

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
MESTRADO PROFISSIONALIZANTE EM ENGENHARIA**

**APLICAÇÃO DE UM MÉTODO DE IMPLANTAÇÃO DA MANUTENÇÃO
PRODUTIVA TOTAL A PARTIR DA ÓTICA DA TEORIA DAS RESTRIÇÕES NA
LINHA DE FABRICAÇÃO DE PANEIS DA
TRAMONTINA FARROUPILHA S.A.**

Valter Lino Cousseau

Porto Alegre, 2003

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
MESTRADO PROFISSIONALIZANTE EM ENGENHARIA**

**APLICAÇÃO DE UM MÉTODO DE IMPLANTAÇÃO DA MANUTENÇÃO
PRODUTIVA TOTAL A PARTIR DA ÓTICA DA TEORIA DAS RESTRIÇÕES NA
LINHA DE FABRICAÇÃO DE PANEAS DA
TRAMONTINA FARROUPILHA S.A.**

Valter Lino Cousseau

Orientadora: Professora Dra. Carla ten Caten

Banca Examinadora:

Prof. Dr. José Luis Duarte Ribeiro

Prof. Dr. Vilson Batista

Prof. Dr. Odacir Deonísio Graciolli

Prof. MSc. Sérgio Luiz Vaz Dias

**Trabalho de Conclusão do Curso de Mestrado Profissionalizante em Engenharia como
requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Engenharia – modalidade
Profissionalizante – Ênfase Gerência da Produção**

Porto Alegre, 2003

Este Trabalho de Conclusão foi analisado e julgado adequado para a obtenção do título de mestre em ENGENHARIA e aprovada em sua forma final pelo orientador e pelo coordenador do Mestrado Profissionalizante em Engenharia, Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Prof. Carla ten Caten

Orientadora
Escola de Engenharia
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Prof^ª. Helena Beatriz Bettella Cybis

Coordenadora
Mestrado Profissionalizante em Engenharia
Escola de Engenharia
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

BANCA EXAMINADORA

Prof. José Luis Duarte Ribeiro
PPGEP/UFRGS

Prof. Vilson Batista
PPGEP/UFRGS

Prof. Odacir Deonísio Gracioli
Depto. Engenharia e Informática/UCS

Prof. Sérgio Luiz Vaz Dias
PPGEP/UFRGS

Descobri que a vida é um eterno desafio e não devemos aceitar viver uma vida medíocre só porque é mais fácil.

O mundo, felizmente, será sempre cheio de novidades: alturas que nunca foram alcançadas; lugares que nunca foram vistos; idéias que nunca foram pensadas; criações que nunca foram criadas.

Não é preciso que sejam imensas alturas, nem fantásticas idéias, nem estupendas criações. Basta que seja um pouco mais que seu limite de agora. Se esforçar para ampliar os limites, um pouco de cada vez, porém sempre mais, sempre se expandindo, faz descobrir a verdadeira finalidade da vida e o prazer de vencer o maior desafio que é o de superar a si mesmo.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todas as pessoas que de alguma forma tornaram possível a elaboração deste trabalho.

Dedico essa Dissertação à minha mulher Marta e aos meus filhos Jean Paul e Monic que abdicaram dos momentos de convívio familiar para permitir a concretização da mesma através do apoio e incentivo constantes.

ÍNDICE

CAPÍTULO 1 –	12
1.1 Introdução	12
1.2 Tema e Objetivos do Trabalho	14
1.2.1 Objetivo Geral	14
1.2.2 Objetivos específicos	15
1.3 Justificativa do Tema e Objetivos	15
1.4 Método da Pesquisa	16
1.5 Delimitação do Trabalho	17
1.6 Estrutura do Trabalho	18
CAPÍTULO 2 – REVISÃO DA BIBLIOGRAFIA.....	20
2.1 Teoria das Restrições – apresentação dos principais componentes	20
2.1.1 Indicadores	20
2.1.2 Aspectos Gerais da Teoria das Restrições com foco na melhoria dos processos	22
2.1.3 Gargalos/CCRs	23
2.1.4 A lógica Tambor-Pulmão-Corda	28
2.2 Sistema Toyota de Produção – apresentação dos princípios básicos	30
2.3 Manutenção Produtiva Total – TPM	34
2.3.1 Seis grandes perdas	36
2.3.2 Cinco pilares básicos segundo Nakajima	40
2.3.3 Indicadores de rendimento operacional global dos equipamentos.....	46
CAPÍTULO 3 – DESCRIÇÃO DA EMPRESA	51
3.1 Histórico da Tramontina	51
3.2 Tramontina Farroupilha S.A.	54
3.3 Descrição detalhada do setor onde será realizado o estudo de caso	60

CAPÍTULO 4 – UM MÉTODO DE IMPLANTAÇÃO DA TPM	62
4.1 Definição do Problema	64
4.2 Análise Gerencial	64
4.3 Definição do Grupo de Trabalho	64
4.4 Definição das Máquinas Críticas	65
4.5 Definição do Cálculo do Rendimento dos Equipamentos	65
4.6 Análise preliminar do IEG	66
4.7 Identificação das Perdas	66
4.8 Plano de Melhorias	67
4.9 Implantação da TPM na máquina gargalo	67
4.10 Acompanhamento dos indicadores no posto de trabalho	68
CAPÍTULO 5 – APLICAÇÃO DO MÉTODO DE IMPLANTAÇÃO DA TPM	71
5.1 Definição do Problema	72
5.2 Análise Gerencial	72
5.3 Definição do Grupo de Trabalho	73
5.4 Definição das Máquinas Críticas	74
5.5 Definição do Cálculo do Rendimentos dos Equipamentos	75
5.6 Análise preliminar do IEG	76
5.7 Identificação das Perdas	77
5.8 Plano de Melhorias	83
5.9 Implantação da TPM no posto de trabalho	86
5.9.1 Resgate das condições básicas do posto de trabalho	86
5.9.2 Manutenção Planejada	91
5.9.3 Estrutura de Apoio	92
5.9.4 Treinamento Operacional	99
5.9.5 Implantação dos Indicadores no Posto de Trabalho	102
5.10 Acompanhamento dos Indicadores no Posto de Trabalho	102
CAPÍTULO 6 – CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	109
6.1 Conclusões do trabalho	109
6.2 Sugestões para trabalhos futuros	112
BIBLIOGRAFIA	113

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 – Lote de transferência igual ao lote de processamento.....	26
Figura 2.2 – Lote de transferência diferente do lote de processamento	26
Figura 2.3 – Representação esquemática do Método Tambor-Pulmão-Corda.....	29
Figura 4.1 – Desenho do método de Implantação da TPM adaptado de Dias	63
Figura 4.2 – Cinco pilares básicos para implantação da TPM no posto de trabalho	67
Figura 5.1 – Gráfico de Pareto com causas das perdas de rendimento	80
Figura 5.2 – Atividades a serem desenvolvidas pelos operadores	86
Figura 5.3 – Levantamento das Não Conformidades	88
Figura 5.4 – Pontos importantes para Resgate das Condições Básicas do Equipamento ...	89
Figura 5.5 – Kaizen – TPM – Sexta Feira	90
Figura 5.6 – Kaizen – TPM – 30 dias	91
Figura 5.7 – Painel da TPM	93
Figura 5.8 – Lista de Verificações do Operador	94
Figura 5.9 – Lista de Verificações do Mecânico e do Eletricista	95
Figura 5.10 – Cartões de Solicitação de Manutenções	95
Figura 5.11 – Plano de Lubrificação	96
Figura 5.12 – Gráfico de acompanhamento diário do IEG	97
Figura 5.13 – Gráfico Diário das Perdas	98
Figura 5.14 – Causas das perdas verificadas no mês de outubro/01 na linha 8	103
Figura 5.15 – Evolução do IEG mensal para a linha de fabricação de painelas	106

LISTA DE QUADROS

Quadro 5.1 – Causas das perdas de rendimento	79
Quadro 5.2 – Classificação das perdas segundo as seis grandes perdas	83
Quadro 5.3 – Resumo do IEG diário na linha de fabricação de painéis (linha 8)	105

RESUMO

Este trabalho tem por objetivo estudar a implantação dos princípios e técnicas da Manutenção Produtiva Total, Teoria das Restrições e Sistema Toyota de Produção em uma indústria metalúrgica visando aumentar a capacidade produtiva da linha de fabricação de painéis de aço inoxidável. O mesmo foi desenvolvido na Tramontina Farroupilha S.A.

Após uma fundamentação teórica e a apresentação das características gerais da empresa, é proposto um método de implantação da Manutenção Produtiva Total em dez etapas, aplicado em equipamento gargalo e obtendo um aumento significativo de sua capacidade.

As conclusões indicam a possibilidade de implantação deste método à esta atividade industrial bem como a sua utilização em outros ramos industriais, observadas as características específicas de cada organização.

ABSTRACT

The present work aims studying the implementation of principles and techniques of Total Productive Maintenance, Theory of Constraints and the Toyota Production System in a metallurgic industry, seeking for the increase of the productive capacity of the stainless steel pans and pots production line. It has been developed at Tramontina Farroupilha S.A.

After doing a theoretical foundation and the presentation of the company's general characteristics, a method for the implementation of the Total Productive Maintenance has been proposed in ten stages and applied in a constraint capacity resource, obtaining a significant increase of its capacity.

The results show that it is possible to implement this method in this industrial activity as well as its use in other fields of the industry, being the specific characteristics of each organization observed.

CAPÍTULO 1

1.1 Introdução

A globalização trouxe para as empresas a vantagem de ter um mercado maior para venderem seus produtos, mas, em contrapartida, trouxe também um grande número de concorrentes que antes não interferiam no restrito mercado onde atuavam. Esse aumento da concorrência requer uma mudança de comportamento nas atitudes e nas ações que as empresas devem tomar no dia-a-dia.

A corrida para ser uma empresa de excelência ou de classe mundial requer uma busca incessante de melhorias nos processos para atender e manter as expectativas dos clientes a cada novo pedido. Os pedidos são mais freqüentes, as quantidades, os prazos e os preços são menores e a concorrência é cada vez maior. Não se pretende citar aqui a importância da qualidade que deve ser mantida e melhorada, porque esse item já é parte integrante do produto. Hoje, uma empresa de excelência não pode admitir produto sem qualidade.

O mercado está em constante mutação e agregou determinados valores para a relação entre o consumidor e a empresa ao longo destes anos. O consumidor atual, muito mais consciente, continua a exigir qualidade ao bem que adquiriu. No entanto, o conceito de venda mudou. Se antes bastava oferecer o produto com melhor preço e manter qualidade, hoje é fundamental garantir qualidade em todos os aspectos.

Estamos vivendo uma época em que vender está prestes a se tornar uma prestação de serviços. Ter suporte técnico perfeito, garantir a melhor entrega, identificar e atender a expectativa e a necessidade do consumidor, acompanhar a pós-venda, especializar

constantemente o pessoal e assegurar valor agregado ao bem oferecido são aspectos extremamente funcionais no âmbito competitivo.

Esse novo cenário faz com que as empresas busquem novas alternativas para melhorar suas atividades e operações, com o objetivo de se tornarem mais competitivas e se manterem no negócio. Sugere uma busca constante por melhorias e uma análise crítica de todas as atividades para ver onde é possível concentrar esforços para que os resultados sejam os melhores.

Na Engenharia de Produção e na Administração, surgem constantemente novas tecnologias, métodos e ferramentas que buscam criar um diferencial para as empresas que, quando aplicadas corretamente, trazem vantagens competitivas para permitir o posicionamento à frente dos concorrentes.

A rapidez na entrega está sendo, cada vez mais, um fator determinante. Os lojistas estão deixando para comprar na última hora, não querem mais manter estoques em seus estabelecimentos e não querem perder vendas por falta de produtos. Isso faz com que a resposta da área produtiva seja um dos pontos fortes nestes novos tempos.

Por sua vez, a área produtiva está, constantemente, preocupada em reduzir ou eliminar estoques, reduzir o tamanho dos lotes de produção, reduzir o *lead-time*, reduzir o tempo de troca de operações, melhorar a manutenção dos equipamentos, melhorar a qualidade dos produtos, melhorar o atendimento e a entrega.

Por várias vezes, muitas dessas ações são conflitantes e é preciso buscar o equilíbrio para obter o melhor resultado possível.

Diante dessa realidade, não se pode deixar de deduzir que as empresas devem ter, como objetivo primeiro, a melhoria contínua de seus produtos e serviços. Isso implicará melhoria contínua em seus processos e atividades para atingir o diferencial esperado a fim de chegar à frente de seus concorrentes. Proporcionará a sobrevivência da empresa e atenderá ao seu papel social, garantindo empregos e melhorando as condições na comunidade em que está inserida.

O ambiente do chão de fábrica é a área que vive em constante mudança. Novas técnicas são aplicadas com o objetivo de melhorar os resultados. O envolvimento das pessoas e a constante ampliação do seu conhecimento transformar-se-ão em pontos fortes da empresa e proporcionarão o desenvolvimento contínuo da mesma.

Por isso é preciso preparar as pessoas para que possam descobrir onde estão os pontos a serem melhorados. Essa preparação consiste em aplicar novas técnicas, ferramentas e métodos e, ao mesmo tempo, não esquecer os velhos conceitos que já proporcionaram melhorias no passado, porque são complementares.

A melhoria dos processos passa por uma análise criteriosa de todas as etapas produtivas, identificando os gargalos de produção e trabalhando para melhorá-los, porque são os que definem a real capacidade de produção de uma empresa.

Estabelecer um método de gestão da área produtiva é fundamental para obter o máximo dos gargalos, como também para identificar e controlar as capacidades através de alguns indicadores, com vistas a acompanhar o desempenho e estabelecer planos de ação para melhorias contínuas.

1.2 Tema e Objetivos do trabalho

O tema deste trabalho versa sobre o Sistema Toyota de Produção-STP, Teoria das Restrições (*Theory of Constraints*)-TOC e Manutenção Produtiva Total (*Total Productive Maintenance*)- TPM em uma indústria metalúrgica.

São os seguintes os objetivos geral e específicos do presente trabalho:

1.2.1 Objetivo geral

O objetivo-geral deste trabalho é aumentar a capacidade produtiva da linha de fabricação de painéis da Tramontina Farroupilha S.A. através da aplicação de um método de implantação da TPM a partir da ótica da TOC.

1.2.2 Objetivos específicos

Os objetivos secundários deste trabalho são:

A – Adaptar um método de implantação da TPM à realidade da empresa.

B – Aumentar a eficácia do uso dos recursos da empresa, melhorando a utilização dos gargalos na linha de fabricação de painéis.

C – Reduzir as perdas classificadas como as seis grandes perdas na TPM.

1.3 Justificativa do Tema e Objetivo

A definição da linha de painéis da Tramontina Farroupilha S.A. onde se desenvolveu o trabalho foi em função de um grande pedido de exportação para os Estados Unidos. O pedido de 800.000 painéis, representava a utilização da capacidade de produção de quase 5 meses de trabalho, transformando o setor de fabricação de painéis em um gargalo de produção. A demanda do mercado estava acima da capacidade de produção porque além deste pedido existiam os pedidos normais para o mercado interno e para outros mercados de exportação.

Com o objetivo de aumentar a capacidade produtiva da linha de painéis e aumentar a competitividade da empresa, era necessário explorar novas alternativas de gestão da produção no chão de fábrica, através das principais abordagens, princípios e técnicas da Engenharia de Produção, especialmente no aspecto relacionado com a manutenção dos equipamentos.

Este trabalho contempla a aplicação de técnicas da Teoria das Restrições para orientação da implantação da Manutenção Produtiva Total na indústria Tramontina Farroupilha S.A.

Como contribuição prática, a aplicação dos princípios e das técnicas da TPM em uma indústria metalúrgica, mais precisamente na Tramontina Farroupilha S.A., constitui-se em um efetivo laboratório de experimentos, pois demonstra ser possível utilizar essas técnicas não só na indústria automobilística, mas também em outros ramos da atividade industrial.

A aplicação da TPM se justifica, pois promove a integração das pessoas da produção, da manutenção e de todos os envolvidos diretamente no sistema produtivo, constituindo-se em um método de manutenção conduzido com a participação de todos. A idéia básica é eliminar as seis grandes perdas, que serão descritas mais adiante, e que são responsáveis pela diminuição do rendimento dos equipamentos (NAKAJIMA, 1989).

A aplicação da TOC, complementarmente à TPM, se justifica, pois os princípios da TOC identificam os gargalos de produção da empresa onde deve-se aplicar a TPM. Os gargalos definem a real capacidade de produção de uma empresa e são por eles que se deve iniciar os trabalhos de aplicação da TPM para se obter os melhores resultados (CORRÊA, 1996).

1.4 Método da Pesquisa

Conforme consta no dicionário Larousse (1999) método é a maneira ou o modo utilizado para se atingir um determinado objetivo, e metodologias são as regras e os procedimentos adotados por um determinado método.

Por meio da literatura, sabe-se da existência de vários métodos de pesquisa. O estudo de caso é uma das várias possibilidades de se fazer pesquisas. Entre outras podem ser citados: experimentos, levantamentos, pesquisas histórias e análise de informações e arquivos.

Yin (2002) destaca que, em geral, os estudos de casos representam a estratégia preferida quando se colocam questões do tipo *como* e *por que*, quando o pesquisador tem pouco controle sobre os eventos e quando o foco se encontra em fenômenos contemporâneos inseridos em algum contexto da vida real.

A estratégia a ser utilizada nesta dissertação é o estudo de caso. Ela segue a proposta de Yin (2002) que descreve as etapas do referido método, ao longo de todas as fases de pesquisa.

Após selecionar a estratégia de pesquisa, estudo de caso, Yin (2002) afirma que a próxima tarefa é definir o projeto de pesquisa. Esse projeto é a seqüência lógica que conecta os dados empíricos às questões de pesquisas iniciais do estudo e, em última análise, às suas conclusões.

Resumidamente, um projeto de pesquisa é um plano de ação para sair de um conjunto inicial de questões a serem respondidas para um conjunto de respostas a essas questões. E, entre as questões e as respostas, encontra-se um grande número de etapas principais, incluindo a coleta e análise de dados relevantes (YIN, 2002).

As etapas seguidas nesta dissertação são:

- Pesquisa bibliográfica sobre Teoria das Restrições, Sistema Toyota de Produção e Manutenção Produtiva Total, para consolidação dos principais conceitos e técnicas utilizadas. As fontes consultadas serão: livros, artigos, relatórios de pesquisa, estudos de casos, etc.

- Descrição da empresa Tramontina onde é aplicado o método de implantação da TPM apresentando seu histórico e processos produtivos.

- Adaptação de um modelo de implantação de TPM à realidade da empresa.

- Aplicação do método de implantação da TPM na empresa feita pelo autor em condição de observador participante, juntamente com o Grupo de Trabalho definido para esta tarefa.

- Análise do método de implantação e dos resultados obtidos no caso prático.

- Elaboração das conclusões do estudo.

1.5 Delimitação do trabalho

Este trabalho é restrito às seguintes delimitações:

Enfocar sucintamente a Teoria das Restrições e os conceitos utilizados na construção do mesmo e relacioná-los com o sistema produtivo da Tramontina Farroupilha S.A.

Enfocar sucintamente o Sistema Toyota de Produção, seus princípios e técnicas, e relacioná-los com o sistema produtivo da Tramontina Farroupilha S.A.

Enfocar sucintamente a Manutenção Produtiva Total, seus princípios e técnicas, e relacioná-los com o sistema produtivo da Tramontina Farroupilha S.A.

Não objetiva esta dissertação analisar como a empresa melhorou os processos de outras áreas como administrativo, compras, projetos, entre outros, restringindo-se à área produtiva de painéis, não tendo sido esgotada, também, a utilização das técnicas propostas pelo Sistema Toyota de Produção.

Não se esgota a aplicação da TPM, mas partindo-se da análise dos indicadores de rendimentos dos equipamentos-gargalos, aplica-se os pilares básicos da TPM a fim de obter uma melhora no seu desempenho.

1.6 Estrutura do trabalho

Este trabalho é composto pelo Capítulo 1 –introdutório e por mais cinco capítulos. Este capítulo apresenta o tema, a justificativa, os objetivos e as limitações do presente trabalho.

O Capítulo 2 apresenta o embasamento teórico do estudo, através da revisão da literatura existente sobre a Teoria das Restrições, Manutenção Produtiva Total e o Sistema Toyota de Produção.

O Capítulo 3 apresenta a empresa Tramontina, dando uma visão de como funciona a organização e quais os produtos fabricados. São apresentados: fluxo dos trabalhos realizados, análise das linhas de fabricação e identificação dos gargalos de produção.

O Capítulo 4 apresenta o método de implantação da TPM que é utilizado para o desenvolvimento do Estudo de Caso na Tramontina.

O capítulo 5 apresenta a aplicação das etapas da implantação da TPM na linha de fabricação de painéis da Tramontina com uma análise crítica do caso, mostrando a *rotina* para analisar os indicadores e uma *análise gerencial* mais ampla.

Nesse capítulo é apresentado também como é conduzida a *melhoria* através de *grupos de trabalho* para aumento do rendimento dos equipamentos, mudança na forma de controle

dos equipamentos, aumento do ganho dos mesmos, redução das despesas operacionais e redução do inventário em processo.

O Capítulo 6 apresenta as conclusões diante dos resultados e sugestões de pesquisas futuras, desdobradas do presente trabalho.

CAPÍTULO 2

REVISÃO DA BIBLIOGRAFIA

Neste capítulo é apresentado o referencial teórico sobre a Teoria das Restrições, Sistema Toyota de Produção e Manutenção Produtiva Total.

2.1 Teoria das restrições – apresentação dos principais componentes

Corrêa (1996) cita que a Teoria das Restrições, em inglês *Theory of Constraints* - TOC é um Sistema de Administração da Produção desenvolvido por um grupo de pesquisadores israelenses, do qual fazia parte o físico Eliyahu Goldratt, que acabou sendo o maior divulgador de seus princípios.

Goldratt (1996) parte de uma lógica de sistemas que pode ser exemplificada pela célebre frase: “A soma dos ótimos locais é diferente do ótimo global do sistema.”

Como a meta das empresas é ganhar dinheiro hoje e no futuro, torna-se necessário inter-relacionar a meta da empresa com os indicadores. Os indicadores devem “indicar” se determinada ação gerencial está ou não levando a empresa no sentido do atingimento da meta.

2.1.1 Indicadores

É necessário estabelecer indicadores que possam auxiliar a tomada de decisões na empresa. Goldratt (1996) propõe o desdobramento da meta em dois níveis de indicadores: indicadores globais e indicadores operacionais.

Os indicadores globais são: o Lucro Líquido, o Retorno sobre o Investimento e o Caixa.

Como o Lucro Líquido é um medidor absoluto, ele é insuficiente na medida em que duas empresas podem obter o mesmo lucro líquido, mas com diferentes investimentos envolvidos. Assim sendo, Goldratt (1996) propõe o uso conjunto do Retorno sobre o Investimento, que é um medidor relativo obtido pela divisão do Lucro Líquido pelo Investimento. Esses dois indicadores acima expostos não são suficientes por si só, na medida em que se torna necessário garantir que as condições financeiras da empresa estejam convenientemente solucionadas. É nesse ponto que aparece a “lógica” do Caixa. Uma empresa que tem problemas contínuos de Caixa, mesmo estando bem posicionada, no curto prazo sob o ponto de vista econômico, poderá ter sérios problemas no médio e longo prazo.

Os indicadores globais são medidos e analisados nos níveis hierárquicos mais elevados. Para poder ligar as decisões superiores com o chão de fábrica, Goldratt (1996) propõe três indicadores operacionais que são: fluxo de materiais, estoques, e despesas operacionais.

Segundo Corrêa (1996), “fluxo” é a taxa segundo a qual o sistema gera dinheiro através da venda de produtos. Deve-se notar que o indicador fluxo refere-se ao fluxo de produtos vendidos. Os produtos feitos e que não foram vendidos, ainda estão classificados como Estoques.

Corrêa (1996) cita também que Estoque é quantificado pelo dinheiro que a empresa empregou nos bens que pretende vender. Refere-se ao valor apenas das matérias-primas envolvidas. Não se inclui o “valor adicionado” ou o “conteúdo do trabalho”. O tradicional “valor adicionado” pelo trabalho se inclui em Despesas Operacionais.

Despesas Operacionais é o dinheiro que o sistema gasta para transformar estoque em fluxo (Corrêa, 1996).

Se uma empresa atingir simultaneamente os objetivos de aumentar o fluxo, reduzir os estoques e reduzir as despesas operacionais estará também melhorando seu desempenho nos objetivos de aumentar o Lucro Líquido, o Retorno sobre o Investimento e o Fluxo de Caixa.

