

**Universidade Estadual de Maringá**  
**Centro de Tecnologia**  
**Departamento de Engenharia de Produção**

**Determinação do Índice de Eficiência Global do Equipamento para  
Melhorias e Controle da Produção em uma Empresa do Ramo  
Metal Mecânica**

*Marcos Antônio Marega Arantes*

**TCC-EP-66-2010**

**Maringá - Paraná**  
**Brasil**

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

**Determinação do Índice de Eficiência Global do Equipamento para  
Melhorias e Controle da Produção em uma Empresa do Ramo  
Metal Mecânica**

*Marcos Antônio Marega Arantes*

**TCC-EP-66-2010**

Trabalho de Conclusão do Curso apresentado ao curso de graduação em Engenharia de Produção, do Centro de Tecnologia, da Universidade Estadual de Maringá – UEM.  
Orientador(a): *Prof.(<sup>a</sup>): M.Sc. Maria de Lourdes Santiago Luz*

**Maringá - Paraná  
2010**

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho a minha família que assim como eu lutou para ter um sonho realizado.

## AGRADECIMENTOS

À Deus pela nossa existência.

Aos meus pais, José Marcos Sanches Arantes e Rosemary Marega Arantes, por estarem comigo durante todo o processo e que me fizeram acreditar no meu potencial.

À minha irmã, Marcela Marega Arantes, por sua compreensão, carinho e estímulo que foram essenciais para o meu desenvolvimento.

Aos meus avós maternos, Nelson Marega e Iva Fonseca Marega, e paternos, Sabina Sanches Arantes, que com suas experiências transmitiram-me sabedoria e superação.

Aos meus amigos, André Cintrão Bergoc (Tiozão) e Arthur Rodolfo Zanin Cabrera, por me apoiarem no estudo e dividirem conhecimentos.

À empresa, Roltens Indústria de Peças Automotivas LTDA, que através de seus funcionários garantiram-me a possibilidade de efetuar este estudo com atenção e respeito.

Aos professores das disciplinas do curso de graduação pela competência e disciplina.

À Professora M.Sc. Maria de Lourdes Santiago Luz pela orientação, paciência, dedicação para a realização do estudo e exemplo no ensinamento de competência profissional.

Por fim, agradeço à Universidade Estadual de Maringá por ter me possibilitado crescimento e desenvolvimento intelectual na formação profissional.

## RESUMO

A produtividade por ser um dos fatores chave para a sobrevivência de uma empresa faz com que a busca por melhores resultados do Índice de Eficiência Global do Equipamento (OEE) aumente e, com isso, as necessidades de análise, controle e monitoramento dos processos tornam-se primordiais. Sendo assim, é esperado por parte dos responsáveis estudos a fim de identificar, analisar e minimizar a influência de fatores que venham interferir nos resultados esperados, tais como perdas de *setup*, quebra do equipamento, peças não conformes, entre outros. O resultado da eficiência do processo torna possível identificar os pontos críticos que resultam em ineficiência da produtividade, permitindo que sejam concentrados esforços para o desenvolvimento de planos de ações que atuem na correção das principais causas desta ineficiência. A determinação e análise deste índice estão contidas no trabalho em questão, realizado em uma indústria do setor de metal mecânica. De acordo com os dados coletados nos períodos estabelecidos do ano de 2010, foi possível observar a falta de um planejamento adequado da gestão de manutenção, visto que a manutenção preventiva era raramente aplicada. Embora os resultados obtidos estejam abaixo dos padrões mundiais (75%), possibilitaram a implantação de melhorias no processo através da utilização de algumas ferramentas da qualidade. Portanto, a utilização e análise do índice OEE têm se mostrado vantajosas por englobarem as perdas discriminadas pela Manutenção Produtiva Total (TPM – *Total Productive Maintenance*) e facilitarem tomadas de decisões e planos de ações de melhorias.

**Palavras-chave:** *OEE. Manutenção Produtiva Total. Melhorias*

## Sumário

<b>DEDICATÓRIA</b> .....	<b>III</b>
<b>AGRADECIMENTOS</b> .....	<b>IV</b>
<b>RESUMO</b> .....	<b>V</b>
<b>LISTA DE ILUSTRAÇÕES</b> .....	<b>VII</b>
<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	<b>VIII</b>
<b>LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS</b> .....	<b>IX</b>
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>1</b>
1.1 JUSTIFICATIVA .....	2
1.2 DEFINIÇÃO E DELIMITAÇÃO DO PROBLEMA.....	2
1.3 OBJETIVOS .....	3
1.3.1 <i>Objetivo geral</i> .....	3
1.3.2 <i>Objetivos específicos</i> .....	3
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO .....	4
<b>2 REVISÃO DA LITERATURA</b> .....	<b>5</b>
2.1 MANUTENÇÃO PRODUTIVA .....	5
2.1.1 <i>Evolução da Manutenção Produtiva Total</i> .....	9
2.1.2 <i>Os Pilares da TPM</i> .....	10
2.1.3 <i>As Grandes Perdas</i> .....	12
2.2 EFICIÊNCIA PRODUTIVA GLOBAL DE EQUIPAMENTO (OEE) .....	14
2.3 A MANUTENÇÃO DE EQUIPAMENTOS E A GESTÃO PELA QUALIDADE TOTAL .....	17
2.3.1 <i>Ciclo PDCA e SDCA</i> .....	18
2.3.2 <i>As Ferramentas da Qualidade no Gerenciamento da Manutenção</i> .....	19
<b>3 DESENVOLVIMENTO</b> .....	<b>25</b>
3.1 CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO.....	25
3.1.1 <i>A Empresa</i> .....	25
3.1.2 <i>Tecnologias e Instalações</i> .....	25
3.2 METODOLOGIA .....	27
3.3 COLETA E ANÁLISE DE DADOS .....	28
3.4 RESULTADOS E DISCUSSÕES .....	36
3.4.1 <i>Diagnóstico para Implantação de Melhorias no Processo</i> .....	38
<b>4 CONCLUSÃO</b> .....	<b>42</b>
<b>GLOSSÁRIO</b> .....	<b>46</b>

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

### FIGURAS

FIGURA 1: FALHAS VISÍVEIS E INVISÍVEIS .....	<b>ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.</b>
FIGURA 2: ELEMENTOS DA EFICÁCIA GLOBAL DE UMA MÁQUINA .....	15
FIGURA 3: SISTEMÁTICA DE CÁLCULO .....	16
FIGURA 4: MÉTODO PDCA PARA METAS DE MELHORIA E MANUTENÇÃO .....	18
FIGURA 5: GRÁFICO DE PARETO REFERENTE AOS TIPOS DE PROBLEMAS DE UM CARRO .....	21
FIGURA 6: DIAGRAMA DE CAUSA E EFEITO REFERENTE A UMA PEÇA .....	22
FIGURA 7: FICHA DE ACOMPANHAMENTO DO EQUIPAMENTO .....	32
FIGURA 8: NOVA FICHA DE ACOMPANHAMENTO DO EQUIPAMENTO .....	34
FIGURA 9: HISTOGRAMA DOS ÍNDICES OBTIDOS .....	36
FIGURA 10: GRÁFICO DE PARETO REFERENTE ÀS CAUSAS DO REFUGO .....	40
FIGURA 11: DIAGRAMA DE CAUSA E EFEITO REFERENTE À DIMENSÃO .....	40

### QUADROS

QUADRO 1: PILARES DAS ATIVIDADES DE TPM .....	10
QUADRO 2: A EVOLUÇÃO DAS GRANDES PERDAS DA TPM .....	13

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1: QUANTIDADE DE COMPONENTES REFUGADA POR TIPO DE CAUSA.....	39
---	----



## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ID	Índice de Disponibilidade
IE	Índice de Eficiência
IQ	Índice de Qualidade
OEE	Índice de eficiência Global de equipamento
PDCA	Ciclo PDCA: <i>PLAN</i> (Planejamento); <i>DO</i> (Execução); <i>CHECK</i> (Verificação); <i>ACTION</i> (Atuação)
SDCA	<i>STANDARD</i> (Padronização); <i>DO</i> (Execução); <i>CHECK</i> (Verificação); <i>ACTION</i> (Atuação)
TO	Tempo de operação
TPM	Manutenção Produtiva Total
TTD	Tempo total disponível

# 1 INTRODUÇÃO

Antigamente, as indústrias preocupavam-se prioritariamente com uma manutenção corretiva, o que ocasionava desperdícios, retrabalhos, perda de tempo e de esforços humanos, além de prejuízos financeiros. A partir de uma análise desse problema, passou-se a dar ênfase na manutenção preventiva. Com o enfoque nesse tipo de manutenção foi desenvolvido o conceito de manutenção produtiva total, conhecido pela sigla TPM (*Total Productive Maintenance*), que inclui programas de manutenção preventiva e preditiva, análise das grandes perdas e determinação de índices produtivos, como o OEE (*Overall Equipment Effectiveness*).

Com a economia globalizada e com a grande competitividade do mercado, as empresas de manufatura vêm procurando se adequar cada vez mais às exigências dos clientes. Produzir cada vez mais com menos recursos e mais rapidamente passou a ser um desafio para as indústrias que desejam permanecer no mercado. Por esse motivo, a medição do sistema de manufatura vem se tornando cada vez mais essencial para a resolução de problemas e para a própria melhoria contínua desses sistemas.

Assim, sob este aspecto, faz-se necessário que as empresas busquem melhorar continuamente a eficácia de seus equipamentos, identificando e eliminando as perdas e conseqüentemente, reduzindo custos de fabricação.

Segundo Xenos (2004, p.17) apesar de a manutenção de equipamentos e instalações industriais estarem sendo praticadas há anos em muitas empresas brasileiras e, apesar de existirem vários cursos de treinamento e literatura sobre o assunto, é surpreendente o fato de freqüentemente encontrar-se pessoal de manutenção de vários níveis e de diferentes empresas que não conhecem a essência das suas próprias atividades profissionais e que acabam se atrapalhando com os termos relacionados com a manutenção de equipamentos.

Esse trabalho, portanto, aborda o estudo de caso em uma empresa metal mecânica, especificamente no setor de usinagem, em cujo estudo será determinado o índice de Eficiência Global do Equipamento, representado pela sigla OEE.

## **1.1 Justificativa**

A empresa necessita de informações a respeito da eficiência de equipamentos no setor de usinagem, visto que a fabricação de todos os seus produtos é dependente deste setor. Salienta-se que, a indicação deste índice ajudará a ter conhecimento sobre a capacidade produtiva do equipamento e, assim, possibilitará aos responsáveis incorporar nas tomadas de decisões importantes para o planejamento e controle de produção, as informações originadas por esse indicador de eficiência (desempenho).

