

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E
SISTEMAS

MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL - UM MODELO ADAPTADO

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



0.279.719-9



JERZY WYREBSKI

UFSC-BU


FLORIANÓPOLIS, JUNHO DE 1997

MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL - UM MODELO ADAPTADO

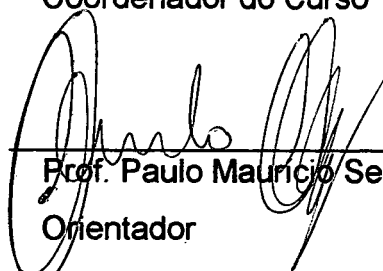
JERZY WYREBSKI

ESTA DISSERTAÇÃO FOI JULGADA ADEQUADA PARA A OBTENÇÃO DO
TÍTULO DE "MESTRE EM ENGENHARIA", ESPECIALIDADE EM
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, E APROVADA EM SUA FORMA FINAL PELO
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO.

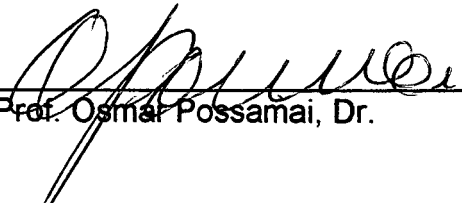
Banca Examinadora:




Prof. Ricardo Miranda Barcia, Ph.D.
Coordenador do Curso



Prof. Paulo Maurício Selig, Dr.
Orientador



Prof. Osmair Possamai, Dr.



Prof. Dalvio Ferrari Tubino, Dr.

AGRADECIMENTOS

- Agradecimentos a todas as pessoas e aos professores de Pós-Graduação da UFSC, que muito contribuíram para ampliação dos meus conhecimentos;

Especial reconhecimento:

- Aos professores Paulo Maurício Selig, Osmar Possamai e Dalvio Ferrari Tubino, pela orientação, observações oportunas e amizade;
- À UFSC pela oportunidade, e à CAPES pela bolsa de estudos;
- Aos departamentos de Administração, Economia e Pós-graduação da UNIVILLE;
- À empresa onde realizou-se a pesquisa;
- Aos amigos de mestrado Wilson José Mafra, Ailton Barbosa e Claudiomir Selzner e ao colega Augusto Gilney dos Santos pelo apoio e motivação;
- À querida companheira Mirian Morales pelo incentivo e compreensão.

SUMÁRIO

1 - INTRODUÇÃO.....	1
1.1 - SITUAÇÃO ATUAL DE UMA INDÚSTRIA DE FUNDIÇÃO.....	2
1.2 - OBJETIVOS.....	4
1.2.1 - GERAL.....	4
1.2.2 - ESPECÍFICOS.....	4
1.3 - METODOLOGIA.....	5
1.4 - DELIMITAÇÃO DO TRABALHO.....	6
1.5 - ORGANIZAÇÃO DOS CAPÍTULOS.....	6
2 - MANUTENÇÃO INDUSTRIAL - TPM.....	8
2.1 - HISTÓRICO DA MANUTENÇÃO.....	9
2.2 - EVOLUÇÃO DA MANUTENÇÃO.....	10
2.3 - IMPORTÂNCIA DA MANUTENÇÃO.....	14
2.4 - DEFINIÇÕES DE MANUTENÇÃO.....	18
2.5 - FORMAS DE MANUTENÇÃO.....	21
2.5.1 - MANUTENÇÃO CORRETIVA.....	21
2.5.2 - MANUTENÇÃO PREVENTIVA.....	22
2.5.3 - MANUTENÇÃO PREDITIVA.....	23
2.5.4 - TPM - TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE.....	24
2.6 - MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL.....	24
2.6.1 - SURGIMENTO DO TPM.....	24
2.6.2 - CONCEITOS E CARACTERÍSTICAS DO TPM.....	26
2.6.3 - OBJETIVO DO TPM.....	29
2.6.4 - O TPM COMO ÍNDICE DE QUALIDADE E PRODUTIVIDADE.....	32
2.6.5 - O TPM E A QS-9000.....	33
2.6.6 - MÉTODO DE IMPLEMENTAÇÃO DO TPM.....	34
2.6.6.1 - OS OITO PILARES DO TPM.....	34
2.6.6.2 - OS DOZE PASSOS PARA IMPLANTAÇÃO DO TPM.....	35

2.7 - CONSIDERAÇÕES.....	46
3 - PROPOSTA DE METODOLOGIA ADAPTADA.....	47
3.1 - FASES DE IMPLANTAÇÃO DA METODOLOGIA.....	48
3.2 - CONSIDERAÇÕES.....	54
4 - APLICAÇÃO DA METODOLOGIA ADAPTADA.....	56
4.1 - APRESENTAÇÃO DA METODOLOGIA TPM ADAPTADA.....	56
4.2 - ESCOLHA DO EQUIPAMENTO PILOTO.....	57
4.3 - ELABORAÇÃO DO PLANO DE AÇÃO GERENCIAL - PAG.....	59
4.4 - APRESENTAÇÃO DO PLANO DE AÇÃO GERENCIAL - PAG.....	59
4.5 - LEVANTAMENTO DAS ATIVIDADES DE MANUTENÇÃO.....	62
4.5.1 - IDENTIFICAÇÃO DAS ATIVIDADES.....	62
4.5.2 - DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES.....	64
4.5.3 - DISTRIBUIÇÃO DAS ATIVIDADES.....	64
4.6 - DEFINIÇÃO DE PADRÕES.....	67
4.7 - TREINAMENTO TEÓRICO E PRÁTICO.....	69
4.7.1 - TREINAMENTO DE INSTRUTORES.....	69
4.7.2 - TREINAMENTO DE OPERADORES.....	70
4.8 - CONSOLIDAÇÃO DA MANUTENÇÃO AUTÔNOMA.....	73
4.9 - ANÁLISE DA SITUAÇÃO E RESULTADOS.....	73
4.10 - CONSIDERAÇÕES.....	83
5 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	84
5.1 - CONCLUSÕES.....	84
5.2 - RECOMENDAÇÕES.....	85
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	86
BIBLIOGRAFIA.....	92
ANEXO A - Modelo de PAG - Plano de Ação Gerencial.....	96

ANEXO B - VDI nº 2890.....	101
ANEXO C - Empresa "X" - Posição, arranjo físico e vista frontal da máquina de jato dirigido de granalha no fluxo de produção.....	105
ANEXO D - Descrição das atividades.....	109
ANEXO E - Elementos de Fixação - Parafusos, Porcas e Arruelas.....	121
ANEXO F - Lubrificação.....	123

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Posição que o processo de manutenção ocupa na Empresa "X"	12
Figura 2 - Evolução da manutenção.....	14
Figura 3 - Interfaces de um serviço de manutenção.....	15
Figura 4 - Analogia saúde humana x máquina	20
Figura 5 - A relação entre TPM, manutenção do sistema de produção e a manutenção preventiva.....	28
Figura 6 - Estrutura das perdas no equipamento/instalação.....	30
Figura 7 - Os oito pilares de sustentação da metodologia TPM.....	35
Figura 8 - Fases da implantação da metodologia do TPM.....	48
Figura 9 - Modelo de etiqueta utilizada pelos operadores.....	52
Figura 10 - Quantidade de intervenções para manutenção na máquina de jato dirigido de granalha - antes da implantação do TPM.....	75
Figura 11 - Quantidade de intervenções para manutenção na máquina de jato dirigido de granalha - após a implantação do TPM.....	75
Figura 12 - Tempo gasto para manutenção na máquina de jato dirigido de granalha - antes da implantação do TPM.....	76
Figura 13 - Tempo gasto para manutenção na máquina de jato dirigido de granalha - após a implantação do TPM.....	76
Figura 14 - TPM - Tempo gasto para manutenção da máquina de jato dirigido de granalha por atividade.....	77
Figura 15 - Quantidade de acidentes de trabalho na máquina de jato dirigido de granalha - antes da implantação do TPM.....	80
Figura 16 - Quantidade de acidentes de trabalho na máquina de jato dirigido de granalha - após a implantação do TPM.....	80
Figura 17 - Tempo de afastamento do operador por acidente de trabalho - antes da implantação do TPM.....	81
Figura 18 - Tempo de afastamento do operador por acidente de trabalho - após a implantação do TPM.....	81

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Estágio de utilização de técnicas para a melhoria da Q&P.....	32
Quadro 2 - As 12 Etapas do Programa de Desenvolvimento do TPM.....	36
Quadro 3 - Manual de Detecção dos Sete Itens de Inconveniência.....	53
Quadro 4 - Metodologia TPM - Comparativo entre o original JIPM e a proposta adaptada.....	55
Quadro 5 - Matriz de Decisão para Escolha do Equipamento Piloto.....	58
Quadro 6 - Plano de Ação Gerencial - Máquina de Limpeza de Jato Dirigido.....	61
Quadro 7 - Identificação das Atividades.....	63
Quadro 8 - Identificação e Distribuição das Atividades.....	66
Quadro 9 - Inconveniências registradas no exercício de mapeamento do equipamento piloto.....	72
Quadro 10 - Velocidade de Atendimento.....	78
Quadro 11 - Indicador de motivação dos operadores.....	79
Quadro 12 - Treinamento de Pessoal - Produção e Manutenção.....	82
Quadro 13 - Indicadores Antes e Após o TPM.....	82

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Escala de valores para a matriz de decisão, para escolha do equipamento piloto.....	57
Tabela 2 - Critérios de avaliação das atividades de manutenção do equipamento piloto.....	65
Tabela 3 - Pontuação para medir o indicador de motivação.....	68

RESUMO

Na economia globalizada dos dias de hoje, a sobrevivência das organizações depende de sua habilidade e rapidez de inovar e efetuar melhorias contínuas. Como resultado, as organizações vêm buscando incessantemente novas ferramentas de gerenciamento, que as direcionem para uma maior competitividade através da qualidade e produtividade.