Segundo Kaplan (1998), muitas empresas classificam suas atividades de acordo com uma simples variável dicotômica que identifica se uma atividade agrega ou não valor. A definição do que constitui uma atividade que agrega valor varia bastante; algumas definições

comuns são uma atividade que agrega valor aos olhos do cliente, ou que está sendo realizada de maneira mais eficiente possível, ou que sustenta o principal objetivo de produzir resultados.

Os gerentes utilizam esse esquema de classificação de valor para focalizar seus programas de redução de custos. Os funcionários, por sua vez, não gostam quando são informados de que a atividade que estão fazendo não agrega valor. Esse aborrecimento é justificável, porque estão realizando uma tarefa que foi determinada pela gerência.

Mas o importante é que, ao ser identificada uma atividade que não agrega valor, se trabalhe a oportunidade para reduzir os custos e melhorar os processos.

2.1.2 Aspectos gerais da teoria das restrições com foco na melhoria dos processos

Segundo Goldratt (1996), visando atingir a meta nas empresas industriais, a Teoria das Restrições propõe a utilização de cinco passos gerais, descritos sucintamente a seguir:

Passo 1 – Identificar a restrição do sistema. A restrição pode ser interna ou externa.

Quando a demanda total de um produto ou *mix* de produtos que dividem o mesmo processo é maior que a capacidade da fábrica, pode-se dizer que o gargalo está no sistema produtivo: isso quer dizer que a capacidade da fábrica é igual à capacidade do gargalo.

Quando a capacidade de produção é maior que a demanda, pode-se dizer que o gargalo é o mercado.

Passo 2 – Utilizar a restrição do sistema da melhor forma possível.

A melhor alternativa está em maximizar o fluxo no gargalo; isso quer dizer que se está aumentando a geração de dinheiro através da venda de mais produtos.

Passo 3 – Subordinar todos os demais recursos do sistema à decisão tomada no passo 2.

A lógica desse passo, independente de a restrição ser interna ou externa, consiste no interesse em reduzir ao máximo os Estoques e as Despesas Operacionais.

Passo 4 – Elevar a capacidade da restrição.

Se a restrição for interna, deve-se aumentar a capacidade de produção dos gargalos. Isso pode ser conseguido através de uma série de ações sobre o sistema como: compra de novos equipamentos, redução dos tempos de paradas, redução dos tempos de trocas de operações, aumento do número de horas trabalhadas no gargalo, etc.

Se a restrição for externa, as ações devem se concentrar em aumentar a demanda através de ações no mercado como: a busca de novos nichos de mercado, ações de *marketing*, criação de novos produtos, etc.

Passo 5 – Voltar ao passo 1 não permitindo que a inércia tome conta do sistema.

Ao se alterar a capacidade de uma restrição, há a necessidade de analisar novamente o sistema como um todo.

Na lógica da Teoria das Restrições, as melhorias não devem ter fim, ou seja, ela visa a um processo de mudanças contínuas, objetivando o atingimento permanente e sistemático da meta global do sistema.

2.1.3 Gargalos/Recursos com Capacidade Restrita (*Capacity Constraints Resources - CCRS*)

Segundo Corrêa (1996), o foco na melhoria contínua dos processos, nos sistemas de manufatura, está relacionado a nove princípios básicos da manufatura sincronizada, que serão apresentados a seguir:

1 – Balanceie o fluxo e não a capacidade

A abordagem tradicional enfoca o balanceamento da capacidade e o estabelecimento de um fluxo de materiais suave, se possível contínuo. A Teoria das Restrições é contra o balanceamento da capacidade e a favor de um balanceamento do fluxo de produção na fábrica. Dá ênfase ao fluxo de materiais e não à capacidade dos recursos. Isso somente pode ser feito identificando-se os gargalos do sistema, que são os recursos que vão limitar o fluxo do sistema como um todo.

Recursos são entendidos como sendo qualquer elemento necessário à produção de um produto, como pessoas, equipamentos, dispositivos, espaço, etc.

2 – A utilização de um recurso não-gargalo não é determinada por sua disponibilidade, mas por alguma outra restrição do sistema

A utilização do recurso não-gargalo deve estar vinculada a um recurso-gargalo e não à sua efetiva capacidade de produção disponível.

3 – Utilização e ativação de um recurso não são sinônimos

Há importantes distinções a fazer entre ativar um recurso e utilizar um recurso. Ativar um recurso não-gargalo, mais do que o suficiente para alimentar um recurso-gargalo limitante, não contribui em nada com os objetivos definidos pela Teoria das Restrições. Ao contrário, o fluxo se manteria constante, ainda limitado pelo recurso-gargalo, e, ao mesmo tempo, o estoque estaria sendo elevado e também as despesas operacionais, com a administração desse estoque gerado. Nesse caso, a ativação do recurso não implica contribuição ao atingimento dos objetivos e esta não pode ser chamada de utilização do recurso, é apenas sua ativação.

4 – Uma hora ganha num recurso-gargalo é uma hora ganha no sistema global

Num recurso-gargalo, se uma hora de tempo de preparação é economizada, uma hora é ganha no tempo de processamento, ou seja, o recurso-gargalo ganha disponibilidade para processar material.

Como é o recurso-gargalo que limita a capacidade de fluxo de produção do sistema inteiro, qualquer hora ganha nesse recurso será uma hora ganha no sistema todo.

5 – Uma hora ganha num recurso não gargalo não é nada, é só uma miragem.

O tempo disponível em um recurso não-gargalo está dividido em três partes: o tempo de preparação, o tempo de processamento e a parcela de tempo em que o recurso fica ocioso.

Portanto, uma hora de preparação economizada nesse recurso aumentará o tempo em que o recurso fica ocioso, porque o tempo de processamento não mudará, já que o mesmo está vinculado a uma outra restrição do sistema.

6 – O lote de transferência pode não ser (freqüentemente não deveria ser) igual ao lote de processamento

Um ponto importante nessa teoria diz respeito ao tamanho dos lotes de produção que podem ter diferenças se analisados sob dois pontos de vista:

Sob o ponto de vista do **recurso**, é chamado de lote de processamento aquele que será processado no recurso antes que o mesmo sofra uma preparação para outro item.

Sob o ponto de vista do **fluxo**, é chamado de lote de transferência, o tamanho do lote que pode ser transferido para a operação seguinte, mesmo antes que todo o material do lote de processamento esteja processado. Isso permite que os lotes possam ser divididos e possa ser reduzido o tempo de permanência dos materiais dentro da fábrica.

A figura 2.1 apresenta um processo com lote de transferência igual ao lote de processamento e a figura 2.2 apresenta um lote de transferência igual a 1/3 do lote de processamento.

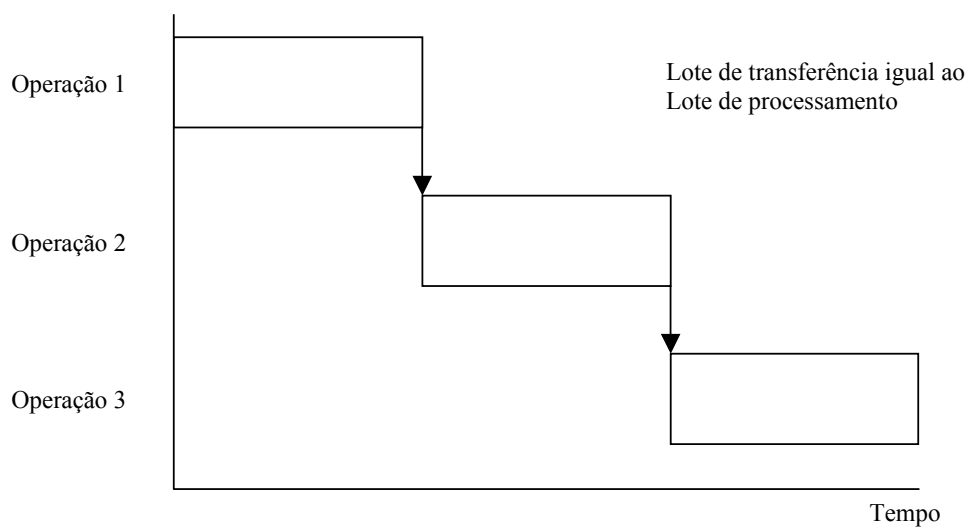


Figura 2.1 – Lote de transferência igual ao lote de processamento

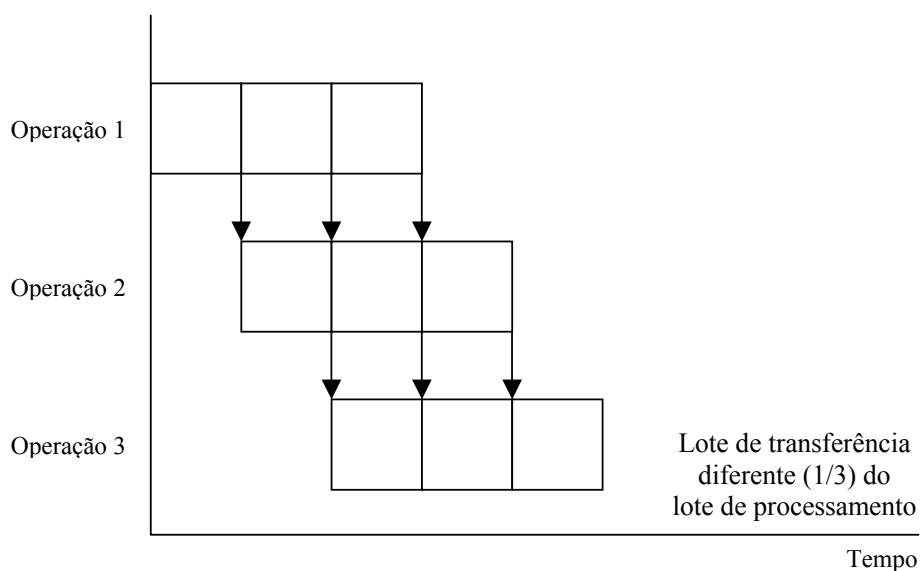


Figura 2.2 – Lote de transferência diferente do lote de processamento

7 – O lote de processamento deve ser variável e não fixo

Contrariamente ao que ocorre na maior parte dos sistemas tradicionais, o tamanho dos lotes de processamento é uma função da situação da fábrica e pode variar de operação para operação. Esses tamanhos de lotes devem levar em consideração os custos para carregar

estoques, os custos de preparação, as necessidades de fluxos de determinados itens, os tipos de recursos (gargalo ou não-gargalo), etc.

8 – Os gargalos não só determinam o fluxo do sistema, mas também definem seus estoques

Os gargalos definem o fluxo do sistema de produção da manufatura porque são os limitantes da capacidade, como já foi comentado. Entretanto, são também os principais condicionantes dos estoques, pois estes são dimensionados e localizados em pontos que possam absorver as flutuações aleatórias propagadas pelos recursos não-gargalos que os alimentam.

Essas flutuações aleatórias são: as incertezas na operação, a falta de consistência do operador, os limites da capacidade do equipamento, as quebras do equipamento, entre outras.

Por mais que se queira controlar a maior parte dessas flutuações, via treinamento do operador, uniformização de métodos de trabalho, automação de tarefas, melhor manutenção preventiva, etc., é impossível para os sistemas de produção eliminar a componente aleatória dos tempos de execução de suas operações. Por isso, em todos os processos produtivos, as flutuações existem, em maior ou menor intensidade, e afetam pelo menos uma boa parte das operações executadas.

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

A TOC considera que os tempos de fila dependem de como a programação é feita; por isso, se determinada ordem de produção ganha prioridade por qualquer motivo numa fila, aguardando por determinada operação, essa ordem vai ficar um tempo menor na fila. Como o tempo de fila é um dos principais componentes dos *lead-times* dos itens, fica evidente que os *lead-times* vão ser diferentes, de acordo com a seqüenciação dada às ordens.

A TOC aborda o problema de forma distinta dos demais sistemas de programação da produção, considerando de forma simultânea a programação de atividades e a capacidade dos recursos-gargalos e, então, decidem quais as prioridades a serem seguidas nesses recursos.

A manufatura sincronizada é a chave para a redução do inventário e, segundo Goldratt (1986), níveis de inventário e *lead times* são a mesma coisa. Se forem reduzidos os inventários do estoque em processo, os *lead times* serão reduzidos proporcionalmente. E um aspecto que ainda não está bem reconhecido é que o estoque de produtos acabados deve ser proporcional ao inventário do estoque em processo.

Se uma fábrica trabalha com uma semana de estoque em processo, o seu *lead time* será de uma semana e, se essa empresa deseja atender um mercado exigente que exige entregas rápidas, deverá ter um estoque de produtos acabados, pelo menos de uma semana e meia, aproximadamente.

2.1.4 A lógica tambor-pulmão-corda

Goldratt (1986) desenvolveu o método Tambor-Pulmão-Corda (TPC) para manter a manufatura sincronizada e tornar a empresa competitiva.

Em qualquer fábrica existem apenas alguns recursos com restrições de capacidade, e o método TPC reconhece que será essa restrição que vai impor o limite de produção da fábrica inteira.

Então, o recurso com restrição de capacidade, que é o gargalo, será considerado o Tambor. E é o tambor que vai dar a “batida” da produção da fábrica e determinará o índice de produção da mesma.

Uma vez localizado o recurso crítico – o gargalo – os recursos que antecedem o mesmo serão “puxados” com um ritmo igual ou um pouco superior ao ritmo do gargalo. Após o gargalo, os componentes serão “empurrados” até o final do sistema de produção.

Fica claro, portanto, que a máquina Tambor merece um tratamento especial na fábrica, na medida em que é muito relevante para determinar o desempenho econômico-financeiro de todo o sistema.

Por isso, o Tambor deve ser protegido quanto aos eventuais problemas que possam ocorrer nas máquinas que antecedem o mesmo, como variabilidades de tempos de processo, problemas de qualidade, quebras de máquinas, falta de matérias-primas, etc.

Será preciso criar, na frente do recurso-gargalo, um estoque de segurança que servirá para manter o gargalo trabalhando, mesmo que ocorra qualquer interrupção nas máquinas antes do gargalo. Esse estoque de segurança será chamado de Pulmão.

O Pulmão assegurará um certo tempo de abastecimento do gargalo de modo que se possa corrigir as perturbações que ocorrerem nas operações antes do gargalo. O dimensionamento do Pulmão está diretamente relacionado com o grau de confiabilidade das operações que antecedem a restrição.

Para assegurar que o inventário não crescerá além do que foi definido pelo pulmão, deve-se limitar a quantidade de matéria-prima que será entregue à fábrica. A Corda deve prender o recurso-gargalo com a operação inicial, ou seja, a liberação de material pela operação inicial será de acordo com o que o recurso-gargalo estiver produzindo.

A Figura 2.3 mostra de forma esquemática e simplificada, o método TPC:

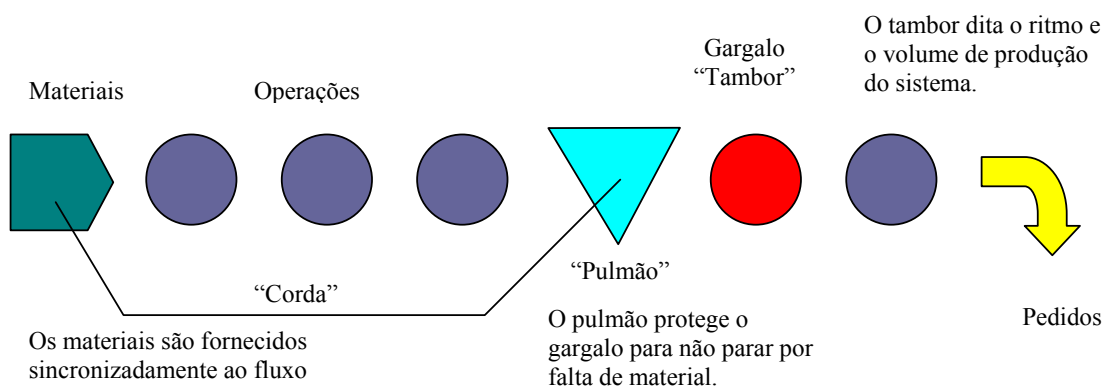


Figura 2.3: Representação esquemática do método Tambor-Pulmão-Corda

Os recursos-gargalos são os limitantes do ganho das fábricas e controlam o desempenho dos prazos de entrega.

Por um lado há que se garantir que os recursos-gargalos não sejam programados para produzir além da sua capacidade e, por outro não se deve desperdiçar nenhuma capacidade ao programar sua carga de trabalho, não permitindo nenhum tipo de folga. Por exemplo, deve-se estar certo de que o recurso-gargalo esteja sempre operando, mesmo durante o período para o almoço, em paradas para descanso e em mudanças de turno. Deve-se tomar cuidado, também, para que o recurso-gargalo não trabalhe peças com defeitos, porque o tempo desperdiçado no gargalo é o ganho perdido pela empresa.

As operações posteriores ao gargalo devem executar suas operações com muito cuidado para não perder nenhuma peça que já tenha passado pelo gargalo, porque isso representaria outra remessa perdida.

Pode-se extrair uma capacidade adicional dos gargalos com os cuidados acima citados que são simples e efetivos e somente depois de explorar todas essas possibilidades é que se deve pensar em comprar mais capacidade.

O esforço para reduzir os “pulmões” e aumentar a capacidade do gargalo continuamente é muito lucrativo. Deve-se focalizar a redução das interrupções e, posteriormente, aumentar o ganho nos gargalos, elevando o desempenho até um novo índice, criando assim um processo de aprimoramento contínuo.

2.2 Sistema Toyota de produção – apresentação dos princípios básicos

Normalmente é usada a palavra eficiência ao se falar de produção, gerência e negócio. Eficiência na indústria atual significa reduzir os custos.

Shingo (1996) cita que, na maioria das indústrias de manufatura, o lucro só pode ser obtido através da redução dos custos.

Quando se aplica o princípio de custos:

$$\textit{Preço de venda} = \textit{lucro} + \textit{custo real}$$

o custo é transferido todo para o consumidor. Esse princípio não tem mais aplicação na atual indústria manufatureira.

Em mercados livres e competitivos, os produtos são cuidadosamente examinados pelos consumidores e estes não têm interesse em saber qual foi o custo para produzir o produto. A questão é se o produto tem valor ou não para o comprador. Se um preço alto é em função do custo da manufatura do fabricante, os consumidores simplesmente não comprarão.

A redução de custos deve ser o objetivo dos fabricantes de bens de consumo que buscam a sobrevivência no mercado atual.

Não existe uma fórmula para a redução de custos. Ao contrário, é necessário um sistema de gestão total que desenvolva a habilidade humana até sua mais plena capacidade, a fim de atingir o máximo da sua criatividade e operosidade, para utilizar na melhor forma possível as máquinas e instalações e eliminar todo o desperdício.

Os dois pilares que sustentam o Sistema Toyota de Produção são a Produção *Just-in-Time* e o Combate às Perdas.

Segundo Shingo (1996), o Sistema Toyota de Produção que objetiva a identificação e eliminação das perdas e redução de custos, defendendo a total eliminação dos desperdícios, surgiu no Japão por uma necessidade. Hoje, numa época de lento crescimento econômico no mundo inteiro, esse sistema de produção representa um novo conceito em administração, que pode funcionar em qualquer tipo de empresa.

Ohno (1997) relata que, ao pensar na eliminação dos desperdícios, há que se ter em mente os seguintes pontos:

- O aumento da eficiência só faz sentido quando está associado à redução dos custos. Para que isso possa ser obtido, deve-se começar a produzir utilizando somente o que é necessário e com o mínimo de mão-de-obra.
- É necessário observar a eficiência de cada operador da linha de produção e de cada linha; também os operadores como um grupo e, depois, a eficiência de toda a fábrica (todas as linhas). A eficiência deve ser melhorada em cada estágio e, ao mesmo tempo, na fábrica como um todo.

Ohno (1997) ressalta que se for considerado apenas o trabalho necessário como trabalho real e definido o restante como desperdício, a equação a seguir será verdadeira, em qualquer situação:

$$\textit{Capacidade atual} = \textit{trabalho} + \textit{desperdício}.$$

A verdadeira melhoria na eficiência acontece quando se consegue produzir zero desperdício e elevar a porcentagem de trabalho para 100%.

Shingo (1996) explica que a produção é uma rede de processos e operações. Um processo é visualizado como o fluxo de materiais no tempo e no espaço; é a transformação da matéria-prima em componentes semi-acabados e em seguida a produtos acabados. As operações podem ser visualizadas, como sendo o trabalho realizado para efetivar essas transformações, a interação do fluxo de equipamentos e operadores no tempo e no espaço.

Shingo (1996) cita que a análise do processo examina o fluxo de material ou produto; a análise das operações examina o trabalho realizado sobre os produtos pelo trabalhador e pela máquina. Para realizar melhorias no processo produtivo, deve-se distinguir o fluxo do produto (processo) do fluxo de trabalho (operações) e analisá-los separadamente.

O processo consiste em quatro elementos: processamento, inspeção, transporte e espera.

Desses quatro itens, apenas o processamento agrega valor ao produto, e os demais devem ser vistos como perdas.

É preciso submeter todas as etapas a um processo de melhoria contínua, com o objetivo de eliminar as perdas. A seguir será descrito o que pode ser feito nos três itens considerados como perdas na função Processo, conforme recomenda Shingo (1996):

Melhoria na inspeção – Se não houver inspeção, os defeitos podem causar problemas e, por isso, foi adotada a inspeção preventiva com dispositivos chamados de *poka-yoke* para eliminar tanto os defeitos como as horas/homem de inspeção.

Melhoria no transporte – Uma empilhadeira pode melhorar o transporte do produto pela economia de tempo e mão-de-obra. No entanto, se forem efetivadas melhorias no *lay-out* da fábrica, pode-se eliminar completamente a necessidade de transporte.

Melhoria das esperas – Enquanto os estoques são utilizados para manter as operações funcionando de forma regular, novos métodos devem ser desenvolvidos para controlar os estoques. A sincronização de cada processo elimina as esperas desse processo (estocagem entre processos) e a implementação de fluxo de peças unitárias elimina as esperas do lote (estocagem pelo tamanho do lote).

A mesma análise é feita em relação às operações e deve-se ter em mente que somente as operações essenciais são as que agregam valor ao produto. Outras operações, como troca de matrizes, operações auxiliares e folgas marginais podem ser analisadas como sendo perdas e também devem ser submetidas a um processo de melhoria.

Melhoria no *setup* – As trocas de ferramentas são essenciais, mas consomem elevado tempo. O tamanho do lote é aumentado para compensar os altos tempos de trocas das ferramentas. A adoção do Sistema de Troca Rápida de Ferramentas contribui para reduzir os tempos de trocas e eliminar a necessidade de utilizar grandes lotes de produção.

Melhoria nas operações auxiliares – Operações como: alimentar peças em um magazine são consideradas auxiliares e podem ser entendidas como perdas. Se for possível estabelecer o fluxo de peça unitário, não haverá mais a necessidade de ter o magazine, e a operação será eliminada.

Melhorias nas folgas de trabalho – Uma automação pode ser desenvolvida para aplicar óleo lubrificante nos mancais e de óleo de corte para a remoção de cavacos. Uma melhoria poderia ser a utilização de mancais autolubrificadas e a realização da usinagem sem óleo. Além de eliminar a automação, elimina o consumo do óleo e todas as suas necessidades de tratamento quando do seu descarte.

Melhoria das folgas entre operações – Existem operações de alimentação e estocagem que são melhoradas com a utilização de paletes de grande volume. Mas, se forem desenvolvidos mecanismos para alimentação contínua das máquinas, não haverá a necessidade que operadores efetuem essas tarefas.

Antunes (1998) afirma que o Sistema Toyota de Produção é muito importante dentro do Passo 4 da Teoria das Restrições (elevar a capacidade do gargalo). Como todas as ferramentas que constituem o STP foram desenvolvidas com o foco da melhoria contínua, elas se transformaram em elementos importantes para elevar a capacidade dos gargalos quando estes são de ordem interna à fábrica.

2.3 Manutenção Produtiva Total – TPM

A TPM é uma metodologia inovadora de gestão que identifica as perdas existentes, fortalecendo a estrutura funcional da empresa. É onde se identificam os índices de rendimento operacional dos equipamentos. Esses índices mostram a situação atual de desempenho dos equipamentos e os fatores que prejudicam o bom rendimento dos mesmos, que podem ser traduzidos como perdas. Ao eliminar estas perdas melhora-se o rendimento operacional dos equipamentos e, conseqüentemente, o desempenho da empresa.