A partir da determinação do OEE, a empresa praticará uma das técnicas japonesas de melhoria contínua situada na gestão de manutenção. Esta técnica está apoiada na filosofia da Manutenção Produtiva Total, que visa eliminar as falhas ou quebras, propiciando uma mínima oscilação do processo de produção. Para isso, a TPM necessita do envolvimento de todos os funcionários e envolve cinco pilares básicos representados por: eficiência, auto-reparo, planejamento, treinamento e ciclo de vida.

De tal modo, à medida que se obtém o índice de Eficiência Global de um Equipamento, pode-se usá-lo como auxiliar na execução de algumas ferramentas da qualidade como o Ciclo PDCA, Círculos de Controle de Qualidade, Diagrama de causa-efeito e outras ferramentas estatísticas, uma vez que aplicadas isoladamente podem não apresentar os resultados desejados justamente pela falta da mensuração e controle de sua capacidade produtiva.

Portanto, o OEE propicia à empresa ter o conhecimento de alguns índices e a visualização das perdas ou falhas no setor de usinagem possibilitando a busca por soluções para o problema identificado.

## **1.2 Definição e delimitação do problema**

Todos os setores da empresa são importantes para a fabricação de seus produtos, porém é no setor de usinagem que se encontram os equipamentos de maiores investimentos e vitais para a sobrevivência da empresa.

Contudo, neste setor não há informações relevantes sobre a capacidade produtiva, isto é, a empresa não possui conhecimentos sobre: as perdas que possam ocorrer durante todo o

processo, desde a programação do equipamento até a retirada do produto e/ou componente do mesmo; o quanto se pode produzir em um determinado tempo; qual o tempo de disponibilidade do equipamento; o índice de itens conformes e não-conformes após a realização do processo.

A falta desses dados faz com que a empresa não organize sua produção da forma mais eficiente, impossibilitando um planejamento que reduza o prazo de entrega dos produtos aos seus clientes.

À medida que o OEE foi implantado, calculado, acompanhado e analisado, foi possível solucionar alguns problemas citados anteriormente, visto que o OEE permitiu a identificação das perdas durante o processo, o conhecimento da eficiência real do equipamento, a visão de quanto ele pode produzir durante um dado período.

### **1.3 Objetivos**

#### **1.3.1 Objetivo geral**

Determinar o índice de Eficiência Global do Equipamento (OEE) em uma empresa do ramo metal mecânica, no setor de usinagem, com a finalidade de utilizá-lo para futuras melhorias e tomadas de decisões.

#### **1.3.2 Objetivos específicos**

- Analisar a filosofia TPM;
- Identificar as grandes perdas durante o processo;
- Elaborar treinamentos dos funcionários envolvidos para o preenchimento e coleta de dados;
- Demonstrar as ferramentas utilizadas para o cálculo das eficiências;
- Traduzir os resultados da eficiência global do equipamento;
- Aplicar as ferramentas da qualidade como suporte a um plano de ações de melhorias.

## **1.4 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, definição e delimitação do problema, objetivos gerais e específicos e estrutura do trabalho.

No capítulo 2 é apresentada a revisão da literatura com a fundamentação teórica para o estudo realizado e base para as conclusões obtidas. Neste capítulo é apresentado aspectos da Gestão da Manutenção Produtiva, sua evolução e pilares. Apresentam-se também as grandes perdas existentes, a definição e metodologia do OEE, e a relação da manutenção com a Gestão da Qualidade

No capítulo 3 será relatado o estudo de caso, composto pela caracterização da empresa, coleta e análise dos dados, resultados e discussões.

No capítulo 4 é apresentada a Conclusão do estudo sobre os resultados demonstrados baseados na revisão da literatura e referências para trabalhos futuros.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 Manutenção Produtiva

Slack *et al* (2008, p. 643-644) define manutenção como um termo utilizado para abordar a forma pela qual as organizações tentam evitar as falhas ao cuidar de suas instalações físicas. Segundo o mesmo autor os benefícios da manutenção são: segurança melhorada, confiabilidade aumentada, maior qualidade, redução de custo de operação, tempo de vida mais longo das instalações, e valor final mais alto.

Para Xenos (2004, p.18) manter significa fazer tudo que for preciso para assegurar que um equipamento continue a desempenhar as funções para as quais foi projetado, num nível de desempenho exigido.

Muitas vezes, somente manter estas condições é insuficiente e a introdução de melhorias que visa aumentar a produtividade também deve fazer parte do trabalho dos departamentos de manutenção (XENOS, 2004, p. 20).

Xenos (2004) divide as atividades de manutenção de equipamentos em dois tipos:

- Atividades de manutenção;
- Atividades de melhoria.

As atividades de manutenção são responsáveis por manter as condições originais de operação por meio do restabelecimento de eventuais quebras ou deteriorações. Já as atividades de melhoria visam melhorar suas condições originais de operação, desempenho e confiabilidade. Martins e Laugení (2005, p.467) refere-se à manutenção de instalações como uma forma de manter as condições originais para as quais foram projetadas. Nota-se que a cada dia aumenta nossa dependência dos equipamentos e instalações e a interrupção dos mesmos pode gerar uma série de problemas, como reclamações dos clientes, receitas que deixavam de ser auferidas e custos e aumento de acidentes no trabalho.

A filosofia da manutenção produtiva requer uma análise crítica e detalhada, pois é um fator determinante para a qualidade do produto final e aceitação deste no mercado. A satisfação dos clientes, objetivo altamente almejado pelas empresas, depende do serviço oferecido e, este por sua vez, necessita de produtos conformes, que atendam no tempo estimado e, sobretudo, tragam o retorno desejado. Ou seja, realizar estudos sobre a manutenção de instalações pode conferir à empresa resultados importantes, seja a eliminação de alguma falha ou perda, seja sua competitividade frente ao mercado.

A concepção de que todo equipamento quebra está sendo reformulada. Hoje, dentro dos conceitos modernos, já se adota o princípio de zero quebra, isto é, não se admite mais a interrupção do processo produtivo em decorrência da parada de um equipamento, o que colocaria por terra os princípios do *just-in-time*, que prevê um fluxo ininterrupto de materiais e serviços (MARTINS e LAUGENI, 2005, p.468).

A idéia da “quebra zero” baseia-se no conceito de que a quebra é a falha visível. Segundo Xenos (2004, p. 68) existem três grandes categorias de causa de falhas: falta de resistência, uso inadequado ou manutenção inadequada.

A falha visível é causada por uma coleção de falhas invisíveis, como ilustra a Figura 1:



Figura 1 – Falhas visíveis e invisíveis

Fonte: Sampaio (2006, p. 6)

Esta nova preocupação sobre manutenção entende-se pelo fato dela interferir na melhoria da segurança das instalações, do aumento da confiabilidade das máquinas, melhor qualidade, redução dos custos de operação, aumento do tempo de vida útil dos equipamentos, e a valorização das instalações no mercado de revenda.

É esta visão que fez com que surgissem outros tipos de manutenção além da classificada em preventiva e corretiva. Seus nomes são preditiva e produtiva total.

De acordo com Martins e Laugeni (2005, p. 468), a manutenção corretiva visa corrigir, restaurar, recuperar a capacidade produtiva de um equipamento ou instalação que tenha cessado ou diminuído sua capacidade de exercer as funções para as quais foi projetado.

“A manutenção corretiva sempre é feita depois que a falha ocorreu” (XENOS, 2004, p.23). Segundo Xenos (2004, p. 23), considerando custo de manutenção, a corretiva é mais barata do que prevenir as falhas nos equipamentos, porém pode causar grandes perdas por interrupção de produção.

A manutenção preventiva, conforme Slack *et al* (2008, p. 645) tem como objetivo eliminar ou reduzir as possibilidades de falhas por manutenção, como limpeza, lubrificação, substituição e verificação das instalações.

Segundo Martins e Laugeni (2005, p.468), as vantagens da manutenção preventiva são:

- aumento da vida útil dos equipamentos;
- redução de custos;
- diminuição das interrupções do fluxo produtivo;
- criação de uma mentalidade preventiva na empresa;
- programação para os horários mais convenientes;
- melhoria da qualidade dos produtos.

Ou seja, ao se considerar o custo total, em várias situações a manutenção preventiva acaba sendo a mais barata que a manutenção corretiva, pelo fato de se ter o domínio das paradas dos equipamentos (XENOS, 2004, p. 24).



Já a manutenção preditiva consiste, de acordo com Martins e Laugeni (2005, p. 468), em monitorar parâmetros de instalações de modo a antecipar a identificação de um futuro problema.

Devido ao uso de tecnologia avançada, a manutenção preditiva costuma ser tratada de forma diferenciada nas empresas (XENOS, 2004, p. 25).

E a última divisão considerada é a da manutenção produtiva total, conhecida pela sigla TPM, cujo significado desta, de acordo com Black (1998, p. 181) e Ortis (2004, p. 13-14), estratifica-se da seguinte forma:

- a) Manutenção: Um dos motivos da denominação é porque veio num ciclo de evolução das técnicas de manutenção existentes, até então. Porém, o termo manutenção não se restringe exclusivamente à 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 todas as pessoas da empresa inseridas nos processos. Visa não só a manutenção, mas uma eficiência global do processo, abrangendo todos os departamentos da empresa, não só a parte industrial.

Em uma abordagem mais ampla e complexa encontra-se a manutenção produtiva total, cuja sigla em português é MPT em que de acordo com Martins e Laugeni (2005, p.469) “[...] é muito mais uma filosofia gerencial, atuando na forma organizacional, no comportamento das pessoas, na forma com que tratam os problemas, não só os de manutenção, mas de todos os diretamente ligados ao processo produtivo.”

“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 equipamentos, sobre processo e sobre produto” (MORAES, 2004, p.35).

“A TPM visa estabelecer boa prática de manutenção na produção por meio de perseguição das “cinco metas da TPM” ”(SLACK *et al.*, 2008, p.648).

- Melhorar a eficácia dos equipamentos;
- Realizar manutenção autônoma;
- Planejar a manutenção;
- Treinar os funcionários em habilidades para manutenção;
- Conseguir gerir os equipamentos logo no início.