Este trabalho propõe um modelo adaptado de manutenção industrial denominado TPM - Total Productive Maintenance, que, traduzido, resulta em Manutenção Produtiva Total, hoje considerada uma metodologia que auxilia na redução de ocorrência de falhas em instalações, máquinas e equipamentos nas empresas.

A aplicação do modelo adaptado foi realizada em ambiente de conhecida agressividade face aos seus processos de produção, uma indústria de fundição de ferro, cujos produtos são fornecidos à indústria automobilística.

O trabalho limita-se às etapas de planejamento, implantação e avaliação dos resultados obtidos com a aplicação do TPM, numa área piloto, buscando confirmar as vantagens do modelo proposto.

ABSTRACT

Nowadays, in the global economy, organizations survival depends on their capacity and quickness to do continuous improvements. As a result, the organizations are constantly searching for new administration implements which take them to harder competitiveness through quality and productivity.

This work suggests a model for industrial maintenance named TPM - Total Productive Maintenance. At the present time, it is strongly considered an add of value, not only for strategic costs lead, but also for the total quality of the organizations.

The applicability of this model has taken place at an aggressive environment considering its production processes, that is in a foundry, which supplies products to automobile industries.

This work is limited to planning, implementation and evaluation of the results that has been gotten with TPM application in pilot areas to try to confirm the advantages of the suggested model.

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO

Em época alguma a competição entre mercados nacionais e internacionais chegou a extremos como os da atualidade. Produzir apenas não basta, é preciso competir com qualidade.

Entende-se por qualidade "como sendo um conjunto de atributos inerentes ao produto ou serviço, sem os quais o mercado atual simplesmente ignora e relega a um plano inferior as empresas que não atentarem para isso". [1]

Para Deming, "qualidade é atender continuamente às necessidades dos clientes a um preço que eles estejam dispostos a pagar". [2]

Conforme Juran, "qualidade resulta das características do produto, que criam satisfação, levando os clientes a comprá-lo". [3]

Tavares menciona: "A satisfação dos clientes é um dever de todo profissional. Os profissionais de manutenção têm como obrigação atender adequadamente seus clientes, ou seja, os equipamentos, obras ou instalações sob sua responsabilidade, e qualquer tarefa que desempenhem terá impacto direto ou indireto no produto ou nos serviços que a empresa oferece a seus clientes. Trata-se, portanto, de uma cadeia com vários elos onde, certamente, a manutenção é um dos mais importantes no processo produtivo." [4]

Neste ambiente de urgência e pressão, temos assistido a uma série de esforços que são desenvolvidos por empresas, profissionais ou especialistas, buscando a estruturação e a implementação de programas de melhoria de qualidade de suas atividades.

Diante desta realidade, as empresas para serem competitivas, vem utilizando diversas ferramentas gerenciais, tais como: JIT, CCQ, OPT, CEP, QFD, e outras, e também na área de manutenção industrial o TPM - Total Productive Maintenance, traduzida no Brasil de "Manutenção Produtiva Total".

A manutenção industrial até recentemente era considerada como fator de custos e gastos. No passado, os aspectos mais conhecidos da manutenção caracterizavam-se como sendo de serviços repetitivos e de rotina, pura troca de

peças, pouca técnica, improvisações e emergências. Contudo, devido à sua elevada influência no “down time” - paradas de máquinas, durante a produção, por causas gerenciais e técnicas, vem sendo vista com novos olhos.

Equipamentos parados em momentos de produção programada, ou com baixa produção, decorrentes de manutenção inadequada, podem significar perdas de clientes para a concorrência, além de afetar a qualidade.

Diante deste quadro, a manutenção industrial reverte seu passado, e atualmente é considerada fator de qualidade e produtividade, enfim, de competitividade, e é verdade que ela é hoje um dos itens que compõem as normas da ISO 9000 e, mais recentemente, da QS 9000, esta última, para atender às exigências da indústria automobilística.

1.1 - SITUAÇÃO ATUAL DE UMA INDÚSTRIA DE FUNDIÇÃO

O setor de fundição de ferro, pela complexidade e agressividade de seu processo, o qual influi decisivamente no rápido desgaste e deterioração dos equipamentos e máquinas, exige atenção e cuidados redobrados. Por isso, o TPM, como “Manutenção conduzida com a participação de todos” [5], segundo Nakajima, se constitui em boa opção na busca de melhores resultados.

A Empresa “X”, uma indústria de fundição, onde este estudo de caso foi realizado, localizada na região nordeste de Santa Catarina, é uma empresa fornecedora de componentes para a indústria automobilística.

No contexto atual de globalização da economia, a competitividade acirrada tem levado as organizações a buscarem a sua sobrevivência, via mudanças estruturais nos processos produtivos e na sua forma de gestão.

Neste contexto, a Empresa “X”, vem experimentando estas mudanças estruturais para fazer frente aos desafios impostos pelo mercado em que atua, cada vez mais exigente em função da crescente evolução tecnológica. Como resultado, entre outras mudanças, tem ocorrido uma drástica redução de mão-de-obra, inclusive na área de manutenção. Em 1990, a empresa tinha aproximadamente

8.500 funcionários, e em 1996, após pesados investimentos em modernização, estava com 4.100 funcionários, e com uma capacidade produtiva igual ao dobro do que em 1990.

A busca da redução dos gastos com atividades que não agregam, diretamente, valor aos produtos tem merecido destaque. Entre estas atividades encontra-se a manutenção industrial, que representa 10 % dos custos da empresa, quando o padrão mundial é de 7 %, conforme consultoria prestada pela empresa KNIGHT WENDLING CONSULTING AG, em 1996.

Considerando as características de uma indústria de fundição, que se traduzem na grande variedade de máquinas e equipamentos para cumprir a sua finalidade, bem como a complexidade tecnológica de muitos destes, que possuem dimensões e peso bastante avantajados, com alto custo operacional, alto nível de utilização, processos complexos e contínuos, como acontece por exemplo, com os fornos de fusão e de tratamento térmico, é fundamental a necessidade de se ter uma área de manutenção eficaz.

O funcionamento de todo este complexo não depende apenas de um bom gerenciamento da produção, mas de uma soma de esforços em que a área de manutenção é uma das maiores aliadas, desempenhando o seu papel com rapidez e precisão, minimizando eventuais paradas dos equipamentos.

No entanto, nem sempre esta aproximação entre as áreas de produção e manutenção ocorre de maneira a atender adequadamente às necessidades da indústria, o que pode causar, em uma situação de pane do equipamento, um descontrole das atividades da empresa. Como conseqüência certamente ocorrerá a queda de produtividade, decorrente da ociosidade a que pessoas e equipamentos, ficarão submetidos. Outro reflexo repercutirá na qualidade inferior do produto, ocasionada pelas condições precárias a que os equipamentos estarão sujeitos. Indesejáveis problemas de relacionamento pessoal interno, também são oriundos das situações já citadas.

A elevação dos custos de produção, por fim, será a resultante da somatória das perdas no processo. Nestas circunstâncias, a empresa deve buscar a viabilização para uma metodologia visando otimizar as atividades de manutenção,

tornando-a integrada e afinada às necessidades e objetivos do setor produtivo, para que, como atividade auxiliar que representa, desempenhe efetivamente as funções de órgão de apoio à produção.

Mas não basta simplesmente implantar uma metodologia de gestão da manutenção, tem-se que procurar nesta, uma afinidade com o estilo de gestão da empresa, mesmo que a metodologia seja adaptada, bem como utilizar-se de outras ferramentas de gerenciamento, possíveis, já disponíveis e conhecidas na organização, para tornar sua implantação a menos traumática possível, e garantir a sua continuidade.

1.2 - OBJETIVOS

1.2.1 - GERAL

Este trabalho tem como objetivo geral apresentar uma proposta para a metodologia de Manutenção Produtiva Total, conhecida como TPM (Total Productive Maintenance ou Manutenção Produtiva Total), adaptando-a à gestão da empresa, utilizando-se de conceitos e ferramentas de gerenciamento, já conhecidas e em uso.

1.2.2 - ESPECÍFICOS

Este trabalho pretende ainda:

- adequar a metodologia de TPM ao ambiente de uma indústria de fundição;
- levantar os benefícios tangíveis e intangíveis que o TPM possa trazer à área piloto da produção, se comparada a forma tradicional de gestão da manutenção anteriormente utilizada;
- identificar e demonstrar os potenciais de ganhos através da eliminação de perdas no processo;
- conscientizar a administração da importância que o TPM tem na motivação do empregado, e por consequência, nos resultados da empresa.

1.3 - METODOLOGIA

A metodologia ora proposta é um estudo de caso a respeito de um problema de manutenção industrial, realizado na Empresa "X".