A TPM constitui a manutenção conduzida com a participação de todos e, conforme definição proposta por Nakajima (1989), significa:

- a busca da maximização do rendimento operacional das máquinas e equipamentos;
- sistema total que engloba todo o ciclo de vida útil da máquina e do equipamento;
- um sistema onde participam o *staff*, a produção e a manutenção;
- um sistema que congrega a participação de todos, desde a alta direção até os operadores;

– movimento motivacional na forma de trabalho em grupo, através da condução de atividades voluntárias.

Nakajima (1989) cita que qualquer sistema produtivo tem como meta a maximização da *performance*, obtida com o mínimo de insumos e o máximo de resultados. Essa *performance* não significa obrigatoriamente maior número de peças produzidas, mas uma melhora na qualidade, no custo, prazo de entrega, juntamente com um bom ambiente e com segurança no trabalho.

A TPM é baseada em ações de pequenos grupos visando à quebra zero dos equipamentos. Nakajima (1989) define cinco medidas para a conquista da Quebra Zero dos equipamentos:

- definição das condições básicas (limpeza, lubrificação e aperto das partes soltas);
- obediência e respeito às condições de uso;
- recuperação das degenerações;
- saneamento das deficiências existentes no projeto original;
- maior capacitação técnica tanto da Produção como da Manutenção.

A TPM encoraja o operador a utilizar a sua experiência no dia-a-dia com a máquina/equipamento: um pequeno reparo, um aperto de parafusos, uma troca de correias, etc. Visa a atacar a raiz dos problemas porque uma máquina em operação, sendo acompanhada constantemente por um operador, tem menos chances de sofrer paradas por defeitos simples.

Envolve não somente a qualidade técnica do maquinário, como também o aperfeiçoamento do operador no sentido de conscientizá-lo e treiná-lo sobre a importância do desempenho do equipamento e as conseqüências para ele e para a empresa. Objetiva desenvolver no operador o sentimento de propriedade do equipamento, conforme citado no Fórum TPM 98 The America's.

A TPM valoriza o conhecimento das pessoas, aumentando o rendimento global dos equipamentos através da detecção e redução das perdas. Onde há perdas existem oportunidades de ganhos.

A perda de rendimento das máquinas não se restringe unicamente à sua quebra, existindo também outros fatores que podem ocasionar resultados negativos, como regulagens, tempos necessários à troca de operação, variação na velocidade, geração de produtos defeituosos, queda do rendimento do processo, etc.

2.3.1 Seis Grandes Perdas

Nakajima (1989) apontou seis grandes perdas responsáveis pela redução do rendimento operacional global dos equipamentos, a saber:

1 – Perda por parada acidental

As perdas por parada acidental podem ser divididas em dois tipos, sendo classificada como perda total de capacidade quando a máquina quebra e não opera mais; e perda parcial de capacidade quando o desgaste da máquina começa a reduzir as condições originais do equipamento.

2 – Perda por parada durante a mudança da linha

Essa perda aparece sempre que há uma mudança de linha. São as perdas originadas quando um equipamento é utilizado para produzir vários produtos, e a cada mudança de produtos necessitar de regulagens e ajustes.

As duas primeiras perdas são classificadas por perdas de tempo e são utilizadas para calcular o tempo de disponibilidade da máquina, ou o Índice de Tempo Operacional.

3 – Perda por operação em vazio ou por pequenas paradas

São as paradas momentâneas resultantes de um problema qualquer que não constitui quebras. São as interrupções devido aos controles existentes na máquina e que bloqueiam seu funcionamento. Normalmente, com a intervenção do operador, basta dar reinício ao ciclo, e o equipamento volta a operar normalmente.

4 – Perda por queda de velocidade

Essa perda se dá quando ocorre a queda da velocidade normal de trabalho ocasionada por problemas mecânicos, problemas relativos à qualidade ou a outros fatores que obrigam a produzir com redução de velocidade.

A terceira e a quarta perda são classificadas como perdas de velocidade que determinam a *performance* de eficiência da máquina, ou o Índice de *Performance* Operacional. São as perdas que impedem a máquina de trabalhar nas condições ótimas nas quais foi concebida.

5 – Perda por defeito no processo

Compreende todas as operações relativas a retrabalhos ou mesmo à eliminação de produtos defeituosos gerados durante o processo de fabricação.

6 – Perda por defeito no início da produção

Esse tipo de perda é também denominado de perda para entrada em regime de produção. Pode ser considerada como o tempo gasto para que a produção inicie o processo normal e pode ser ocasionado pela instabilidade da própria operação, por ferramentas inadequadas, falta de manutenção, problemas de domínio técnico do operador ou falta de matérias-primas.

As duas últimas perdas são consideradas perdas por produção de peças defeituosas e servem para determinar a *performance* de qualidade do equipamento, ou o Índice de Produtos Aprovados.

O *Japan Institute of Plant Maintenance – JIPM* cita que, atualmente, as perdas já são em um número maior que as definidas por Nakajima (1989). São classificadas em 17 perdas e são as seguintes:

1 – Perdas por quebra de máquina

Perdas de tempo por defeitos nos equipamentos.

2 – Perdas por mudança de linha

Perdas de tempo para troca de ferramental e para troca de gabaritos.

3 – Perdas por paradas temporárias

Perdas de tempo para efetuar ajustes nos equipamentos.

4 – Perdas por queda de velocidade

Perdas de tempo por redução no desempenho dos equipamentos.

5 – Perdas por defeitos ou retrabalhos

Perdas originadas pela repetição de processos para correção de defeitos.

6 – Perdas por entrada em regime de trabalho

Perdas de tempo no acionamento inicial do equipamento a cada início de turno.

7 – Perdas por manutenção planejada

Perdas de tempo do equipamento desligado de forma programada.

8 – Perdas por paradas curtas

Perdas de tempo por pequenas paradas para limpeza e verificação do equipamento; espera de instruções; espera de materiais; distribuição e/ou alocação de pessoal e confirmação de qualidade.

As oito perdas acima descritas se referem à perda de eficiência dos equipamentos.

9 – Perdas por falhas administrativas

Perdas oriundas da espera de instruções.

10 – Perdas por falhas operacionais

Perdas originadas pela falta de organização e métodos.

11 – Perdas por desorganização na linha de produção

Perdas por desorganização na linha de produção ou deficiência na automação.

12 – Perdas logísticas

Perdas originadas pela falta de organização dos materiais na linha de produção.

13 – Perdas de utilização da mão de obra

Perdas de tempo devido a medições e ajustes excessivos.

14 – Perdas por esperas

Perdas originadas pela espera dos materiais.

As perdas numeradas de 9 a 14 se referem à perda de eficiência da mão de obra.

15 – Perdas de energia

Perdas devido a desperdícios de energia.

16 – Perdas de eficiência das matrizes e gabaritos

Perdas pelo mau funcionamento das matrizes e gabaritos.

17 – Perdas de rendimento

Perdas de qualidade por defeitos; perdas por excessos originados no aumento de tempo de funcionamento.

As últimas três perdas se referem às perdas de eficiência na utilização dos materiais, matrizes, gabaritos, ferramentas e energia para gerar uma unidade de produto.

Para poder se classificar as perdas que estão ocorrendo, é necessário coletar dados que mostrem a real situação no desempenho dos equipamentos.

A coleta de dados é uma fase muito importante para a melhoria contínua no rendimento operacional dos equipamentos. O que não é medido não pode ser melhorado.

As perdas durante o processo devem ser anotadas procurando identificar o tempo de cada tipo de perda, bem como sua frequência.

É importante anotar o tempo que as pessoas demoram em executar cada tarefa, bem como identificar o turno de trabalho e o dia da semana, para poder estabelecer as relações que existem entre eles e melhor definir os planos de ação.

Após a coleta de dados, convém classificar as perdas em: perdas de tempo; de velocidade e por qualidade, pois, com isso, poderão ser estabelecidos planos de ação diferentes para cada tipo de perda.

Além desses possíveis problemas, existem outros como falta de manutenção ou quebra de componentes que, devido à sua gravidade, podem tornar eventuais estoques intermediários insuficientes para evitar paradas na linha de produção.

Por isso, o Sistema Toyota de Produção, com o objetivo da quebra zero, modificou a manutenção tradicional, procurando minimizar os efeitos ocasionados pela mesma. No lugar de um grande centro de manutenção, que se preocupa com a manutenção de toda a fábrica, optou em ter pequenos pontos espalhados pela fábrica. Cada ponto envolve profissionais de manutenção que se ocupam de determinadas máquinas e operadores das máquinas. O resultado é uma resposta mais rápida e a segurança da continuidade operacional da linha de produção (SHINGO, 1996).

Ghinatto (1996) cita que a Manutenção Produtiva Total “pode ser definida como uma abordagem de parceria entre todas as funções organizacionais, mas particularmente entre a produção e a manutenção, para melhoria contínua da qualidade do produto, eficiência da operação, garantia da capacidade e segurança”.

Essa parceria entre os setores de produção e manutenção possibilita que atividades como lubrificação, limpeza de máquinas, serviços básicos de manutenção elétrica e mecânica, possam ser feitas pelos operadores, liberando os mecânicos e os eletricitistas para serviços de maior complexidade.

Para desenvolver a TPM nas empresas, existem etapas a serem vencidas. É verdade que os detalhes são específicos de empresa para empresa, pois os objetivos e as metas são particulares em cada caso. Porém existem os alicerces comuns que foram descritos por Nakajima (1989), como sendo os cinco pilares básicos de sustentação da TPM, que são:

2.3.2 Cinco Pilares básicos segundo Nakajima

Nakajima (1989), definiu os seguintes pilares como sendo básicos para a implementação da TPM:

1 – Incorporação de melhorias específicas e individualizadas nas máquinas

As melhorias deverão ser incorporadas inicialmente em um equipamento de uma área-piloto, onde deverá haver a colaboração de todos os elementos da área técnica, da manutenção e, principalmente, da produção.

Deverão ser estruturados grupos de trabalho, de modo a incorporar todas as possíveis soluções, e provar para todos do que a empresa é capaz, e que a Quebra Zero/Falha Zero não constitui uma utopia. Por isso, é importante que a área-piloto seja representativa para que os resultados possam motivar as demais áreas da empresa.

2 – Estruturação para condução da manutenção voluntária ou autônoma

As atividades de manutenção voluntária deverão ser iniciadas em conjunto com a implantação da TPM, onde o operador assumirá a “paternidade” da máquina em que trabalha, dentro do enfoque: “da minha máquina, cuido eu”. É uma particularidade oposta ao sistema tradicional, onde a Produção produz, e a Manutenção mantém.

A manutenção voluntária tem início com a inspeção, lubrificação e limpeza. Essa situação poderá já existir em algumas empresas, mas nem sempre essas atividades são executadas a contento, quando feitas sob imposição.

Segundo Nakajima (1989), existem sete passos para a consolidação da manutenção voluntária ou autônoma. A sua conclusão significa um domínio perfeito de todos os itens.

Primeiro passo – Limpeza inicial

Através da limpeza, o operador passará a conhecer todos os detalhes da máquina e manterá uma intimidade com ela. Despertará a curiosidade e, simultaneamente, criará um laço afetivo. Com a limpeza, todas as deficiências serão externadas.

Segundo passo – Eliminação dos locais de difícil acesso e combate aos causadores de problemas

A melhor maneira de preservar a limpeza é não sujar. Qualquer detrito, limalha, ou cavacos possui uma origem claramente delimitada. Para evitar contaminações, os operadores passarão a aspirar, colocar proteções e vedações contra vazamentos ou outros meios para

bloquear as causas. Uma vez eliminados os fatores geradores, o tempo consumido para efetuar a limpeza da máquina será menor.

Terceiro passo – Elaboração de padrões de limpeza e de lubrificação

Baseados em experiências acumuladas nos dois primeiros passos, os operadores elaborarão as rotinas que definem as condições básicas da manutenção.

A limpeza e a lubrificação não deverão consumir um tempo excessivo. Os trabalhos deverão ser classificados para execução diária, semanal ou mensal. As tarefas diárias deverão ser concentradas no início ou no final do expediente, e não deverão consumir um tempo maior que 10 minutos. As tarefas semanais deverão consumir no máximo 30 minutos, e as mensais no máximo 60 minutos.

Quarto passo – Inspeção-geral

O ponto de partida dessa etapa é o manual de instruções fornecido pelo fabricante da máquina ou do equipamento.

Para execução dessa etapa, o líder do grupo deverá tomar conhecimento de todas as verificações necessárias e, em seguida, retransmitir a todos os membros da equipe, exaustivamente, até que a capacidade para detectar anomalias seja plenamente assimilada pelos operadores.

Quinto passo – Inspeção voluntária ou autônoma

Antes da conclusão do quarto passo, a equipe deverá elaborar o cronograma das manutenções e os padrões a serem seguidos, considerando pontos de inspeção, critérios a serem seguidos nas inspeções, substituição, normas para desmontagem, etc.

A inspeção voluntária busca a adequação do tempo consumido e a efetividade dos resultados, anotando os desvios que forem constatados, fazendo os ajustes necessários.

Sexto passo – Organização e ordem

Os cinco passos anteriores focalizam a máquina, mas uma manutenção voluntária não se restringe à parte mecânica do sistema.

No sexto passo se propõe uma revisão do papel reservado ao operador, no que diz respeito à organização e à ordem do posto de trabalho. A postura do operador em relação às quebras, falhas, a produtos defeituosos e perdas diversas deve ser discutida e analisada, para verificar as carências e as necessidades de aprimoramento.

Sétimo passo – Consolidação do autocontrole

Busca-se conciliar a capacitação do homem, seu desenvolvimento intelectual e um ambiente para desenvolver essas qualidades. O autocontrole acontece quando as pessoas adquirem autoconfiança.

3 – Estruturação do setor de Manutenção para condução da manutenção planejada

Com a redução do número de paradas acidentais, a importância do trabalho do setor de manutenção se desloca para uma nova modalidade de trabalho que é o de incorporação de melhorias.

Além disso, o setor de manutenção deverá se estruturar para a condução da manutenção planejada e consolidar os critérios recomendados pelos fabricantes dos equipamentos para a preservação das máquinas.

4 – Capacitação técnica e busca de novas habilidades tanto para os elementos da produção como da manutenção

Nesse passo busca-se conferir os conhecimentos e as habilidades necessárias para o bom desempenho do trabalho.

Um programa para educação, treinamento e preparação do operador equivale a um investimento. Todo o sistema, como a TPM, baseia-se na atividade do homem e depende dele para o bom desenvolvimento e a obtenção dos resultados.

Conferir ao operador os conhecimentos básicos de manutenção é essencial para que o mesmo seja capaz de executar a manutenção voluntária.

Campos (1992) cita que os seres humanos têm uma limitação na capacidade de aprender na unidade de tempo. Por exemplo, um menino leva 8 anos para concluir o Ensino

Fundamental em qualquer lugar do mundo. Por isso se concluiu que é difícil ensinar às pessoas e acredita-se firmemente que a melhor maneira de aprender está baseada no tripé: EDUCAR, TREINAR E FAZER.

Campos (1992) diz também que a educação e o treinamento são a base de sustentação dos Programas de Qualidade Total e da manutenção da continuidade do processo de melhorias.

A educação está voltada para a mente das pessoas e para seu autodesenvolvimento, e o treinamento está voltado para as habilidades na tarefa a ser executada.

Biasca (1997) diz que o conceito de crescimento do ser humano baseia-se na premissa de que as pessoas devem realizar trabalhos de valor agregado cada vez maior. Numa empresa que está preocupada com o melhoramento contínuo, as pessoas são induzidas a utilizar cada vez mais a mente para desempenharem um trabalho criativo e com isso melhorar a condição da empresa na competição em que a mesma está inserida.

Em uma empresa existem alguns pontos muito importantes para o plano de educação e treinamento dos funcionários: a delegação é a base da educação. Quando a pessoa tem autoridade sobre o processo que está sob sua responsabilidade, ela junta o seu conhecimento e, através da sua iniciativa, com o objetivo de melhorar continuamente, produz resultados excepcionais.

Todo o treinamento deve ser acompanhado da aplicação prática de conhecimentos e habilidades transferidos. Por isso é importante que no treinamento haja um tempo destinado ao funcionário para FAZER o que está sendo treinado.

Buscar resultados cada vez mais surpreendentes depende do empenho, esforço, dedicação e atenção de todos. A renovação, aperfeiçoamento e adequação das ações, quando bem utilizadas e aplicadas com eficiência, trazem os resultados esperados.

Sendo parte de uma equipe, todos nós também podemos produzir muito mais e a uma velocidade muito maior. Palavras de encorajamento e apoio inspiram e energizam aqueles que

estão na linha de frente, ajudando-os a manter o comando, enfrentando as pressões e o cansaço do dia-a-dia.

5 – Estruturação para controle dos equipamentos já na fase inicial do funcionamento

É a estruturação para a administração dos equipamentos desde a sua fase inicial de instalação e funcionamento.

Através dos conhecimentos adquiridos, pode-se elaborar novos projetos de aplicação da TPM, com o objetivo de atingir a Quebra Zero ou Falha Zero dos equipamentos.

Nakazato (2000) cita que o JIPM (*Japan Institute of Plant Maintenance*) introduziu mais três pilares aos cinco já conhecidos e definidos por Nakajima (1989).

Os pilares que foram acrescentados são os seguintes:

6 – Manutenção da Qualidade

Foram introduzidas neste pilar as ferramentas necessárias ao desempenho da qualidade no posto de trabalho a fim de garantir aos equipamentos as condições para que não se produzam defeitos de qualidade. Estabelece claramente a tolerância para que as condições se mantenham para garantir um produto sem defeitos.

7 – Áreas Administrativas

As áreas administrativas são consideradas uma fábrica de informações. As perdas neste ambiente se manifestam a todo o instante, refletem no setor produtivo e reduzem a produtividade.

8 – Segurança, Higiene e Meio Ambiente.

As atividades deste pilar são orientadas à detecção e principalmente à prevenção de acidentes do trabalho e poluição antes que eles ocorram. Para isso, é necessário o gerenciamento correto dos equipamentos tanto na fase de projeto como de operação, além de uma manutenção correta e eficaz.

Este pilar, através de suas etapas de implantação, desenvolve a consciência da prevenção de acidentes, cujo objetivo é a obtenção do “Acidente Zero” e “Poluição Zero”.

Segundo Ribeiro (2003), a metodologia tradicional de implantação da TPM, proposta pelo JIPM, foi desenvolvida partindo do pressuposto de que a TPM deve ser adotada como uma filosofia gerencial da empresa, concorrente com outras filosofias ou Sistemas de Produção, tais como: TQC (*Total Quality Control*); APO (Administração por Objetivos); JIT (*Just in Time*); WCM (*World Class Manufacturing*); *Lean Manufacturing*, etc. Este pré-requisito tem causado uma certa resistência das direções de empresas na sua adoção, uma vez que há uma tendência de se chocar com algo que vem fazendo parte da cultura da organização.

Dependendo do modelo de gestão da empresa, pode-se utilizar a TPM como ferramenta e não obrigatoriamente como filosofia. TPM como ferramenta não é um guarda chuva, logo não será a TPM que delimitará a implantação e atuação de outras ferramentas gerenciais ou programas estratégicos. Desta forma terá uma amplitude mais restrita à área operacional. As ferramentas existentes dos sistemas de qualidade, segurança e meio ambiente continuarão tendo a sua independência. Porém, poderão incorporar alguns detalhes que fazem parte de uma boa gestão dos ativos industriais, propostos pela TPM.

2.3.3 – Indicadores de rendimento operacional global dos equipamentos

Conforme citado no Fórum TPM 98 The America's, o rendimento dos equipamentos no Brasil é muito baixo quando comparados com o de empresas de excelência que estão acima de 90%. Isso gera uma falta de competitividade no mundo globalizado. A melhoria dos indicadores de competitividade passa, obrigatoriamente, pela melhoria do rendimento global dos equipamentos, explorando todas as possibilidades para que as empresas possam se manter presentes no mercado atual e futuro.

Resolver o problema com a compra de equipamentos, estabelecendo uma supercapacidade de máquinas é muito difícil, na medida em que os custos e/ou investimentos em equipamentos no Brasil são muito elevados.

Existem diferenças essenciais, se comparadas as condições brasileiras com as condições japonesas, européias e americanas, qual seja: na indústria metal-mecânica, a relação custo da depreciação/hora e custo da mão-de-obra no Japão é da ordem de 1:10, enquanto a mesma relação no Brasil é de 1:1, conforme citado no Fórum TPM 98 The America's. Isso significa que o Custo do Investimento, no Brasil, é muito alto relativamente aos países do Primeiro Mundo, e os Custos de Pessoal são proporcionalmente muito mais baixos.

Ou seja, a flexibilização com Supercapacidade de Máquinas é, na prática, inviável ou no mínimo muito difícil de executar no Brasil.

Ainda é preciso ressaltar que os equipamentos brasileiros funcionam com uma eficiência de máquinas (Índice de Rendimento Operacional da TPM) baixa, entre 30% e 60%, com uma tendência aos valores menores. Isso mostra que a utilização dos ativos fixos é muito baixa para um país pobre em capital como o nosso.

Quando aumenta a variedade dos produtos a serem fabricados e há a necessidade de efetuar mais trocas de ferramentas nos equipamentos, esses valores tendem a cair substancialmente, porque os tempos de preparação são a causa das maiores paradas dos equipamentos em todas as indústrias.

As alternativas econômicas que sobram tendem a se relacionar com a melhoria da Gestão dos Equipamentos que, conforme mostra o Sistema Toyota de Produção, deve aumentar significativamente as eficiências globais dos equipamentos e, simultaneamente, reduzir de forma significativa os tempos de preparação.

Depois de estabelecer quais os pontos críticos no nosso sistema produtivo, é preciso definir procedimentos para a melhoria contínua desses postos de trabalho e, para isso, faz-se necessário estabelecer um índice que possa calcular sua eficiência.

Esse cálculo de eficiências pode ser realizado a partir do cálculo do Índice de Rendimento Operacional Global – IROG, proposto originalmente pelos profissionais que atuam na área da Manutenção Produtiva Total (NAKAJIMA, 1988).

As medidas devem ser diárias e sistemáticas e deve-se perceber uma evolução no índice, o que mostra que as pessoas envolvidas nas áreas de produção, manutenção, qualidade, grupos de melhorias, grupo de troca rápida, etc., estão empenhadas em melhorar continuamente o posto de trabalho definido como crítico.

O IROG pode ser calculado a partir da equação:

$$\mathbf{IROG = ITO \times IPO \times IPA \quad (equação 1)}$$

IROG = Índice de Rendimento Operacional Global.

ITO = Índice de Tempo Operacional.

IPO = Índice de Performance Operacional.

IPA = Índice de Produtos Aprovados.

Onde:

$$\mathbf{ITO = \frac{Tempo\ de\ Máq.\ Disponível - Tempo\ de\ paradas}{Tempo\ de\ Máquina\ Disponível} \times 100}$$

$$\mathbf{IPO = \frac{Quantidade\ Produzida \times Ciclo\ Efetivo}{Tempo\ de\ Funcionamento} \times 100}$$

$$\mathbf{IPA = \frac{Peças\ Produzidas - Peças\ Sucateadas}{Peças\ Produzidas} \times 100}$$

Nakajima (1989) indica os seguintes valores como sendo ideais para o cálculo do Índice de Rendimento Operacional Global dos equipamentos:

- Índice de Tempo Operacional deve estar acima de 90%;
- Índice de Performance Operacional deve estar acima de 95%;
- Índice de Produtos Aprovados deve estar acima de 99%.

Atingindo esses limites, o resultado do Índice de Rendimento Operacional Global dos equipamentos ficará em torno de 85%.

O IROG não pode ser calculado da mesma maneira para todos os postos de trabalho. Nos gargalos, o IROG deve assumir o conceito de Produtividade Efetiva Total do Equipamento. A idéia é que o tempo total disponível de um recurso crítico deve ser o tempo total sem excluir nenhum tipo de parada programada. Então, estar-se-á calculando a produtividade real do recurso considerado gargalo.

Conforme Ljungberg (1998), existe uma visão não muito clara nas indústrias manufatureiras quanto ao verdadeiro tempo disponível para as máquinas produzirem. O autor cita que o tempo disponível é de 8.760 horas/ano (365 dias X 24 horas por dia).

Quando as perdas são altas ou quando houver picos na demanda, é possível aumentar as horas de trabalho com dois ou três turnos, ou com o uso de horas extras. Dessa forma, o aumento do tempo de trabalho pode ser uma alternativa para reduzir as perdas.