Segundo Takahashi e Osada (1993, p. 7), as atividades do TPM são: investigar e melhorar máquinas, matrizes, dispositivos e acessórios, de modo que sejam confiáveis, seguros e de fácil manutenção e explorar meios para padronizar essas técnicas; determinar como fornecer e garantir a qualidade do produto através do uso de máquinas, matrizes, dispositivos e acessórios e treinar todo o pessoal nessas técnicas; aprender como melhorar a eficiência da operação e como maximizar sua durabilidade; descobrir como despertar o interesse dos operadores e educá-los para que cuidem das máquinas da fábrica.

### **2.1.1 Evolução da Manutenção Produtiva Total**

A história do TPM é abordada como uma conseqüência das tradicionais manutenções, possuindo suas especificações, detalhamentos, especialidades, e, sobretudo, objetivos e responsabilidades que lhe conferem de grande importância na produtividade de uma empresa e na qualidade de produto e nível de serviço oferecido.

Conforme Nakajima (1989, p. 10) e Palmeira e Tenório (2002, p. 81) com o final da Segunda Guerra Mundial, as empresas japonesas obrigadas pela necessidade urgente e por metas governamentais agressivas de reconstrução do país, tornaram-se fiéis seguidoras das técnicas americanas de gestão e de produção. A partir de 1950 deixaram de utilizar somente a política de Manutenção Corretiva de Emergência e deram início a implementação dos conceitos de Manutenção Preventiva baseada no tempo, aos quais se agregaram posteriormente os conceitos de Manutenção do Sistema de Produção, de Manutenção Corretiva de Melhorias, de Prevenção da Manutenção e de Manutenção Produtiva que buscavam a maximização da capacidade produtiva dos equipamentos.

Em 1971, o envolvimento de todos os níveis da organização, o apoio da alta gerência e as atividades de pequenos grupos de operadores originaram a Manutenção Produtiva Total, mais conhecida como TPM (*Total Productive Maintenance*), aplicada pela primeira vez pela empresa Nippondenso, um dos principais fornecedores japoneses de componentes elétricos para a *Toyota Car Company*, sob a liderança do Instituto Japonês de Engenharia de Planta (*JIFE - Japanese Institute of Plant Engineering*) na figura de Seiichi Nakajima. O JIFE foi o precursor do Instituto Japonês de Manutenção de Plantas (*JIPM - Japanese Institute of Plant Maintenance*), o órgão máximo de disseminação do TPM no mundo (PALMEIRA e TENÓRIO, 2002,p.86 e KENEDY, p. 4).

Desde então, a TPM tornou-se fator relevante para um bom desempenho das empresas e pode ser dividida em quatro gerações, as quais suas características estão fundamentadas nas perdas existentes e serão descritas e ilustradas posteriormente.

A partir também dos anos 80, os pequenos grupos de operadores puderam incorporar às suas atividades de TPM, as técnicas de manutenção preditiva que marcavam o início da era da manutenção baseada não mais no tempo de uso do equipamento, mas sim na sua condição.

No Brasil, há 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).

### **2.1.2 Os Pilares da TPM**

Os pilares da TPM representam a base, o alicerce para o desenvolvimento e implantação da filosofia TPM. Eles estão relacionados desde a criação e organização de um ambiente limpo e disciplinado à preocupação com o desenvolvimento e treinamento de pessoas, com a qualidade dos processos, produtos e instalações.

Takahashi e Osada (1993, p. 36) define os pilares das atividades do TPM com suas respectivas metas conforme apresentado no Quadro 1:

<b>Pilar</b>	<b>Meta</b>
1. 5 S`'s e manutenção voluntária	Criação de um ambiente organizado e disciplinado
2. Desenvolvimento de recursos humanos	Operários qualificados e versáteis em relação às instalações e manufatura
3. Manutenção especializada	Manutenção planejada e melhorias das tecnologias de manutenção
4. Manutenção da qualidade	Eliminação de defeitos e criação da qualidade assegurada
5. Melhorias na eficiência da produção	Visualização de perdas e avaliação da eficiência
6. Tecnologia do equipamento	Inovação da produção

**Quadro 1 - Pilares das Atividades de TPM**

**Fonte: Adaptado de Takahashi e Osada (1993, p. 36)**

A TPM, segundo Takahashi e Osada (1993) apresenta uma estrutura de oito pilares que dão sustentação para toda sua implantação e manutenção. A base do sistema é o conhecimento e envolvimento das pessoas, sem as quais, por melhor que seja a fase de planejamento, o sistema não funcionará. Estes pilares são definidos como:

- Manutenção Autônoma
- Manutenção Planejada
- Manutenção da Qualidade
- Educação e Treinamento
- Saúde Segurança e Meio Ambiente
- Controle Inicial
- TPM em áreas Administrativas (Office)
- Melhorias Específicas

Esse pilar tem como meta a organização das condições básicas de um ambiente de trabalho disciplinado (TAKAHASHI e OSADA, 1993, p. 36).

O pilar Manutenção Autônoma tem, então, como principal objetivo o aumento do tempo de disponibilidade operacional dos equipamentos através da preparação e envolvimento do

pessoal de operação. A palavra autônoma indica exatamente o fato de os operadores terem autoridade e conhecimento suficientes para executarem intervenções antes só realizadas pelo pessoal especializado.

Apesar de todos os pilares terem suas características e importância, este estudo detalhou apenas o de manutenção autônoma devido este pilar apresentar maiores pontos positivos e de maior impacto nas operações.

### 2.1.3 As Grandes Perdas

Para auxiliar no alcance dessas metas, a TPM recomenda o conhecimento das seis grandes perdas presentes durante o processamento das operações. O estudo das perdas fornece índices que possibilitam a determinação do índice de Eficiência Global do Equipamento (OEE).

As seis grandes perdas são de acordo com Martins e Laugeni (2005, p. 469-471):

- Perda 1 - quebras: quantidade que deixou de ser produzida pelo fato de a máquina estar quebrada;
- Perda 2 - ajustes: quantidades não produzidas, visto que a máquina estava sendo preparada (troca de ferramentas, gabaritos, matrizes);
- Perda 3 - pequenas paradas: quantidades de itens não produzidos, pois houve um tempo ocioso, por exemplo, a ida ao banheiro de um funcionário, durante o processo;
- Perda 4 – baixa velocidade: quantidade não produzida uma vez que o equipamento operou em uma velocidade fora do padrão;
- Perda 5 – qualidade insatisfatória: quantidades de produtos não-conformes decorrentes da operação;
- Perda 6 – perdas com *start-up*: quantidades não-conformes antes de o processo ser iniciado.

No final da década de 80, o foco da TMP 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 retrabalhos 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, de acordo com Moraes (2004, p.39) a evolução da filosofia da TPM em relação às perdas está estratificada em quatro gerações conforme o Quadro 2.

	1ª geração 1970	2ª geração 1980	3ª geração 1990	4ª geração 2000
<b>Estratégia</b>	Máxima eficiência dos equipamentos		Produção e TPM	Gestão e TPM
<b>Foco</b>	Equipamento		Sistema de Produção	Sistema geral da Companhia
<b>Perdas</b>	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 2 – A evolução das grandes perdas da TPM**

Fonte: Moraes (2004, p. 39)

## 2.2 Eficiência Produtiva Global de Equipamento (OEE)

Conforme Takahashi e Osada (2002, p. 157), enquanto se tenta alcançar objetivo de promover, com sucesso a Manutenção Produtiva, deve-se também investigar o nexo de problemas que contribuem para um menor nível de eficiência dos equipamentos para assim tomarem-se as medidas necessárias.

A eficácia global dos equipamentos é utilizada na metodologia TPM – Total Productive Maintenance, em que é proposto um indicador conhecido na literatura internacional como OEE – *Overall Equipment Effectiveness*.

OEE é uma ferramenta utilizada para medir as melhorias implementadas pela metodologia TPM. A utilização do indicador OEE, conforme proposto pela metodologia TPM, permite que as empresas analisem as reais condições da utilização de seus ativos. Estas análises das condições ocorrem a partir da identificação das perdas existentes em ambiente fabril, envolvendo índices de disponibilidade de equipamentos, performance e qualidade.

O OEE permite indicar áreas onde devem ser desenvolvidas melhorias bem como pode ser utilizado como *benchmark*, permitindo quantificar as melhorias desenvolvidas nos equipamentos, células ou linhas de produção ao longo do tempo. A análise do OEE e *output* de um grupo de máquinas de uma linha de produção ou de uma célula de manufatura possibilitam identificar o recurso com menor eficiência, possibilitando, desta forma, focalizar esforços nesses recursos.

Para o equipamento operar de forma eficaz, é necessário alcançar altos níveis de desempenho nas três dimensões apresentadas. Vistas de forma isolada, essas métricas são indicadores importantes do desempenho da operação, mas não fornecem uma visão completa da eficácia *geral* da máquina. Isso pode ser entendido olhando-se o efeito combinado das três medidas, calculadas ao multiplicar as três métricas individuais. Todas as perdas ao desempenho OEE podem ser expressas em unidades de tempo – o tempo do ciclo para produzir uma peça boa. Assim, a rejeição de uma peça equivale a perda de tempo. Na verdade, isso significa que a OEE representa o tempo de operação válido como uma porcentagem da capacidade de projeto. (SLACK *et al.*, 2008, p.352).

Conforme Ljungberg (1998), antes do advento desse indicador, somente a disponibilidade era considerada na utilização dos equipamentos, o que resultava no superdimensionamento de capacidade. E de acordo com Xenos (2004, p. 157) a disponibilidade era calculada a partir de duas categorias: a investigação do equipamento do ponto de vista de melhorar seu nível de confiabilidade e a investigação das atividades, a fim de melhorar a eficiência da atividade de manutenção. Os resultados eram expressos em termos do produto destas categorias, ou seja, a disponibilidade.

Atualmente, o OEE é expresso a partir das grandes perdas em uma empresa, sendo melhor detalhada por meio da Figura 2:



**Figura 2 - Elementos da eficácia global de uma máquina**

Fonte: Oliveira Santos e Santos (2007, p. 5).

Conforme Martins e Laugeni (2005, p. 470) o OEE é calculado da seguinte maneira:

- As perdas 1, 2 e 3 definem a disponibilidade ou o índice de disponibilidade (ID) sendo expresso na Equação 1:

$$ID = \frac{TO}{TTD} \quad (1)$$



Em que:

TO: tempo de operação;

TTD: tempo total disponível. (disponibilidade possível – paradas programadas).