Para examinar o problema de manutenção, inicialmente foi realizada uma pesquisa bibliográfica, buscando conhecer sua evolução.

Por outro lado, através de contatos pessoais com chefias de produção e manutenção, buscou-se conhecer a opinião dessas pessoas a respeito da manutenção industrial na referida empresa.

Em uma análise teórica do problema da manutenção, e das alternativas que se apresentam nas pesquisas e experiências que estudiosos têm desenvolvido, bem como aplicações práticas e resultados obtidos por empresas, verificou-se que o TPM é a metodologia que vem sendo adotada com sucesso.

As razões de se tomar este caminho foram consensadas junto à administração da empresa, após apresentação de resultados advindos da pesquisa bibliográfica e de opiniões obtidas junto às chefias de manutenção e produção.

Os argumentos foram:

"A empresa já pratica conceitos de gestão da qualidade e produtividade;

A adaptação do TPM utilizando os conceitos e ferramentas de gerenciamento já existentes facilita a compreensão e aceitação das pessoas que participam da implantação;

O tempo de implantação do TPM é menor, se utilizados estes conceitos e ferramentas;

As possibilidades de obtenção de resultados positivos são ampliadas."

Examinadas as diversas ferramentas gerenciais disponíveis, e em uso, na Empresa "X", para adaptação à metodologia do TPM, optou-se pela aplicação das seguintes: 5 S's, TWI, Kepner Tregoe, Norma alemã VDI 2890 e Programa Allen de Gerenciamento Profissional e Requisitos do Sistema de Qualidade - QS-9000. Esta última sendo exigida pela Indústria Automobilística, em 1997.

1.4 - DELIMITAÇÃO DO TRABALHO

Para a aplicação deste estudo visou-se atuar em áreas críticas da produção, onde os problemas de manutenção tendem a se tornar crônicos. Estas áreas caracterizam-se, invariavelmente, como "gargalos" produtivos, o que normalmente levará a conseqüências a outros processos produtivos. [6]

Foi escolhida, como área crítica, a de limpeza mecânica, com um total de 8 (oito) máquinas de jato dirigido de granalha. Nesta área, o estudo limita-se à análise das atividades de manutenção desempenhadas pelos profissionais de manutenção, descrevendo-as e classificando-as, buscando identificar e atribuir, dentre estas atividades, a responsabilidade pela execução aos próprios operadores dos equipamentos.

1.5 - ORGANIZAÇÃO DOS CAPÍTULOS

O presente trabalho está organizado da seguinte forma:

Capítulo 2 - Manutenção Industrial - TPM

Este capítulo enfoca o conceito da TPM, seus objetivos, vantagens da aplicação desta metodologia na melhoria da produtividade e qualidade.

Capítulo 3 - Proposta de Metodologia Adaptada.

Aqui são definidas as etapas para a aplicação da metodologia do TPM adaptada à pesquisa na Empresa "X".

Capítulo 4 - Aplicação da Metodologia Adaptada.

Neste capítulo relata-se detalhadamente a implantação da metodologia, bem como os resultados alcançados, disponíveis durante a realização deste trabalho.

Os pontos fortes e fracos da aplicação da metodologia também são aqui relatados.

Capítulo 5 - Conclusões e Recomendações.

A conclusão apresenta uma síntese e recomendações sobre o trabalho realizado, bem como para trabalhos futuros.

CAPÍTULO 2 - MANUTENÇÃO INDUSTRIAL - TPM

Com a globalização dos mercados a concorrência tornou-se mais acirrada, exigindo das empresas um desempenho de classe mundial, o qual deve ser dedicado a atender o cliente. Em decorrência, as grandes companhias tiveram que adequar sua qualidade à altura dos novos e exigentes padrões mundiais.

A qualidade total ou TQC - Total Quality Control tornou-se condição fundamental para a competitividade e sobrevivência das empresas.

O TQC não é um conceito novo, mas sim uma nova filosofia, que influencia decisivamente na maneira de conduzir os negócios.

Apesar de seus princípios terem surgido na América, antes da II Guerra Mundial, sua aplicação concreta aconteceu com bastante sucesso no Japão, quando, ao final da guerra, os japoneses deram início ao processo de melhorias contínuas em suas indústrias, utilizando-se do trabalho pioneiro de Shewhart, Juran, Deming, Feigenbaum, Crosby, e outros.[7]

Desde então , inúmeros refinamentos foram introduzidos, chegando ao atual estado da arte, que busca não só o aperfeiçoamento contínuo dos métodos de trabalho, mas, de forma mais ampla, a qualidade total de bens e serviços, que não só satisfaça as necessidades do cliente, mas que exceda suas expectativas.

Isto significa submeter todos os processos a melhorias contínuas na busca da qualidade total, utilizando-se de ferramentas gerenciais das mais diversas, e dentre estas destaca-se a da manutenção produtiva total, quando se tratar de processos industriais.

A manutenção produtiva total não só é um elo importante para a prática do "just-in-time", como também é decisiva na qualidade final do produto, uma vez que participa na manutenção da capacidade dos processos produtivos.

Logo, para uma melhor abordagem e entendimento do assunto, é importante que se conheça um pouco da história da manutenção, neste capítulo.

2.1 - HISTÓRICO DA MANUTENÇÃO

A conservação de instrumentos e ferramentas é uma prática observada, historicamente, desde os primórdios da civilização, mas, efetivamente, foi somente quando da invenção das primeiras máquinas têxteis, a vapor, no século XVI, que a função manutenção emerge.

Naquela época, aquele que projetava as máquinas, treinava as pessoas para operarem e consertarem, intervindo apenas em casos mais complexos. Até então, o operador era o mantenedor - mecânico. Somente no último século, quando as máquinas passam a serem movidas, também, por motores elétricos, é que surge a figura do mantenedor eletricitista.

Assim, com a necessidade de se manter em bom funcionamento todo e qualquer equipamento, ferramenta ou dispositivo para uso no trabalho, em épocas de paz, ou em combates militares nos tempos de guerra, houve a conseqüente evolução das formas de manutenção.

Na era moderna, após a Revolução Industrial, Fayol propõe seis funções básicas na empresa, destacando a função técnica, relacionada com a produção de bens ou serviços, da qual a manutenção é parte integrante. [8]

Segundo Monchy, “o termo “manutenção” tem sua origem no vocábulo militar, cujo sentido era “manter, nas unidades de combate, o efetivo e o material num nível constante”. É evidente que as unidades que nos interessam aqui são as unidades de produção, e o combate é antes de tudo econômico. O aparecimento do termo “manutenção” na indústria ocorreu por volta do ano 1950 nos Estados Unidos da América. Na França, esse termo se sobrepõe progressivamente à palavra “conservação”.” [9]

Segundo Müller, “vivemos hoje na América Latina, e muito particularmente no Brasil, uma era de grandes mudanças em praticamente todos os campos e atividades. Vivemos profundas transformações políticas com o fim dos regimes ditatoriais e a substituição destes governos por governos democráticos, em que as pessoas escolhem livremente os seus representantes. Experimentamos uma radical mudança do modelo econômico, com o fim dos mercados fechados e

cartelizados. O consumidor - industrial ou privado - tinha de se contentar em escolher apenas os produtos ou serviços oferecidos localmente. Os produtos que incorporavam a tecnologia mais moderna e melhor qualidade, que eram vendidos no exterior a preços mais baixos que os entrados no mercado local, estavam fora do seu alcance, pois as barreiras à importação eram quase intransponíveis. E a competição, mola do desenvolvimento, estimuladora da eficiência e controladora dos preços no mercado, se limitava aos fabricantes locais, todos sujeitos a essas mesmas limitações.” [10]

Assim, as nossas indústrias, para recuperar os atrasos tecnológico e de produtividade, precisam de mudanças técnicas e administrativas urgentes em todos os seus setores. A manutenção, por sua vez, tem que ser moderna e eficiente, acompanhando o ritmo de todo este processo de desenvolvimento tecnológico , e antes de se tornar mais um obstáculo aos meios produtivos, ela deve buscar sempre as melhores soluções, procurando tornar o conjunto mais ágil e dinâmico, porque o seu papel é o de suporte da produção.

2.2 - EVOLUÇÃO DA MANUTENÇÃO

Originalmente, a manutenção é uma atividade que deve ser executada, em sua totalidade, pela própria pessoa que opera, sendo este o seu perfil ideal. Antigamente havia muitos casos assim. Entretanto, com a evolução da tecnologia o equipamento tornou-se de alta precisão e complexidade, e com o crescimento da estrutura empresarial foi sendo introduzido o PM - Manutenção Preventiva - no estilo americano, e a função de manutenção foi sendo gradativamente dividida, e alocadas a setores produtivos.

Além disso, com a evolução da tecnologia no pós-guerra, foram sendo instalados novos equipamentos e vigorosas inovações foram sendo executadas.

Por outro lado, para corresponder à solicitação de aumento de produção, o departamento operacional passou a dedicar-se somente à produção,

não restando outra alternativa ao departamento de manutenção senão se responsabilizar por quase todas as funções de manutenção.

Em outras palavras, esta separação da produção e manutenção perdurou por um longo período.

Desta forma, não se pode afirmar que nesta época o equipamento estivesse sendo utilizado de maneira eficiente. Mas levando-se em consideração a passagem para uma era de evolução da alta tecnologia, foi um fato inevitável para fazer face às inovações tecnológicas, ao investimento em equipamentos e ao incremento da produção.