Sabe-se que esse tempo é reduzido devido a algumas causas:

- não-operação por razões legais como férias, feriados, etc.;
- não-operação por razões econômicas, pois os turnos noturnos são muito caros para operar;
- não-operação por outras razões, como baixa demanda, falta de matéria-prima, falta de energia elétrica, etc.

Para o cálculo do IROG nas demais máquinas é utilizado o Índice de Eficiência Global. Nesse caso o tempo total disponível é calculado pela subtração do tempo total das paradas programadas. Os recursos não críticos não estão programados para operar em tempo integral; caso contrário estariam gerando estoques intermediários. O objetivo, nesse caso, é saber como o recurso funcionou durante o tempo em que ele ficou operando.

Um aspecto muito importante é a coleta de dados referentes às perdas que ocorrem durante o funcionamento dos equipamentos. É imprescindível a coleta detalhada dos tempos e dos diferentes tipos de perdas.

Conforme citado por Ljungberg (1998), o mais importante objetivo do Índice de Rendimento Operacional Global dos equipamentos não é uma medição ótima, mas uma medição simples que indique as áreas com índices mais baixos com o objetivo de promover melhorias.

CAPÍTULO 3

DESCRIÇÃO DA EMPRESA

3.1 Histórico da Tramontina

Conforme citado no histórico da empresa (TRAMONTINA, 2002), a Tramontina foi fundada em 1911, por Valentin Tramontina, na localidade de Carlos Barbosa, então 2º Distrito do Município de Garibaldi, no Rio Grande do Sul. Seu fundador era filho de imigrantes italianos da região de Maniago, onde a atividade principal era a produção de facas e canivetes com cabo de chifre.

Em 1939, Valentin Tramontina faleceu, deixando a empresa para sua esposa, Elisa Tramontina e seu único filho Ivo Tramontina. Sua esposa administrou a pequena empresa com produção artesanal da maneira que podia, passando por dificuldades durante a Segunda Guerra Mundial, de 1939 a 1945.

A partir de 1949, a administração da empresa, com apenas 16 funcionários, passou para as mãos de Ivo Tramontina, com 23 anos, e Ruy Scomazzon, com 21 anos, que ingressou na empresa. Com determinação, iniciaram um processo de crescimento e melhorias que continuam até hoje.

O tempo foi passando. Vieram juntar-se colaboradores tão obstinados quanto Ivo e Ruy, todos imbuídos da idéia de que era possível fazer funcionar, no Brasil, fábricas de ferramentas e utilidades domésticas, com a mesma eficiência das fábricas existentes em países mais adiantados do mundo.

A Tramontina S.A. Cutelaria e Ferramentas Agrícolas foi a base e ficou como empresa única até 1959. No mesmo ano, foi fundada a Metalúrgica Forjasul S.A., hoje Forjasul Canoas S.A. Ind. Met. A Forjasul começou a funcionar em Porto Alegre por dois motivos: não havia energia elétrica suficiente em Carlos Barbosa e era indispensável estar próxima às empresas que seriam servidas com as peças forjadas. A empresa era voltada para o mercado latente da época, pois começava a indústria automobilística e as fábricas de autopeças precisavam comprar forjados, mas não existiam forjarias que trabalhassem sob encomenda no Estado. Atualmente, a Forjasul é responsável pela produção de: ganchos, machados, marretas e autopeças, além de forjados.

Em 1963, surgiu a fábrica de martelos, primeira fábrica de ferramentas, que hoje se denomina Tramontina Garibaldi S.A. O local escolhido foi Garibaldi, devido à possibilidade de alugar os prédios desocupados da Estrada de Ferro. Hoje, com o crescimento, ocupa prédios de uma fábrica nova e moderna que já sofreu várias ampliações.

Em 1971, com a chegada do Dr. Mário Bianchi, engenheiro com grande experiência na fabricação de produtos de aço inoxidável, foi fundada a Tramontina Farroupilha S.A. Esta empresa foi concebida para produzir talheres e baixelas, complementos indispensáveis para a linha de utilidades domésticas. A empresa cresceu rapidamente, acrescentando a sua linha inicial várias outras, inclusive as panelas de fundo triplo, que se tornaram conhecidas no mundo inteiro. A cidade de Farroupilha foi escolhida para a localização da fábrica, porque estava próxima a Caxias do Sul, onde já havia especialização de mão de obra para este ramo de atividade.

Em 1976, surgiu em Carlos Barbosa a segunda empresa Forjasul, que hoje se denomina Forjasul Eletrik S.A., para complementar com peças de alumínio a linha de eletro-ferragens, que é fabricado em Canoas.

Em 1986, surgiu a Tramontina Belém S.A., localizada no estado do Pará. Produz artefatos de madeira, tais como: cavadeiras articuladas, pranchas para alimentos e cabos diversos para reposição.

Em 1989, surgiu a Tramontina Ferramentas Agrícolas S.A., com a finalidade de atender ao mercado de ferramentas agrícolas. Depois de passar oito anos em um prédio antigo, no

centro de Carlos Barbosa, construiu uma fábrica nova e moderna no bairro Triangulo, que hoje se denomina Tramontina Multi Ferramentas S.A.

Em 1990, foi fundada a Forjasul Encruzilhada Industria de Madeiras Ltda., para produzir prateleiras retas e de canto, painéis e estantes modulares. Os produtos são fabricados de madeira, a partir do beneficiamento de *Pinus Elliotti*, cultivado na área de reflorestamento próprio desta unidade.

Em 1998, foi fundada a Tramontina Delta Ltda., localizada em Recife – PE. Produz móveis plásticos para lazer, jardins e piscinas a partir de duas matérias primas: polipropileno e carbonato de cálcio. Todos os produtos da Tramontina Delta são recicláveis, atendendo às exigências do mercado mundial.

A mais nova fábrica do grupo é a Tramontina TEEC – Tecnologia em Equipamentos para Cozinha Ltda. Inaugurada em 1998, é especializada na produção de pias e cubas de aço inox. Os produtos da TEEC são os primeiros fabricados no Brasil que possuem um sistema de escape alternativo. Trata-se de um diferencial que evita o transbordamento em caso de obstrução da válvula de saída da água.

Atualmente a Presidência do grupo está sendo exercida pelo Sr. Clóvis Tramontina (filho do Sr. Ivo) e a Vice-Presidência sendo exercida pelo Sr. Eduardo Scomazzon (filho do Sr. Ruy).

O grupo Tramontina é composto por 10 fábricas e emprega em torno de 5.000 pessoas, possui 12.000 itens diferentes e produz mais de 1 milhão de peças por dia.

A Tramontina possui 6 centros de distribuição (CD) no Brasil, e no exterior possui 3 CDs, 3 Escritórios de Venda e 3 Distribuidores exclusivos. São eles:

- A) CD Sul – localizado em Carlos Barbosa.
- B) CD São Paulo – localizado na cidade de Barueri.
- C) CD Goiânia – localizado na cidade de Goiânia.
- D) CD Bahia – localizado na cidade de Simões Filho.
- E) CD Norte – localizado na cidade de Belém.
- F) CD Recife – localizado em Recife.

- G) TUSA – Tramontina USA – Centro de Distribuição, localizado no Texas.
- H) THAUS – Tramontina Haushaltswarem – Centro de Distribuição, localizado em Köln Porz na Alemanha.
- I) TEMEX – Tramontina de México S.A. – Centro de Distribuição, localizado na cidade do México.
- J) TFRANCE – Tramontina France S.A.R.L. – Escritório de Vendas, localizado em Paris.
- K) TECOL – Tramontina de Colômbia E.U. – Escritório de Vendas, localizado em Santafé de Bogotá.
- L) TCHILE – Tramontina de Chile Ltda. – Escritório de Vendas, localizado em Santiago.
- M) TRASAF – Tramontina South África – Distribuidor exclusivo, localizado na Cidade do Cabo.
- N) TRADEL – Tramontina Délhi – Distribuidor exclusivo, localizado em Nova Délhi.
- O) TRÁS – Tramontina Austrália – Distribuidor exclusivo.

A Tramontina é uma empresa 100% nacional, que atualmente exporta para mais de 100 países e continua, ano após ano, aumentando seus clientes.

A Tramontina chegou aos 92 anos embasada em alguns alicerces muito sólidos. Uma marca forte e bem cuidada; um sistema de vendas ágil e eficiente, representado por uma adequada prestação de serviços a nossos clientes; uma filosofia de recursos humanos que, preservando o emprego e priorizando o treinamento, acima de tudo valoriza o homem e a comunidade onde está inserida; e, completando, clientes que levam ao mundo os produtos e com os quais é mantida uma relação profissional da maior qualidade.

3.2 Tramontina Farroupilha S.A.

Fundada em 1971 e projetada inicialmente para ser uma fábrica de talheres. Antes do início de suas atividades, foi vislumbrada uma perspectiva muito boa na fabricação de baixelas, principalmente voltada para as linhas mais populares.

Para viabilizar o projeto, começou-se a trabalhar em três áreas:

- em Farroupilha, foi construído um galpão de obras que, ao mesmo tempo, servia de mecânica. Na mecânica, começou a ser feito todo o ferramental para a linha de talheres.

- Na Cutelaria em Carlos Barbosa, em caráter experimental, desenvolvia-se a linha de baixelas.

- Para viabilizar a compra de máquinas nacionais e importação de máquinas com isenção de impostos, foi apresentado um projeto ao Ministério da Indústria e Comércio e foi contratado um financiamento junto ao BRDE.

No final dos anos 70, iniciou a fabricação de painéis com fundo triplo, em pequena escala, junto com a fábrica de baixelas. A procura e aceitação foram tão boas que logo se iniciou a construção e implantação de um novo pavilhão para dedicar à fabricação de painéis em larga escala.

Atualmente, são produzidas três grandes famílias de produtos: baixelas, painéis e talheres, sendo que cada família de peças é produzida em um pavilhão industrial específico, onde as pessoas se dedicam exclusivamente àquela família de produtos.

No pavilhão dedicado à fabricação de baixelas, a estamparia de peças está organizada em células de produção. Cada célula foi concebida em função da similaridade na forma das peças a serem produzidas. Existem algumas operações isoladas onde são produzidos os componentes.

Depois de passar pelas células, as peças seguem para a área de polimento que, dependendo do formato da baixela, pode ser executado internamente ou por empresas terceirizadas.

Existe um setor de mecânica na fábrica de baixelas que está encarregada da construção e manutenção dos dispositivos, equipamentos, manipuladores e de todas as ferramentas utilizadas na fabricação de baixelas.

A grande maioria dos estampos utilizados é fabricada internamente por mão-de-obra altamente qualificada e por equipamentos modernos. A manutenção dos equipamentos, nas áreas mecânica, elétrica e eletrônica também é realizada por esse setor.

O pavilhão destinado à fabricação de talheres possui sua estrutura de produção em linhas de fabricação, de acordo com o tipo de peça a ser produzido.

Nas linhas de fabricação de facas monobloco o produto inicia na área de forjaria a morno, passa pela área de tratamento térmico, segue para a área de polimento e em seguida para o setor de limpeza, seleção e embalagem das peças.

Nas linhas de fabricação de facas classe A, a lâmina segue em paralelo à fabricação do cabo e ambos passam pela área de montagem, seguem para o polimento e para a área de limpeza, seleção e embalagem das peças.

As linhas de talheres populares que possuem um acabamento feito através de vibração, envolvem um ciclo de fabricação mais curto.

As linhas de talheres classe A que possuem um acabamento mais sofisticado, iniciam seu processo no corte das peças, seguem pela área de laminação, estamparia, acabamento do contorno, acabamento das superfícies, limpeza, seleção e embalagem das peças.

Nessa unidade, a automação é intensa, com a utilização de manipuladores de diversos tipos para atender às produções elevadas e, mais recentemente, com a utilização de diversos robôs nas áreas de forjaria e polimento.

A terceira unidade de produção é a fábrica de painéis. Quando se decidiu entrar no ramo de fabricação de painéis de aço inox, uma preocupação que permanecia no ar era a de não fazer uma fábrica igual às demais existentes no mundo, que estavam defasadas tecnologicamente.

Optou-se em fazer pesados investimentos para que, ao entrar no mercado, se pudesse fazer um produto de alta qualidade e, ao mesmo tempo, ser competitiva. O número de concorrentes em nível mundial é muito grande.

Inicialmente, em 1978, as painéis de aço inox eram fabricadas com fundo termodifusor de cobre e soldado através de processo de brasagem. Esse era o produto desejado na época. O processo era demorado porque todo o trabalho de preparação para soldar o fundo era feito manualmente.

O fundo evolui em várias etapas, com recobrimento da parte plana da panela, até o recobrimento de todo fundo e do raio da parede da panela.

A modernização passou a ser uma constante ao longo do tempo para poder manter a fábrica atualizada e competitiva.

Em 1995 houve a grande mudança do fundo termodifusor, acompanhando uma tendência mundial em mudar o fundo termodifusor de cobre com 0,8 mm de espessura para fundo termodifusor de alumínio com 4, 5, 6 e 7 mm de espessura, dependendo do tamanho da panela.

O processo de aplicação do fundo termodifusor passou a ser operado de forma automática, permitindo uma grande melhoria no processo.

Com o fundo de alumínio, também é utilizada uma cápsula de recobrimento fabricada com material de aço inox magnético. Isso permite que a panela possa ser utilizada em qualquer tipo de fogão (gás, elétrico, indução e vitro-cerâmico).

Hoje a fábrica de painéis da Tramontina Farroupilha é considerada uma das mais modernas do mundo, com sua produção em linhas e com muita automação, permitindo produzir uma panela de altíssima qualidade e competitiva em nível mundial. A exportação de painéis representa em torno de 40% da produção.

Existe ainda o setor de armazenagem onde são acondicionados todos os produtos que são fabricados pelas unidades industriais, fazendo a preparação dos pedidos dos clientes e o despacho das mercadorias.

O setor de armazenagem é formado por dois pavilhões interligados: o primeiro é o Armazém Automatizado onde são estocadas as mercadorias.

O segundo é um prédio convencional, onde são executadas as atividades de recebimento da mercadoria, montagem das composições solicitadas pelos clientes e expedição.

O Armazém Automatizado consiste em um pavilhão de 26 metros de altura, construído em estrutura metálica com tecnologia autoportante (as prateleiras formam a estrutura de sustentação do pavilhão). Possui 17 níveis de estocagem em altura, com capacidade para armazenar 9.200 paletes. Esse armazém é operado de forma automática por 5 transelevadores, comandados por um sistema informatizado de gestão.

Um sistema de eletrovia, composto por 20 carros suspensos, serve para fazer a interligação do armazém com a Área de Recebimento e com a Área de Montagem e Separação de Pedidos. Os carros levam os contenedores até as linhas de montagem e, a seguir, levam as sobras de volta para o armazém.

Na área de montagem e separação de pedidos, estão localizadas seis linhas de montagem final dedicadas à preparação das composições solicitadas pelos clientes. Todas as linhas são alimentadas automaticamente, através de carros automáticos que retiram os paletes da eletrovia e colocam ao lado das linhas de montagem. O retorno dos saldos de peças e dos paletes vazios também é feito de forma automática.

O sistema de gestão informatizado que controla o armazém executa o controle dessa área de montagem.

Após a área de preparação dos pedidos existe uma área de consolidação das cargas para expedição, composta de 39 esteiras de acúmulo por gravidade, onde são armazenados os paletes com mercadorias prontas que aguardam despacho.

Esse setor tem capacidade para expedir seis caminhões simultaneamente através de boxes independentes.

A área administrativa é única e centralizada e engloba o Departamento de Vendas no mercado interno, mercado externo e varejo; o Centro de Processamento de Dados; o Departamento de Programação e Controle da Produção; o Departamento de Pessoal; o Departamento Contábil, Fiscal e Financeiro e o Departamento de Compras.

A empresa possui um projeto denominado de PROJETO VIDA que orienta todas as ações a serem desenvolvidas nas diversas áreas da empresa, com o objetivo de atingir a Qualidade Total Tramontina.

Este projeto é alicerçado por quatro pilares: Segurança, Qualidade, Produtividade e Meio Ambiente. Cada pilar possui vários tópicos com seus indicadores de desempenho e na base estão as atividades de melhorias promovidas pelos Grupos dos Setores da Fábrica.

Existe uma preocupação muito grande com a formação dos funcionários e, através da área de treinamento, reeducam-se as pessoas para uma mentalidade pró-ativa. O crescimento dos profissionais na velocidade e competência da evolução das empresas é essencial para a eficácia do processo produtivo, eliminando os tempos sem valor agregado. Cada operador tem a responsabilidade pelo equipamento que opera e deve:

- manter a limpeza e a organização do posto de trabalho;
- seguir as normas de segurança para operar o equipamento;
- seguir as orientações para a execução das operações;
- efetuar as trocas de acordo com os procedimentos estabelecidos;
- efetuar as lubrificações do equipamento segundo o plano da máquina;
- fazer as inspeções do CEP (Controle Estatístico do Processo) para verificar a qualidade dos produtos que estão sendo produzidos;
- controlar a produção horária de acordo com o estabelecido nos roteiros de fabricação;
- alertar sobre possíveis problemas que venham a surgir com os equipamentos para que seja providenciada na manutenção dos mesmos;
- apresentar sugestões de melhorias sempre que possível através do Banco de Idéias.
- zelar pela limpeza e manutenção do equipamento.

Já existe na empresa uma cultura de preparar tecnicamente o pessoal para que os resultados de melhorias sejam atingidos e para que exista uma mentalidade de buscar elevar o patamar de qualidade do trabalho a cada dia.

3.3 Descrição detalhada do setor onde foi realizado o estudo de caso

É necessário retornar à fabricação de painéis, porque é nesse setor que foi desenvolvido o estudo em questão e analisar como está estruturada a fabricação dessas peças.

Existe, primeiramente, uma área de preparação de discos. Deve-se partir de discos para se obter melhores resultados na fabricação de peças redondas como painéis, tampas, etc., através dos processos de estampagem ou repuxo.

Na área de estamparia existem duas linhas para a fabricação do corpo dos painéis: uma para a fabricação das tampas de painéis; outra para a fabricação de peças diversas e ainda uma linha para a fabricação de componentes.

A primeira linha para a fabricação de corpos foi concebida para efetuar as operações de estamparia e manter um estoque de peças estampadas. Em seguida, as peças são enviadas para a linha de aplicação do fundo termodifusor e novamente para um estoque intermediário de peças. Posteriormente, seguem para duas linhas de acabamento onde é realizado o polimento que utiliza rodas de sisal e algodão e massas abrasivas.

Como finalização da produção, existem as máquinas de lavar e a área de seleção e acondicionamento em contêineres para serem enviados ao Armazém Automatizado.

A segunda linha de fabricação de corpos de painéis foi montada no final de 1999 e optou-se por fazer uma linha contínua. A estamparia dos corpos está interligada com a linha de aplicação do fundo termodifusor e com a linha de polimento, ou seja, as peças devem seguir um fluxo contínuo. A idéia inicial era eliminar os estoques intermediários e fazer a produção fluir continuamente.

Foi solicitado aos fornecedores de equipamentos que a capacidade de produção das diversas máquinas, que compõem a linha, fosse a mesma, a fim de se obter o devido balanceamento.

Cada fabricante de equipamento desenvolveu sua solução para atender à exigência definida no projeto; porém, é sabido que dificilmente todas as máquinas vão operar nos

mesmos índices de rendimento operacional. São equipamentos de diferentes finalidades e dependem de muitas variáveis como: tamanho das peças a serem executadas, altura das peças, nível de acabamento desejado, qualidade dos produtos de consumo utilizados no processamento das peças, entre outras.

Após o início da produção nesse sistema, começou-se a sentir alguns problemas, pois o rendimento da linha estava inferior ao da antiga linha com estoques intermediários.

Durante o ano de 2000, foram efetuados vários melhoramentos como sinais luminosos para alertar os operadores quando alguma máquina ficava parada; interligação das esteiras com as máquinas, a fim de obter a sincronização da linha, mas o rendimento continuava baixo. Foram feitos vários treinamentos com os operadores da linha, conscientizando-os que, por ser uma linha contínua, deveria haver o empenho de todos para que a mesma operasse continuamente.

CAPÍTULO 4

UM MÉTODO DE IMPLANTAÇÃO DA TPM

Um dos pontos fortes do estudo de caso é a capacidade de exploração dos processos à medida que eles se desenvolvem em uma organização, possibilitando uma análise detalhada das várias ações e situações que ocorrem dentro das organizações (YIN, 2002).

O método a ser desenvolvido no presente trabalho procurará estabelecer como as mudanças serão implementadas e como as mesmas serão mantidas no tempo, objetivando também um processo de melhoria contínua.

O Estudo de caso em análise será desenvolvido utilizando cinco fontes distintas de coletas: documentos, registros em arquivos, entrevistas, observações diretas e observações de participantes na empresa Tramontina.

Seguindo o referencial teórico apresentado no capítulo 2 e analisando-se a realidade da Tramontina será apresentado na Figura 4.1 o método de Implantação da Manutenção Produtiva Total adaptado para a realidade da empresa Tramontina, assim como uma descrição das 10 etapas nele contidas.

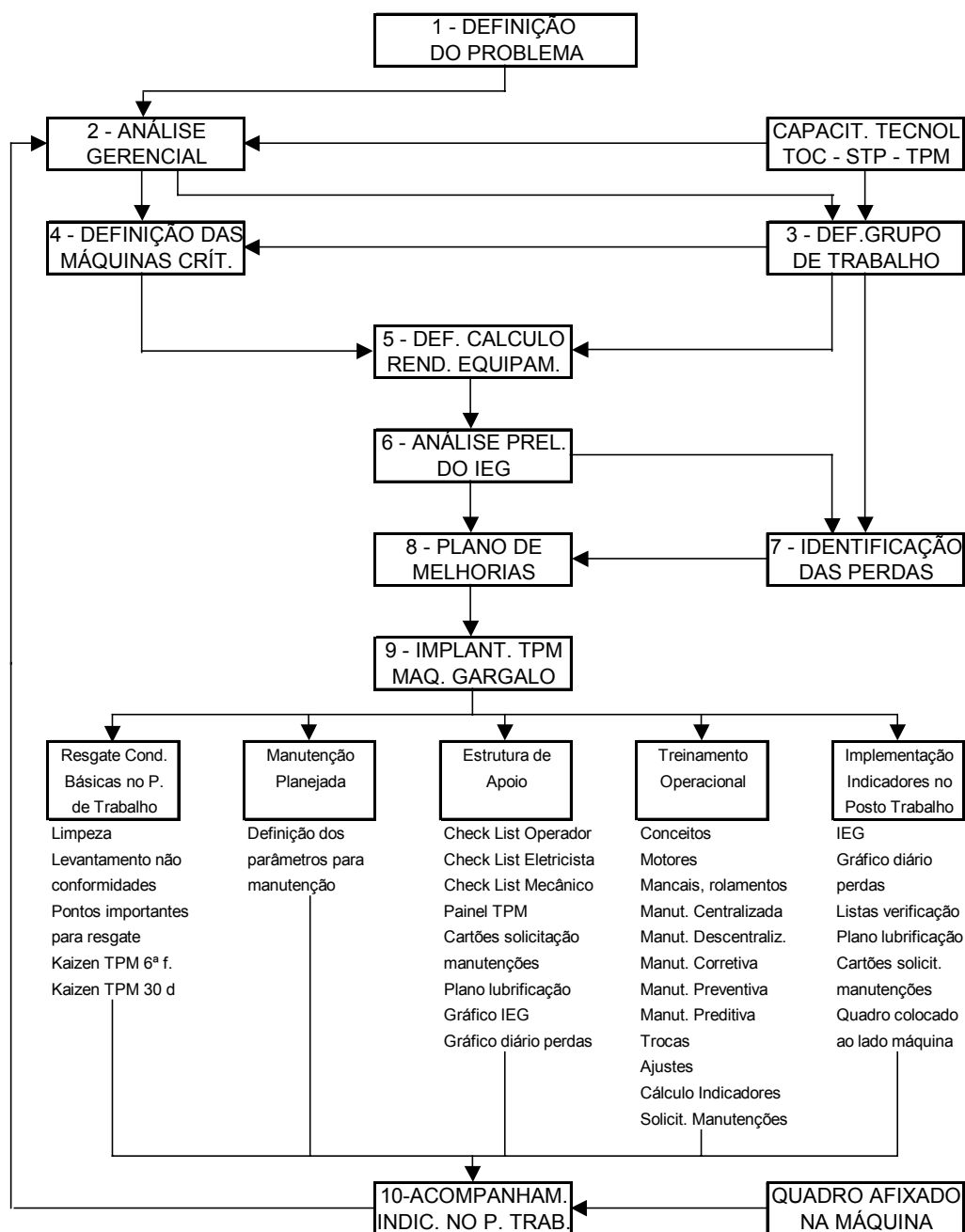


Figura 4.1: Método de implantação da TPM adaptado para a realidade da empresa Tramontina

A seguir apresentam-se as dez etapas do método:

4.1 Etapa 1 – Definição do Problema

Definição de uma situação incômoda na empresa e que precisa de uma ação para solucioná-la.