- As perdas 4, 5 definem a eficiência, performance ou índice de eficiência (IE) e é expresso na Equação 2:

$$IE = \frac{TO - (\text{perda 4} + \text{perda 5})}{TO} \quad (2)$$

- As perdas 6 e 7 definem a qualidade ou índice da qualidade (IQ) do equipamento, logo:

$$IQ = \frac{\text{Quantidade de itens conformes} - (\text{perda 6} + \text{perda 7})}{\text{Quantidade de itens conformes}} \quad (3)$$

Dessa forma, o OEE (%) é representado pela seguinte equação:

$$OEE = ID \times IE \times IQ \quad (4)$$

A metodologia de obtenção e cálculo do OEE também pode ser representado pela Figura 3:

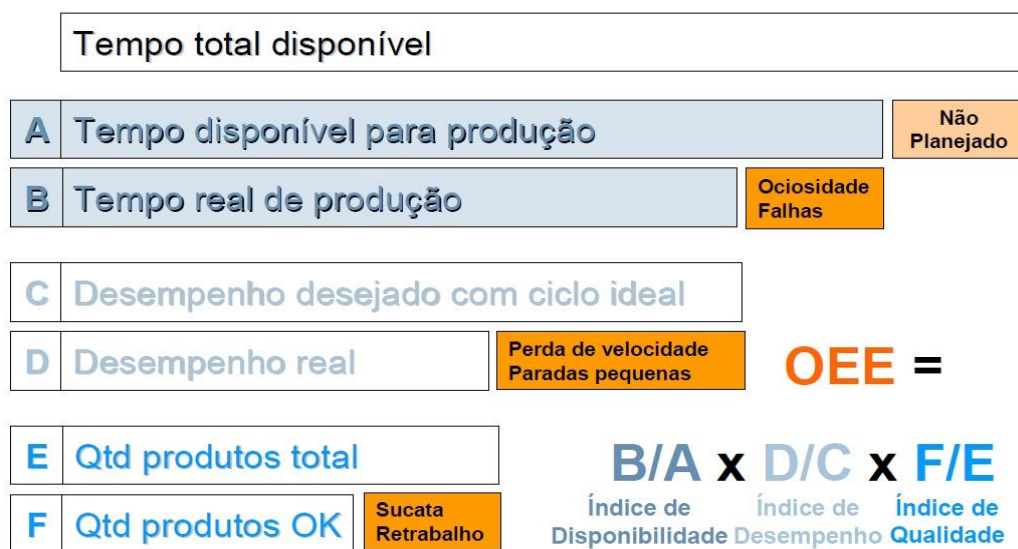


Figura 3 – Sistemática de Cálculo

Fonte: Oliveira Santos e Santos (2007, p. 5).

Segundo Martins e Laugeni (2005, p. 471) há diversas maneiras de apresentar a metodologia de cálculo, todavia todas levam a conclusões semelhantes.

O cálculo da OEE para um grande número de equipamentos, de acordo com Martins & Laugeni (2005, p. 471) é extremamente trabalhoso, porém existem softwares de manutenção que são capazes de realizar o procedimento em questão.

Segundo Nakajima (1989), um OEE de 85% deve ser buscado como meta ideal para os equipamentos. Empresas que obtiveram OEE superior a 85% ganharam o prêmio TPM Award. Para se obter esse valor de OEE é necessário que seus índices sejam de: 90% para disponibilidade, 95% performance, 99% qualidade.

Estudos mostraram as empresas que não adotaram TPM, possuem índices de OEE na média entre 30% e 60% (LJUNGBERG, 1998, p. 507).

### **2.3 A manutenção de Equipamentos e a Gestão pela Qualidade Total**

A prosperidade e a sobrevivência das empresas, segundo Xenos (2004, p. 39) dependem da satisfação de várias pessoas com quem elas se relacionam, sobretudo, dos clientes, acionistas, empregados.

A relação da qualidade com os equipamentos está se tornando cada vez mais próxima, uma vez que a produção mecanizada tem garantido maior produtividade e competitividade, permitindo produzir melhores produtos, a partir de reduções dos recursos a serem utilizados e dos custos.

Para controlar o processo de manutenção de equipamentos e instalações é necessário medir seus resultados. Dessa forma, deve-se estabelecer itens de controle e ainda o controle sobre as causas do processo (itens de verificação).

A seguir serão mostradas algumas ferramentas da qualidade que auxiliam na estruturação de um sistema de manutenção de equipamentos a fim de possibilitar à empresa atingir as metas pré-estabelecidas.

### 2.3.1 Ciclo PDCA e SDCA

O método universal para atingir metas é o ciclo PDCA. (XENOS, 2004, p. 52). 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.

O ciclo de PDCA, de maneira simples, constitui-se das seguintes fases, de acordo com Xenos (2004, p. 52-53):

(PLAN) Planejamento: estabelecer claramente suas metas e os métodos para alcançá-las: esta etapa envolve identificação do problema, observações das características do problema, análise do processo e das causas, e estabelecimento de um plano de ação.

(DO) Execução: educar e treinar as pessoas envolvidas e colocar o plano em prática.

(CHECK) Verificação: observar a situação e verificar se os resultados do trabalho executado estão progredindo em direção à meta.

(ACTION) Atuação: se os resultados não estão progredindo, atuar no processo em função dos resultados obtidos.

Para Xenos (2004, p. 53) existem metas padrão e metas de melhoria. O PDCA para as metas padrão é chamado de SDCA (Standard-Do-Check-Action).

Nas áreas de manutenção, vale lembrar que o giro SDCA é aplicável em tarefas repetitivas e de natureza semelhante (XENOS, 2004, p. 54). A atuação conjunta dos dois ciclos está representada pela Figura 4.

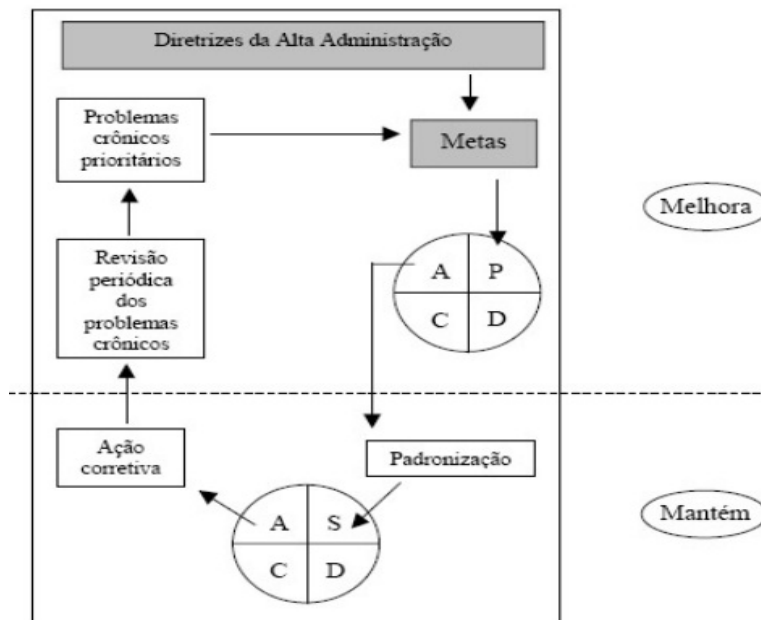


Figura 4 – Método PDCA Para Metas de Melhoria e Manutenção.

Fonte: Campos (1992, p. 184)

### 2.3.2 As Ferramentas da Qualidade no Gerenciamento da Manutenção

Para Xenos (2004, p. 289), o gerenciamento da manutenção necessita de um sistema de coleta, processamento e apresentação das informações para possibilitar as tomadas de decisões e ações eficazes.

As ferramentas da qualidade são métodos simples, mas de grande interpretação de informações e podem ser aplicadas no gerenciamento para manter (SDCA) e para melhorar (PDCA). São conhecidas como as *Sete Ferramentas da Qualidade*:

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

### *Estratificação*

A estratificação consiste, de acordo com Werkema (1995, p. 52-53) na divisão de um grupo em diversos subgrupos com base em fatores apropriados. As principais causas que atuam nos processos produtivos são: equipamentos, insumos, pessoas, métodos, medidas e condições ambientais. É dividir um problema em camadas de problemas de origens diferentes (CAMPOS, 1992, p. 201).

A estratificação é uma ferramenta muito efetiva nas etapas de observação, análise, execução, verificação e padronização do Ciclo PDCA para melhorar, e nas etapas de execução e ação corretiva PDCA para manter (WERKEMA, 1995, p. 53).

### *Folha de Verificação*

É a ferramenta utilizada para facilitar e organizar o processo de coleta e registro de dados, de forma a contribuir para otimizar a posterior análise dos dados obtidos (WERKEMA, 1995, p. 58).

Alguns tipos de folhas de verificação mais empregados para Werkema (1995, p. 59) são:

1. Para a distribuição de um item de controle de um processo produtivo. Geralmente, usa-se histograma.
2. Para classificação, por exemplo, de itens defeituosos segundo os tipos de defeitos observados.
3. Para a localização de defeitos. Costuma-se usar figuras impressas do produto considerado.
4. Para a identificação de causas e efeitos

### *Gráfico de Pareto*

O Princípio de Pareto estabelece que os problemas relacionados à qualidade, os quais se traduzem sob formas de perdas, podem ser classificados em duas categorias: “*poucos vitais*” e os “*muitos triviais*”, em que para Werkema (1995, p. 72) os poucos vitais representam um

pequeno número de problemas, mas que resultam em grandes perdas (em torno de 80%) para a empresa. Por outro lado, os muitos triviais são a grande maioria, porém não representam perdas significativas (cerca de 20%).

O Gráfico de Pareto, segundo Werkema (1995, p. 71-72) dispõe a informação de modo a tornar evidente e visual a priorização de problemas, permitindo a concentração dos esforços para a melhoria nas áreas.

Os gráficos de Pareto são gráficos de barras verticais na ordem decrescente de valores, em que as barras representam causas ou efeitos (problemas). Acima das barras é traçada uma curva com o somatório dos valores das barras. A Figura 5 ilustra um exemplo de Gráfico de Pareto, que mostra os problemas existentes em um carro.

