundo mês (junho/2006) foram alcançados bons resultados, acima dos índices observados no mês de anterior. A empresa atingiu um OEE médio de 77,1% contra 72,6% atingido no mês anterior. Embora tenha apresentado resultados abaixo das metas propostas inicialmente, a direção da empresa ficou contente com os resultados obtidos.

No terceiro mês (julho/2006) também foram alcançados bons resultados. O OEE médio da empresa ficou em 82,5%, caracterizando um período sem grandes problemas de produção ou de quebra de material.

Os resultados alcançados no quarto mês (agosto/2006) foram abaixo dos alcançados nos meses anteriores. Entre os resultados insatisfatórios, destaca-se o equipamento GALAXY, que alcançou o OEE de 38,0%. Esse resultado se deve a quebra da máquina que gerou a produção de peças não conformes, para tanto o índice de disponibilidade (ID) do equipamento nesse mês foi 70,9% e o índice de qualidade (IQ) foi 89,1%. Isso significa que a máquina esteve em manutenção 30% do tempo em que deveria estar produzindo e que o percentual de peças não conformes foi de 10%.

Houve tentativas iniciar o melhoramento dos processos por um estudo no equipamento GALAXY devido ao seu baixo rendimento no mês de agosto. No entanto, houve um consenso de que o problema já tinha ocorrido e que seria de difícil solução.

No quinto mês (setembro/2006), o OEE da empresa atingiu 66,7%, seu pior desempenho desde a implantação do índice. A lista de resultados insatisfatórios foi liderada pelos equipamentos BEA com OEE de 42,2% e MCP com OEE de 32,0%. Em ambas as máquinas os ofensores foram os índices de disponibilidade. Os IDs obtidos pelos equipamentos BEA e MCP foram 46,8% e 37,7%, respectivamente.

A empresa teve neste último mês uma diminuição de 15% de desempenho no índice OEE. Este resultado ruim teve reflexo no faturamento da empresa. O faturamento no mês de setembro teve uma redução de 7% em relação ao planejado para o período.

As máquinas com piores resultados no quinto mês são as que mais contribuem para a receita bruta da empresa. Podemos ver uma relação no Gráfico 10.

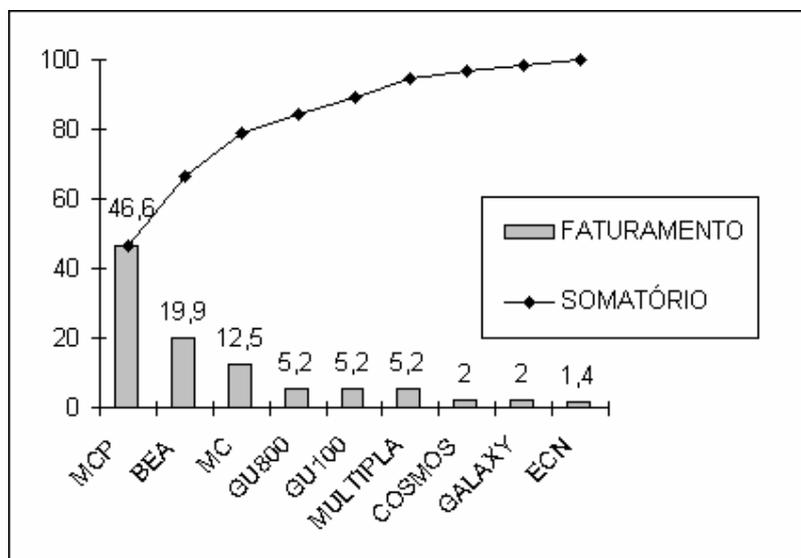


Gráfico 10 - Pareto com percentual de cada máquina no faturamento da empresa

A relação monetária é de grande importância para a elaboração do gráfico de Pareto que tem como principal função, priorizar esforços correção e prevenção de problemas e causas de problemas (WERKEMA, 1995, p. 72,83).

Desta forma se justificou um estudo apurado para identificação e eliminação das causas dos problemas que geraram os resultados insatisfatórios nas duas principais máquinas da empresa.

Início-se a etapa de identificação das causas, para tanto foi realizado reuniões onde forma geradas as possíveis causas foram levantadas e inseridas em diagramas de causa e efeito, conforme os Diagramas 3 e 4.