A melhoria contínua dos processos acontece quando se procura otimizar a cada dia que passa, não deixando que as coisas permaneçam em uma “zona de conforto”. Por isso devemos questionar constantemente como estamos executando nossas ações e o que pode ser melhorado.

4.2 Etapa 2 – Análise Gerencial

Análise Gerencial do problema onde a Gerencia pode buscar subsídios na Teoria das Restrições, a qual propõe que os sistemas produtivos sejam administrados partindo das restrições; no Sistema Toyota de Produção, que busca a eliminação dos desperdícios e na Manutenção Produtiva Total que visa a quebra zero dos equipamentos através do envolvimento dos operadores.

Vale enfatizar que o medo da mudança é o maior obstáculo a ser vencido. Todos temem porque ela traz o desconhecido e o único meio de vencer o medo é privilegiar a educação.

É importante levar em consideração a cultura já existente na empresa e adaptar qualquer novo método ou nova técnica de administração às necessidades da empresa para ter sucesso na implantação.

4.3 Etapa 3 – Definição do Grupo de Trabalho

Definição de um grupo de trabalho para conduzir as etapas a serem desenvolvidas. No grupo deverão participar pessoas da área de produção, qualidade, engenharia de processo, manutenção, planejamento, programação e controle da produção.

O grupo de trabalho é o que fará as coisas acontecerem e por isso deve ser composto por pessoas dinâmicas e com espírito de vencer desafios.

4.4 Etapa 4 – Definição das máquinas críticas

Definição pela Gerência e Grupo de Trabalho dos postos de trabalho ou máquinas críticas e máquinas com problemas de qualidade segundo uma ótica de melhoria geral dos fluxos. Poderão ser utilizados *softwares* de planejamento e programação da produção para a identificação das máquinas críticas ou o conhecimento empírico do grupo de gestores da fábrica.

Escolher como equipamento piloto aquele que represente maior potencial de ganho. Apesar de parecer óbvio, o início de implantação da TPM nem sempre ocorre em equipamentos que apresentam maior potencial de ganho, como gargalos de produção, em função de sua capacidade; aqueles com maior incidência de quebras, afetando o ritmo de produção e gerando estoques em excesso; ou aqueles cujo defeito ou falha gera riscos de explosão ou contaminação do meio ambiente. Além destes fatores, vale a pena levantar as perspectivas de uso futuro, uma vez que pode ser escolhido um equipamento piloto que está obsoleto e com seus dias contados.

A identificação precisa das máquinas onde será desenvolvido o trabalho é muito importante para o sucesso do mesmo. É necessário mostrar resultados para dar credibilidade e estimular a continuidade e ampliação da aplicação.

4.5 Etapa 5 – Definição do cálculo do Rendimento dos Equipamentos

Definição do cálculo do Índice de Eficiência Global dos postos de trabalho/máquinas críticas, segundo a TPM.

Nessa etapa também serão definidas as ferramentas a serem utilizadas para auxiliar na visualização do desempenho do equipamento. A utilização de ferramentas adequadas durante a etapa de monitoramento do rendimento dos equipamentos é muito importante para proporcionar ao operador, ao mecânico, ao electricista, à chefia do setor e à gerência da área condições fáceis e seguras de saber como está o desempenho do equipamento.

4.6 Etapa 6 – Análise preliminar do Índice de Eficiência Global

Análise dos Índices de Eficiência Global calculados para os postos de trabalho/máquinas críticas a partir de dados coletados no chão de fábrica.

Representando a produtividade como uma equação, onde o numerador é o volume de produção e o denominador é o custo, observa-se que a TPM gera maior produtividade, atuando no numerador através da melhor utilização do tempo (aumento da disponibilidade do equipamento, da performance e da qualidade) e no seu denominador através da redução de perdas materiais e de energia (matéria-prima, refugo, ferramentas, insumos, etc.). Ou seja, na prática a TPM deve ser vista como uma ferramenta para atacar perdas.

É importante fazer um levantamento preliminar para identificar a real situação do equipamento. É o ponto de partida e servirá para se fazer comparações futuras, após a implantação do método.

4.7 Etapa 7 – Identificação das Perdas

A perda de rendimento dos equipamentos não está restrita unicamente à sua quebra, existindo muitos outros fatores que proporcionam baixos rendimentos, como o tempo gasto para sua preparação, regulagens, operação em vazio, paradas momentâneas, queda de velocidade, geração de produtos defeituosos, queda de rendimento do processo, além de outras.

Criação de uma tipologia geral das causas de perdas de rendimento dos postos de trabalho/máquinas para a fábrica, tornando possível realizar comparações ao longo do tempo e entre máquinas similares e, ao mesmo tempo, gerar uma linguagem comum, facilitando a comunicação na fábrica.

Análise detalhada das causas de perdas de rendimento explicitadas no cálculo do Índice de Eficiência Global.

Elaboração de uma curva ABC das causas das perdas de rendimento dos postos de trabalho/máquinas críticas e definição das principais potencialidades de melhorias do Índice de Eficiência Global.

As ações devem sempre iniciar pelos pontos com maior representatividade para que os resultados sejam facilmente visualizados e se transformem em benefícios para a empresa.

4.8 Etapa 8 – Plano de Melhorias

Elaboração de planos detalhados de melhorias para as principais causas de perdas de rendimento nos postos de trabalho, levando em consideração a curva ABC e a lógica da qualidade do tipo 5W 1H.

Geração de um painel de acompanhamento das máquinas críticas, contendo as principais causas responsáveis pelas paradas de curto prazo, as manutenções responsáveis pelas paradas de médio e longo prazo, o Índice de Eficiência Global diário do equipamento, as listas de verificações dos operadores, mecânico de manutenção e electricista e o plano de lubrificação do equipamento.

4.9 Etapa 9 – Implantação da TPM na máquina gargalo

Nesta etapa serão implantados na máquina gargalo os cinco pilares básicos da TPM propostos por Nakajima (1989) e descritos a seguir:

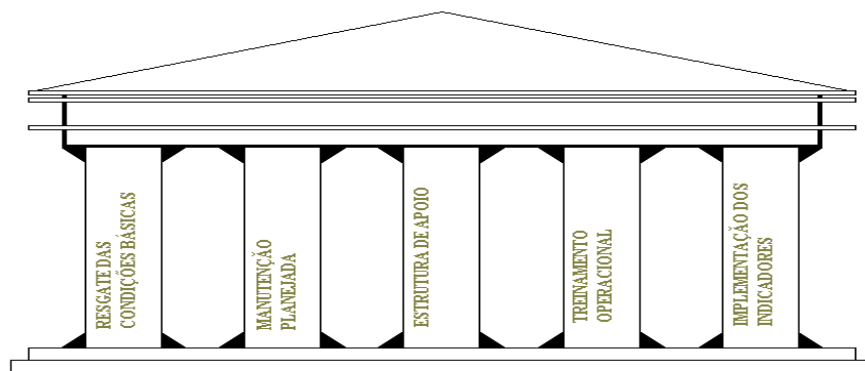


Figura 4.2: Cinco pilares básicos para a implantação da TPM no posto de trabalho segundo Nakajima (1989)

Não serão considerados os três pilares sugeridos pelo JIPM (*Japan Institute of Plant Maintenance*) e citados por Nakazato (2000) porque dentro do Projeto Vida que norteia as ações da empresa, já existe um pilar que trata do Meio Ambiente; um tratando da Segurança e outro que se encarrega da Qualidade. A área administrativa não está sendo analisada no presente trabalho.

Serão abordados somente os pilares que tratam da implantação propriamente dita da TPM no chão de fábrica e que serão descritos a seguir:

Resgate das condições básicas – Neste pilar estão definidas as ações necessárias ao resgate do equipamento para que volte às suas condições normais de funcionamento. Nestas ações estão incluídas a limpeza, lubrificação, reaperto e regulagens do equipamento; verificação dos dispositivos, desenhos e moldes necessários ao controle do processo; organização, ordem e limpeza do posto de trabalho e um exame dos dispositivos de aferição e instrumentos necessários ao controle da qualidade.

Durante a fase de limpeza e regulagem do equipamento serão levantadas todas as não conformidades constatadas e qual a ação corretiva necessária para eliminar a não conformidade.

Após o levantamento das não conformidades, serão relacionados os pontos importantes para resgate do equipamento que farão parte do plano de ação. Este plano de ação será dividido em duas etapas. A primeira etapa será denominada de Kaizen TPM Sexta Feira onde serão executadas as ações que podem ser rapidamente implementadas e que não necessitam de grandes preparações. Esta etapa é importante para mostrar alguns resultados imediatos e incentivar à equipe a continuidade do processo. A etapa seguinte será denominada de Kaizen TPM 30 dias onde serão desenvolvidas as ações que demandam um tempo maior de preparação e de maior complexidade.

Manutenção Planejada – Neste pilar serão definidos os parâmetros necessários para manutenção do equipamento criando frequência de checagem dos principais pontos críticos determinados pelo Grupo de Trabalho.

Estrutura de Apoio – Neste pilar serão preparadas todas as ferramentas necessárias ao acompanhamento do equipamento no posto de trabalho. Incluem-se neste item o Check list do operador; o check list do mecânico e do electricista; os cartões de solicitação de manutenção mecânica e elétrica; os planos de lubrificação do equipamento; o formulário onde será feito o gráfico do IEG do equipamento e o formulário onde será feito o gráfico diário das perdas.

Treinamento Operacional – Quando a TPM é implementada como ferramenta não há a necessidade de difundir os seus conceitos para toda a empresa, mas sim para as pessoas que estarão diretamente envolvidas, principalmente no equipamento piloto.

Serão abordados neste pilar os treinamentos sobre conceitos da TOC, STP, TPM, além de preparar os operadores no cálculo do IEG do equipamento e no levantamento das causas de perda de rendimentos dos mesmos.

Implementação dos Indicadores no Posto de Trabalho – O ultimo pilar se encarregará de implementar no local de trabalho, as ferramentas definidas no pilar da Estrutura de Apoio. É a colocação em prática das etapas anteriores. Será feito um quadro que comportará todas as ferramentas definidas e onde o operador fará o acompanhamento em tempo integral do que acontece com o equipamento.

É importante que o método funcione bem para ser considerado válido e ensinado a novos funcionários, mostrando a forma correta de trabalhar e agir perante problemas como o definido neste trabalho e estimulando a implementação em outros postos de trabalho ou máquinas.

4.10 Etapa 10 – Acompanhamento dos indicadores no posto de trabalho

Medição contínua do Índice de Eficiência Global das máquinas críticas, verificando o cumprimento dos padrões de rotina e se as melhorias planejadas no item 8 geraram os resultados desejados.

Verificação do processo/fluxo produtivo como um todo e análise dos pontos que foram melhorados.

Para que a inércia não tome conta do sistema, deve-se retornar ao item 2 e reavaliar novamente a situação, visualizando os postos de trabalho/máquinas sob uma ótica de melhorias contínuas.

Após a implantação das melhorias e o aumento dos Índices de Rendimento Operacional Global dos equipamentos, é possível que o gargalo ou a máquina crítica tenha mudado de posição. Nesse caso, redefine-se as máquinas críticas e reinicia-se o processo de melhorias.

CAPÍTULO 5

APLICAÇÃO DO MÉTODO DE IMPLANTAÇÃO DA TPM

No ano de 2001, a demanda aumentou devido a um pedido de exportação de 800.000 painéis, ultrapassando a capacidade de produção, e com isso a capacidade produtiva das linhas de fabricação deveria ser aumentada. Imediatamente a empresa começou a fazer horas extras para aumentar o número de painéis produzidos e fazer frente à demanda, mas ainda não conseguia atendê-la. A quantidade de painéis produzidos pelas linhas de fabricação não atingia o volume necessário para o atendimento dos pedidos.

Diante desse contexto, era necessário determinar onde estavam ocorrendo perdas que, sendo eliminadas, poderiam aumentar a capacidade produtiva. Era importante determinar qual o gargalo da linha de fabricação.

A Gerência de Produção estava incumbida de procurar resolver o problema para proporcionar à fábrica um aumento de capacidade produtiva. Caso isso não ocorresse, certamente haveria atrasos nas entregas e isso poderia comprometer o relacionamento com os clientes.

Decidiu-se então aplicar o método de implantação da TPM para aumentar a capacidade produtiva da linha de painéis.

A seguir apresentam-se as etapas do método.

5.1 Etapa 1. Definição do problema

Dentro do contexto em que a empresa se encontrava, o problema foi assim definido: *o que e como* fazer para aumentar a capacidade produtiva da fábrica de painéis?

Era importante aumentar a capacidade de produção da fábrica de painéis para atender a um pedido de exportação de 800.000 painéis.

O aumento da capacidade produtiva deveria ocorrer de forma imediata, pois o cliente ao colocar o pedido, já definiu prazos de entrega e estes estavam muito apertados. O não atendimento dentro dos prazos estabelecidos acarretaria cancelamentos de pedidos.

O aumento da capacidade deveria contemplar uma quantidade maior de peças produzidas e por isso não foi levantada a questão de mudanças nas matérias primas. O tipo de produto estava definido e não deveria ser alterado.

5.2 Etapa 2. Análise gerencial

A Gerência de Produção da fábrica de painéis, função desempenhada pelo autor do presente trabalho, precisava resolver o problema e foi buscar subsídios em conceitos e técnicas da Teoria das Restrições, do Sistema Toyota de Produção e da Manutenção Produtiva Total - TPM.

Os equipamentos necessários para a produção desse tipo de produto são muito caros para que se pensasse em aumentar a capacidade produtiva através da instalação de novos equipamentos. A única saída que restava era a de aumentar a capacidade com os recursos existentes.

A busca de subsídios na Teoria das Restrições visava conhecer conceitos e técnicas para definir as máquinas-gargalos, e no Sistema Toyota de Produção para reduzir ou eliminar as perdas. A TPM buscava a quebra zero dos equipamentos através do envolvimento dos operadores.

Foi contratada uma empresa de consultoria para preparar um curso sobre TPM, a fim de sensibilizar a equipe e disseminar as técnicas e os conceitos antes citados. Esse curso foi ministrado para os Chefes de Secção, funcionários da área técnica, funcionários da área de manutenção elétrica e mecânica, funcionários dos Departamentos de Programação e Controle da Produção e Departamento da Qualidade.

O curso foi ministrado na própria empresa, a partir do mês de Agosto de 2001 e foram repassados os conceitos da TOC, STP e TPM com enfoque no aumento da capacidade produtiva dos gargalos de produção.

Para que o curso fosse bem aproveitado foi imprescindível a participação dos responsáveis pelas ações que acontecem dentro da empresa. O pessoal da produção e da manutenção deve trabalhar junto, na busca da melhoria contínua das máquinas, e tornar possível o aumento gradual do Índice de Eficiência do Equipamento. Para isso é necessário conhecimento concreto e atualizado.

Hoje, o nível de complexidade das máquinas e equipamentos aumenta sensivelmente e se o pessoal envolvido não estiver tecnicamente preparado, poucos resultados de melhorias serão atingidos. Os gastos com treinamento devem ser caracterizados como investimento e não como despesas. As empresas que pensam desta forma são as que obtêm sucesso em seus programas.

Este curso se estendeu durante três meses, totalizando 40 horas, para que os participantes pudessem assimilar e, ao mesmo tempo, preparar a implantação dos princípios e técnicas estudados.

5.3 Etapa 3. Definição do Grupo de trabalho

As pessoas que participaram do curso, onde as técnicas e conceitos foram disseminados, formaram três grupos de trabalho, sendo um para cada unidade de fabricação, para que os novos conceitos fossem aplicados em toda a empresa, simultaneamente.

O grupo de trabalho da unidade de painéis ficou responsável pelo aumento da capacidade produtiva da linha sem a necessidade de investimentos. Neste grupo participaram

o Gerente da Fábrica de Painéis; chefias dos setores de Estamparia, Polimento e Seleção de Painéis; chefia do setor de manutenção elétrica/eletrônica; chefia do setor de manutenção mecânica; responsável pela qualidade e funcionário da Programação e Controle da Produção.

A união de todos os envolvidos diretamente no projeto de implantação da TPM, garante que a mesma mensagem será passada a todos, as questões relativas à TPM serão entendidas, as perguntas serão respondidas e não haverá possibilidades de mal-entendidos.

5.4 Etapa 4. Definição das máquinas críticas

A Gerência de Produção juntamente com o Grupo de Trabalho, definiu quais eram as máquinas críticas onde deveriam ser concentrados os esforços e onde se aplicariam os conhecimentos adquiridos. Essas máquinas seriam o projeto-piloto de cada unidade de fabricação para, posteriormente, ampliar a aplicação da TPM em outras máquinas críticas.

A definição das máquinas críticas se deu em função do roteiro de fabricação, onde se identificou a máquina com a menor capacidade de produção, baseada no sistema vigente de cálculo da capacidade das máquinas.

Foram feitas cronometragens nos equipamentos para verificar qual a capacidade de produção dos mesmos. O cronometrista determinou o tempo médio de execução da operação, baseado em uma amostra com várias peças. Em seguida descontou o tempo necessário para fazer as paradas normais para manutenção de estampas e ferramentas ou para troca de materiais nas máquinas de polimento. Foi concedido um desconto para a satisfação das necessidades básicas do operador e para descanso, nas operações em que o trabalho era realizado de pé.

Após todas essas análises e descontos, calculou-se a produção horária possível de ser efetuada, sendo esta descrita no roteiro de produção. Essa informação era destinada a determinar os prazos de entrega e a carga máquina pelo Planejamento e Controle da Produção - PCP e para determinar os custos de produção.

Através dos roteiros de fabricação, constatou-se que o gargalo da linha de produção de painéis era a máquina de polimento, pois tinha a menor capacidade de produção dentro da linha em análise.

Com a definição das máquinas críticas (uma de cada unidade de fabricação), os grupos de trabalho (um de cada fábrica) definiram os parâmetros para calcular o índice de eficiência global do equipamento. Aqui será relatado apenas o que ocorreu na fábrica de painéis que é o objeto do estudo do presente caso.

O foco da TPM, principalmente na sua fase inicial, deve ser no ponto crítico para que resultados importantes sejam alcançados. Se isso não acontecer, os recursos destinados à TPM serão desviados para outros projetos que estiverem produzindo resultados. A dificuldade é fazer com que as pessoas entendam o que é crítico e passem a focar os seus esforços.

5.5 Etapa 5. Definição do Cálculo do Rendimento dos Equipamentos

A forma de analisar a capacidade efetiva dos equipamentos proposta pela Teoria das Restrições baseia-se na idéia de que o tempo total disponível de um gargalo ou recurso crítico seja igual ao tempo total sem excluir nenhum tipo de parada programada.

No presente estudo de caso foi adotado o Índice de Eficiência Global como sendo o indicador para determinar o desempenho do equipamento.

O Índice de Eficiência Global – IEG avalia o rendimento das linhas de produção e é calculado dividindo a produção real pela produção padrão conforme a equação 02 abaixo:

$$IEG = \frac{\text{Produção Real}}{\text{Produção Padrão}} \times 100 \quad (\text{Equação 2})$$

Produção Real = Total de Peças produzidas durante o tempo total disponível do equipamento nos dois turnos de trabalho.

Produção Padrão = Total de horas disponíveis diárias ÷ tempo de ciclo.

Deve-se examinar qual o tempo de ciclo estabelecido para executar uma determinada peça e dividir o tempo disponível do equipamento (1 ou 2 turnos) pelo tempo de ciclo, resultando na produção padrão do equipamento.

O Grupo de Trabalho resolveu adotar esse procedimento para calcular o IEG do equipamento-gargalo. Dessa forma foi possível verificar o quanto se poderia melhorar o desempenho do gargalo e aumentar a capacidade produtiva da fábrica de painéis.

5.6 Etapa 6. Análise preliminar do IEG

Inicialmente foi calculado o índice de eficiência global dos equipamentos para posterior análise das melhorias. Para a obtenção desse índice, verificou-se a produção real obtida em um determinado período e comparou-se com a produção-padrão que deveria ter sido obtida no mesmo período.

No tempo disponível para o recurso-gargalo, considerou-se todo o tempo, sem descontos. Se o operador necessitasse se afastar por qualquer motivo, outro operador deveria assumir seu lugar. Com isso, foi possível, através da equação 02, calcular o IEG do referido mês.

No mês de agosto de 2001, quando foi calculado o rendimento dos equipamentos por esse procedimento, constatou-se que as máquinas de polimento de painéis estavam com IEG de 60% na linha de fabricação de painéis de nº 3 e 64% na linha de nº 4. A linha de fabricação de painéis que trabalhava de forma contínua, identificada como nº 8 apresentou um IEG de 58%.

Decidiu-se então focar o estudo na linha de fabricação de painéis identificada como nº 8 onde o gargalo era a máquina de polimento externo dos corpos de painéis, que é composta de uma mesa rotativa com nove unidades de polimento, sendo duas simples e sete duplas.

Essa máquina trabalhava em dois turnos, com um operador em cada turno de trabalho, totalizando 17,5 horas trabalhadas a cada dia.

Essa máquina estava no meio da linha de produção nº 8 e essa linha trabalhava de forma contínua, ou seja, todas as máquinas estavam interligadas por esteiras transportadoras e trabalhavam ao ritmo da máquina mais lenta.

Com base nessas informações, constatou-se que havia uma grande possibilidade de aumentar a capacidade de produção nas máquinas de polimento de painéis, elevando o IEG para níveis considerados bons se comparados com outras empresas mundiais.

Segundo Nakajima (1989), um índice de eficiência em torno de 85% é considerado ótimo para uma empresa de padrão mundial e esse passou a ser o desafio do Grupo de Trabalho a partir desse momento.

5.7 Etapa 7. Identificação das perdas

O Grupo de Trabalho examinou quais eram as perdas de rendimento da linha de fabricação de painéis de nº 8 que originaram um Índice de Eficiência Global de 58%.

O Gerente de Produção informou que existiam as paradas normais necessárias para pequenas manutenções, como descrito a seguir:

Na parte de estamparia e repuxo, bem como na prensa de aplicação do fundo termodifusor, existem ferramentas que sofrem manutenções periódicas para garantir o padrão de qualidade estabelecido pela empresa para este tipo de produto. O operador executava as manutenções periódicas das ferramentas e, enquanto isso, a linha ficava vazia e as máquinas seguintes começavam a parar.

Ocorreram paradas na máquina de polimento devido ao desgaste normal das rodas de polimento e ao consumo das massas abrasivas. O operador parava o equipamento para fazer as trocas necessárias e o reabastecimento dos tanques de massa abrasiva.

O operador do equipamento de polimento informou que, como o desgaste era diferente em cada unidade da máquina de polimento, ocorreram várias paradas durante o dia porque a cada roda que terminava era necessário parar o equipamento e fazer a troca. Por várias vezes aconteceu que após alguns minutos da troca de uma roda consumida, ocorreu o final de

consumo de outra roda de polimento, implicando na necessidade de parar novamente o equipamento.

O mecânico de manutenção acrescentou que, além das paradas normais acima descritas, somaram-se paradas para manutenção mecânica e elétrica do equipamento as quais, sempre que possível, eram de ordem preventiva. No entanto, aconteceram também manutenções corretivas que foram executadas no momento em que o equipamento sofreu algum problema.

Inúmeros estudos conduzidos pelo JIPM mostraram que 80% de toda a variação ocorre, basicamente, devido às condições físicas: falta de lubrificação, contaminação e folga.

A falta de cuidado com os equipamentos leva ao surgimento de pequenos defeitos que, por sua vez, aceleram a deterioração. Nesse ponto, já seria possível prever que o equipamento vai falhar, mas, se não há cuidado por parte dos operadores, eles não darão ouvidos aos barulhos que precedem a falha. Após passar por um período de baixo desempenho, que também não é percebido, o defeito “fatal” finalmente ocorre.

Para identificar as causas das perdas de rendimento, foi solicitado ao operador da máquina de polimento que anotasse todas as perdas sofridas durante o mês de setembro de 2001, independente do tempo que a máquina ficasse parada, mesmo que fosse apenas um minuto.

A cada parada do equipamento, o operador anotava o tempo que a máquina ficava parada e a causa que originou a mesma.