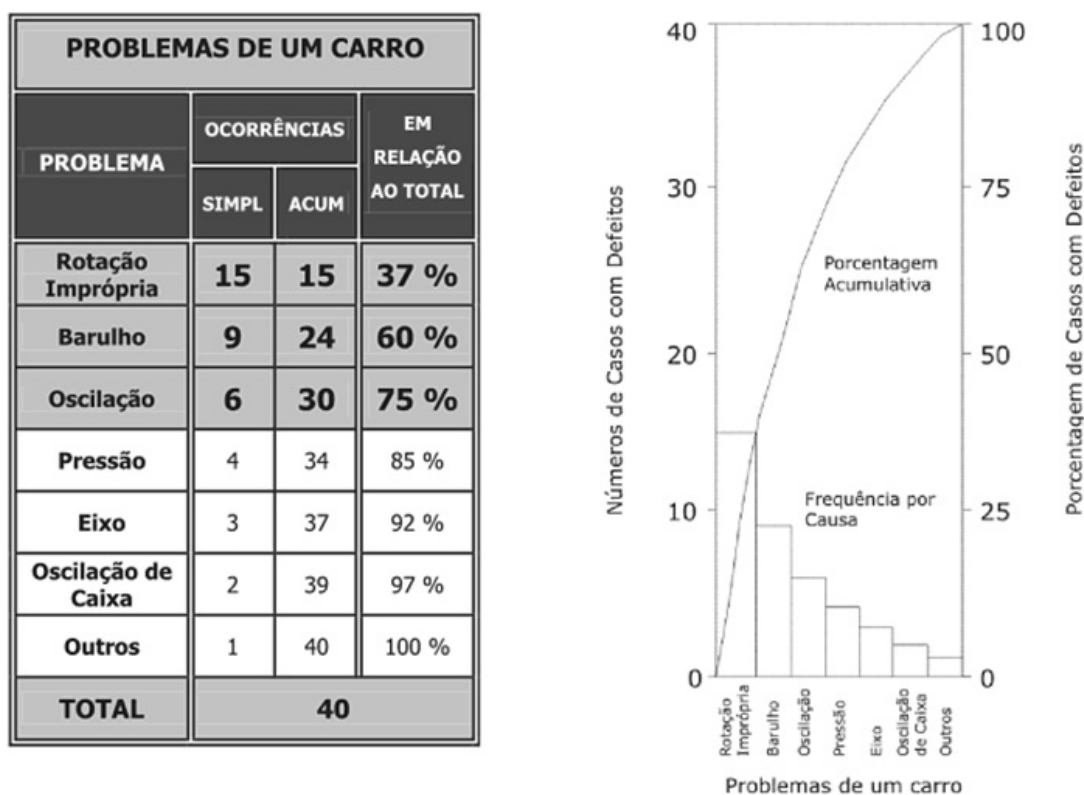


Figura 5 – Gráfica de Pareto referente aos tipos de problemas de um carro

Fonte: Daychouw (2007, p. 83)

### Diagrama de Causa e Efeito

Este Diagrama também é chamado de Diagrama de “Ishikawa” ou Diagrama de “Espinha de Peixe”. Essa ferramenta é freqüentemente usada para procurar causas, raízes, de problemas (SLACK, *et al.*, 614-615; ISHIKAWA, 1993, p. 65).

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.

Geralmente no diagrama as causas são: medida, matéria-prima, máquina, mão-de-obra, meio ambiente e método. Todavia, para cada situação existem suas causas específicas, o que faz com que não necessariamente se sigam essas causas propostas.

Na construção dos diagramas de causa e efeito, em muitos casos, é usada a técnica de geração de idéias *brainstorming*. A Figura 6 representa um exemplo de diagrama de causa e efeito, o qual apresenta a regularidade do serviço de trem para as diferentes linhas do sistema subterrâneo do metrô de Londres.

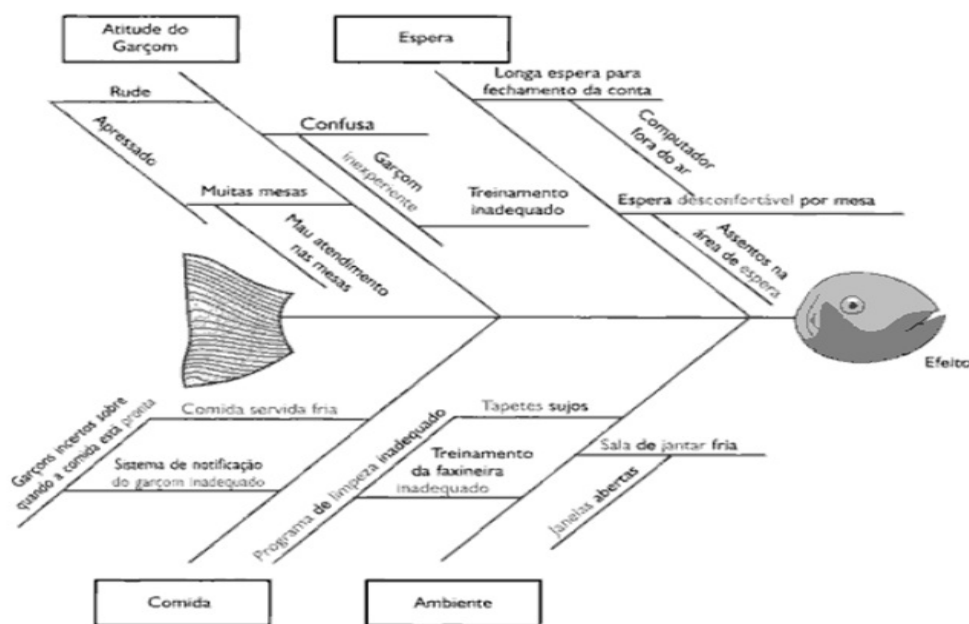


Figura 6 – Diagrama de Causa e Efeito referente a uma peça

Fonte: Davis *et al.* (2001, p. 164)

### *Histograma*

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 (WERKEMA, 1995, p.115).

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 do histograma, podem-se analisar os resultados de maneira a propor soluções que diminuam a variação do processo e melhore a capacidade produtiva relacionada à qualidade do produto e serviço oferecido.

### *Diagrama de Dispersão*

Os diagramas de dispersão, conhecidos também pelo nome Diagramas de relacionamentos, para Slack *et al* (2008, p. 613) são métodos rápidos e simples de identificar se há uma conexão entre dois conjuntos de dados. O gráfico faz com que se identifique como os dados estão relacionados e, em cima desta análise, buscar alternativas e ações que complementam a situação ocorrida.

Slack *et al* (2008, p. 614) confere que os diagramas de dispersão devem ser tratados com maior importância quando o relacionamento das variáveis especificadas for intenso.

Contudo, apesar da abordagem ser sofisticada, esse tipo de gráfico somente identifica a existência de um relacionamento, não necessariamente a existência de uma relação de causa e efeito (SLACK *et al*, 2008, p. 614).



### *Gráficos de Controle*

De acordo com Costa *et al* (2004, p. 28) a principal ferramenta para monitorar os processos e sinalizar a presença de causas especiais é o gráfico de controle ou gráfico de Shewhart.

Segundo Slack *et al* (2008, p. 564) utiliza-se o gráfico para analisar o comportamento do processo, ou seja, se ele está desempenhando como deveria, ou, se está saindo fora do controle. Logo, este recurso monitora a variabilidade e avalia a estabilidade de um processo.

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).

As variações decorrentes das causas comuns são inevitáveis. Já as especiais são relevantes e necessitam ser investigadas com atenção, e suas eliminações resultam em diminuição dos desvios e melhora do processo. Se em um processo ocorrerem apenas causas comuns, usa-se a expressão: o processo está sob controle estatístico.

Assim, para construir os gráficos de controle, precisamos estimar o desvio-padrão do processo e, dependendo do caso, simplesmente estimar a média do processo, ou avaliar se a estimativa da média está suficientemente próxima do valor-alvo pré-especificado (COSTA *et al*, 2004, p. 30).

## **3 DESENVOLVIMENTO**

### **3.1 Caracterização do Estudo**

#### **3.1.1 A Empresa**

A empresa Roltens Indústria de Peças Automotivas LTDA foi fundada em 2002 e, atualmente, localiza-se na cidade de Maringá. Nela trabalham cerca de 10 funcionários administrativos e 50 funcionários no chão de fábrica. Sua produção consiste em rolamentos, tensores, correias e polias, totalizando cerca de 300 produtos devido a diferentes tipos de marcas de automóveis. De acordo com sua produção, a empresa pertence ao ramo metal-mecânica.

A empresa possui a seguinte missão: “oferecer ao mercado de reposição automotivo alternativas para peças originais, atendendo as expectativas dos nossos clientes através de produtos confiáveis buscando a satisfação de parceiros e colaboradores.”

#### **3.1.2 Tecnologias e Instalações**

O chão de fábrica é composto pelos seguintes postos: corte, usinagem, estamparia, furação, montagem, embalagem, almoxarifado, serviços gerais.

No setor de corte é onde se inicia o processo da maioria dos componentes que formarão o produto acabado. Ele é composto de dois equipamentos chamados de: serra-fita e guilhotina, em que cada um é ocupado por um operador, totalizando dois operadores nesse setor. A serra-fita faz os cortes de tubo redondo, barra de aço redonda, barra de aço trefilada, que levarão aos componentes mais utilizados denominados capa, cubo, anel de ferro; já a guilhotina faz o corte de chapa de aço, chapa de alumínio, chapa de carbono, que formarão os componentes corpo de alumínio, chapa pingo d'água, chapa comum.

A estamparia é o posto que dará o formato (como dobra, furos, remanche, entre outros) a alguns componentes e onde encontra-se a prensa excêntrica 40 toneladas, prensa excêntrica

15 toneladas, prensa hidráulica duas cabeças-15 toneladas, prensa hidráulica 140 toneladas. \ Possui quatro equipamentos e quatro operários neste posto.

O setor de usinagem é o de maior importância para o processo produtivo, visto que todos os componentes fabricados passam por ele. Além desta questão produtiva, o setor de usinagem requer um estudo sobre a manutenção envolvida e sobre a programação (*setup*) dos tornos. Este posto, pela sua complexidade, subdivide-se em dois: usinagem geral e usinagem CNC. Essa diferenciação é devido aos equipamentos existentes, ou seja, na usinagem geral há apenas dois tornos convencionais (chamados internamente de torno convencional novo e trono convencional velho) que se movimentam em dois eixos (x e y), e na usinagem CNC os tornos se movimentam nas três dimensões (x, y e z) tendo um software para fazer a sua programação e existem os tornos CNC ROMI G240 (equipamento utilizado para o estudo de caso), CNC ROMI E280, CNC NARDINE. No torno requerido para o estudo são produzidos componentes (internamente denominados de “cubo”) que seguirão para a montagem, formando os produtos finais. A quantidade de operários que trabalha neste posto é de cinco, o que resulta na proporção de um operário por equipamento.

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 furação é o processo posterior ao de usinagem, em que são feitos furos de acordo com as especificações e nela trabalham dois operários. O processo é simples, porém de alta precisão, uma vez que operário deve acertar a posição e a medida com exatidão. Furadeira de bancada 1, 2, 3 e 4 compõem este posto.