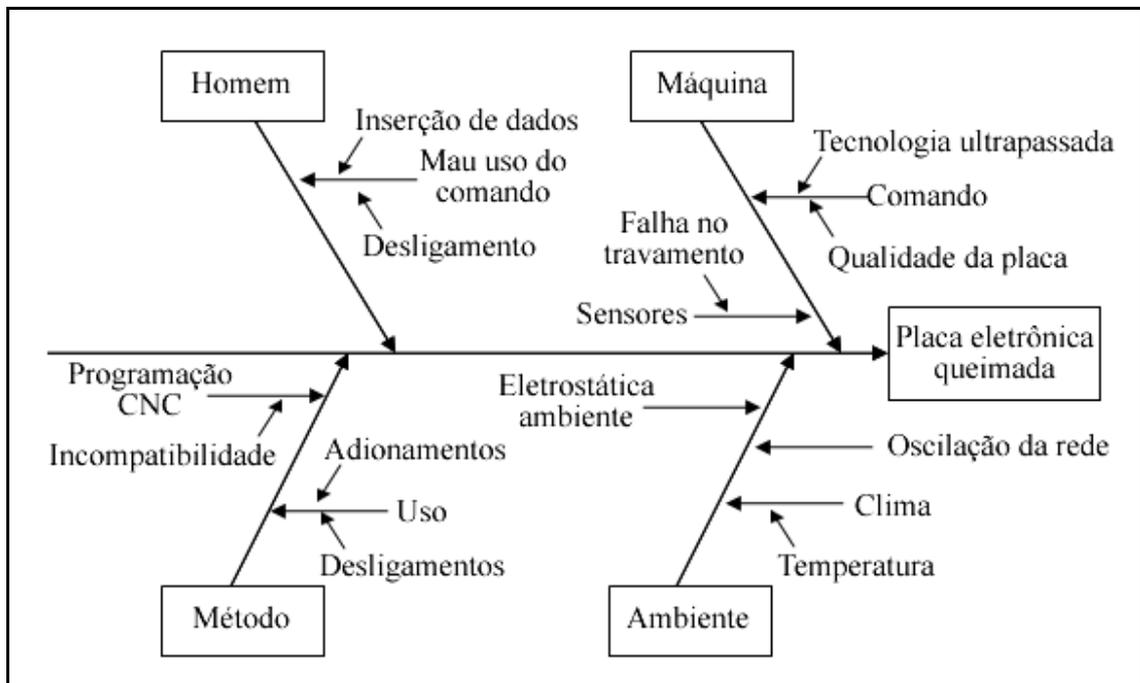


Diagrama 3 - Diagrama de Causa e Efeito – Placa eletrônica queimada - BEA

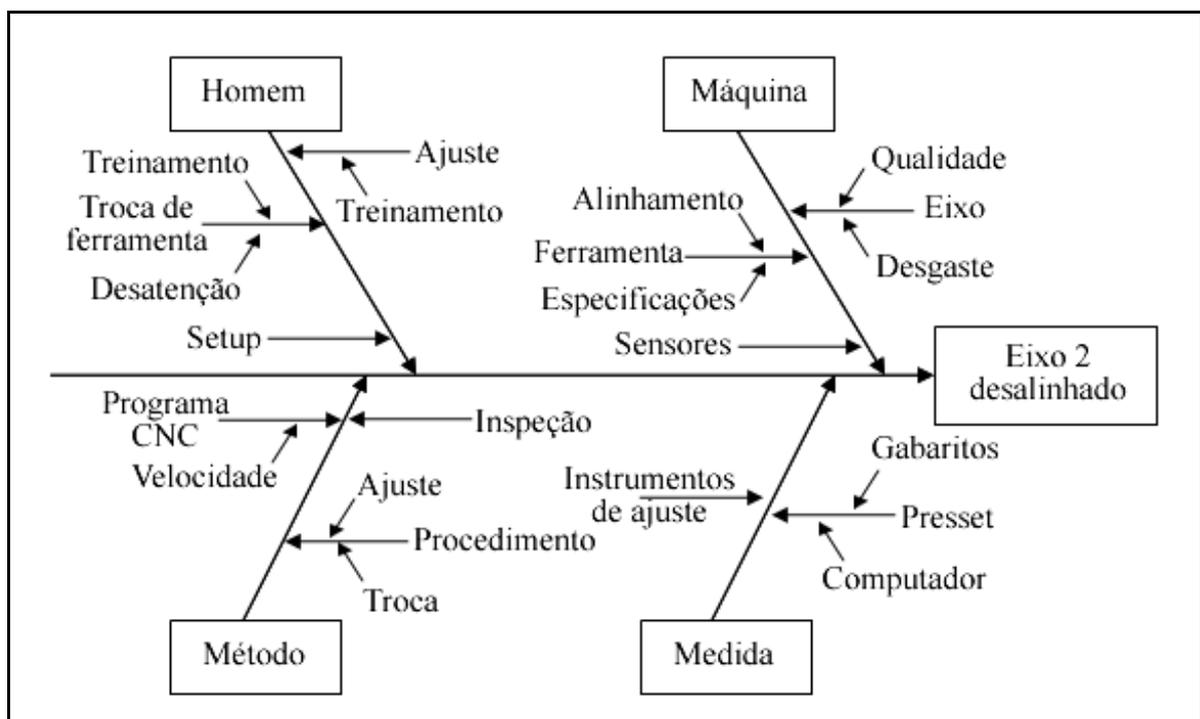


Diagrama 4 - Diagrama de Causa e Efeito – Eixo 2 desalinhado - MCP

Dentre as possíveis causas levantadas, apresentadas no Diagrama 3, as mais prováveis foram a tecnologia ultrapassada do comando do equipamento e a elevada temperatura ambiente.

Dentre as possíveis causas levantadas, apresentadas no Diagrama 4, a única comprovada foi erro humano durante as etapas do processo de interação com a máquina, ou sejam no set-up, ajustes ou na troca da ferramenta.

Implantação de Melhorias

Para o caso do equipamento BEA, o problema da queima de dispositivos eletrônicos do comando de operação foi amenizado com um estudo com base nos dados dos últimos anos da máquina junto ao departamento de manutenção para determinar quais desses dispositivos tem vida útil menor. Dentre os com maior ocorrência de falha foi analisado a viabilidade da aquisição de peças de reposição para reduzir o tempo de resposta da aquisição da peça numa falha desse tipo, que devido a localização da empresa, é de, em média, 3 dias úteis.

No caso da máquina MCP, foi elaborado um procedimento de ajuste e troca de ferramenta em centros de usinagem, para cada processo da empresa. Esse procedimento foi padronizado e foi agendado treinamento com o pessoal com acesso a máquina. Também foi distribuída documentações referentes aos procedimentos já existentes, porém recém padronizados. Isso evitará diversos tipos de falhas no equipamento e reduzirá o número de peças não conformes.

Os resultados dessas melhorias só poderão ser observados a longo prazo, já que objetiva a redução ou a eliminação da ocorrência de problemas.

5.3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Em geral a implantação da metodologia foi tida como eficaz pelas gerencias da empresa, sobre tudo pelo fato de que agora todos da empresa conhecem de fato a eficiência de seus processos fabris.

Nos cinco primeiros meses de implantação do monitoramento da produção através do índice OEE, a empresa atingiu um OEE médio de 75%, considerado um resultado normal dentro dos padrões mundiais.

Os formulários para a coleta de dados simplificaram o processo de preenchimento de coleta na produção. O número de formulários diminuiu e as informações foram unificadas e simplificadas. A produção agora adota somente os dados obtidos nas folhas de monitoramento para avaliar o desempenho do pessoal e dos processos.

Além dos ganhos na produção propriamente dita, o método de monitoramento da produção pelos dados coletados e a geração dos índices OEE unificou os apontamentos de toda a fábrica. A engenharia de manutenção passou a dar preferência pelos índices de disponibilidade gerados pelo OEE e deixar os índices usados até então como suporte para análise de falhas. A engenharia da qualidade e controle da qualidade, por adotarem o programa CEP, mantiveram suas metodologias, mas adotaram os índices de qualidade do OEE como método de avaliação da qualidade em relação as outras áreas da empresa, isto é, para prestação de contas aos clientes internos.