Para facilitar a anotação, foi criada uma tipologia para as causas de perda de rendimento com sua respectiva legenda, conforme Quadro 5.1.

AMP	Abastecimento de massa	LI	Limpeza geral	RE	Reunião
AMS	Ajuste de massa sólida	LM	Limpeza da máquina	RET	Retrabalho
BM	Balanceamento de mat.	ME	Manutenção elétrica	TLF	Troca lixa fundo
EOP	Erro de operação	MM	Manutenção mecân.	TM	Troca de material
FA	Falta de ar comprim.	OUT	Outras paradas	TMS	Troca de massa sol.
FE	Falta de energia	PC	Plastificação colunas	TOP	Troca de operação
FP	Falta de peças	PM	Problema de moldes	TOM	Trab. outra máquina
FM	Fazer massa polimento	PQ	Problema Qualidade	TP	Troca de pistola
IT	Início do trabalho	PV	Problema de vácuo	TRP	Troca/reg. pistola
LU	Lubrificar máquina	QV	Queda de velocidade		

Quadro 5.1: Causas das perdas de rendimento

Após um mês de anotações, foram examinadas as causas das paradas, de acordo com as anotações feitas pelos operadores das máquinas gargalo e verificaram-se quais eram as possibilidades para aumentar o índice de eficiência da mesma.

As causas de perdas de rendimento dos equipamentos foram relacionadas em ordem de importância e montou-se um Gráfico de Pareto para verificar quais as causas que deveriam ser atacadas em primeiro lugar e que proporcionariam um ganho maior.

Nesta etapa foi muito importante o envolvimento do operador do equipamento para que as anotações espelhassem a real situação e a identificação precisa das causas de perdas de rendimento.

As anotações mostraram que o recurso-gargalo parava por diversos motivos durante a jornada de trabalho, justificando o baixo rendimento observado. As paradas observadas e sua frequência podem ser observadas na figura 5.1 e estão descritas na seqüência em ordem decrescente de frequência.

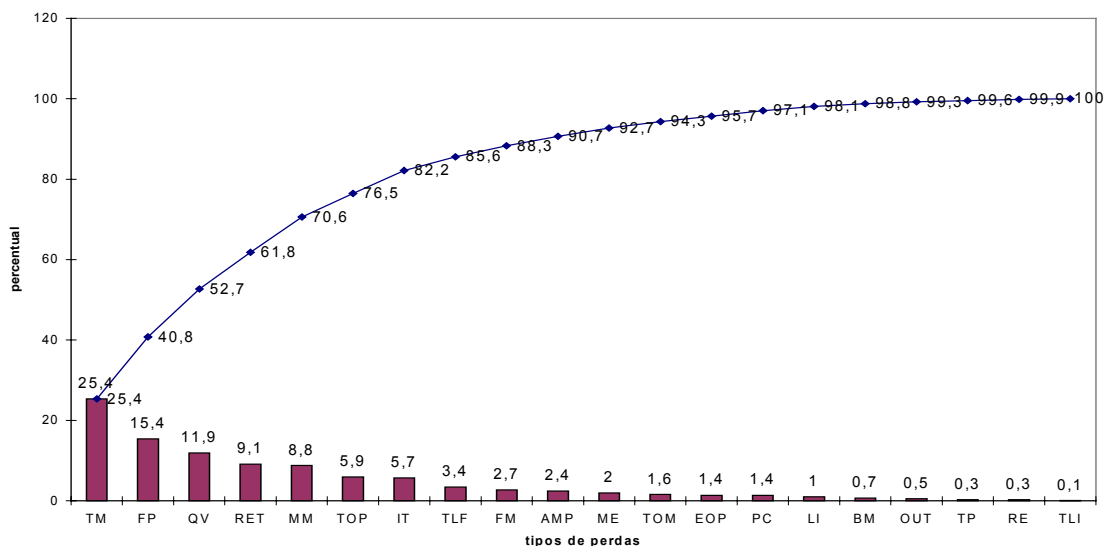


Figura 5.1: Gráfico de Pareto com as causas das perdas de rendimento da linha 8 no mês de setembro de 2001

A seguir estão relacionadas as perdas por ordem de importância para compreensão das causas que originaram as paradas:

- **TM** – Trocas de material de polimento (25,4 % do tempo que o equipamento parou)
Paradas para substituição das rodas de sisal e algodão destinadas a dar o polimento na parte externa da panela. Estes materiais deviam ser substituídos quando acabava sua vida útil.
- **FP** – Falta de peças (15,4 %)
Paradas devido à falta de peças. Essa falta foi ocasionada pela parada das máquinas antes do gargalo devido a manutenções de rotina ou por problemas de funcionamento. Como a linha está interligada por esteiras, cada máquina situada antes do gargalo que sofre uma parada para efetuar qualquer tipo de manutenção ou ajuste, prejudica o gargalo e reduz sua capacidade.
- **QV** – Queda de velocidade (11,9 %)
Tempo perdido porque a velocidade da operação foi reduzida e comprometeu o desempenho da máquina. A velocidade pode sofrer redução quando existem problemas de ajuste do equipamento ou problemas na superfície da matéria prima e

que exigem um trabalho maior para manter o mesmo padrão de qualidade definido pela empresa.

– **RET** – Retrabalho (9,1%)

Tempo que a máquina reprocessou peças por problemas de qualidade na operação da máquina-gargalo. No gargalo o retrabalho deve ser reduzido e, se possível, eliminado porque durante o tempo que o gargalo está reprocessando peças, poderia estar produzindo peças boas.

– **MM** – Manutenção mecânica (8,8 %)

Tempo em que a máquina ficou parada para a execução de manutenções de ordem mecânica.

– **TOP** – Troca de operação (5,9 %)

Tempo em que a máquina ficou parada para troca de tipo de panela. A cada troca de tipo de panela, era necessário fazer a substituição dos materiais de polimento em todas as unidades de polimento da máquina, trocas dos suportes que sustentam a panela durante a operação de polimento e a regulagem da máquina.

– **IT** – Início do Trabalho (5,7 %)

Tempo perdido no início do trabalho diário para colocar a máquina em ação depois de verificar todos os itens necessários, como funcionamento das pistolas de aplicação de massas abrasivas, posição das colunas, posição das peças nos respectivos moldes, etc.

- **TLF** – Trocas de lixa do fundo (3,4 %)

Tempo perdido na última unidade de polimento, que executava a operação de acabamento no fundo externo do corpo da panela. Periodicamente era necessário substituir o rolo de lixa consumido.

- **FM** – Fazer massa de polimento (2,7%)

Tempo perdido para a preparação da massa de polimento que consiste em retirar dos recipientes de transporte fornecidos pelo fabricante da massa e colocar ao lado dos tanques pressurizados para o reabastecimento.

– **AMP** – Abastecimento de massa de polimento (2,4 %)

Juntamente com os materiais de polimento, eram utilizadas massas abrasivas para desbaste e acabamento. Essas massas eram acondicionadas em tanques pressurizados com uma determinada capacidade e requeria reabastecimento periodicamente. A cada reabastecimento era necessário despressurizar o sistema, afrouxar 16 parafusos que mantinham a tampa hermeticamente fechada, retirá-la e completar o tanque com uma nova carga de massa abrasiva. Após o enchimento, a tampa era recolocada e fechada novamente com os 16 parafusos.

– **ME** – Manutenção elétrica (2,0 %)

Tempo em que a máquina ficou parada para as manutenções de ordem elétrica.

– **Outras** (7,3 %)

Nesse tópico foram incluídas todas as outras paradas, como reuniões, atendimento das necessidades do operador e pequenas verificações do operador no funcionamento da máquina.

As perdas acima relacionadas foram reclassificadas conforme as seis grandes perdas citadas por Nakajima e estão demonstradas no quadro 5.2.

Tipo de Perda	Perda relacionada pelo operador
1 - Perda por parada acidental	- FP - falta de peças (15,4%) - MM - manutenção mecânica (8,8%) - ME - manutenção elétrica (2,0%)
2 - Perda por parada durante mudança na linha	- TOP - perda para troca de operação (5,9%)
3 - Perda por operação em vazio	- TM - troca de material de polimento (25,4%) - TLF - troca de lixa de fundo (3,4%) - AMP - abastecimento de massa de polimento (2,4%)
4 - Perda por queda de velocidade	- QV - perda por queda de velocidade (11,9%) - outras paradas (10,0%)
5 - Perda por defeito	- RET - retrabalho (9,1%)
6 - Perda por defeito no início da produção	- IT - perda no início do trabalho (5,7%)

Quadro 5.2 – Classificação das perdas segundo as seis grandes perdas citadas por Nakajima

Como esse recurso é o gargalo, a cada parada para um evento como os listados acima, toda a linha ficava parada, porque não se justificava trabalhar além do que o gargalo poderia produzir. As máquinas instaladas depois do gargalo processavam as peças disponíveis e, em seguida, paravam aguardando que o gargalo voltasse a operar.

5.8 Etapa 8. Plano de melhorias

Para programar as atividades no sentido de permitir o atingimento dos objetivos, a Teoria das Restrições considera que primeiro é necessário entender muito bem o inter-relacionamento existente entre dois tipos de recursos que estão presentes em todas as fábricas: os recursos-gargalos e os recursos não-gargalos.

O plano de melhorias partiu do Gráfico de Pareto apresentado na Figura 5.1 onde foram atacadas, em primeiro lugar, as causas com maior tempo de perda de rendimento no recurso

gargalo. No momento em que as mesmas seriam eliminadas, os benefícios deveriam começar a aparecer.

Em relação às paradas para troca de material de polimento que representaram 25,4% dos tempos de paradas, foi desenvolvido um fornecedor de rodas e massas de polimento no Exterior, que possui melhor qualidade e maior durabilidade que os usados atualmente. Isso proporcionou uma redução de 60% do tempo perdido para efetuar as trocas de materiais de polimento. O custo dos materiais de polimento era maior, mas, considerando que a durabilidade era maior devido à qualidade, não houve acréscimo nos gastos com estes materiais no processo.

O desenvolvimento de outros materiais de polimento deverá ser ainda explorado, porque é a causa que provoca o maior tempo de paradas do equipamento. Já foram enviadas amostras das rodas de polimento importadas para os fornecedores locais, a fim de estimular os mesmos a mudarem o tipo de material e elevar o nível de qualidade de seus produtos que, conseqüentemente, trarão benefícios para uso nesse processo.

Analisando-se as paradas por falta de peças (15,4%) verificou-se que, em vários momentos, as outras máquinas da linha pararam, faltando peças para o recurso-gargalo, pois a linha funcionava continuamente, sem estoques intermediários. Esse foi o primeiro sintoma para justificar a criação de um pequeno estoque antes do gargalo. Este estoque serviu para protegê-lo quanto aos eventuais problemas que podiam ocorrer nas máquinas que antecedem o mesmo, por exemplo, variabilidade de tempos de processo, problemas associados à qualidade, quebra de máquinas, falta de matérias primas ou outro motivo não previsto.

O dimensionamento deste estoque está diretamente relacionado com o grau de confiabilidade das operações que antecedem ao gargalo.

Após a implementação deste pulmão antes do gargalo, este item desapareceu da relação de paradas do equipamento.

A queda de velocidade (11,9%) também foi contemplada no plano de ação. O tempo perdido pela queda de velocidade reduziu 50% porque houve uma preocupação nas operações

que antecedem ao gargalo a fim de evitar o envio ou produção de peças com problemas que prejudiquem o desempenho do gargalo.

O retrabalho (9,1 %) também reduziu sensivelmente, em torno de 60%, e é motivo de preocupação do grupo de trabalho. É preciso haver um acompanhamento efetivo quanto à correta regulação do equipamento no gargalo, para que o mesmo não produza peças com defeito que devam ser reprocessadas, e também um controle rigoroso para que peças defeituosas não cheguem no gargalo, porque o mesmo estará processando peças que não servirão para acrescentar no faturamento.

Deve-se fazer um acompanhamento nas operações seguintes ao gargalo para não haver perdas por problemas de qualidade das peças já processadas no gargalo. Tudo o que for processado pelo equipamento gargalo deve ser aproveitado para contribuir no faturamento da empresa.

Quando todos os itens de maior representatividade nos tempos perdidos no equipamento gargalo reduziram a patamares aceitáveis, foram enfocados os outros itens para melhorar ainda mais o desempenho do equipamento.

O plano de ação foi baseado essencialmente num programa de educação e treinamento através do qual todos, dentro da empresa, deveriam mudar sua maneira de pensar e agir. Era necessário desenvolver uma sistemática que conseguisse levar em conta todas as atividades que os operadores deviam ter sob seu controle conforme figura 5.2 e, ao mesmo tempo, otimizar cada recurso para obter o máximo rendimento dos equipamentos.

Desta forma optou-se pela implantação da TPM na linha de painéis da Tramontina. Na empresa, a TPM está inserida como uma ferramenta em um sistema maior que é o Sistema de Qualidade Total Tramontina. Por isso só leva em consideração aspectos relacionados com os equipamentos e não considera aspectos relacionados com qualidade, segurança e meio ambiente. Estes tópicos estão contemplados em outros módulos que também são de responsabilidade do operador.

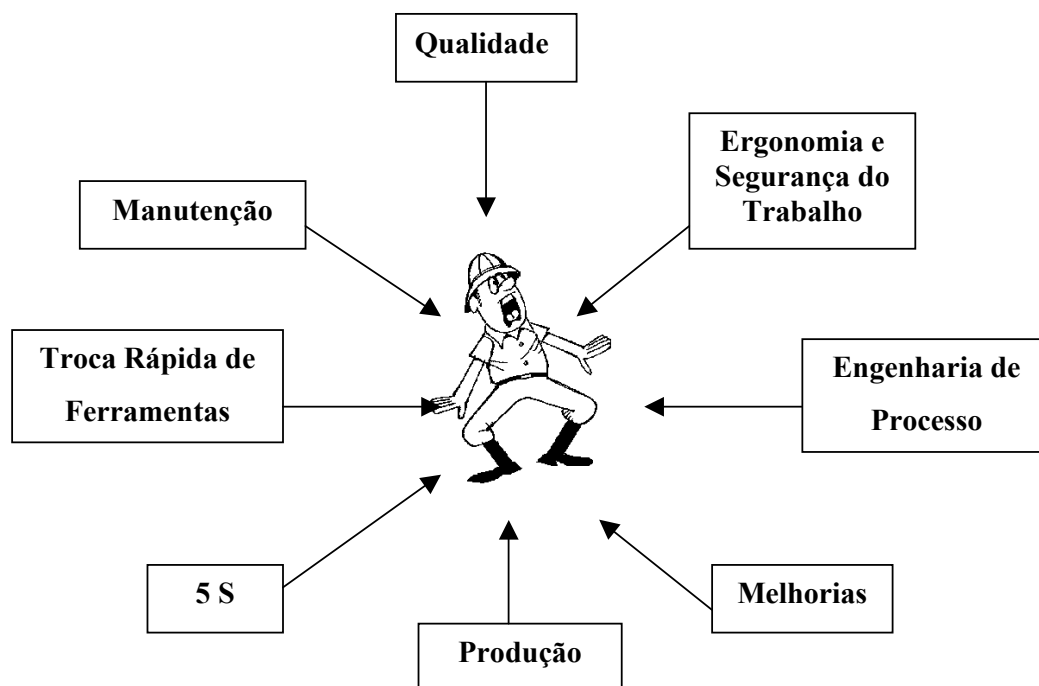


Figura 5.2: Atividades a serem desenvolvidas pelos operadores

5.9 Etapa 9. Implantação da TPM no posto de trabalho

É nessa etapa que o programa começou a mostrar resultados, porque a seriedade de todos os integrantes, ao assumirem a responsabilidade de aplicarem seus conhecimentos no equipamento definido, fez com que todos na empresa se convencessem do que é possível produzir com esses equipamentos.

Abaixo será descrita a implantação dos cinco pilares da TPM no posto de trabalho. Como já foi dito, a TPM ficou restrita à parte operacional da empresa.

5.9.1 Resgate das condições básicas do posto de trabalho

Para realizar essa etapa foi necessário formar uma equipe que tivesse o conhecimento suficiente para resgatar todas as condições básicas do posto de trabalho. Além dos integrantes do Grupo de Trabalho formado anteriormente, foram incorporados ao mesmo o operador do equipamento, o electricista e o mecânico de manutenção.

O autor do presente trabalho participou ativamente em todas as etapas, participando em todas as situações e registrando a evolução e resultados de cada etapa.

Essa etapa da implantação da TPM ocorreu seguindo os seguintes tópicos:

Limpeza – O equipamento gargalo (máquina de polimento de painéis) foi parado e submetido a uma limpeza profunda e geral para remover toda a sujeira depositada e para que fosse possível verificar todas as suas condições.

Levantamento das não conformidades – A equipe procedeu à desmontagem do equipamento para verificar as condições em que se encontravam as peças e para resgatar o equipamento à condição normal do trabalho.

Nessa etapa, foi afixada uma folha de papel (do tipo que se usa em *flip chart*) no painel elétrico da máquina. Cada pessoa participante do grupo que estava efetuando a desmontagem e manutenção do equipamento, ao encontrar uma falha ou ponto defeituoso relacionava-o nessa folha.

Foram anotadas todas as condições anormais de funcionamento do equipamento, como desgastes, folgas, correias danificadas, rolamentos desgastados, falta de lubrificação, existência de componentes defeituosos, limpeza precária, etc.

Todos os pontos anotados na folha foram, posteriormente, examinados para verificar se deveriam ser controlados e projetar as possíveis conseqüências que poderiam ocorrer caso esses pontos importantes não fossem verificados periodicamente.

Nesse trabalho de desmontagem, revisão e montagem, foi importantíssima a participação do operador do equipamento. Conforme citado pelo operador, ele entendeu como funciona cada parte da máquina para poder controlar seu funcionamento posteriormente. Ele entendeu a importância de deixar o equipamento funcionando o tempo todo e somente fazer as paradas programadas, porque somente assim estaria melhorando o Índice de Eficiência Global do equipamento - IEG.

importantes, que deveriam ser acompanhados para que se mantivessem as condições ideais do equipamento e trazendo com isso um melhor rendimento do mesmo.

TPM - PONTOS IMPORTANTES PARA RESGATE					
POSTO DE TRABALHO:					DATA / /
ITEM	DESC. PONTOS IMPORT.	PORQUE É IMPORTANTE	SITUAÇÃO DE FUNCIONAMENTO		AÇÃO CORRETIVA
			IDEAL	ATUAL	
1	Estado desgaste materiais	Material deformado ou gasto compromete a qualidade			Verificação periódica e troca
2	Funcionamento das pistolas	Pode haver falta ou excesso de massa abrasiva	Jato bem dirigido e na quantidade certa		Verificação periódica e ajuste
3	Execução da alternância	Se não funcionar pode causar deformação na peça	Velocidade e curso corretos		Controlar que funcione na velocidade e curso corretos
4	Ajuste adequado da peça no molde (folga)	Se a peça não estiver centrada o polimento será desuniforme	Peça bem ajustada		
5	Quantidade de massa nos tambores	Se faltar massa haverá uma parada longa	Tambor sempre cheio		Verificação periódica
6	Disponibilidade de material para troca	Se não houver material disponível aumenta tempo de parada	Material sempre dispon.		Verificar disponibilidade antes da parada
7	Limpeza das capotas	Excesso de sujeira prejudica a qualidade	Limpo	Sujo	Limpeza frequente
8	Balanceamento do material	Balanceamento inadequado causa desgaste do rolamento	Bem balanceado	Mal balanceado	Melhorar balanceamento e verificar periodicamente
9	Limpeza ventilação motores	Ventilação inadequada gera superaquecimento e queimas	Ventilação desobstruída	Ventilação parcialmente obstruída	Verificação e limpezas periódicas
10	Folga no eixo dos mancais das colunas	Folga excessiva gera quebra ou desgaste dos rolamentos			Verificação periódica
11	Folga no eixo dos mancais dos porta peças	Folga excessiva gera quebra ou desgaste dos rolamentos			Verificação periódica
12	Folga no encaixe dos porta material	Folga excessiva gera vibração			Verificação periódica
13	Mangueiras de ar comprimido e da massa abrasiva	Falhas nas mangueiras geram paradas não programadas			Verificação periódica
14	Lubrificação em geral	Essencial para o bom funcion.			Seguir plano manutenção

Figura 5.4 – Pontos importantes para resgate das condições básicas do equipamento

Como a relação dos pontos importantes para o resgate das condições básicas era extensa e demandava muito tempo para sua execução, a sua solução foi encaminhada em duas etapas: Kaizen Sexta Feira e Kaizen 30 dias.

Kaizen TPM – Sexta-Feira – Assim foi chamada essa etapa onde foram escolhidos alguns pontos nos quais seriam aplicadas ações corretivas imediatamente. Os itens escolhidos foram os que poderiam ser corrigidos em um curto espaço de tempo e que demandavam pouco trabalho ou que exigiam pouco esforço para a sua solução. Estes itens estão apresentados na figura 5.5.

TPM - KAIZEN - SEXTA FEIRA					
POSTO DE TRABALHO				DATA ___/___/___	
PROBLEMA	AÇÃO	QUEM	QUANDO	RESULTADO ESPERADO	OK
Demora no abastecimento de massa de brilho e desbaste	Providenciar sistema de troca rápida dos tambores com engate rápido e tambor de reserva	Mecânica	12.09.01	Eliminação do tempo de troca do tambor de massa	ok
Excesso de troca de materiais	Utilizar materiais novos de diâmetro maior para proporcionar maior durabilidade	Supervisão	13.09.01	Redução do tempo de troca dos materiais diários	ok

Figura 5.5: Kaizen TPM – Sexta Feira

O autor constatou como é importante colocar em prática, rapidamente, algumas ações para começarem a aparecer os resultados no aumento do IEG. Isso estimulou o grupo a trabalhar de forma mais animadora buscando soluções para os outros pontos que deveriam ser melhorados e que demandavam tempos maiores de execução.

Com poucas ações já implementadas, notou-se uma melhora de 8% no rendimento dos equipamentos. Ficou difícil de precisar quanto cada ação contribuiu para o aumento do IEG porque foram sendo realizadas várias ações ao mesmo tempo, mas com certeza, todas contribuíram para o aumento do índice.

Kaizen TPM – 30 dias – Nesta etapa, foram selecionados pontos para os quais foram promovidas ações corretivas implantadas após 30 dias do início do processo. Nessa etapa foram atacados os pontos que demandavam um tempo maior de preparação das melhorias e que necessitavam de um esforço maior para sua solução. Os pontos desta etapa estão apresentados na figura 5.6.

TPM - KAIZEN - 30 DIAS					
POSTO DE TRABALHO				DATA ____ / ____ / ____	
PROBLEMA	AÇÃO	QUEM	QUANDO	RESULTADO ESPERADO	OK
Modificação no sistema de alerta de limite máximo de desgaste dos materiais	Acrescentar came na régua para antecipar sinal de final de material	Mecânica Eletricidade	30 dias	Eliminar trocas de material em série	
Tempo excessivo com reuniões	Direcionar reuniões a resultados da TPM	Supervisão	30 dias	Diminuir tempo utilizado p/reuniões	
Entupimento das tubulações de massa	Construir tubulação com canos rígidos e de maior diâmetro	Mecânica	30 dias	Eliminar paradas por entupimento no sistema de fornecimento massa	
Tempo excessivo de troca de pistola	Treinar operador e dispor de pistola sobressalente	Supervisão Mecânica	30 dias	Redução gradual do tempo perdido para trocar pistolas	
Preparação material conforme perfil da peça	Corrigir programa conforme perfil ideal	Supervisão	30 dias	Redução do retrabalho após as trocas de material	

Figura 5.6: Kaizen TPM 30 dias.

Foi importante a definição dos pontos, bem com a responsabilidade de quem executaria para que, ao final do prazo, tudo estivesse pronto e executado. Cada responsável se preocupou com a sua parcela e no final a soma de todas as atividades trouxe o resultado esperado.

5.9.2 Manutenção planejada

Após o resgate do equipamento, passou-se para o segundo pilar da Implantação da TPM no posto de trabalho que foi criar um plano para manter as condições de funcionamento do mesmo, definindo frequência de checagem de todos os pontos críticos. A frequência foi determinada pela equipe que atuou no resgate das condições básicas do posto de trabalho.

O importante é fazer o acompanhamento do equipamento e programar as manutenções, as quais poderão ser feitas nos horários fora do trabalho normal do equipamento.

A listagem contendo todos os pontos importantes para resgate relacionados pelo grupo foi analisada e, para cada item descrito, foi estabelecido um procedimento com indicação da

situação ideal e a frequência de checagem. Além da frequência, foi definido quem ficou responsável por aquele item de manutenção.