A montagem dos produtos é feita de duas formas: manual e por meio de máquinas. Na de forma manual as ferramentas de apoio aos operários são o martelo, alicate, óleos e gabaritos adequados, e são destinada três bancadas para essa operação. Por outro lado, a montagem que utiliza prensas manuais é requerida duas bancadas, computando um total de cinco operários neste posto.

Os processos de embalar com um plástico o produto acabado, colocá-lo em uma caixa de papelão e etiquetar estas caixas são realizados no posto de embalagem, em que quatro operários são os responsáveis. Cada produto requer um tamanho diferente de plástico, caixa e etiquetas, o qual está especificado no local em que os produtos acabados estão armazenados.

O almoxarifado é um grande empecilho para a empresa, pois o estoque de produtos intermediários não está totalmente organizado, e isto gera algumas perdas durante os processos. Já o estoque de produtos acabados é destinado prateleiras com as respectivas etiquetas dos produtos para o armazenamento dos mesmos. A área não é grande e a média de estoque por produto é de 40 unidades.

Um fator importante a ressaltar é o fato de muitos componentes terem seus processos terceirizados, como é o caso de zincagem, injeção plástica e injeção de alumínio. Nestes casos, o controle de quanto e quando está saindo e entrando é fundamental para o planejamento e controle da produção, pois embora na empresa o componente esteja fabricado, o processo não está concluído e, assim, a ordem de produção de montagem não será emitida.

### **3.2 Metodologia**

Neste trabalho fez-se um estudo de caso em uma empresa da área metal mecânica, no setor de usinagem, com o acompanhamento dos processos e operações no setor, bem como a análise do equipamento a ser determinado.

Com o intuito de determinar o índice de Eficiência Global do Equipamento, OEE, avaliou-se e escolheu-se o equipamento localizado no setor de usinagem, denominado Torno CNC ROMI G240, e fez-se a coleta de dados referente a ele. Antes da coleta de informações, os funcionários envolvidos foram treinados e, inicialmente, tiveram acompanhamento do responsável pelo controle das informações para auxiliá-los no preenchimento de planilhas e no entendimento ao objetivo de tal estudo.

Após a obtenção das informações requeridas, foram calculados os índices referentes às seis grandes perdas (índice de qualidade, índice de disponibilidade e índice de eficiência) e, assim, determinou-se o OEE por meio da multiplicação dos índices supracitados. Este indicador foi

expresso em porcentagens e detalhado, em uma periodicidade a ser estimada, de forma com que este número apresentasse informações específicas do setor e do equipamento utilizado.

De acordo com o resultado deste índice, foi exposta a importância do resultado atingido identificando as possíveis melhorias que a empresa, futuramente, poderá executar.

Portanto, as informações referentes à elaboração do trabalho são as seguintes:

- **tipo de pesquisa:** a pesquisa é de natureza experimental, cujo delineamento a ser adotado é o estudo de caso;
- **população e amostra:** os envolvidos no estudo são o equipamento a ser utilizado no setor de usinagem (CNC ROMI G240), os funcionários, e o responsável pelo acompanhamento das informações e procedimentos determinados. Quanto à amostra, em um período pré-determinado, foram coletados dados e ao final deste período determinou-se o índice de Eficiência Produtiva do Equipamento;
- **coleta de dados:** as informações foram relatadas em planilhas propriamente adequadas ao estudo, em que o preenchimento ficou a cargo inicialmente do responsável e, posteriormente dos operadores do equipamento;
- **análise de dados:** as análises quantitativas são através de testes de hipóteses, ou seja, de acordo com os índices calculados avaliou-se a eficiência produtiva do equipamento. Quanto à análise qualitativa será por meio do conteúdo, o qual se discutirá as possíveis soluções e melhorias para o problema identificado.

### 3.3 Coleta e Análise de Dados

Para a elaboração do projeto de determinação do índice OEE foi feito um estudo prévio a fim de estabelecer planos de ação a respeito de como obter os dados necessários para seu cálculo, realizações de treinamentos, acompanhamento e fiscalização do responsável, cálculo da eficiência produtiva e possíveis melhorias.

A coleta de dados baseou-se no modelo das Grandes Perdas e, principalmente, nas Figuras 2 e 3 de Oliveira Santos e Santos (2007, p. 5), a qual relaciona os aspectos que devem ser

analisados de acordo com o respectivo índice relacionado. Em outras palavras, tem-se o seguinte modelo:

#### Índice de Disponibilidade (ID)

- Tempo total disponível do equipamento: tempo referente ao turno de trabalho;
- Tempo referente à quebra/falhas (A): tempo em que o equipamento não estava operando devida a erro do operador ou quebra (manutenção corretiva), propriamente dita, do equipamento.
- Tempo de Manutenção Preventiva: tempo em que a máquina não estava produzindo e deve ser descontado do tempo total do equipamento;
- Tempo de setup/regulagens (B): tempo de programação do lote a ser produzido;

#### Índice de Performace ou Eficiência (IE)

- Capacidade ideal de produção do equipamento (C): quantidade de peças/componente que o equipamento poderia produzir, de forma com que este operasse idealmente, sem que ocorressem quebras e pequenas paradas (conversas, pequenos imprevistos);
- Desempenho real de produção (D): quantidade produzida de peças (conformes e não-conformes) no período estabelecido;

#### Índice de Qualidade (IQ)

- Refugos (E): quantidade de peças não-conformes e que tiveram de ser descartadas;
- Retrabalho (F): quantidade de peças não-conformes, porém que foram retrabalhadas para torná-las produtivas à indústria.

#### *Observações*

A partir destes dados representados, observa-se uma diferença deste modelo com o de Oliveira Santos e Santos sobre o Índice de Performace ou Eficiência (IE). Tal diferença justificou-se pelo fato da dificuldade de mensurar e de apontar as pequenas paradas, como idas ao banheiro, conversas dos funcionários e quedas de velocidade da máquina.

Desta forma, foram feitas reuniões com o operador da máquina e o gerente de produção, em que foram discutidas outras maneiras de como obter este índice, e decidiu-se calculá-lo de acordo com a produção ideal e real do equipamento, como citado anteriormente.

A quantidade de peças produzidas de forma ideal foi estipulada nas reuniões com base na experiência do operador do equipamento e do gerente de produção, visto que não se obteve êxito em outras maneiras (catálogo, internet, empresa fabricante – ROMI, entre outras) por se tratar de peças específicas desta empresa. Isto é, a quantidade máxima que o equipamento pode produzir para os componentes “cubos” será determinada internamente.

- **Coleta de Dados**

A empresa optou por implantar a coleta de dados por meio de formulários a serem preenchidos pelos operadores e o pessoal da manutenção, para reduzir os custos iniciais do projeto. Esses formulários comportariam todas as informações necessárias a geração dos índices.

Quanto ao treinamento, foram realizadas reuniões com todos os funcionários envolvidos neste projeto, e apresentou-se o OEE juntamente com o cronograma de implantação. Foi estabelecido o responsável pelo equipamento e realizado um treinamento com os envolvidos. Procurou-se conscientizá-los sobre a importância do preenchimento dos formulários e da responsabilidade com os mesmos.

A coleta de dados foi feita em dois períodos de 30 dias, uma vez que permite determinar com maior precisão e acuracidade do índice devido às possíveis manutenções, tanto corretiva quanto preventiva, além de propiciar uma melhor análise do resultado. O primeiro período corresponde do dia 15 de junho à 15 de julho e o segundo do dia 16 de julho à 16 de agosto de 2010.

*Primeiro Período (15/06 à 15/07)*

Inicialmente, a empresa já possuía uma ficha de acompanhamento do equipamento, em que era anotada a quantidade de peças produzidas, o tempo em que a máquina estava operando, o tempo de programação do equipamento, a quantidade de itens refugados e/ou retrabalhados. Assim, o gerente de produção, junto com os envolvidos no processo, preferiu-se fazer o cálculo do índice sem os dados de manutenção a fim de propiciar à empresa uma comparação entre os períodos.

As paradas programadas, como ociosidades e paradas para almoço e lanches, foram consideradas em ambos os períodos, porém não relatadas nos formulários, visto que quando os funcionários estavam ausentes ou ociosos não havia necessidade de informação de tal tempo, logo, indiretamente este dado foi considerado.

O tempo total do equipamento refere-se ao tempo dos turnos de trabalho, ou seja, na Roltens, a carga horária diária é de 9 horas, trabalhando-se cinco dias por semana. Assim, no primeiro período o tempo total disponível do equipamento foi de 12.420 minutos.

Os campos denominados “Início” e “Fim” mensuram o tempo disponível para produção, cujo valor refere-se somente ao período em que a máquina operou, sendo assim descontadas as paradas programadas. Porém, a dimensão do tempo quanto á quebra do equipamento, como não há campo nesta ficha, não foi considerada. A Figura 7 apresenta o formulário em questão.

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. O levantamento dos itens refugados e/ou retrabalhados foi realizado por meio da contagem do operador, sendo passível a erros.

Inicialmente, houve dificuldade de que o operador do torno criasse o hábito de preencher esta ficha. Esse fato pode ser atribuído às tentativas anteriores da empresa em implantar outras formas de monitorar e medir a eficiência da produção. Essas tentativas ou não contaram com treinamento adequado, gerando muita confusão entre o pessoal responsável pela coleta, ou não teve o devido acompanhamento por parte de um superior. Outro fator foi o de não





- ✓ Tempo de Manutenção (A): 0 minutos mensais.

$$ID = \frac{\text{Tempo de produção} - (A + B)}{\text{Tempo de produção}} \times 100$$

$$ID = 91,42\%$$

- ✓ Capacidade ideal de produção do equipamento (C): 20.000 peças (componentes) mensais
- ✓ Desempenho real de produção (D): 15.884 peças (componentes) mensais

$$IE = \frac{D}{C} \times 100$$

$$IE = 79,42\%$$

- ✓ Refugos (E): 475 componentes mensais
- ✓ Retrabalhos (F): 1.478 componentes mensais

$$IQ = \frac{D - (E + F)}{D} \times 100$$

$$IQ = 87,70\%$$

Portanto, obtém o seguinte índice OEE:

$$OEE = ID \times IE \times IQ$$

$$OEE = 63,68\%$$

*Segundo Período (16/07 à 16/08)*

Conforme discutido e decidido nas reuniões, empresa refez seu formulário de acompanhamento do equipamento, incluindo, a partir de então, os dados referentes à manutenção corretiva (tempo destinado a falhas do operador e quebras de ferramentas), manutenção preventiva, no qual foi destinado um campo para cada manutenção para o preenchimento. A Figura 8 a baixo ilustra a nova Ficha de Acompanhamento.



do tempo decorrido para manutenção preventiva foi incluído para análises e discussões sobre seu reflexo nos demais índices e no planejamento da Gestão de Manutenção.