O OEE também está sendo usado pela empresa para outras funções empresariais. A engenharia de processos passou a realizar o rateio de custos indiretos pela eficiência e perdas de cada processo e a formação dos preços, agora é feita com base nos índices de performance dos processos e máquinas da empresa.

A resistência inicial por parte do pessoal foi superada. Uma pesquisa de satisfação foi realizada para avaliar os resultados da implantação e mostrou que atual a visão dos colaboradores em relação à implantação do índice OEE mudou de sentido. Agora a maioria concorda que o monitoramento é importante para empresa e que a metodologia implantada se mostra satisfatória, sendo favoráveis a essa idéia.

O acesso sobre as informações de desempenho dos processos e atingimento de metas por parte de todos os colaboradores, fez crescer o senso de propriedade sobre o equipamento e está estimulando o voluntarismo e a participação. Essa mudança comportamental dos colaboradores tem se mostrado nas reuniões mensais onde são discutidos não só os resultados, mas os principais desafios enfrentados no mês.

Em relação aos lançamentos dos dados está sendo projetado um sistema para substituir as planilhas eletrônicas. Esse sistema irá minimizar os problemas gerados pelo uso das planilhas, reduzindo os erros de lançamento, garantindo a integridade dos dados, simplificando e automatizando o processo de lançamento dos dados e geração dos índices e gráficos do OEE.

Entretanto, o levantamento dos dados continuará a ser manual, através do preenchimento de formulários, até que sensores de produção e de tempos, como demonstrado no Anexo A, tornem-se necessários e viáveis.

No quinto mês de implantação o índice OEE começou a contribuir para o melhoramento dos processos da empresa. Entretanto os esforços nesse sentido ainda são limitados. É necessário um envolvimento maior por parte do pessoal do chão de fábrica nas etapas de identificação e eliminação de causas de problemas.

Os próximos esforços da empresa serão no sentido de aprimorar os procedimentos de análise dos resultados do OEE e de tomadas de ação para melhorá-los, seguindo uma metodologia que será definida pela empresa. Por exemplo, adotar o ciclo PDCA apresentado no Capítulo 2 para conduzir a atividade de melhoria dos processos na empresa. Mas para contribuir para a melhoria dos processos, a empresa deve direcionar seus esforços para incentivar os movimentos de grupos autônomos e atividades de CCQ. Dessa forma, conseguir melhorar os resultados dos índices, reduzir custos e se tornar mais competitiva.

6. CONCLUSÃO

O trabalho teve por finalidade abordar a implantação do índice OEE para mensurar o desempenho da produção de uma empresa metal mecânica com o objetivo de monitorar a produção e realizar melhorias.

Foram apresentados os fundamentos para monitoramento e melhoria de processos, desde a abordagem de médias de desempenho até as filosofias e técnicas de melhoramento de processos. Entre elas a filosofia TPM, seus aspectos e, principalmente, sua técnica de medir as perdas de produção, o índice OEE.

Entre outras técnicas, foi discorrido sobre os grupos autônomos ou, simplesmente, CCQ. O envolvimento do pessoal através da criação de grupos autônomos que ajudam nas decisões da empresa é, sem dúvida, benéfico à organização, mas por si só não constitui a saída para a geração de melhorias. Os grupos devem ser guiados por uma metodologia de melhoramento da fábrica e receber dados sobre a mensuração dessa melhoria assim como o controle da situação a ser melhorada.

Nesse sentido o índice OEE contribui para o estabelecimento dessa metodologia de melhoramento. Esse advento da TPM é comprovadamente um excelente método para mensurar o desempenho da produção levando em consideração todos os aspectos e tempos de produção, manutenção nos equipamentos e qualidade dos produtos.

A empresa em questão apresentou muito interesse na busca por melhoramento do processo e na utilização do índice OEE para tanto. Com a implantação do OEE, a empresa pode agora, exercer o controle sobre a produção, as manutenções realizadas e os índices de perdas atingidos, através da análise dos resultados apresentados e da elaboração de ações para obter uma produtividade crescente e melhoria contínua.

Apesar de o modelo proposto apresentar alterações do modelo tradicional, as mudanças descritas nesse trabalho são importantes para os objetivos estratégicos da empresa. Já que decidir por utilizar uma mesma solução para diferentes problemas em diferentes contextos não é necessariamente aplicável e não traduz uma boa administração. Pois segundo Ohno (1997, p. 110), os padrões geram equívocos e ofuscam a engenhosidade.

O índice OEE está sendo usado com sucesso por vários departamentos da empresa, pois traduz a eficiência de um determinado aspecto do processo, por exemplo, a qualidade, de uma forma global, ou seja, relacionada com os demais aspectos da produção. Os índices demonstram a eficiência das funções da empresa para seus clientes internos. Aplicando assim, a multifuncionalidade, para melhoria dos processos.

Após o período de cinco meses de implantação foi constatado que os resultados alcançados com relação ao monitoramento dos processos produtivos foram satisfatórios. Além disso, o OEE possui hoje grande aceitação por parte dos colaboradores da empresa e em alguns casos a apresentação dos resultados mensais contribuíram para a participação e melhoria dos processos.

Podemos observar que o OEE é uma excelente ferramenta para gerenciamento do desempenho de processo e conduzir programas de melhoria. Entretanto, para introduzir um programa de melhoria é necessário um maior apoio por parte da administração a fim de gerenciar essa melhoria e promover atividades de participação de todos os colaboradores.