Porém, à medida que se passava para uma etapa de desaceleração de crescimento econômico, começava-se a exigir das empresas cada vez mais a competitividade e redução de custos, aprofundando o reconhecimento de que um dos pontos decisivos seria a busca da utilização eficiente dos equipamentos já existentes, até o limite.

Por essa razão, a manutenção autônoma, que tem como núcleo a atividade de “prevenção da deterioração”, tem incrementado a sua necessidade como função básica da atividade de manutenção.

A figura 1 mostra a posição que o processo de manutenção ocupa na estrutura organizacional da Empresa “X”, empresa que será estudo da aplicação prática, que caracteriza o apresentado acima.



Figura 1 - Posição que o processo de Manutenção ocupa na Empresa "X".

Cronologicamente, a manutenção, como uma função na atividade industrial, passando a merecer maiores cuidados e dedicação através de estudos, e reconhecimento de sua importância pode ser considerada como recente.

Segundo Nakajima, é apenas na década de 1950 que o termo "manutenção" consolida-se na indústria, nos Estados Unidos, surgindo: [11]

- em 1951 a Manutenção Preventiva (MP);
- em 1954 a Manutenção do Sistema Produtivo (MSP);
- em 1957, a Manutenção Corretiva com incorporação de Melhorias (MM).

Na década seguinte 1960 aparecem:

- a Introdução da Prevenção de Manutenção, em 1960;
- a Engenharia da Confiabilidade, a partir de 1962;
- e a Engenharia Econômica.

Nos anos 70 desenvolvem-se:

- a Incorporação dos conceitos das Ciências Comportamentais;
- o Desenvolvimento da Engenharia de Sistemas;
- a Logística e a Terotecnologia;
- a oficialização do TPM na empresa japonesa Nippon Denso, em 1971.

Na década de 1980 temos:

- a fundação do JIPM (Japan Institute of Plant Maintenance);
- e a introdução do TPM no Brasil, em 1986.

Até o momento, nesta década de 1990, registra-se:

- a introdução da Engenharia Mecatrônica;
- empresas brasileiras implantando o TPM;
- outras empresas preparando-se para implantar o TPM;
- e duas empresas candidatas ao prêmio TPM no Brasil.

A figura 2 mostra, esquematicamente, como tem sido a evolução da manutenção. Na seqüência, observa-se que a evolução da manutenção foi subdividida em uma **era da manutenção baseada no tempo**, até a década de setenta, quando a realização da manutenção fundamenta-se no planejamento e programação para antecipar qualquer eventual falha da máquina.

Nas últimas duas décadas, surge o conceito da **era da manutenção baseada nas condições**, isto é, a partir da manutenção preditiva, acompanha-se o estado das máquinas, o que permite prever com antecedência a provável ocorrência de falha.

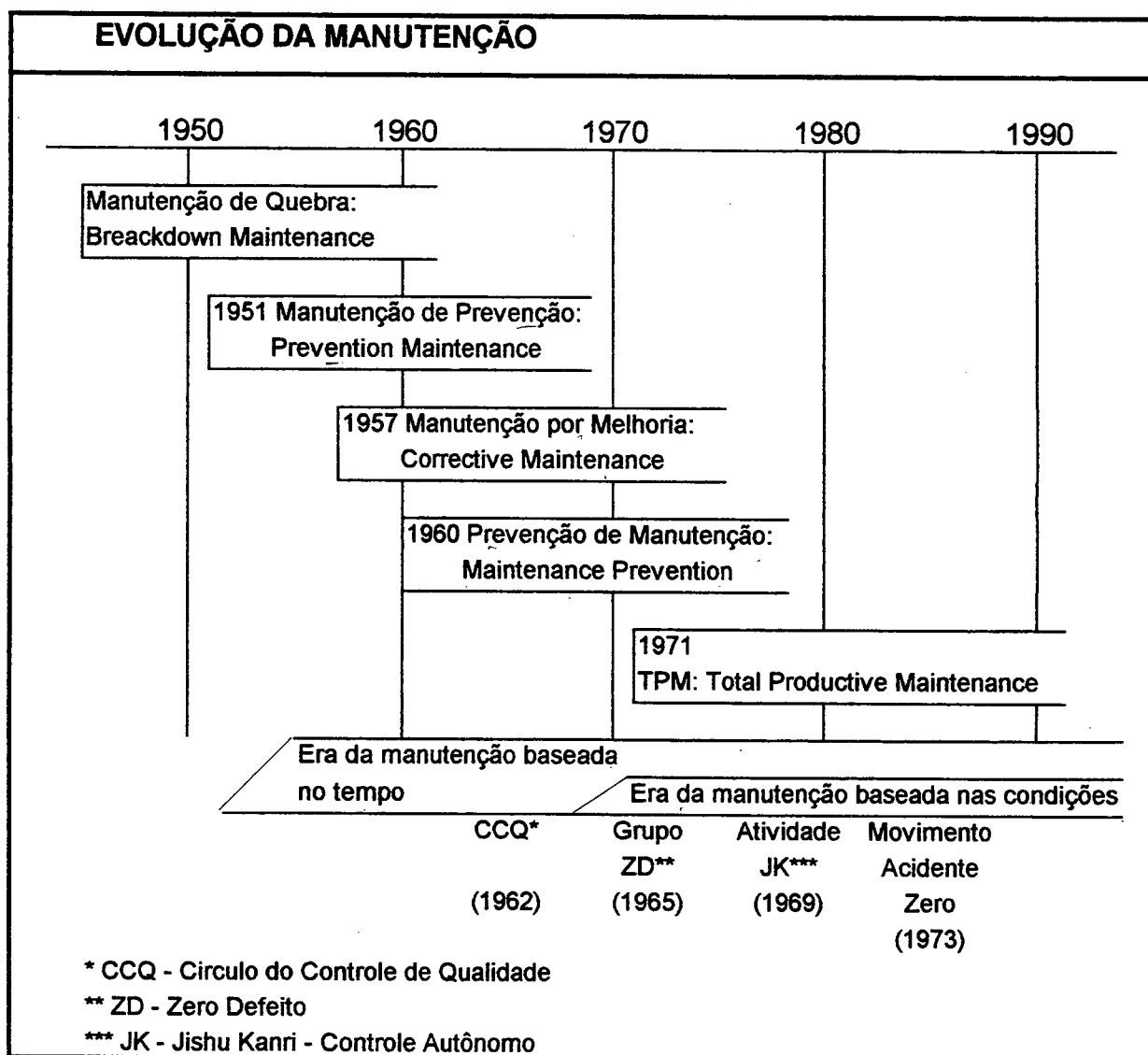


Figura 2 - Evolução da manutenção. (Fonte: Apostila do Curso de Formação de Multiplicadores - TPM. São Paulo: IM & C - Programas Especiais de Desenvolvimento Profissional, Out/93, p. 3.)

2.3 - IMPORTÂNCIA DA MANUTENÇÃO

Na atualidade, diante do fenômeno da globalização, a manutenção passa a ser enfocada sob a visão da Gestão de Qualidade e Produtividade.

Bornia, em sua defesa de tese, afirma: "Atividades auxiliares referem-se ao trabalho que não agrega valor aos produtos, porém é necessário para dar

suporte ao trabalho efetivo. São atividades que apoiam as produtivas, sendo indispensáveis. Manutenção, preparação de equipamentos, engenharia industrial, PCP, etc, fazem parte desta categoria.” [12]

O gerenciamento destas atividades deve ser o mais adequado possível, para tornar o seu custo tolerável.

O departamento de manutenção tem importância vital no funcionamento de uma indústria. Pouco adianta o administrador de produção procurar ganho de produtividade se os equipamentos não dispõem de manutenção adequada. À manutenção cabe zelar pela conservação da indústria, especialmente de máquinas e equipamentos, devendo antecipar-se aos problemas através de um contínuo serviço de observação dos bens a serem mantidos. O planejamento criterioso da manutenção e a execução rigorosa do plano permitem a fabricação permanente dos produtos graças ao trabalho contínuo das máquinas, reduzindo ao mínimo as paradas temporárias da fábrica. Esta é a colocação de Rocha. [13]

A figura 3 mostra um exemplo do relacionamento da manutenção, apresentando os seus principais clientes e fornecedores.