Nessa etapa foram definidos todos os parâmetros de manutenção anual, mensal, semanal e diário necessários à preservação das condições iniciais de funcionamento dos equipamentos e regeneração dos desgastes normais de funcionamento. As manutenções diárias, semanais e mensais foram controladas no próprio posto de trabalho e foram executadas pelo operador, pelo mecânico de manutenção e pelo eletricista.

As manutenções com intervalos maiores foram controladas através do sistema de Manutenção Preventiva implantado na empresa que soma, diariamente, as horas trabalhadas pelo equipamento e, após o vencimento do total de horas estipulado para a manutenção, emite um relatório para que o setor de manutenção a execute.

5.9.3 Estrutura de apoio

O terceiro pilar consiste em relacionar todos os itens de manutenção e elaborar a estrutura de apoio adequada para o acompanhamento do projeto. A estrutura de apoio definida nessa etapa foi a seguinte:

Painel da TPM – Foi elaborado um painel com os procedimentos de inspeção dos itens de verificação periódica para ser afixado ao lado da máquina e em local de fácil acesso e leitura.

Na foto apresentada aparecem somente os procedimentos. Foi o primeiro a ser implantado na empresa. Uma sugestão que surgiu após a implantação é de se utilizar fotos para a melhor visualização dos pontos críticos ou dos pontos que devem ser verificados. As fotos facilitam o entendimento de quem vai executar as verificações.

A foto do painel é apresentada na figura 5.7:



Figura 5.7: Painel da TPM

O quadro possui um vidro transparente sobre cada uma das folhas. O operador faz todas as anotações sobre o vidro e no final do mês transfere as informações para o sistema, apaga as anotações feitas sobre o vidro e reinicia as anotações do mês seguinte.

Lista de Verificação do Operador

Na lista de verificação foram relacionadas todas as verificações periódicas de manutenção que o operador do equipamento deverá fazer e qual o procedimento que o mesmo deve seguir para fazer a verificação, conforme demonstrado na figura 5.8. Na lista de verificação consta também a frequência que a mesma deve ser executada.

LISTA DE VERIFICAÇÃO - OPERADOR							
ITEM	DESCRIÇÃO	PROCEDIMENTO	FREQÜÊNCIA				
DURANTE A OPERAÇÃO DA MÁQUINA							
1	Desgaste de materiais de polimento	Verificar para trocar todos os gastos junto	2 Horas				
2	Funcionamento das pistolas	Garantir jato bem dirigido e quantidade certa	2 Horas				
3	Temperatura dos motores elétricos	Colocar a mão na carcaça - toque possível	4 Horas				
4	Balanceamento de materiais	Eliminar vibração	4 Horas				
5	Quantidade de massa nos tambores	Verificar peso do tambor - impedir falta de massa	4 Horas				
6	Folgas nos cartuchos de materiais	Verificar folga manualmente	a cada troca de material				
7	Materiais reserva disponíveis	Material sempre pronto	a cada troca de material				
8	Limpeza das bocas de aspiração	Desentupir bocas	a cada troca de material				
9	Moldes	Informar problema nos moldes - manter limpos	A cada troca de operação				
DIÁRIA				SEG	TER	QUA	QUI
11	Funcionamento da alternância	Verificar velocidade e curso corretos	Diária				
12	Mangueiras de ar e massa	Sem vazamentos e rachaduras	Diária				
13	Vazamentos em cilindros pneumáticos	Verificar visualmente - sem vazamentos	Diária				
14	Limpeza da ventilação de motores	Limpar e desobstruir grade do ventilador e aletas	Diária				
15	Plásticos de proteção das colunas	Sem rasgos. Evitar passagem de sujeira	Diária				
16	Pistola reserva	Pistola boa na caixa	Diária				
SEMANAL				1	2	3	4
17	Vazamento nos redutores dos porta peças	Verificar visualmente - sem vazamentos	Semanal				
18	Folga nos eixos e mancais	Verificar folga manualmente	Semanal				
19	Folga nos eixos e mancais dos porta peças	Verificar folga manualmente	Semanal				
20	Limpeza geral da máquina	Limpar máquina	Semanal				
21	Plano de lubrificação	Executar plano	Conforme plano				

Figura 5.8: Lista de verificação do operador

Lista de verificação do eletricista

Idêntico ao do operador, porém com itens que são de responsabilidade do eletricista, conforme pode ser observado na figura 5.9.

Lista de verificação do Mecânico de Manutenção

Idêntico ao do operador, porém com itens que são de responsabilidade do mecânico de manutenção, conforme demonstrado na figura 5.9.


LISTA DE VERIFICAÇÃO - MECÂNICO E ELETRICISTA

ITEM	DESCRIÇÃO	PROCEDIMENTO	FREQUÊNCIA	MÊS			
1	Uniões rotativas dos porta peças	Verificar folga	Mensal				
2	Verificação de cabos elétricos	Verificar visualmente	Mensal				
3	Vibrações	Verificar visual e manualmente	Mensal				
4	Vazamentos	Verificar visualmente	Mensal				
5	Coletor elétrico no centro da mesa	Verificar visualmente	Semestral				

Figura 5.9: Lista de verificação do mecânico e do eletricitista

Cartões de solicitação de manutenção

Foram criados dois cartões: um para solicitação de manutenção mecânica e outro para solicitação de manutenção elétrica/eletrônica, conforme demonstrados na figura 5.10. Esses cartões localizam-se junto ao quadro afixado na máquina. O operador preenche o cartão quando surge alguma manutenção a ser feita. Os cartões são enviados aos responsáveis que programam a manutenção em horários extras para que não hajam paradas do equipamento e redução do seu desempenho.

 TRAMONTINA	Solicitação de Manutenção Elétrica / Eletrônica
Máquina: _____	Linha: _____
Data da Solicitação: _____	
Descrição do Problema: _____	

Data da Conclusão _____	
Observações: _____	

Figura 5.10: Cartão de solicitação de manutenções elétrica/eletrônica.

A manutenção somente será realizada instantaneamente, caso não seja possível efetuar uma manutenção programada.

Plano de lubrificação

Foi elaborado o plano de lubrificação da máquina, onde consta o tipo de lubrificante, os pontos a serem lubrificados e a periodicidade de execução, conforme demonstrado na figura 5.11.

Esse plano foi fornecido pelo fabricante do equipamento, e as verificações de rotina estão incluídas nesse plano e são executadas pelo operador do equipamento.

As lubrificações com intervalos maiores são executadas pelo setor de mecânica de manutenção de acordo com o plano também fornecido pelo fabricante.

PLANO DE LUBRIFICAÇÃO

LUBRIFICAÇÃO DIÁRIA							
QT. PONTOS	DESCRIÇÃO, IDENTIFICAÇÃO E LOCALIZAÇÃO	LUBRIFICANTE	SEG	TER	QUA	QUI	SEX
1	Reservatório de graxa: bombear	Graxa Alvânia EP-2					
LUBRIFICAÇÃO SEMANAL							
QT. PONTOS	DESCRIÇÃO, IDENTIFICAÇÃO E LOCALIZAÇÃO	LUBRIFICANTE	SEM 1	SEM 2	SEM 3	SEM 4	SEM 5
2	Copos óleo: completar se necessário (regulagem 1 gota cada 10 ciclos)	Óleo Tellus 46					
3	Copos: filtro de ar - limpar filtro de ar se necessário.						
12	Copos do cilindro de alternância: 1 copo nas colunas 1, 2, 4, 7, 8 e 9 , 2 copos nas colunas 3, 5 e 6	Óleo Vactra 2					
20	Engraxadeiras: mancais dos porta-peças	Graxa Alvânia EP-2					
LUBRIFICAÇÃO MENSAL							
QT. PONTOS	DESCRIÇÃO, IDENTIFICAÇÃO E LOCALIZAÇÃO	LUBRIFICANTE					
4	Engraxadeiras: fusos de subida e descida colunas 1 e 2	Graxa Alvânia EP-2					
48	Guia horizontais e verticais das colunas. 4 engraxadeiras em cada coluna	Graxa Alvânia EP-2					
2	Engrenagem do giro da mesa	Graxa Alvânia EP-2					

Figura 5.11: Plano de lubrificação do equipamento.

Gráfico de acompanhamento do IEG

Foi criado um gráfico para acompanhamento diário do IEG no Posto de Trabalho, conforme demonstrado na figura 5.12. Diariamente o mesmo é preenchido e os dados são armazenados no sistema para consultas futuras.

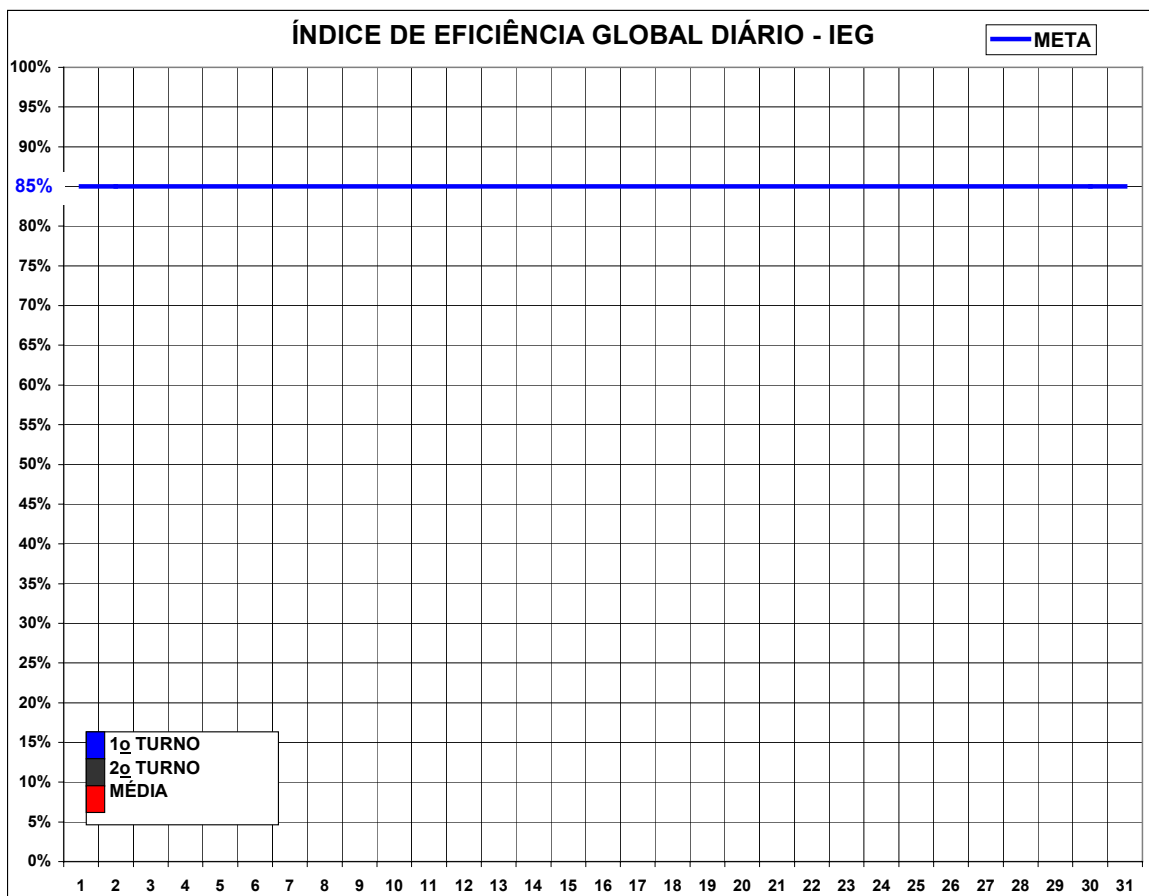


Figura 5.12: Gráfico de acompanhamento diário do IEG da linha de fabricação de painéis (linha 8)

Como as máquinas trabalham em dois turnos, existe uma linha de cor diferente para cada turno. Dessa forma pode-se identificar o desempenho de cada turno separadamente. Calcula-se ainda a média obtida nos dois turnos e compara-se com a meta proposta.

A meta é atingir um IEG de 85% que é considerado bom para a Tramontina, porque objetiva atingir um Índice de Tempo Operacional de no mínimo 90%; um Índice de Performance Operacional de no mínimo 95% e um Índice de Produtos Aprovados de no mínimo 99%. Quando esta meta for atingida, certamente se projetará um IEG acima de 85% e isso gerará uma nova rodada de melhorias para atingir os objetivos.

Gráfico diário das paradas

Após o preenchimento do gráfico do IEG, é preenchido também o gráfico diário das perdas de rendimento conforme tipologia apresentada no Quadro 5.1. A figura 5.13 apresenta o gráfico diário das causas das perdas de rendimento da linha de fabricação de painéis (linha 8).

As barras na cor verde representam as metas propostas pelo grupo para cada tipo de perda de rendimento. Sempre que é introduzida uma melhoria, estas metas são revistas e reduzidas.

As siglas que constam no gráfico são as mesmas definidas no quadro 5.1 mostrado na etapa 7 da página 79.

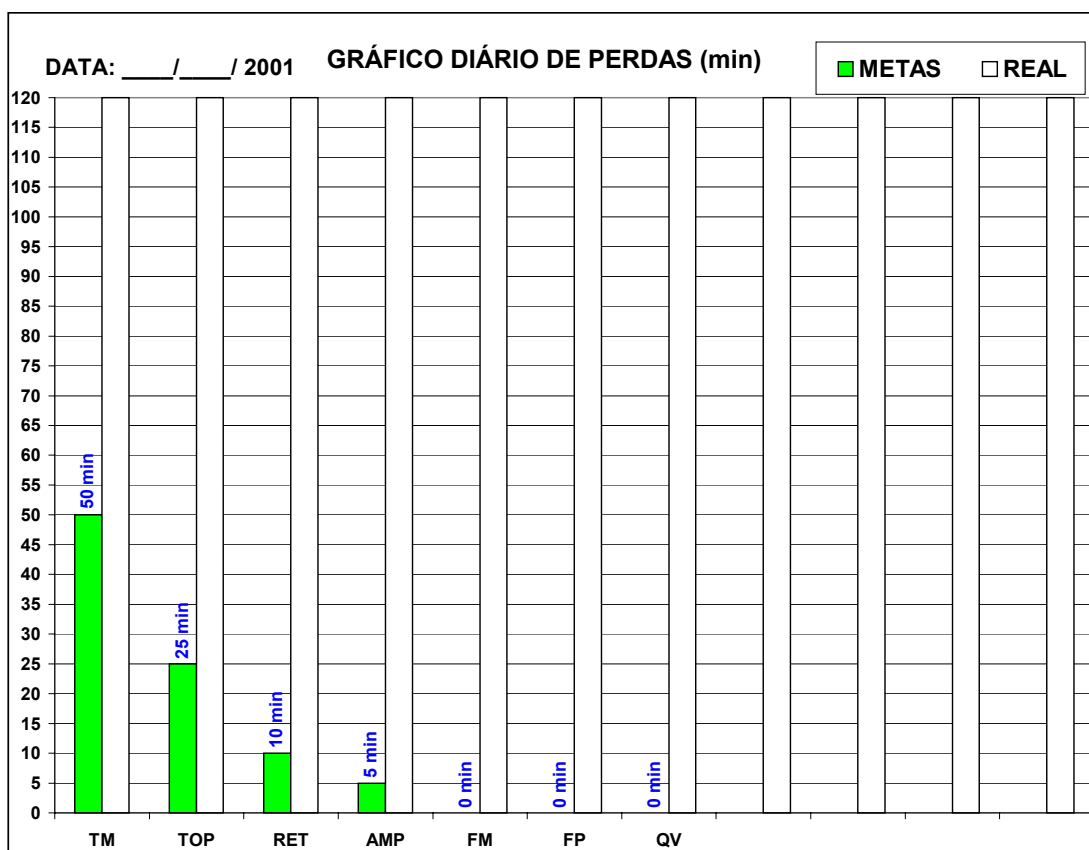


Figura 5.13: Gráfico diário das perdas na linha de fabricação de painéis (linha 8).

5.9.4 Treinamento Operacional

O quarto pilar consiste do Treinamento Operacional. Todos os operadores dos equipamentos foram submetidos a um treinamento de nivelamento nos conceitos da TOC, STP e TPM. Eles foram divididos em grupos tendo em vista a afinidade das tarefas que executam para um melhor entendimento desses conceitos.

O Programa TPM, em desenvolvimento na Tramontina, exige operadores com capacidade de auto-gestão dos seus postos de trabalho. Isso implica uma gestão conjunta e unificada das pessoas e das máquinas. A TPM não implica que o pessoal de operação passe a fazer todo o serviço de manutenção das instalações, mas que passe a ser responsável por evitar as condições físicas de falta de lubrificação, contaminação ou folga. O importante é que eles fiquem atentos, para solicitar o trabalho do pessoal da manutenção ao menor sintoma de anormalidade das máquinas.

Os funcionários devem ser treinados para isso; no entanto, o foco deve estar no fluxo dos materiais, melhorando os processos, porque a empresa vende matérias-primas transformadas em produtos acabados.

Além disso, foi importante promover um incremento das habilidades dos funcionários no que se refere à manutenção, com a incorporação de conhecimentos suplementares e habilidades necessárias à boa *performance* do seu trabalho. Esses conhecimentos foram fundamentais para que os operadores pudessem conduzir a manutenção do equipamento.

Foram repassados conceitos na área da qualidade para garantir a qualidade na operação anterior ao gargalo, evitando que peças defeituosas sejam processadas no gargalo, absorvendo tempo e não contribuindo para gerar peças que possam ser faturadas. Por isso foi importante o treinamento dos operadores das máquinas não-gargalos para que sejam responsáveis pelo bom-atendimento dos gargalos.

O treinamento de cada grupo de funcionários teve a duração de 10 (dez) horas e os conceitos foram repassados de forma gradual, e apresentaram os seguintes tópicos:

Conceitos gerais

1 – O que são Gargalos de Produção?

2 – Como são definidos os Indicadores e como se calcula o Índice de Eficiência dos Equipamentos.

3 – Quais os objetivos de uma Manutenção Preventiva no Equipamento: proposta de uma nova visão, não apenas de manutenção das máquinas; aumentar o rendimento global do processo produtivo; quebra zero; defeito zero; acidente zero no posto de trabalho.

4 – Manutenção do fluxo produtivo através do combate às perdas. As perdas no processo produtivo podem ocorrer por quebras das máquinas, mudanças na linha/*setup*, queda de velocidade no equipamento, defeitos ou retrabalhos, trocas de materiais, manutenção do equipamento, ajustes, movimentação dos materiais, problemas com matéria-prima, superprodução, transporte, espera, estoques desnecessários, problemas de segurança, problemas no ferramental, ergonomia; etc.

Além dos conceitos teóricos, foram também repassados conhecimentos sobre partes e peças dos equipamentos em análise para que todos os envolvidos tivessem o mesmo nível de informação a respeito deles. A seguir são relacionados esses conceitos:

Motores elétricos – A importância da limpeza no sistema de ventilação dos motores, principalmente nas máquinas de polimento onde são gerados muitos resíduos que se acumulam sobre a máquina.

A correta lubrificação dos motores para evitar desgastes prematuros ou mau funcionamento; manutenção e cuidados com sobre-aquecimento.

Mancais, rolamentos, folgas – Funcionamento e cuidados, importância de uma correta lubrificação e detecção de ruídos que possam indicar a necessidade de manutenção.

Manutenção centralizada – Nesse tipo de manutenção, as operações são planejadas por um único departamento. As equipes de manutenção atendem a todos os setores, e as oficinas de serviço de manutenção são centralizadas.

Manutenção descentralizada – A fábrica é dividida em setores, sendo que cada um deles fica a cargo de um grupo de manutenção. Sob esse sistema há a exigência de uma

especialização por parte do pessoal da manutenção, principalmente para serviços de natureza diversificada.

Manutenção corretiva ou de emergência – É aquele tipo de manutenção acionada a cada pane da máquina.

Manutenção preventiva – É o tipo de manutenção que acontece de forma programada para evitar interrupções de emergência, visando colocar as máquinas em condições satisfatórias de funcionamento. Na prática, esse tipo de manutenção implica inspeções periódicas dos equipamentos, lubrificação programada e substituição periódica de peças críticas.

Manutenção preditiva – É uma extensão da manutenção preventiva. Surgiu com o aparecimento de instrumentos e técnicas capazes de diagnosticar precisamente quando um componente irá falhar.

Enquanto a manutenção preventiva trata todos os componentes como tendo a mesma vida útil, obtida estatisticamente de registros históricos, a manutenção preditiva propõe que cada componente seja explorado de modo mais efetivo em relação à vida útil.

Trocas de material – Visa otimizar o uso dos materiais de consumo e reduzir tempos de trocas. O primeiro ponto examinado foi a frequência das trocas de materiais, porque os mesmos se desgastam rapidamente e começou-se a questionar se não existem materiais que possam durar mais tempo para aumentar os intervalos entre as trocas.

Ajustes básicos – Objetiva revisar procedimentos e identificar componentes que não estão funcionando corretamente, ajustando-os ou solicitando sua manutenção.

Troca rápida de ferramental – Revisar procedimentos e formar uma equipe para trocas, composta de operadores de máquinas não-gargalos, porque mesmo que suas máquinas fiquem paradas por um determinado período, enquanto ajudam a efetuar a troca em outra máquina, poderão produzir todas as peças necessárias sem prejudicar o desempenho global. O objetivo é fazer a troca do recurso-gargalo no menor tempo possível para que o mesmo volte a operar e gerar dividendos.

Nesse quarto pilar ficou evidenciado que com o treinamento o operador passou a ser o técnico das máquinas. Ele sabe detectar que tipo de barulho é normal, se existem vibrações, folgas, aquecimentos dos motores e mancais, lubrificações, etc. Existe uma maior preocupação do operador com a máquina. Aumentou a vida útil dos equipamentos, ocorrem menos paradas por motivos de quebras, vazamentos, etc. A limpeza melhorou muito, bem como a conscientização de manter limpo, fazendo vistorias diárias no equipamento.

Agora que os operadores efetuam um maior acompanhamento dos equipamentos, todas as pessoas estão mais ligadas com o andamento da linha. Existe uma maior organização das tarefas e um maior entusiasmo das pessoas.

5.9.5 Implantação dos indicadores no posto de trabalho

Para visualizar o desempenho do posto de trabalho por qualquer pessoa da empresa foram instalados quadros, conforme a Figura 5.7, com as várias ferramentas definidas na etapa denominada de Estrutura de Apoio, com ênfase para acompanhamento diário do Índice de Eficiência Global do Equipamento, definido pelo Grupo de Trabalho.

Nesta implantação dos indicadores foi importante o entendimento por parte dos operadores porque são os mesmos que atualizam os dados e informações. Eles sabem como está o andamento da linha e o rendimento diário da mesma, bem como, quais as manutenções que devem ser feitas e as perdas que ocorreram.

Se não houver a efetiva participação dos operadores, os resultados não serão alcançados e a TPM será construída sobre um alicerce fraco e inseguro. Uma das grandes dificuldades é fazer com que todos entendam o seu papel na execução do programa e efetivamente o façam. Parece simples, mas não é, pois se trata de uma questão cultural enraizada, que requer muito diálogo e determinação para mudar e criar um ambiente propício para o desenvolvimento da TPM.

5.10 Etapa 10. Acompanhamento dos indicadores no posto de trabalho

Como o quadro com todas as ferramentas e indicadores está afixado ao lado da máquina, fica fácil para qualquer pessoa acompanhar o desempenho do equipamento-gargalo.

Os operadores têm todas as respostas para os eventos que ocorrem, porque estão acompanhando e anotando tudo o que acontece no dia-a-dia de sua máquina.

O chefe do setor e a gerência de produção também podem facilmente visualizar o andamento do desempenho, porque está tudo muito claro e simples para qualquer pessoa que queira saber sobre andamento do trabalho.

Mensalmente é feito o relatório do equipamento para que a gerência analise o desempenho do mesmo e compare com as metas propostas. São analisadas todas as perdas sofridas, elaborando o Gráfico de Pareto, conforme figura 5.14, e estabelecendo um plano de ação para eliminar as paradas não programadas, aumentando assim o Índice de Eficiência Global do Equipamento.

As siglas constantes no gráfico são as definidas no quadro 5.1 e procuram mostrar todo o tipo de causa de perda de rendimento que o equipamento pode sofrer.