REFERÊNCIAS

- BAMBER, C.J. et al. **Cross-functional team working for overall equipment effectiveness (OEE)**. Journal of Quality in Maintenance. Vol. 9, N. 3. p. 223-238, 2003.
- BERGAMO FILHO, V. **Os caminhos da qualidade e da produtividade**. São Paulo: Editora Edgard Blücher Ltda, 1992.
- BIN, L.P.G. **Acompanhamento Implantação da Manutenção Produtiva Total (TPM)**. Trabalho de Graduação (Curso de Engenharia de Produção) – Departamento de Informática, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2005.
- BLACK, J. T. **O projeto da fábrica com futuro**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.
- CAMPOS, V.F. **TQC: Controle da Qualidade Total (no estilo japonês)**. Belo Horizonte: Fundação Cristiano Ottoni, 1992.
- DAL, B.; TUGWELL, P; GREATBANKS; R. **Overall equipment effectiveness as a measure of operational improvement: A practical analysis**. International Journal of Operations & Production Management. Vol. 20, N. 5. p. 1488-1502, 2000.
- DEVELIN, N. **Kaizen II: acelerando a melhoria contínua, uma corrida sem linha de chegada**. São Paulo: Instituto IMAN, 1995.
- CHIARADIA, A.J.P. **Utilização do indicador de eficiência global do equipamento na gestão e melhoria contínua dos equipamentos: um estudo de caso na indústria automobilística**. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Engenharia) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.
- CHIAVENATO, I. **Administração - Teoria, Processo e Prática**. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2000.
- FEIGENBAUM, A. V. **Controle da Qualidade Total: Estratégias para o gerenciamento e tecnologia da qualidade: Estratégias para o gerenciamento e Tecnologia da Qualidade**. São Paulo: Editora Makron Books, Vol. 2, 1994.
- FERREIRA, F.P. **Análise da implantação de manufatura enxuta em uma empresa de autopeças**. Dissertação (Mestrado em Gestão e Desenvolvimento Regional) – Departamento de Economia, Contabilidade e Administração, Universidade de Taubaté, Taubaté, 2004.
- GEFANUC. **Manager's Guide to Overall Equipment Effectiveness (OEE)**. General Electric Fanuc Automation. Disponível em: <<http://www.gefanacautomation.com>>. Acesso em: 20 mai. 2006.
- GOMES, N.D.; MENDONÇA R.R.S.; LIMA, G.B.A. **Manutenção Produtiva Total. Proposta de um instrumento de avaliação objetivando verificar o grau de adequação aos**

pilares da TPM. Anais do XXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP), Curitiba, 2002.

GUELBERT, M. **Estruturação de um sistema de gestão da manutenção em uma empresa do segmento automotivo.** Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Engenharia) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

HARO, D.G.; SILVA, S.C.; CATEN, C.S.T. **Sistemas da Qualidade na Indústria Automobilística: uma proposta de auto-avaliação unificada.** Anais do XXI Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP), Salvador, 2001.

IMAI, M. **Gemba-Kaizen: estratégias e técnicas do Kaizen no piso de fábrica.** São Paulo: IMAN, 1996.

IQA. **Instituto de Qualidade Automotiva.** Disponível em: <<http://www.iqa.org.br>>. Acesso em: 22 mai. 2006.

ISHIKAWA, K. **Controle da qualidade total: à maneira japonesa.** Rio de Janeiro: Editora Campos, 1993.

JEONG, K. PHILLIPS, D.T. **Operational efficiency and effectiveness measurement.** International Journal of Operations & Production Management. Vol. 21, N. 11. p. 1404-1416, 2001.

JIPM. **Japanese Institute of Plant Maintenance.** Disponível em: <<http://www.jipm.or.jp/en>>. Acesso em: 17 jun. 2006.

JONSSON, P.; LESSHAMMAR, M. **Evaluation and improvement of manufacturing performance measurement systems - the role of OEE.** International Journal of Operations & Production Management. Vol. 19, N. 1. p. 55-77, 1999.

KMITA S.F. **Manutenção Produtiva Total (TPM): uma ferramenta para o aumento do índice de eficiência global da empresa.** Anais do XXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP), Ouro Preto, 2003.

KUME, H. **Métodos estatísticos para melhoria da qualidade.** São Paulo: Editora Gente, 1993.

KWON, O.; LEE, H. **Calculation methodology for contributive managerial effect by OEE as a result of TPM activities.** Journal of Quality in Maintenance. Vol. 10, N. 4. p. 263-272, 2004.

LJUNGBERG, O. **Measurement of overall equipment effectiveness as a basis for TPM activities.** International Journal of Operations & Production Management. Vol. 18, N. 5. p. 495-507, 1998.

MARCHIORI, N.L.; MIYAKE D.I.; **Sustentação de Processos de Melhoria Contínua.** Anais do XXI Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP), Salvador, 2001.

MARTINS, P.G.; ALT, P.R.C. **Administração de Materiais e Recursos Patrimoniais.** São Paulo: Editora Saraiva, 2000.

MARTINS, P.G.; LAUGENI, F.P. **Administração da Produção**. São Paulo: Editora Saraiva, 2005.

MONTGOMERY, D. **Introdução ao controle estatístico da qualidade**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2004.

MORAES, P.H.A. **Manutenção produtiva total: estudo de caso em uma empresa automobilística**. Dissertação (Mestrado em Gestão e Desenvolvimento Regional) – Departamento de Economia, Contabilidade e Administração, Universidade de Taubaté, Taubaté, 2004.

OHNO, T. **O sistema Toyota de Produção - Além da Produção em larga escala**. Porto Alegre: Editora Bookman, 1997.

OISHI, M. **TIPS: técnicas integradas na produção e serviços**. São Paulo: Editora Pioneira, 1995.

OLIVEIRA, L.C.Q; CARDOSO, L.A; MACHADO, A.O. **Os traços contemporâneos da racionalização do trabalho e os modelos produtivos na pós-modernidade: uma análise da metodologia japonesa 5S**. Anais do XI Simpósio de Engenharia de Produção (SIMPEP), Bauru, 2004.

ORTIS, R.A.B. **A implantação do programa TPM na área de estamperia da Volkswagen - Taubaté**. Dissertação (Especialização em Gestão Industrial) – Departamento de Economia, Contabilidade e Administração, Universidade de Taubaté, Taubaté, 2004.

PALADINI, E.P. **Estratégias gerenciais para o envolvimento da mão-de-obra no esforço pela qualidade**. Anais do XXIV Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP), Florianópolis, p. 1386-1394, 2004a.

PALADINI, E.P. **Gestão da Qualidade: Teoria e Prática**. São Paulo: Editora Atlas, 2004b.