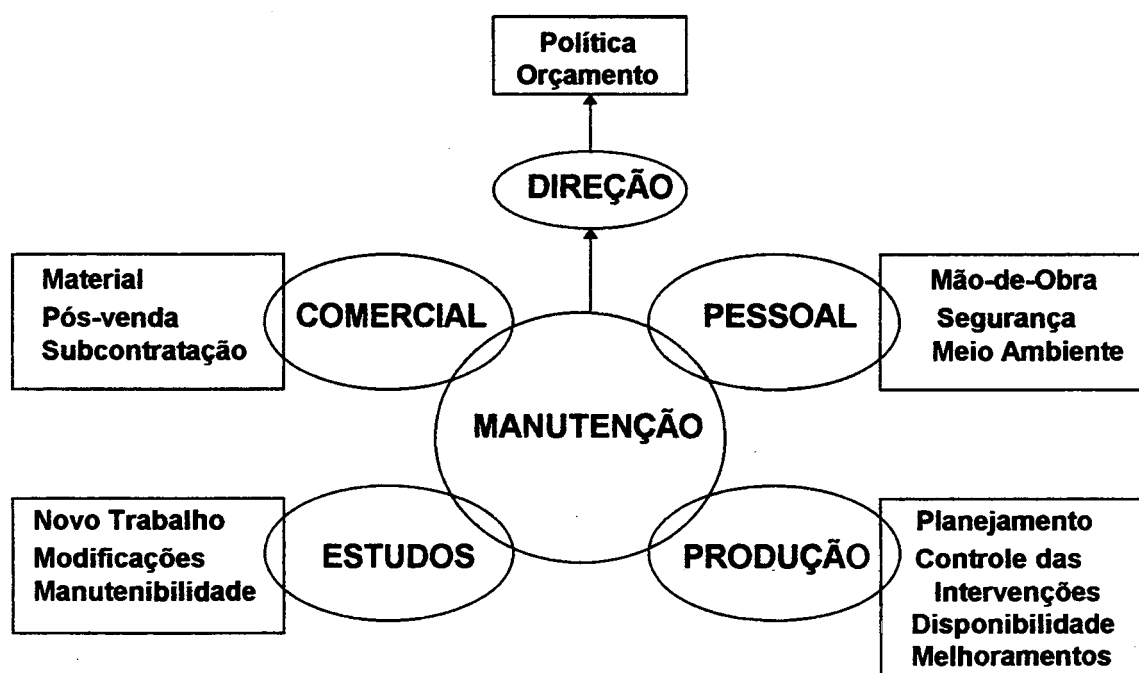


Figura 3 - Interfaces de um serviço de manutenção. (Fonte: MONCHY, François. *A Função*

Manutenção - Formação para a Gerência da Manutenção Industrial. São Paulo: Editora Durban Ltda., 1989, p. 5.)

Knicht Wendling Consulting AG comenta: “Manutenção somente tem contribuição indireta na adição de valores. A importância dela porém cresce com a crescente complexidade das instalações de produção. Uma participação crescente da eletrônica, um aumento do grau de automação com alta flexibilidade e uma crescente interligação das operações com ciclos cada vez mais reduzidos levam a exigências máximas com referência a confiabilidade e disponibilidade das instalações.” [14]

A ABRAMAN, Associação Brasileira de Manutenção, destaca, em pesquisa sobre os custos em manutenção, que 86 % das empresas consultadas, pratica a previsão orçamentária anual para manutenção; 5 % afirmaram não ter qualquer acompanhamento de custo de manutenção; e que, em 92 % das respostas, o acompanhamento da manutenção é efetuado de forma contínua (semanal ou mensal). [15]

Pelos dados acima percebe-se a importância da manutenção no orçamento empresarial. Uma boa manutenção reduz perdas de produção porque visa assegurar a continuidade da produção, sem paradas, atrasos, perdas e assim entregar o produto em tempo hábil.

A concorrência internacional face às exigências cada vez mais acentuadas por diversificações dos produtos obriga as empresas a tornarem os sistemas de produção o mais flexível possível. As máquinas e equipamentos não podem parar a não ser nas horas programadas para tal. Assim, a manutenção tem que ser eficiente.

Segundo Tavares, “a partir da revisão em 1994 da Norma ISO 9000 a atividade de manutenção passou a ser considerada como um requisito de controle de processo, tendo sido literalmente citada, conforme indicado a seguir :

“Identificar aquelas características de projeto que são críticas para o funcionamento apropriado e seguro do produto” (por exemplo: requisitos de operação, armazenamento, manuseio, manutenção e disposição após uso)”

“Manutenção adequada de equipamentos para assegurar a continuidade da capacidade do processo...”

“Quando a obtenção de níveis desejados de controle do processo depende da operação, consistente e estável, do equipamento do processo e de materiais essenciais, o fornecedor deve incluir, na abrangência do sistema de qualidade, a adequada manutenção desses equipamentos de processo e materiais essenciais.” [16]

O Sistema de Qualidade QS-9000 é um conjunto de requisitos básicos que procuram promover a melhoria contínua, enfatizando a prevenção do defeito e a redução de variações e desperdícios em toda a **cadeia de valores**. Este sistema define as expectativas básicas das indústrias do setor automobilístico norte americano como a Chrysler, Ford, General Motors, Fabricantes de Caminhões e outras companhias participantes, para os sistemas da qualidade de fornecedores internos e externos de peças de produção e de reposição, materiais e serviços. A norma ISO 9001:94 Seção 4 foi adotada como base para a elaboração do QS-9000.

As empresas que subscrevem este documento determinam que os fornecedores estabeleçam, documentem e implementem sistemas da qualidade eficazes e baseados na QS-9000, que fornece os subsídios para o desenvolvimento de um manual da qualidade.

A certificação no QS-9000 passará a ser exigida do fornecedor, e certificações ISO-9000, contudo, podem não ser suficientes para as empresas que utilizam o QS-9000, já que este documento contém requisitos adicionais para estas empresas.

O elemento 4.9 - Controle do Processo do QS-9000 - descreve a necessidade da “existência de um sistema efetivo de manutenção preventiva planejada que inclui:

- um programa de manutenção com responsabilidades específicas e atribuídas;
- manutenção avaliada pela melhoria da capacidade de processo;
- avaliação da redução do tempo ocioso da máquina por processo;
- a manutenção deve ser conduzida na freqüência prescrita para todos os equipamentos;

- disponibilidade de peças de reposição para os equipamentos importantes na manufatura;
- método de manutenção preditiva.” [17]

Como se verifica, o sistema de qualidade QS-9000, busca a vantagem competitiva das organizações através da cadeia de valores, teoria esta objeto de estudos de Porter. [18]

2.4 - DEFINIÇÕES DE MANUTENÇÃO

Segundo Ferreira, manutenção significa: “Ato ou efeito de manter(-se). As medidas necessárias para a conservação ou a permanência de alguma coisa ou de uma situação. Os cuidados técnicos indispensáveis ao funcionamento regular e permanente de motores e máquinas”. [19]

Segundo Monchy, “A Manutenção dos equipamentos de produção é um elemento chave tanto para a produtividade das indústrias quanto para a qualidade dos produtos. É um desafio industrial que implica rediscutir as estruturas atuais inertes e promover métodos adaptados à nova natureza dos materiais.” [20]

Menciona ainda definições de autores como:

- Larousse, que diz que manutenção é o “conjunto de medidas necessárias que permitam manter ou restabelecer a um sistema o estado de funcionamento.”
- A.F.N.O.R. (NFX 60-010), estabelece que a manutenção é o “conjunto de ações que permitam manter ou restabelecer um bem dentro de um estado específico ou na medida para assegurar um serviço determinado.” [20]

Sobre esta última definição, comenta:

“Manter” contém a noção de “prevenção” sobre um sistema em funcionamento.;
“Restabelecer” contém a noção de “correção” consecutiva a uma perda de função.
“Estado específico” ou “serviço determinado” implica a predeterminação do objetivo esperado, com quantificação de níveis característicos.

Esta definição “esquece” o aspecto econômico, lacuna esta preenchida no documento de introdução X 60-000: “boa manutenção é assegurar essas operações a um custo global “otimizado”.” [20]

A Knight Wendling Consulting AG, escreve: “Entende-se com o termo “manutenção” todas as medidas necessárias para manter/restabelecer as condições especificadas dos meios técnicos de um sistema, como também determinar e avaliar as condições existentes destes meios num dado momento.” [21]

Segundo Tavares, “Manutenção - Todas as ações necessárias para que um item (equipamento, obra ou instalação) seja conservado ou restaurado, de modo a poder permanecer de acordo com uma condição especificada.” [22]

Para Monks, “A manutenção é uma atividade desenvolvida para manter o equipamento ou outros bens em condições que irão melhor apoiar as metas organizacionais. As decisões de manutenção devem refletir a viabilidade do sistema a longo prazo.” [23]

Harding, referindo-se ao “Vocabulário de Temas Gerais usado na Organização da Manutenção” publicado pela British Standards Institution, define que “Manutenção é um trabalho feito a fim de manter ou restaurar toda e qualquer instalação.” [24]

De uma ou outra maneira, percebe-se que as definições de manutenção ora citadas neste capítulo falam em “manter”, “restabelecer”, “conservar” ou “restaurar” um equipamento ou bem.

Contudo, a definição dada por Monchy coaduna-se melhor com o momento atual das empresas que buscam a competitividade e a qualidade total, senão vejamos a reprise da definição: “A manutenção dos equipamentos de produção é um elemento chave, tanto para a produtividade das indústrias, quanto para a **qualidade** do produto ...”

Monchy estabelece também uma analogia entre a saúde humana com a saúde da máquina conforme a figura 4.

ANALOGIA			
SAÚDE HUMANA			SAÚDE DA MÁQUINA
Conhecimento do Homem	Nascimento	Entrada em Operação	Conhecimento Tecnológico
Conhecimento das Doenças	Longevidade	Durabilidade	Conhecimento dos modos de falha
Carnê de Saúde			Histórico
Dossiê Médico			Dossiê da máquina
Diagnóstico, exame, visita médica	Boa Saúde	Confiabilidade	Diagnóstico, perícia, inspeção
Conhecimento de tratamentos			Conhecimento das ações curativas
Tratamento curativo			Retirada do estado de pane, reparo
Operação	Morte	Sucata	Renovação, modernização, troca
MEDICINA			MANUTENÇÃO INDUSTRIAL

Figura 4 - Analogia saúde humana x máquina. (Fonte: MONCHY, François. *A Função Manutenção - Formação para a Gerência da Manutenção Industrial*. São Paulo: Editora Durban Ltda., 1989, p. 2.)