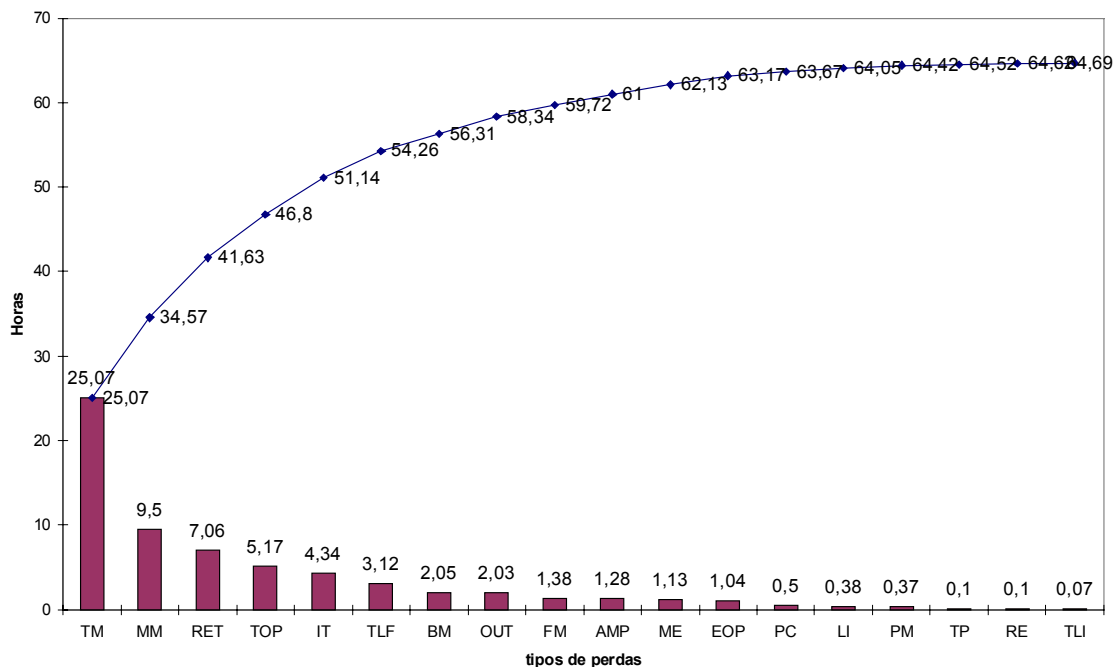


Figura 5.14: Causas das perdas verificadas no mês de outubro/01 na linha de fabricação de painéis (linha 8).

A redução das perdas foi significativa já no primeiro mês de aplicação do método porque de um total de 148 horas que havia sido constatadas como perdas no equipamento no início do estudo, as mesmas foram reduzidas para aproximadamente 65 horas no mês de outubro/01.

Esta redução comprova que, o plano de ação aplicado às causas das perdas de rendimento, foi efetivo e trouxe uma melhoria muito grande e, conseqüentemente, aumentou o Índice de Eficiência Global do equipamento.

Mensalmente, é feita uma tabela para análise gerencial conforme Quadro 5.3, com o desempenho diário do equipamento.

LINHA 8 - IEG DIÁRIO										
Dia	Set/01	Out/01	Nov/01	Dez/01	Jan/02	Fev/02	Mar/02	Abr/02	Mai/02	Jun/02
1	76,00%	80,60%	89,70%			76,40%	78,20%	75,30%		
2		80,50%						85,00%	79,60%	
3	45,90%	74,60%		74,80%				87,40%	75,00%	85,90%
4	55,40%	73,40%		78,10%		61,30%	77,70%	84,80%		83,50%
5	62,60%	86,80%	96,80%	88,70%		73,90%	76,30%	63,20%		88,00%
6	62,50%		77,00%	83,60%		81,20%	77,60%		86,40%	82,00%
7			81,80%	82,00%		80,30%	83,90%		74,00%	
8	52,80%	87,30%	87,20%			62,30%	72,70%	75,80%	77,00%	
9		76,90%	87,60%					84,70%	87,70%	
10	56,00%	76,90%		73,00%				78,30%	81,50%	79,20%
11	45,30%	85,30%		78,30%			74,30%	87,30%		87,30%
12	74,50%	82,90%	87,80%	79,80%			72,70%	79,50%		87,60%
13	59,80%		75,90%	85,90%		80,60%	74,10%		78,10%	83,80%
14	48,30%		92,50%	74,40%		74,60%	84,50%		85,70%	75,70%
15	76,30%	84,90%	85,60%			75,00%	66,10%	85,00%	73,80%	
16		84,90%	85,00%					84,20%	76,80%	
17	73,50%	81,10%		74,30%				89,30%	76,70%	84,10%
18	77,30%	85,90%		83,80%		72,80%	81,10%	88,00%		89,60%
19	72,10%	81,30%	83,60%	80,50%		77,90%	86,70%	78,70%		91,50%
20	68,20%		80,50%	83,50%		81,30%	73,90%		76,40%	88,00%
21	73,20%		85,00%	75,10%	70,80%	83,70%	82,00%		78,00%	78,80%
22	86,60%	82,00%	85,30%		84,60%	86,50%	79,00%	82,70%	81,70%	
23		84,90%	82,80%		87,00%			88,00%	82,20%	
24	73,90%	74,60%			83,00%			83,90%	76,40%	73,40%
25	78,70%	82,00%			79,70%	84,60%	68,70%	84,30%		84,00%
26	79,00%	75,00%	83,30%	73,60%		83,20%	85,00%	80,70%		78,40%
27	72,50%		80,60%	83,40%		82,60%	90,00%		90,00%	71,80%
28	58,40%		80,70%		73,60%	85,20%	57,40%		77,60%	74,30%
29		84,70%	84,90%		77,70%		82,00%	79,30%	81,40%	
30		78,80%	72,00%		85,80%			88,40%	78,50%	
31		81,90%			85,00%				79,60%	
M.	0,6647	0,81183	0,84076	0,79576	0,808	0,77967	0,77329	0,82445	0,79732	0,82468
%	66,47%	81,18%	84,07%	79,57%	80,80%	77,96%	77,32%	82,44%	79,73%	82,46%

Quadro 5.3: Resumo do IEG diário da linha de fabricação de painéis (linha 8) dos meses de set/01 a jun/02.

Através dessa tabela, a gerência pode analisar a tendência do desempenho para tomar as devidas providências e/ou para estabelecer novos planos de ação para a implantação de melhorias nos equipamentos.

Mensalmente, após o preenchimento dos dados do desempenho ocorrido no mês, é feito um gráfico com a evolução do indicador de eficiência global mensal, conforme mostra a figura 5.15, para cada linha de fabricação.

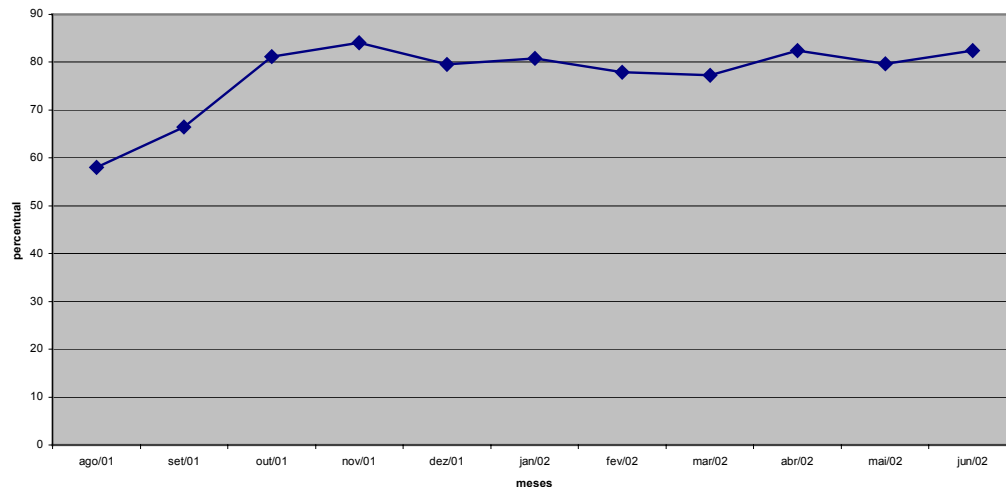


Figura 5.15: Evolução do IEG mensal para a linha de fabricação de painéis (linha 8)

A linha de fabricação de painéis de nº 8, onde foi feito o acompanhamento e o desenvolvimento do presente estudo de caso, estava com um rendimento de 58% antes da implantação da TPM e passou para um rendimento de 66,47% após o primeiro mês. Como pode ser observado no gráfico, com a consolidação das ações nesta linha o rendimento médio da mesma no mês de Junho/02 aumentou para 80,6%.

A capacidade produtiva da linha 8 aumentou em 38% através da implantação do método proposto e adaptado para as necessidades da empresa. Anteriormente a este trabalho a capacidade de produção da fábrica de painéis era maior que a demanda, portanto o gargalo era o mercado. Com a conclusão da negociação que originou este grande pedido de painéis, o gargalo veio para dentro da fábrica e necessitava de ações para melhorar e aumentar o índice de eficiência global dos equipamentos.

Neste caso se comprovou, mais uma vez, que sempre que se busca melhorar algum processo ou algum ponto crítico, se obtém resultados positivos porque se procuram novas

alternativas e novas soluções para sair de um patamar atual e atingir um nível superior, onde o produto final será uma melhoria que trará benefícios para a empresa.

Muitas são as técnicas e conceitos novos que surgem constantemente a fim de chamar a atenção dos administradores para que as utilizem em seus processos produtivos. Cabe a nós saber interpretar e distinguir quais dessas técnicas são úteis e, acima de tudo, adaptá-las às necessidades da empresa. Qualquer mudança gera uma resistência natural nas pessoas e, se as técnicas novas não forem aplicadas corretamente, pode gerar resultados negativos e desacreditará implantações futuras.

A participação de todas as pessoas envolvidas em um mesmo grupo de trabalho, desde a Gerencia até o Operador do equipamento, formou uma sinergia excepcional e todos falavam a mesma linguagem. Neste trabalho foi possível constatar como isto foi importante para se atingir os objetivos propostos.

A definição correta do equipamento a ser implantado o presente estudo de caso também foi importante porque ao se aplicarem ações para reduzir as perdas que provocavam o baixo rendimento do mesmo, os resultados se refletiam no volume de peças entregues para serem faturadas ao cliente.

A etapa mais importante foi a da Implantação da TPM no posto de trabalho. Nesta etapa o grupo de trabalho aplicou os conceitos e técnicas assimiladas e discutidas em sala de aula. Partiu-se da teoria para a parte prática e foi possível verificar como um equipamento sofre quando não se dá a devida atenção e cuidado ao mesmo. O resultado da falta de atenção é o baixo rendimento que ele apresenta no decorrer do tempo.

O levantamento dos pontos importantes para resgate e a rápida aplicação de algumas ações já na primeira semana aumentaram o ânimo do Grupo de Trabalho e motivou a continuar a implantação tal qual havia sido concebida. Conforme as ações eram implantadas, o Índice de Eficiência Global subia e mostrava que estávamos no caminho certo.

As ferramentas definidas na Estrutura de Apoio mostraram-se adequadas e suficientes para o operador poder executar o trabalho como planejado. Com o Gráfico de Acompanhamento do IEG, o operador está com o controle na mão. Qualquer anormalidade é

rapidamente analisada e interpretada e, se necessário, tomadas as medidas corretivas imediatamente.

O Treinamento Operacional é parte importantíssima neste processo porque é o operador que está em contato direto com o equipamento e se ele estiver bem treinado e conscientizado de suas responsabilidades e atribuições, o objetivo será atingido.

As melhorias obtidas nesta linha foram implantadas em outras duas linhas, aumentando a capacidade global da fábrica de painéis em 25%.

A meta de 85% ainda não foi atingida, mas houve uma significativa melhora no IEG deste equipamento. Deve-se continuar efetuando planos de ação para reduzir as perdas e atingir o objetivo proposto.

Com o aumento do IEG na linha 8, objeto do estudo, mensalmente é realizada uma nova análise gerencial. É necessário repetir o ciclo de aperfeiçoamento. O desempenho de todo o sistema é reavaliado por meio da busca de uma nova restrição no processo, de sua exploração e melhoria.

Caso a restrição não for quebrada, continua sendo importante a Análise Gerencial para continuar otimizando o gargalo, já que é ele que dita o ritmo da fábrica.

Mensalmente, aconteceram novas rodadas com o Grupo de Trabalho, buscando novas capacitações tecnológicas para criar mais um plano de ação e realizar melhoramentos contínuos nos processos dentro da empresa.

Esse ciclo, com as 10 etapas apresentadas, não pode parar e a cada análise gerencial deve ser produzido um novo plano de ação para otimizar novamente o equipamento-gargalo, num processo de melhorias contínuas, fazendo com que a empresa seja competitiva no cenário em que está inserida.

CAPÍTULO 6

CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

6.1 Conclusões do trabalho

Esta dissertação teve como objetivo geral aumentar a capacidade produtiva da linha de fabricação de painéis da Tramontina, aplicando os princípios e as técnicas da TPM e utilizando abordagens da TOC e STP.

Procurou-se saber como estavam sendo utilizados os equipamentos e verificar a defasagem existente entre a situação atual e uma situação considerada ótima para os padrões atuais, com base nas informações obtidas na revisão da literatura.

O objetivo específico de **Adaptar um método de implantação da TPM à realidade da empresa** foi atingido através da adaptação de um método à realidade da empresa, contemplando 10 etapas que envolveram todo o processo, desde a definição do problema até a solução do mesmo, com aumento do rendimento dos equipamentos gargalos.

As dez etapas utilizadas no presente método iniciaram com a Definição do Problema que era aumentar a capacidade produtiva da Linha de Fabricação de painéis. A Gerência da Fábrica, após fazer uma análise do problema foi buscar subsídios na TPM, TOC e STP e providenciou em um curso para os supervisores da empresa. Em seguida foi definido um Grupo de Trabalho para a aplicação das técnicas desenvolvidas durante o curso que juntamente com a Gerência definiram as máquinas críticas e, posteriormente, em qual máquina seriam aplicados os conhecimentos como máquina piloto. Após a definição desta

máquina, se procurou definir como seria calculado o rendimento operacional da máquina. Em seguida foi necessário medir em que nível de rendimento a mesma estava operando para traçar a meta de melhoria. De posse do rendimento da máquina se procurou Identificar as Perdas que estavam provocando um baixo rendimento operacional e traçar um Plano de Melhorias para aumentar o Índice de Eficiência Global. A etapa seguinte foi a Implantação da TPM na Máquina Gargalo através de cinco pilares e, finalmente, a etapa de Acompanhamento dos Indicadores no Posto de Trabalho que monitora como está o desempenho dos indicadores e envia informações para, mensalmente, efetuar uma nova análise gerencial e rodar o processo novamente.

A aplicação dos conceitos da TPM com abordagens da TOC e STP obteve sucesso na implantação na empresa, uma vez que a primeira propôs a melhoria da *performance* dos equipamentos, enquanto que as demais enfocaram que os sistemas de produção fossem geridos a partir das restrições através da melhoria contínua dos processos da empresa.

Sempre que são aplicadas melhorias nos processos considerados gargalos, tem-se uma melhora no desempenho da organização, e isso é o que se demonstrou neste trabalho, pois promoveram-se melhorias nos equipamentos a partir das operações que restringiam a capacidade do sistema de produção.

O objetivo específico de **Aumentar a eficácia do uso dos recursos da empresa, melhorando a utilização dos gargalos**, foi contemplado através da implantação da TPM. No treinamento dos operadores foram repassados conceitos até então desconhecidos por eles, como o Cálculo do Índice de Eficiência Global – IEG; conceitos da Teoria das Restrições e uma revisão dos conceitos do Sistema Toyota de Produção. Pode-se dizer que foram trabalhados os recursos restritivos do sistema, melhorando a sua *performance*, e foi possível aumentar a quantidade de peças produzidas que contribuíram diretamente para um aumento da receita através da entrega de mais produtos no mesmo período de tempo.

O pesquisador observou que os operadores, mecânicos e eletricitas estão mais atentos ao desempenho dos gargalos, que são mantidos sob controle rigoroso.

O objetivo específico de **Reduzir as perdas classificadas como as seis grandes perdas na TPM** também foi atingido sendo que após o levantamento e identificação das

causas das perdas de rendimento dos equipamentos foi possível elaborar planos de ação para cada tipo de perda.

A redução das perdas foi obtida através do envolvimento dos operadores da produção na manutenção e conservação dos equipamentos. Isso pôde ser verificado no estudo de caso, pois ao se melhorar o conhecimento do operador foi possível transferir a ele a execução de pequenos reparos ou substituições de peças. Com o operador executando estas tarefas reduziu o tempo que a máquina permanecia parada. O rendimento disponível para a produção aumentou e, por consequência, também a capacidade produtiva da empresa.

A criação de um pulmão antes do gargalo proporcionou a eliminação de uma grande perda que era a **Falta de Peças** contribuindo para atingir o objetivo geral do presente trabalho.

O resultado obtido com a implantação da TPM, proporcionou um aumento do fluxo de produtos entregues, aumentando o Índice de Eficiência Global da linha 8 de 58% em agosto de 2001 para um Índice de Eficiência Global de 80% após seis meses do início da implantação.

O objetivo geral de aumentar a capacidade produtiva da linha de fabricação de painéis foi atingido uma vez que o aumento do IEG da linha 8 representou um aumento de produtos entregues pela linha de fabricação de painéis, em torno de 38%, atendendo ao aumento da demanda, dentro do prazo de entrega sugerido pelos clientes.

A contribuição para a empresa foi muito grande, pois, além de aumentar a capacidade de produção da linha 8 em 38%, as melhorias desta linha foram implantadas em outras duas linhas, aumentando a capacidade global da fábrica de painéis em torno de 25%, dando uma tranquilidade maior aos setores de vendas e programação da produção e reduzindo a pressão das horas extras. As manutenções passaram a ser programadas e, como são de caráter preventivo, as perdas de rendimento são mínimas, quase nulas.

6.2 Sugestões para trabalhos futuros

Com base nas observações práticas verificadas durante a implantação, alguns tópicos podem sugerir novos estudos, a saber:

Realizar estudo de caso em outras empresas, com foco nas mudanças necessárias no método proposto pela dissertação, adequando à realidade da empresa onde o mesmo será aplicado.

Aprofundar estudos sobre trabalhos desenvolvidos pelos grupos de funcionários no chão de fábrica, no processo de melhoria contínua, e como fomentar o trabalho em equipe dentro das organizações.

Realizar estudos em outros equipamentos-gargalos da mesma empresa, utilizando o método proposto, buscando ampliar a utilização do mesmo e, conseqüentemente, ampliar a capacidade produtiva da empresa em outras linhas de fabricação.

Ampliar a implementação do modelo proposto, envolvendo outros equipamentos, além dos gargalos, objetivando melhorar a *performance* dos mesmos e liberando os funcionários por mais tempo para auxiliarem nas atividades de melhorias nos pontos-gargalos.

BIBLIOGRAFIA

- ANTUNES, José A. V. *Em direção a uma teoria geral do processo na administração da produção: Uma discussão sobre a possibilidade de unificação da teoria das restrições e da teoria que sustenta a construção dos sistemas de produção com estoque zero*. 1998. Tese (Doutorado em Administração) – UFRGS, Porto Alegre.
- ANTUNES, José A. V.; KLIPPEL, Marcelo. *Uma abordagem metodológica para o gerenciamento das restrições dos sistemas produtivos*. Porto Alegre: 2000.
- BALARINI, J. C.; LIMA, C. R. C. *Manutenção produtiva total: importância e dificuldades*. São Paulo: Revista Máquinas e Metais, 2003.
- BIASCA, Rodolfo E. *Renovacion intencional: provocando un cambio certero en la empresa para mejorar sustancialmente los resultados*. Buenos Aires: Ediciones Macchi, 1997.
- BLACK, J. T. *O projeto da fábrica com futuro*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.
- CAMPOS, Vicente Falconi. *TQC Controle da Qualidade Total (no estilo japonês)*. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 1992.
- . *Qualidade total: padronização de empresas*. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 1992.
- CORRÊA, Henrique L.; GIANESI, Irineu G.N. *Just-in-Time, MRP II e OPT: um enfoque estratégico*. São Paulo: Editora Atlas, 1996.
- . *Planejamento, programação e controle da produção*. São Paulo: Editora Atlas, 2000.
- CROSBY, Philip B. *Qualidade, falando sério*. São Paulo: Mc Graw-Hill, 1990.
- DAL, Bulent; TUGWELL, Phil. *Overall equipment effectiveness as a measure of operational improvement*. MCB University, 2000.
- DIAS, Sérgio L. V. *Avaliação do programa de TPM em uma indústria metal-mecânica do Rio Grande do Sul*. 1997. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, porto Alegre.
- DICIONÁRIO LAROUSSE CULTURAL. São Paulo: Editora Nova Cultural, 1999.
- FORUM TPM 98 THE AMERICA'S – São Paulo – 1998
- GUINATO, Paulo. *Sistema Toyota de Produção: mais que simplesmente just-in-time*. Caxias do Sul: Universidade de Caxias do Sul, 1996.
- GOLDRATT, Eliyahu M.; COX, Jeff. *A meta*. São Paulo: Educador, 1997.
- GOLDRATT, Eliyahu M.; FOX, Robert E. *A corrida pela vantagem competitiva*. São Paulo: Educador, 1986.
- . *A síndrome do palheiro: garimpando informação num oceano de dados*. São Paulo: Educador, 1996.

HAMMER, Michael; James Champy. *Reengenharia: revolucionando a empresa em função dos clientes, da concorrência e das grandes mudanças da gerência*. Rio de Janeiro: Editora Campus, 1994.

HARMON, Roy L.; PETERSON, Leroy D. *Reinventando a fábrica: conceitos Mos de produtividade aplicados na prática*. Rio de Janeiro: Editora Campus, 1991.

ISHIKAWA, Kaoru. *TQC, Total Quality Control: estratégia e administração da qualidade*. São Paulo: IMC Internacional Sistemas Educativos, 1986.

JEONG, Ki-Young; PHILLIPS, Don T. *Operational efficiency and effectiveness measurement*. MCB University, 2001.

JONSSON, Patrik; LESSHAMMAR, Magnus. *Evaluation and improvement of manufacturing performance measurement systems: the role of OEE*. MCB University Press, 1999.

KAPLAN, Robert S.; COOPER, Robin. *Custo & desempenho: administre seus custos para ser mais competitivo*. São Paulo: Editora Futura, 1998.

KLIPPEL, Altair F. *O sistema Toyota de produção e a indústria de mineração: uma experiência de gestão da produtividade e da qualidade nas minas de fluorita do Estado de Santa Catarina*. 1999. Dissertação (Mestrado) – UFRGS, Porto Alegre.

LJUNGBERG, Orjan. *Measurement of overall equipment effectiveness as a basis for TPM activities*. MCB University, 1998.

MIRSHAWKA, Victor. *Manutenção preditiva: caminho para zero defeitos*. São Paulo: Makron, McGraw-Hill, 1991.

MONDEN, Yasuhiro. *Produção sem estoques*. São Paulo: IMAM, 1984.

NAKAJIMA, Seiichi. *Introdução ao TPM – Total Productive Maintenance*. São Paulo: IMC Internacional Sistemas Educativos, 1989.

NAKAZATO, Koichi. *Seminário Internacional: Gestão Inovadora de Perdas e Custos*. São Paulo, 2000.

OHNO, Taiichi. *O sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.

PEREZ-WILSON, Mário. *Seis sigma: compreendendo o conceito, as implicações e os desafios*. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1999.

RIBEIRO, Haroldo. *Os atalhos para a implantação da TPM*. São Paulo: Revista Qualidade, 2003.

SCHEER, August-Wilhelm. *CIM: evoluindo para a fábrica do futuro*. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1993.

SCHONBERGER, Richard J. *Técnicas industriais japonesas: nove lições ocultas sobre simplicidade*. São Paulo: Editora Pioneira, 1984.

SCHONBERGER, Richard J. *Fabricação classe universal: as lições de simplicidade aplicadas*. São Paulo: Editora Pioneira, 1988.

SHINGO, Shigeo. *O sistema Toyota de produção do ponto de vista da engenharia de produção*. Porto Alegre: Editora Artes Médicas, 1996.

SLACK, Nigel et al. *Administração da produção*. São Paulo: Atlas, 1997.

TAKAHASHI, Yoshikazu; OSADA, Takashi. *Manutenção produtiva total*. São Paulo: IMAM, 1993.

TAYLOR, Frederick W. *Princípios da administração científica*. São Paulo: Atlas, 1995.

TRAMONTINA, *Histórico da empresa*. Carlos Barbosa, 2002.

YIN, Robert K. *Estudo de caso: planejamento e métodos*. Bookmann, 2002.