POSSAMAI, R.J. **A implantação da metodologia TPM num equipamento piloto na Adria Alimentos do Brasil Ltda**. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Engenharia) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

ROSA, G.O. **Estudo de Caso sobre a Implantação do Sistema Manutenção Produtiva Total na Indústria de fios de seda Cocamar, no período de 2004 a 2005**. Trabalho de Graduação (Curso de Engenharia de Produção) – Departamento de Informática, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2005.

SHINGO, S. **O sistema Toyota de Produção: do ponto de vista da engenharia de produção**. Porto Alegre; Editora Bookman, 1996.

SLACK, N.; CHAMBERS S.; JOHNSTON, R. **Administração da produção**. São Paulo; Editora Atlas, 2002.

TAKAHASHI, Y.; OSADA, T. **TPM/MTP - Manutenção Produtiva Total**. São Paulo: IMAN, 1993.

TOOLKIT. **Software OEE Tool Kit**. Disponível em: <<http://www.oetoolkit.nl>>. Acesso em: 23 jun. 2006.

TUBINO, D.F. **Sistema de Produção: A Produtividade no chão de fábrica**. Porto Alegre: Editora Bookman, 1999.

VORNE. **The Fast Guide to OEE™**. Vorne Industries. Disponível em: <<http://www.oe.com>>. Acesso em: 19 jun. 2006.

WERKEMA, C. **Ferramentas estatísticas básicas para o gerenciamento de processos**. Belo Horizonte: Fundação Christiano Otoni, Escola de Engenharia da UFMG. Editora Werkema, 1995.

WOMACK, J. P.; JONES, D.T.; ROOS, D. **A máquina que mudou o mundo: baseado no estudo do massachusetts institute of thecnology sobre o futuro do automóvel**. Rio de Janeiro: Editora Elsevier, 2004.

WWBS. **Total Productive Maintenance, The six big losses, and Overall Equipment Effectiveness and the TPM vision**. ERP Optimization: Worldwide Busines Solutions. Disponível em: <<http://www.wwbsgroup.com>>. Acesso em: 20 mai. 2006.

APÊNDICE A - Resultados mensais do OEE

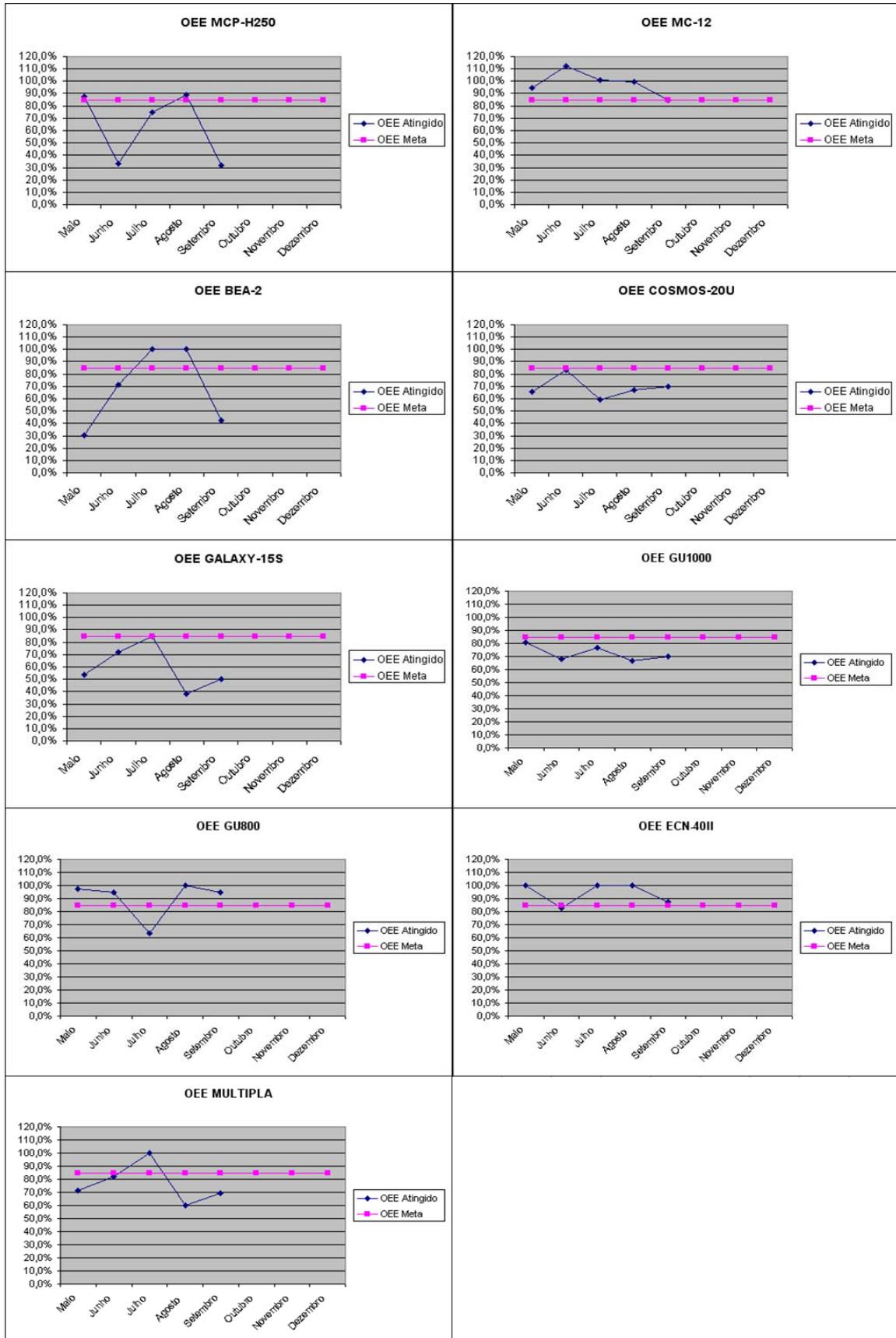
MCP-H250					
ÍNDICE	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro
ID Atingido	90,9%	43,4%	87,2%	91,5%	37,7%
ID Meta	95,0%	95,0%	95,0%	95,0%	95,0%
IPO Atingido	97,3%	77,6%	87,3%	98,4%	88,9%
IPO Meta	90,0%	90,0%	90,0%	90,0%	90,0%
IQ Atingido	99,3%	99,4%	98,7%	98,4%	95,5%
IQ Meta	99,9%	99,9%	99,9%	99,9%	99,9%
OEE Atingido	87,8%	33,5%	75,1%	88,7%	32,0%
OEE Meta	85,0%	85,0%	85,0%	85,0%	85,0%
MC-12					
ÍNDICE	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro
ID Atingido	99,7%	99,8%	98,4%	98,7%	94,7%
ID Meta	95,0%	95,0%	95,0%	95,0%	95,0%
IPO Atingido	95,5%	112,8%	102,7%	101,9%	91,5%
IPO Meta	90,0%	90,0%	90,0%	90,0%	90,0%
IQ Atingido	99,7%	99,5%	99,8%	99,1%	97,7%
IQ Meta	99,9%	99,9%	99,9%	99,9%	99,9%
OEE Atingido	94,9%	112,0%	100,8%	99,7%	84,7%
OEE Meta	85,0%	85,0%	85,0%	85,0%	85,0%
BEA-02					
ÍNDICE	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro
ID Atingido	36,4%	94,2%	100,0%	100,0%	46,8%
ID Meta	95,0%	95,0%	95,0%	95,0%	95,0%
IPO Atingido	83,4%	77,6%	100,0%	100,0%	90,7%
IPO Meta	90,0%	90,0%	90,0%	90,0%	90,0%
IQ Atingido	99,5%	97,7%	100,0%	100,0%	99,3%
IQ Meta	99,9%	99,9%	99,9%	99,9%	99,9%
OEE Atingido	30,2%	71,4%	100,0%	100,0%	42,2%
OEE Meta	85,0%	85,0%	85,0%	85,0%	85,0%