2.5 - FORMAS DE MANUTENÇÃO

2.5.1 - MANUTENÇÃO CORRETIVA

É aquela em que os consertos e reformas são realizados quando o objeto, máquina, equipamento ou veículo já estão quebrados.

Segundo Monchy, “a manutenção corretiva corresponde a uma atitude de defesa (submeter-se, sofrer) enquanto se espera uma próxima falha acidental (fortuita), atitude característica da conservação tradicional.” [25]

A Knight Wendling Consulting AG, atribui o termo “conserto” à manutenção corretiva, justificando como o “restabelecimento da margem de desgaste em peças e componentes com o objetivo de aumentar esta margem e, com isso, a vida útil do equipamento através de métodos adequados de conserto, eliminando assim, pontos frágeis do equipamento.” [26]

Segundo Viana, “manutenção corretiva é a atividade que existe para corrigir falhas decorrentes dos desgastes ou deterioração de máquinas ou equipamentos. São os consertos das partes que sofreram a falha, podendo ser: reparos, alinhamentos, balanceamentos, substituição de peças ou substituição do próprio equipamento.” [27]

Conforme Harding, “manutenção corretiva é o trabalho de restaurar um equipamento para um padrão aceitável”. [28]

Podemos citar entre as vantagens e desvantagens da Manutenção Corretiva o seguinte:

Vantagens:

- não exige acompanhamentos e inspeções nas máquinas.

Desvantagens:

- as máquinas podem quebrar-se durante os horários de produção;
- as empresas utilizam máquinas de reserva;
- há necessidade de se trabalhar com estoques;

2.5.2 - MANUTENÇÃO PREVENTIVA

Previne ou evita-se a quebra e paradas das máquinas por providências antecipadas.

Segundo Monchy, "manutenção preventiva é uma intervenção de manutenção prevista, preparada e programada antes da data provável do aparecimento de uma falha." [29]

Segundo Viana, manutenção preventiva é uma filosofia, uma série de procedimentos, ações, atividades ou diretrizes que podem, ou não, ser adotados para se evitar, ou minimizar a necessidade de manutenção corretiva. Adotar a manutenção preventiva significa introduzir o fator qualidade no serviço de manutenção." [30]

Na análise que faz a Knight Wendling Consulting AG manutenção preventiva é Inspeção, ou seja, "métodos preventivos para detectar com antecedência danos ou distúrbios que estão se desenvolvendo, e assim impedir paradas não planejadas." [31]

Conforme Harding, "manutenção preventiva é o trabalho destinado à prevenção da quebra de um equipamento". [32]

Dentre as definições ora expostas a de Viana parece ser a mais completa, pois além de contemplar as demais, acrescenta: " ... introduzir o fator **qualidade** no serviço de manutenção ... ".

Na Manutenção Preventiva observamos vantagens e desvantagens conforme abaixo:

Vantagens:

- assegura a continuidade do funcionamento das máquinas, só parando para consertos em horas programadas;
- a empresa terá maior facilidade para cumprir seus programas de produção.

Desvantagens:

- requer um quadro (programa) bem montado;
- requer uma equipe de mecânicos eficazes e treinados;
- requer um plano de manutenção.

2.5.3 - MANUTENÇÃO PREDITIVA

Acompanha-se a vida útil das máquinas efetuando-se inspeções periódicas, medições, leituras, sondagem, etc. Observa-se o comportamento das máquinas, verificando falhas ou detectando mudanças nas condições físicas, podendo-se prever com precisão o risco de quebra, permitindo assim a manutenção programada. Ela substitui, na maioria dos casos, a manutenção preventiva.

Segundo Viana, “manutenção preditiva é a monitoração ou acompanhamento periódico do desempenho e/ou deterioração de partes das máquinas. A finalidade é fazer-se a manutenção somente quando e se houver necessidade. Caso contrário, mexer na máquina o mínimo possível: o homem introduz o defeito.” [33]

Tavares menciona: “Entende-se por controle preditivo de manutenção, a determinação do ponto ótimo para executar a manutenção preventiva num equipamento, ou seja, o ponto a partir do qual a probabilidade de o equipamento falhar assume valores indesejáveis.” [34]

Monchy, para a manutenção preditiva, escreve que “a manutenção de condição é uma forma evoluída da preventiva, colocando o material “sob supervisão contínua””. [35]

Mirshawka coloca a manutenção preditiva como “a manutenção preventiva baseada no conhecimento do estado/condição de um item, através de medições periódicas ou contínuas de um ou mais parâmetros significativos. A intervenção de manutenção preditiva busca a detecção precoce dos sintomas que precedem uma avaria. São denominações equivalentes: manutenção baseada na condição ou manutenção baseada no estado ou manutenção condicional.” [36]

Como pode ser visto, de uma forma ou outra, mais ou menos detalhadas, as definições dos autores convergem para pontos de vista semelhantes.

Na Manutenção Preditiva as vantagens e desvantagens são:

Vantagens:

- aproveita-se ao máximo a vida útil dos elementos da máquina, podendo-se programar a reforma e substituição somente das peças comprometidas.

Desvantagens:

- requer acompanhamentos e inspeções periódicas, através de instrumentos específicos de monitoração.
- requer profissionais especializados.

2.5.4 - TPM - TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE

Assunto principal deste trabalho, o TPM - Total Productive Maintenance ou ainda Manutenção Produtiva Total, propõe a atividade da manutenção produtiva com a participação de todos os funcionários da empresa, desde o nível de presidente, até o de operário, mesmo que com envolvimento diferenciados.

Atividades de pequenos grupos, uma característica peculiar no Japão, tais como atividades de círculos de controle de qualidade (CCQ), atividades dos grupos ZD (Zero Defeito) e atividades JK (Jishu Kanri - Controle Autônomo) passaram a ser amplamente definidas, consolidando a idéia de que o serviço deve ser autocontrolado e levando essa mentalidade até o fim, "cada um cuida do seu próprio equipamento". Em outras palavras, surge a proposta da "manutenção autônoma", uma das características do TPM. [37]

2.6 - MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL - "TPM - Total Productive Maintenance"**2.6.1 - SURGIMENTO DO TPM**

Para Nakajima, "os Estados Unidos sempre desempenharam papel de destaque na inovação tecnológica". No campo da manutenção das máquinas, os Estados Unidos foram os pioneiros na adoção da manutenção preventiva (MP), e evoluiu para Manutenção do Sistema de Produção (MSP), incorporadas a

Prevenção de Manutenção (PM), além dos tópicos oriundos da engenharia de confiabilidade.

O Japão assimilou todos estes conhecimentos, que se cristalizaram como TPM - Total Productive Maintenance, ou seja, a “Manutenção com a participação de todos.” [38]

Aperfeiçoado pelo JIPM - “Japan Institute of Plant Maintenance”, foi implementado na indústria japonesa a partir de 1971, na Nippon Denso (pertencente ao grupo Toyota), e seus conceitos foram trazidos para o Brasil em 1986.

Desde o seu lançamento na década de 70, muitas empresas consolidaram o TPM e o seu reflexo já pode ser sentido principalmente nos países do Sudoeste Asiático, Estados Unidos, Brasil e França.

De acordo com Nakajima, a evolução do sistema de Manutenção, no Japão, se processou em 4 fases distintas:

Estágio 1 - Manutenção Corretiva

Estágio 2 - Manutenção Preventiva

Estágio 3 - Manutenção do Sistema de Produção

Estágio 4 -TPM

TPM engloba, também as técnicas de Manutenção Preditiva, ou seja, o uso de ferramentas que possibilitam diagnóstico preliminar das máquinas e equipamentos.

Segundo Hamrick, a Manutenção Produtiva Total (TPM) foi concebida primeiro nos Estados Unidos, mas aperfeiçoada no Japão. A TPM dirigiu sua atenção para a redução de custos do equipamento no seu ciclo de vida, combinando manutenção preventiva com melhorias sustentáveis e projeto de manutenção preventiva. O TPM significa uma manutenção autônoma da produção que tenta otimizar a habilidade do operador e o conhecimento do seu próprio equipamento para aumentar ao máximo a sua eficiência de operação. Ele estabelece um esquema de limpeza e manutenção preventiva para prolongar a vida útil do equipamento. Procura, também, envolver todos os funcionários, desde a alta administração até membros das equipes individuais que participam do sistema. [39]

2.6.2 - CONCEITOS E CARACTERÍSTICAS DO TPM

Segundo Tavares, o conceito básico do TPM é a reformulação e a melhoria da estrutura empresarial a partir da reestruturação e melhoria das pessoas e dos equipamentos, com envolvimento de todos os níveis hierárquicos e a mudança da postura organizacional.