Tais informações estão representadas s seguir com seus respectivos valores:

#### Índice de Disponibilidade (ID)

- ✓ Tempo total disponível do equipamento: 11.880 minutos mensais
- ✓ Manutenção Preventiva: 1.423 minutos mensais;
- ✓ Tempo de Produção (tempo disponível): tempo total do equipamento – tempo de manutenção preventiva: 10.457 minutos mensais;
- ✓ Tempo de *Setup* (B): 920 minutos mensais;
- ✓ Tempo de Manutenção Corretiva (A): 1.864 minutos mensais.

ID = 73,38%

#### Índice de Eficiência (IE)

- ✓ Capacidade ideal de produção do equipamento (C): 20.000 peças (componentes) mensais;
- ✓ Desempenho real de produção (D): 16.612 peças (componentes) mensais.

IE = 83,06%

#### Índice de Qualidade

- ✓ Refugos (E): 389 componentes mensais;
- ✓ Retrabalhos (F): 805 componentes mensais.

IQ = 92,81%

Portanto, obtém o seguinte índice OEE:

$$\text{OEE} = 56,57\%$$

Contudo, a coleta e lançamento dos dados em planilhas eletrônicas, mostraram-se pouco precisos, uma vez que são pouco automatizadas, ou seja, exigem um esforço de tempo maior do responsável para acompanhar o preenchimento das fichas, passíveis a erros humanos; portanto, necessita de confiabilidade nos dados fornecidos por todos envolvidos, sobretudo, do operador da máquina.

### 3.4 Resultados e Discussões

Para melhor discutir os resultados obtidos e interpretá-los a Figura 9 ilustra, de maneira resumida, os Índices determinados nos dois períodos.

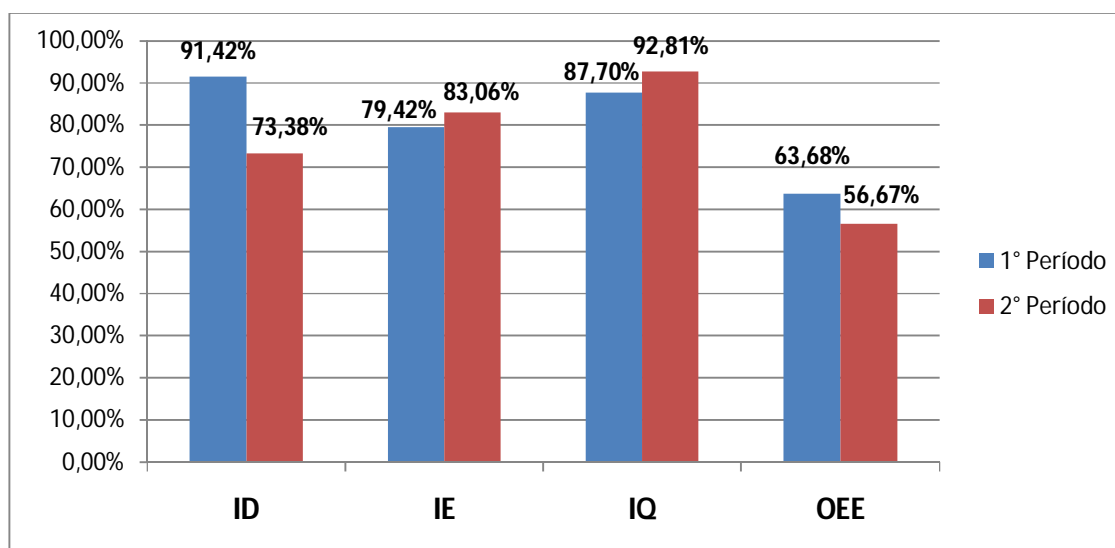


Figura 9 – Histograma dos índices obtidos

Fonte: do Autor

Embora os índices de eficiência global do equipamento calculados nos dois períodos da empresa tenham sido abaixo da expectativa e da normalidade de acordo com os padrões mundiais (OEE = 75%), eles foram considerados, segundo o gerente de produção, de grande importância para a empresa.

Estes índices, ao desmembrá-los, possibilitaram a empresa, além de conhecer a eficiência produtiva do equipamento CNC ROMI G240, visualizar e analisar outros setores que estejam

interferindo direta ou indiretamente o desempenho produtivo da máquina. A partir disto, pode-se definir estratégias e planos de ações que identifiquem as possíveis causas e efeitos, otimizem e melhorem a produtividade. Para isso, orienta-se agir nos indicadores que compõem o OEE nos seguintes parâmetros:

- Disponibilidade: ações da manutenção e da própria produção;
- Eficiência: ociosidade, controle do processo e planejamento da Gestão de Manutenção;
- Qualidade: ações de todos os envolvidos para a melhoria do equipamento, treinamentos.

No primeiro período, por exemplo, é importante analisar o resultado do Índice de Disponibilidade (ID) ter sido expressivamente mais alto (91,42%) do que o resultado do segundo período (73,38%). A ocorrência deste valor alto justificou-se pelo fato de a empresa não possuir um controle das manutenções envolvidas nos processos, ou seja, quando se avalia o tempo disponível de produção do equipamento é necessário que não esteja incluso o tempo em que a máquina parou para ser consertada devido à quebra. Já no segundo período, observa-se a redução de cerca de 20% deste índice, justamente pela introdução de uma nova ficha que informasse o tempo das manutenções. Sendo assim, o segundo período apresenta o índice de disponibilidade de forma mais precisa e real.

Quanto ao Índice de Eficiência (IE), apresentou-se um pequeno aumento no desempenho (cerca de 5%), o que, talvez, seja devido à empresa passar a ter no segundo período, efetivamente, um controle e acompanhamento do processo de manutenção. Mas, isto, somente, pode ser afirmado com veemência após um longo período de coleta e análises dos dados para poder estabelecer algum tipo de comparação.

No Índice de Qualidade (IQ), apesar de não obter um acréscimo tão grande quanto no Índice de Disponibilidade em relação aos dois períodos, observa-se o decréscimo, em certo ponto, alto das quantidades de itens não conformes, sejam eles retrabalhos ou refugos, conferindo assim, à empresa uma melhoria na qualidade de seus produtos. Outra análise a se fazer é a de que aproximadamente 12% dos componentes neste equipamento caracterizam-se por sua não-conformidade no primeiro período, e 7% segundo período. A mesma afirmação feita para o IE se refere também ao Índice de Qualidade: recomenda-se um estudo mais longo a fim de

visualizar as diferenças dos métodos de coleta e controle, e eventualmente, definir algumas diretrizes a serem tomadas ou analisadas.

Os formulários para a coleta de dados simplificaram o processo de preenchimento de coleta na produção, pois não foi algo extremamente novo, e sim apenas modificado. As informações foram unificadas e simplificadas. A resistência inicial das fichas por parte do pessoal foi superada e deseja-se introduzi-las em todos os equipamentos do setor de usinagem tais fichas. A produção agora adota somente os dados obtidos nas fichas de acompanhamento para avaliar o desempenho dos processos e, pretende continuar as análises de OEE, juntamente com a Gestão de Qualidade.

O OEE também está sendo discutido sobre sua utilização em outras funções empresariais. Um exemplo é a contabilidade que poderá realizar o rateio de custos indiretos pela eficiência e perdas de cada processo. Outro aspecto refere-se à manutenção preventiva, que cada vez mais ganha espaço aos gerentes empresariais com o intuito de determinar novos planejamentos de paradas.

Ao se tornar freqüente o OEE no dia-a-dia de todos os funcionários do chão de fábrica, dos equipamentos e dos gerentes, a empresa deve estudar maneiras de aprimorar a coleta de dados, trazendo novas informações relevantes; lançamento de grande número de dados em planilhas eletrônicas ou buscar aplicativos dentro do Sistema de Informação que propicia a confecção do OEE, a redução de erros, integridade das informações.

#### **3.4.1 Diagnóstico para Implantação de Melhorias no Processo**

A necessidade de satisfazer os clientes, funcionários, fornecedores, e todos os envolvidos na empresa é primordial para a sobrevivência da empresa. A qualidade do produto final desenvolve-se em muitas etapas, ou seja, desde a seleção de fornecedores, seguido pelo processo produtivo, distribuição e pela relação com os clientes, envolvendo pessoas, equipamentos, matérias, métodos e decisões.

É neste âmbito que está inserida a relação entre a Gestão da Qualidade, com suas sete ferramentas, bem como o controle e acompanhamento do desempenho de suas instalações.

Tais informações de desempenho exercem a função de indicadores, as quais facilitam a tomadas de decisões e planos de ações.

A partir do OEE e seus índices que o compõem pode-se aplicar algumas ferramentas de qualidade para solucionar problemas ou otimizar seu processo como um todo. Baseando-se nos resultados obtidos e suas análises, a seguir, algumas ferramentas da qualidade foram desenvolvidas para auxiliar na interpretação dos valores dimensionados no estudo de caso.

Primeiramente, observa-se que aproximadamente 7% dos componentes produzidos no equipamento CNC ROMI G240 apresentaram não-conformidades, o que caracteriza uma grande perda, seja esta direta ou indiretamente, de recursos para a empresa.

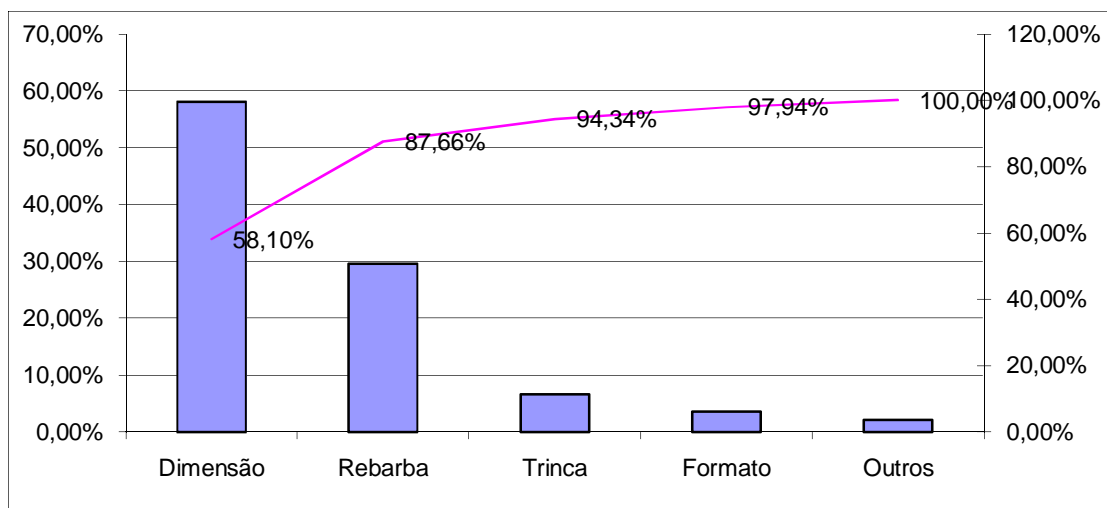
Desta forma, dos itens que apresentaram algum tipo de defeito, estratificaram-se os itens que foram descartados (refugos) dos segundo período e, iniciando, portanto, a análise e estudo destes com a finalidade de identificar as principais causas do problema.