COSMOS-20U					
ÍNDICE	Mai	Junho	Julho	Agosto	Setembro
ID Atingido	98,4%	99,5%	95,5%	100,0%	98,7%
ID Meta	95,0%	95,0%	95,0%	95,0%	95,0%
IPO Atingido	68,5%	85,5%	63,6%	69,1%	70,6%
IPO Meta	90,0%	90,0%	90,0%	90,0%	90,0%
IQ Atingido	97,1%	98,2%	97,6%	96,9%	100,0%
IQ Meta	99,9%	99,9%	99,9%	99,9%	99,9%
OEE Atingido	65,4%	83,5%	59,2%	67,0%	69,7%
OEE Meta	85,0%	85,0%	85,0%	85,0%	85,0%
GALAXY-15S					
ÍNDICE	Mai	Junho	Julho	Agosto	Setembro
ID Atingido	99,3%	98,9%	97,8%	70,9%	71,9%
ID Meta	95,0%	95,0%	95,0%	95,0%	95,0%
IPO Atingido	55,6%	74,2%	86,8%	60,1%	61,6%
IPO Meta	90,0%	90,0%	90,0%	90,0%	90,0%
IQ Atingido	97,3%	98,2%	99,5%	89,1%	97,4%
IQ Meta	99,9%	99,9%	99,9%	99,9%	99,9%
OEE Atingido	53,8%	72,1%	84,6%	38,0%	43,1%
OEE Meta	85,0%	85,0%	85,0%	85,0%	85,0%
GU1000					
ÍNDICE	Mai	Junho	Julho	Agosto	Setembro
ID Atingido	98,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
ID Meta	95,0%	95,0%	95,0%	95,0%	95,0%
IPO Atingido	83,5%	68,5%	77,6%	67,7%	61,0%
IPO Meta	90,0%	90,0%	90,0%	90,0%	90,0%
IQ Atingido	98,3%	98,8%	99,2%	98,7%	98,8%
IQ Meta	99,9%	99,9%	99,9%	99,9%	99,9%
OEE Atingido	80,5%	67,7%	76,9%	66,8%	60,3%
OEE Meta	85,0%	85,0%	85,0%	85,0%	85,0%