Em relação aos equipamentos, significa promover a revolução junto a linha de produção, através da incorporação da “Quebra Zero”, “Defeito Zero” e “Acidente Zero”. [40]

Para Nakajima, significa montar uma estrutura onde haja a participação de todos os escalões, desde os da alta direção até os postos operacionais de todos os departamentos, ou seja, uma sistemática PM (Prevenção da Manutenção), com envolvimento de todos. Trata-se da efetivação de um “Equipment Management”, isto é, a administração das máquinas por toda a organização. [41]

Conforme Banker, o TPM cria um auto-gerenciamento no local de trabalho, uma vez que os operadores “assumem” a propriedade de seu equipamento e cuidam dele eles próprios. Eliminando-se as paradas e defeitos cria-se confiança. O TPM respeita a inteligência e o potencial de conhecimento de todos os empregados da empresa. O conceito de propriedade de equipamento junta a força (poder) do homem ao equipamento do sistema de produção, para criar produtos da cultura de valor. [42]

Segundo o que dizem Jostes e Helms, a manutenção produtiva total (TPM), descreve uma relação sinérgica entre todas as funções organizacionais, mais particularmente entre produção e manutenção, para melhoramento contínuo da qualidade do produto, eficiência operacional, e da própria segurança. A essência do TPM é que os operadores dos equipamentos de produção participem dos esforços de manutenção preventiva, auxiliem os mecânicos nos consertos quando o equipamento está fora de operação e, juntos, trabalhem no equipamento e no processo de melhoria do grupo de atividades. [43]

Takhashi reforça o significado do TPM como “uma MP (manutenção preventiva) mais ampla, baseada na aplicabilidade econômica vitalícia de

equipamentos, matrizes e gabaritos que desempenham os papéis mais importantes na produção". [44]

A definição do TPM, proposta em 1971 pela JIPM (Japan Institute of Plant Maintenance), foi revista em 1989, estabelecendo-se uma nova exposição, que se constitui dos **cinco** itens seguintes:

- 1 - tendo como o objetivo a constituição de uma estrutura empresarial que busca a máxima eficiência do sistema de produção (eficiência global);
- 2 - construindo, no próprio local de trabalho, mecanismos para prevenir as diversas perdas, atingindo "zero de acidente, zero de defeito e zero de quebra/falha", tendo como objetivo o ciclo total de vida útil do sistema de produção;
- 3 - envolvendo todos os departamentos, começando pelo departamento de produção, e se estendendo aos setores de desenvolvimento, vendas, administração, etc;
- 4 - contando com a participação de todos, desde a alta cúpula até os operários de primeira linha;
- 5 - atingindo a perda zero por meio de atividades sobrepostas de pequenos grupos.

Em harmonia com a definição do TPM, cada uma das letras possui um significado próprio como segue:

- a letra "T" significa "TOTAL". Total no sentido de eficiência global, no sentido de ciclo total de vida útil do sistema de produção e no sentido de todos os departamentos e de participação;
- a letra "P" significa "PRODUCTIVE". A busca do sistema de produção até o limite máximo da eficiência, atingindo "zero acidente, zero defeito e quebra/falha zero", ou seja, a eliminação de todos os tipos de perda até chegar ao nível zero;
- a letra "M" significa "MAINTENANCE". Manutenção no sentido amplo, que tem como objeto o ciclo total de vida útil do sistema de produção e designa a manutenção que tem como objeto o sistema de produção de processo único, a fábrica e o sistema de vendas. [45]

A partir da definição, pode-se delinear algumas características peculiares ao TPM, que o diferenciam dos movimentos tradicionais, como o da manutenção do sistema de produção, e que são representados na figura 5.

(3) Manutenção voluntária por parte dos operadores (atividades dos pequenos grupos)	(2) Sistema Total (MP - Manutenção Preventiva, PM - Prevenção da Manutenção, MM - Manutenção com Melhorias)	(1) Busca da economicidade	
○	○	○	<hr/> Características do TPM <hr/>
	○	○	<hr/> Características da Manutenção do Sistema de Produção <hr/>
		○	<hr/> Características da Manutenção Preventiva <hr/>

Figura 5 - A relação entre TPM, Manutenção do Sistema de Produção e a

Manutenção Preventiva. (Fonte: NAKAJIMA, Seiichi. *Introdução ao TPM - Total Productive*

Maintenance. São Paulo: IMC Internacional Sistemas Educativos Ltda., 1989, p. 13.)

- 1 - A busca da Economicidade - A manutenção produzida deve proporcionar lucros.
- 2 - Um sistema integrado (total system).
- 3 - Manutenção espontânea, executada pelo próprio operador - atividade de pequenos grupos.

Verifica-se, portanto, que "a manutenção produtiva total é o envolvimento dos operários nos trabalhos de prevenção e correção dos defeitos em seus equipamentos". [46]

2.6.3 - OBJETIVO DO TPM

O TPM é um conceito gerencial que começa pela liberação da criatividade normalmente escondida e inexplorada em qualquer grupo de trabalhadores. Estes trabalhadores, freqüentemente atarefados em tarefas aparentemente repetitivas, têm muito a contribuir se, pelo menos, isto lhes for permitido. Seu objetivo é promover uma cultura na qual os operadores sintam que eles “possuem” suas máquinas, aprendem muito mais sobre elas, e no processo se liberem de sua ocupação prática para se concentrar no diagnóstico do problema e projeto de aperfeiçoamento do equipamento. Desta forma, há um ganho direto.

Pode-se dizer que o objetivo do TPM é a “melhoria da estrutura empresarial mediante a melhoria da qualidade de pessoal e de equipamento”. [47] Melhoria da qualidade de pessoal significa a formação de pessoal adaptado à era da Automação Fabril. Em outras palavras, cada pessoa deve adquirir novas capacidades.

Mediante a melhoria da qualidade do pessoal realiza-se a melhoria da qualidade do equipamento. Na melhoria da qualidade do equipamento incluem-se os dois pontos seguintes:

- atingir a eficiência global mediante melhoria da qualidade dos equipamentos utilizados atualmente;
- elaborar o projeto **LCC** (Life Cycle Cost) de novos equipamentos e entrada imediata em produção.

Para atingir a eficiência global do equipamento, o TPM visa a eliminação das perdas, que a prejudicam. Tradicionalmente a identificação das perdas era realizada ao se analisar estatisticamente os resultados dos usos dos equipamentos, objetivando a determinação de um problema, só então investigar as causas. O método adotado pela TPM examina a produção de “inputs” como causa direta. Ele é mais pró-ativo do que reativo, uma vez que corrige as deficiências do equipamento, do operador e o conhecimento do administrador em relação ao equipamento. Deficiências de “input” (homem, máquina, materiais e métodos) são consideradas perdas, e o objetivo do TPM é a eliminação de todas as perdas. [48]

As seis grandes perdas são:

- 1 - perda por parada devido à quebra/falha;
- 2 - perda por mudança de linha e regulagens;
- 3 - perda por operação em vazio e pequenas paradas;
- 4 - perda por queda de velocidade;
- 5 - perda por defeitos gerados no processo de produção;
- 6 - perda no início da operação e por queda de rendimento.

A figura 6 apresenta, esquematicamente, a forma com que as perdas agem no equipamento/instalação, no sentido da redução do tempo disponível para a produção, e conseqüente queda da produtividade.