O Gráfico de Pareto permitiu estabelecer as prioridades de um número variado de informações e dados, ajudando a dirigir a atenção e esforços para problemas verdadeiramente importantes, aumentando as probabilidades de obtenção de bons resultados. Neste caso, estão representados a Tabela 1, a qual corresponde a quantidade de componentes por cada tipo de causa, e a Figura 10 que possibilita, de forma visual, identificar as razões pelas quais ocorreram refugos durante o processo.

**Tabela 1 – Quantidade de Componentes refugada por tipo de causa**

<b>Produto</b>	<b>Q</b>	<b>Q acum.</b>	<b>%</b>	<b>% acum.</b>
Dimensão	226	226	58,10%	58,10%
Rebarba	115	341	29,56%	87,66%
Trinca	26	367	6,68%	94,34%
Formato	14	381	3,60%	97,94%
Outros	8	389	2,06%	100,00%
Total	389	1704	100,00%	



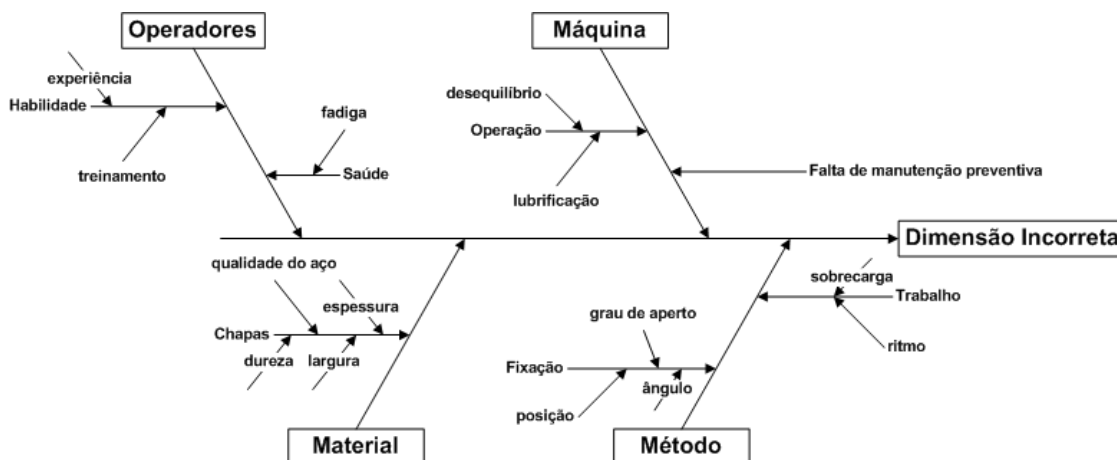


**Figura 10 – Gráfico de Pareto referente às Causas de Refugo**

Fonte: do Autor

Por meio da Figura 10 conclui-se que 58,10% dos itens refugados ocorreram devido a problemas com suas dimensões, consistindo em uma causa “essencial” ou “especial” e que deve ser estudada com maiores detalhes para proposições de ações corretivas.

Assim, o diagrama de causa e efeito foi utilizado para aprofundar o estudo das dimensões incorretas nas peças, procurando as causas (itens de verificação) e apresentando a relação do efeito do processo (itens de controle) e os fatores que afetaram o resultado. Para a construção do diagrama foi utilizado a técnica do *brainstorming*, além de perguntas informais feitas ao operador e ao gerente de produção.



**Figura 11 – Diagrama de Causa e Efeito referente à Dimensão**

Fonte: do Autor

Estabeleceu-se como as causas principais a serem evidenciadas no diagrama de causa e efeito, apresentado na Figura 11, os operadores, máquina, método de processo e material. Quanto aos operadores a principal causa que propicia a ocorrência de peças inadequadas, de acordo com os relatos do operador da máquina, é a fadiga. Em relação à máquina, a falta de manutenção preventiva foi um fator apontado pelo gerente de produção, o que demonstra o início de mudança na gestão da empresa sobre o conceito de Gestão de Manutenção. Já para o material, as chapas, é de responsabilidade do fornecedor, porém a função de inspecionar deve ser reestruturada, delimitando os critérios de fiscalização e a rigidez da mesma, com o objetivo de selecionar os materiais viáveis e inviáveis para a produção e fazer a devida notificação aos fornecedores. Quanto ao método, a posição da peça e o grau de aperto e o ângulo foram as causas principais, além de que deve ser revisto o treinamento dos operadores, assim como os manuais de procedimento de operação de cada atividade. Estas alternativas de soluções devem estar inseridas no ciclo PDCA e SDCA para garantir que as causas principais não ocorram novamente e as comuns diminuam sua frequência de ocorrência.

Assim sendo, é possível e recomenda-se utilizar as ferramentas da qualidade juntamente com a análise dos desempenhos dos equipamentos, pois o OEE amplia o campo de visualização do seu processo produtivo, relatando alguns fatores que a empresa deve identificar, estudar, desenvolver, melhorar ou solucionar.

## 4 CONCLUSÃO

O trabalho teve por finalidade, através de um estudo de caso, abordar os conceitos de Gestão da Manutenção e a implantação do Índice de Produtividade Global de um Equipamento com o intuito de auxiliar nas tomadas de decisões e propostas de melhorias.

As perdas e as ineficiências representaram que uma parte dos recursos da empresa não está sendo utilizada com toda a sua capacidade. Com isso, a utilização do indicador não só retratou as perdas e ineficiências ocorridas como também permitiu, através do desdobramento, identificar onde se encontram os potenciais de melhoria dos equipamentos, indicando a direção de atuação que as equipes de trabalho devem seguir para obter o aumento da eficácia dos equipamentos.

Um fator que foi verificado durante o estudo de caso é que a medição desse indicador por máquina é favorável, pois as máquinas processam seu trabalho individualmente e a medição do OEE pode identificar qual máquina está com a pior performance, e conseqüentemente, identificar onde focalizar os recursos.

Apesar de o modelo proposto apresentar alterações do modelo tradicional, as mudanças descritas nesse trabalho são importantes para o planejamento e a execução dos objetivos da empresa. A mudança significativa foi no cálculo do Índice de Disponibilidade, sendo necessária a informação a respeito da capacidade ideal do equipamento estudado. Informação esta adquirida em reuniões, baseando-se nos primeiros meses de produção do equipamento.

Embora os resultados do índice OEE (média de 60 %) estejam abaixo dos padrões mundiais, eles foram medidos com sucesso nos dois períodos determinados, uma vez que cumpriram com a idéia inicial: traduzir a eficiência de uma forma global, cujos aspectos da produção (disponibilidade, performance e qualidade) são relacionados. Dessa forma, os índices demonstraram a eficiência das funções da empresa de uma forma mais completa.

Assim sendo, a análise do OEE permitiu envolver todas as áreas da empresa por meio de um indicador, auxiliando a liderança na administração de recursos de suas áreas de negócio, bem como direcionou os esforços da equipe em busca do aumento da eficácia global da empresa.

## 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.

BELINCANTA, F.P. **Implantação do Índice OEE para Monitoramento e Melhoramento da Produção: estudo de caso em uma empresa metal mecânica**. Trabalho de Conclusão de Curso – Departamento de Produção, Maringá, 2006.

BLACK, J. T. **O projeto da fábrica com futuro**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.

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.

CAMPOS, V.F. **TQC: Controle da Qualidade Total (no estilo japonês)**. Belo Horizonte: Fundação Cristiano Ottoni, 1992.

COSTA, A. F.; EPPRECHT, E. K.; CARPINETTI, L.C.R. **Controle Estatístico de Qualidade**. São Paulo: Ed Atlas. 2004.

DAVIS, M. *et al.* **Fundamentos da Administração da Produção**. Editora Bookman Companhia Ed, 2000.

DAYCHOUW, M.. **40 Ferramentas e Técnicas de Gerenciamento**. Editora Brasport, 2007

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

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

KENNEDY, R. *Examining the process of RCM and TPM: what do they ultimately achieve and are the two approaches compatible?*. Disponível em < [www.plant-maintenance.com/articles/RCMvTPM.shtml](http://www.plant-maintenance.com/articles/RCMvTPM.shtml) > Acesso em 13 de maio de 2010.

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.

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.

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.

NAKAJIMA, S. **Introdução ao TPM**. São Paulo: IMC Internacional Sistemas Educativos, 1989. 110p.

OLIVEIRA SANTOS, A. N.; SANTOS, M. J. **Utilização do Indicador de Eficácia Global de Equipamentos (OEE) na Gestão de Melhoria Contínua do Sistema de Manufatura – Um Estudo de Caso**. ENEGEP, 2007.

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. **Gestão da Qualidade: Teoria e Prática**. São Paulo: Editora Atlas, 2004.

PALMEIRA, J. N.; TENÓRIO, F. G. *Flexibilização organizacional: aplicação de um modelo de produtividade total*. Rio de Janeiro: FGV Eletronorte, 2002. 276p. ISBN 85-225-0402-4.

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.

SAMPAIO, A. **TPM/MPT – Manutenção Produtiva Total**. Acessado em 25/02/2010.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. São Paulo: Editora Atlas, 2008.

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

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

XENOS, Harilaus G. **Gerenciando a Manutenção Produtiva**. Ed. DG. Belo Horizonte. 2004.

## GLOSSÁRIO

Benchmark	Em computação, benchmark é o ato de executar um programa de computador, um conjunto de programas ou outras operações, a fim de avaliar a performance relativa de um objeto, normalmente executando uma série de testes padrões e ensaios nele.
Brainstorming	O <i>brainstorming</i> , 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.
Setup	Preparação do equipamento