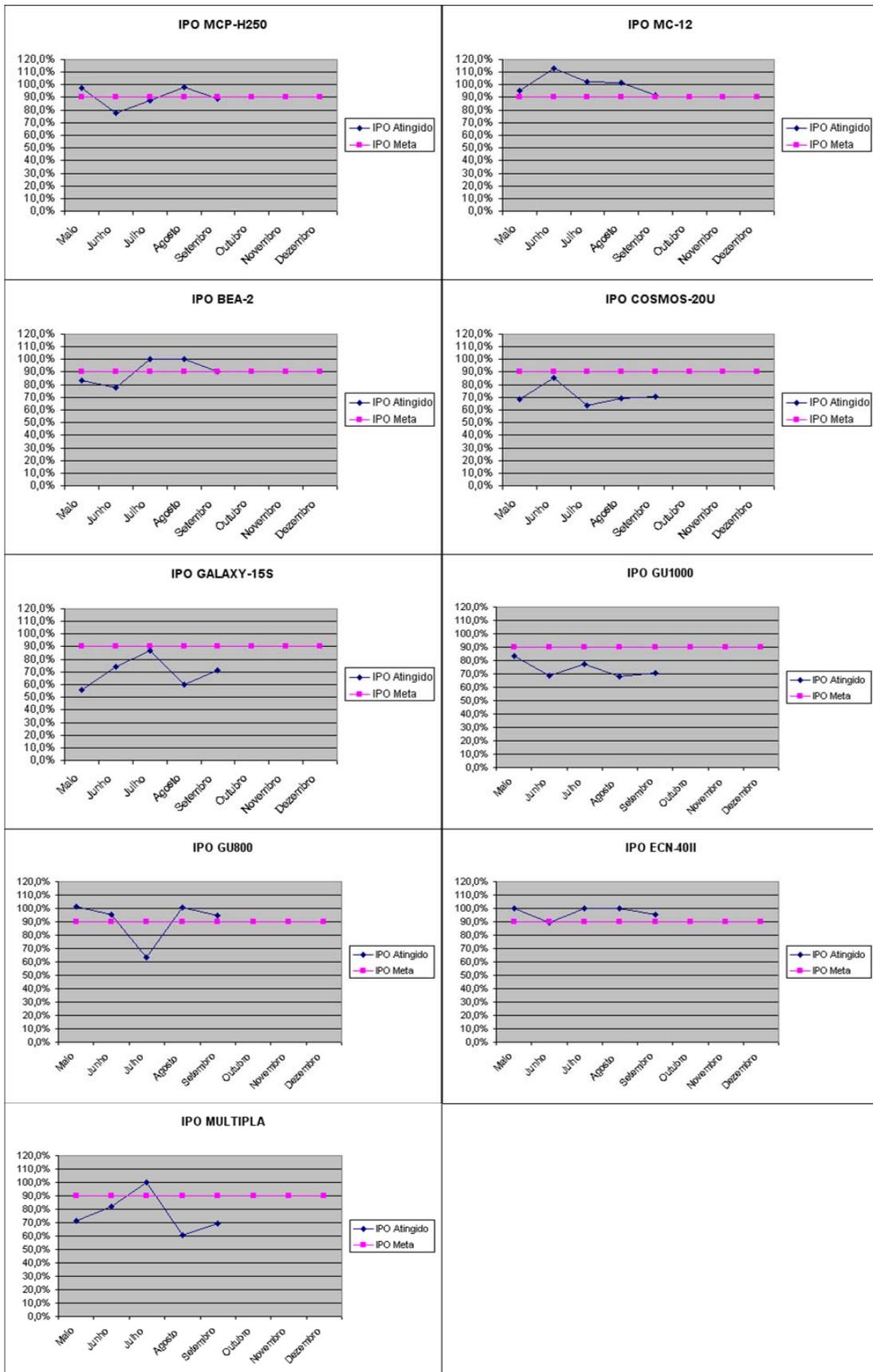
GU800					
ÍNDICE	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro
ID Atingido	96,3%	100,0%	100,0%	100,0%	95,0%
ID Meta	95,0%	95,0%	95,0%	95,0%	95,0%
IPO Atingido	101,1%	95,1%	63,5%	100,9%	95,0%
IPO Meta	90,0%	90,0%	90,0%	90,0%	90,0%
IQ Atingido	99,9%	99,5%	99,5%	98,8%	99,5%
IQ Meta	99,9%	99,9%	99,9%	99,9%	99,9%
OEE Atingido	97,2%	94,6%	63,2%	99,7%	94,5%
OEE Meta	85,0%	85,0%	85,0%	85,0%	85,0%
ECN-40II					
ÍNDICE	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro
ID Atingido	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
ID Meta	95,0%	95,0%	95,0%	95,0%	95,0%
IPO Atingido	100,0%	89,3%	100,0%	100,0%	95,1%
IPO Meta	90,0%	90,0%	90,0%	90,0%	90,0%
IQ Atingido	100,0%	92,3%	100,0%	100,0%	91,8%
IQ Meta	99,9%	99,9%	99,9%	99,9%	99,9%
OEE Atingido	100,0%	82,4%	100,0%	100,0%	87,3%
OEE Meta	85,0%	85,0%	85,0%	85,0%	85,0%
MULTIPLA					
ÍNDICE	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro
ID Atingido	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
ID Meta	95,0%	95,0%	95,0%	95,0%	95,0%
IPO Atingido	71,6%	82,1%	100,0%	60,8%	69,6%
IPO Meta	90,0%	90,0%	90,0%	90,0%	90,0%
IQ Atingido	99,8%	100,0%	100,0%	99,2%	100,0%
IQ Meta	99,9%	99,9%	99,9%	99,9%	99,9%
OEE Atingido	71,4%	82,1%	100,0%	60,3%	69,6%
OEE Meta	85,0%	85,0%	85,0%	85,0%	85,0%

APÊNDICE B - Representação gráfica dos resultados mensais do OEE

Gráficos do Índice OEE por equipamento



Gráficos do Índice de Performance Operacional por equipamento



**ANEXO A - Catálogo de coletor de dados para chão de
fábrica**

SOLUÇÕES E SERVIÇOS

Directa Automação

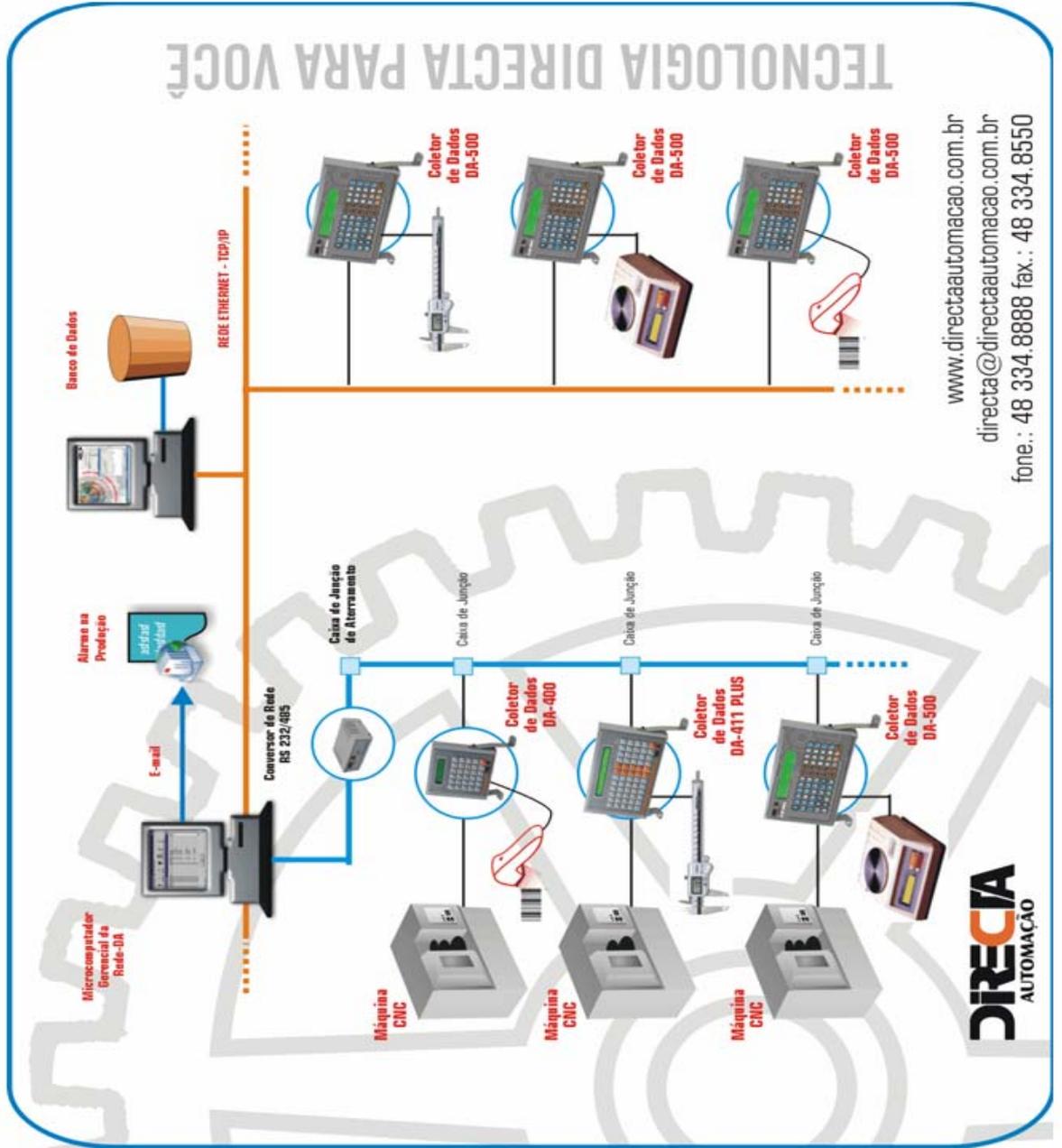
CARACTERÍSTICAS

- ❖ Display com iluminação “back-light”;
- ❖ Display de 40 colunas por 4 linhas;
- ❖ Teclado revestido com membrana resistente de alta sensibilidade táctil;
- ❖ Redes RS485 até 1.200m de distância;
- ❖ Redes Ethernet com prot. TCP/IP e velocidade de até 100Mbps;
- ❖ Gabinete em aço e pintura eletrostática;
- ❖ Suporte de fixação em várias posições;
- ❖ Indicado para usinagem **ONLINE** e máquinas de **ALTA VELOCIDADE**.



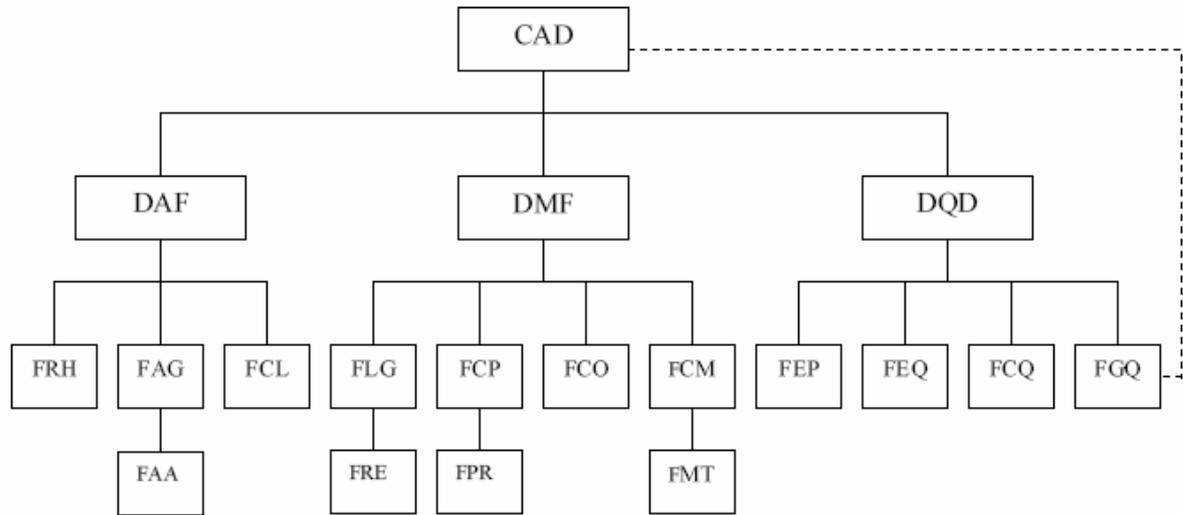
SOLUÇÕES E SERVIÇOS

Directa Automação



ANEXO B - Organograma Geral da empresa estudada

ORGANOGRAMA GERAL



FUNÇÕES ORGANIZACIONAIS					
Sigla	Função	Sigla	Função	Sigla	Função
CAD	Conselho Administrativo	FLG	Logística	FGQ	Garantia de Qualidade
DAF	Diretoria Administrativa e Financeira	FCP	Coordenação da Produção	FAA	Auxiliar Administração
DMC	Diretoria de Manufatura	FCO	Compras	FRE	Recebimento e Expedição
DQD	Diretoria de Qualidade e Desenvolvimento	FCM	Coordenação da Manutenção	FPR	Produção
FRH	Recursos Humanos	FEP	Engenharia de Processos	FMT	Manutenção
FAG	Administração Geral	FEQ	Engenharia de Qualidade		
FCL	Comercial	FCQ	Controle de Qualidade		

GLOSSÁRIO

- Benchmarking** O *Benchmarking* é uma técnica de comparação dos produtos, serviços e processos de uma empresa com seus concorrentes e os líderes de mercado. Seu propósito é estimular a melhoria de desempenho das organizações através de pesquisa que permite identificar o melhor desempenho e alcançar vantagem competitiva.
- Brainstorming** O *Brainstorming*, do inglês “tempestade cerebral”, é uma técnica de geração de idéias mundialmente reconhecida. Define-se como um conjunto de atividades em grupo desenvolvidas para explorar o potencial criativo dos participantes desse grupo.
- Set-up** São os ajustes e trocas de dispositivos que são realizados em um equipamento antes da produção de um determinado lote de produtos.

**Universidade Estadual de Maringá
Departamento de Informática
Curso de Engenharia de Produção
Av. Colombo 5790, Maringá-PR
CEP 87020-900
Tel: (044) 3261-4324 / 4219 Fax: (044) 3261-5874**