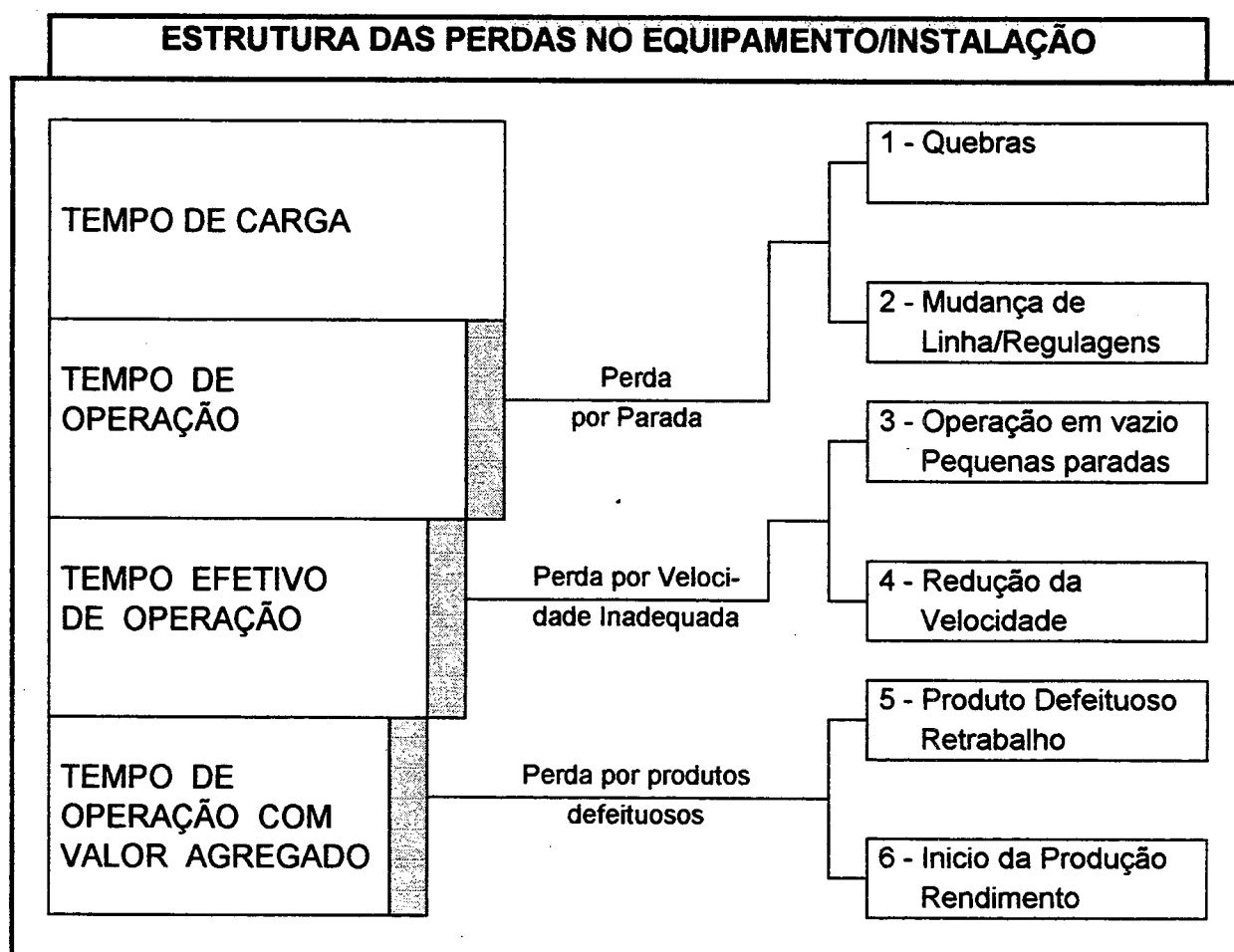


Figura 6 - Estrutura das Perdas no Equipamento/Instalação. (Fonte: Apostila do Curso de Formação de Multiplicadores - TPM. São Paulo: IM & C - Programas Especiais de Desenvolvimento Profissional, Out/93, p. 9.)

Ao serem zeradas cada uma das perdas apontadas na figura 6, tornar-se-á efetivo o rendimento operacional máximo. Na prática, dificilmente isto ocorre, pois, conforme Nakajima, "um índice de rendimento operacional de 85 % é suficiente para encher de orgulho qualquer diretor de produção", e ainda, para se conhecer este índice, ele propõe a equação abaixo:

$$\text{Índice do tempo operacional} = \frac{\text{tempo em funcionamento}}{\text{tempo de carga}} = \frac{\text{tempo de carga} - \text{tempo de parada}}{\text{tempo de carga}}$$

[49]

2.6.4 - O TPM COMO ÍNDICE DE QUALIDADE E PRODUTIVIDADE

Para melhor destacar a importância do TPM na qualidade e produtividade, observe-se uma pesquisa da Price Waterhouse de São Paulo, realizada em 1000 empresas do país, no quadro 1, a seguir.

Quadro 1 - Estágio de utilização de técnicas para a melhoria da Q&P.

	RP	I	NP	RI	NN	NA
	%	%	%	%	%	%
MRP II - Planejamento de recursos de manufaturados	25,2	10,4	21,7	3,5	24,3	14,9
Kanban - Sistema de acionamento da produção	26,4	9,9	16,5	2,5	28,1	16,6
Just-in-time junto ao fornecedor	24,0	14,4	36,8	4,0	15,2	5,6
Just-in-time junto ao cliente	19,6	10,7	31,2	5,4	20,5	12,6
Benchmarking	22,5	12,5	35,8	2,5	20,8	5,9
Desenvolvimento de fornecedores com qualidade assegurada	38,8	25,6	27,1	4,6	1,5	2,4
Manutenção Produtiva Total (MPT)	12,1	24,1	41,4	1,7	17,2	3,5
Sistema de Qualidade - ISO 9000	16,9	39,2	33,8	0,0	4,6	5,5
Desdobramento da função qualidade (QFD)	12,4	16,8	38,9	0,9	20,3	10,7
Programas de qualidade (TQM, TQS, TQC)	21,6	42,4	24,0	1,6	8,0	2,4
Controle estatístico do processo (CEP)	37,4	24,4	22,1	4,6	6,9	4,6
Células de produção	27,1	16,1	17,8	1,7	18,6	18,7
Células administrativas	15,3	11,7	27,9	0,0	27,9	17,2
Análise de valor	25,0	8,3	33,3	5,0	21,7	6,7
CAE, CAD, CAM - Engenharia/Desenho/Manufatura assistidos por computador	47,6	8,7	20,6	0,8	9,5	12,8
Automação industrial	38,1	12,7	22,2	0,0	15,1	11,9
Outros	18,2	9,1	9,1	9,1	27,3	27,3
Total	25,2	17,5	27,1	2,8	16,9	10,5
<p>RP = Utiliza ou utilizou com resultados positivos; I = Em fase de implantação; NP = Não utiliza, mas tem planos de utilizar; RI = Utilizou com resultados insatisfatórios; NN = Não utiliza e não tem planos de utilizar; NA = Não se aplica à empresa.</p>						

Fonte: Price Waterhouse. Máquinas e Metais, dez/93, p. 6.

2.6.5 - O TPM E A QS-9000

Os fornecedores de produtos e serviços para a indústria automobilística, atendendo as exigências de seus clientes e, visando a manutenção desta condição, estão sendo compelidos ao atendimento dos requisitos da QS-9000.

Numa análise mais apurada dos requisitos desta norma, observa-se que a utilização da metodologia TPM, de uma forma mais ampla e conceitual, aponta para a necessidade de controles, registros e acompanhamentos do processo de fabricação, que coincidem com aqueles preconizados pela QS-9000, o que poderá ainda vir a ser muito útil na viabilização de outras exigências da norma.

Nos pilares de sustentação do TPM, propostos na metodologia, apresentados a seguir, verifica-se, por exemplo, que tópicos como manutenção planejada, melhorias, educação e treinamento, segurança e meio ambiente, gerenciamento e manutenção para a qualidade, são itens que compõem os preceitos enunciados pela QS-9000.

Conforme o elemento 4.9 - Controle do Processo - da QS 9000, há que se observar o item que trata da manutenção preventiva. "Os fornecedores devem identificar os equipamentos chave do processo e providenciar recursos adequados para manutenção do equipamento/máquina, e desenvolver um sistema planejado de manutenção preventiva total que seja eficaz". [50]

Desta forma, pode-se concluir que a aplicação do TPM só virá favorecer, beneficiar e garantir o cumprimento, com sucesso, as exigências do Sistema de Qualidade QS-9000, já que suas filosofias vem de encontro, uma à outra.

2.6.6 - METODOLOGIA DE IMPLEMENTAÇÃO DO TPM

2.6.6.1 - OS OITO PILARES DO TPM

No TPM, para a eliminação das 6 (seis) grandes perdas do equipamento, implementam-se as 8 (oito) atividades seguintes designadas como “8 pilares de sustentação do desenvolvimento do TPM”, proposto pelo JIPM. [51]

Na sua configuração inicial, o TPM contava com 5 (cinco) pilares ou atividades, estabelecidos como básicos para dar sustentação ao desenvolvimento da metodologia. Posteriormente foram incluídos mais 3 (três) atividades ou pilares, quais sejam: manutenção com vistas a melhoria da qualidade; gerenciamento; segurança, higiene e meio ambiente.

Ao todo, são eles:

- 1 - melhoria individual dos equipamentos para elevar a eficiência;
- 2 - elaboração de uma estrutura de manutenção autônoma do operador;
- 3 - elaboração de uma estrutura de manutenção planejada do departamento de manutenção;
- 4 - treinamento para a melhoria da habilidade do operador e do técnico de manutenção;
- 5 - elaboração de uma estrutura de controle inicial do equipamento;
- 6 - manutenção com vistas a melhoria da qualidade;
- 7 - gerenciamento;
- 8 - segurança, higiene e meio ambiente.

A figura 7 ilustra, esquematicamente, os oito pilares de sustentação da metodologia TPM.

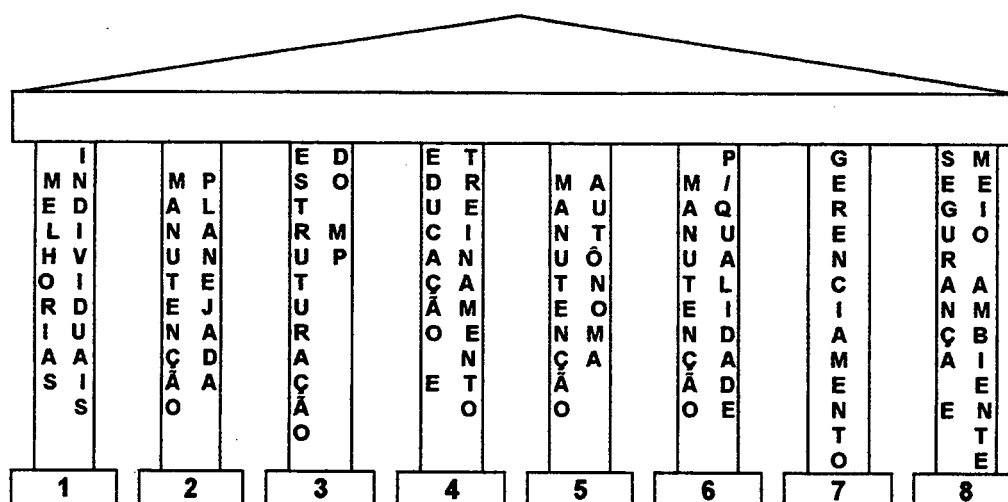


Figura 7 - Os oito pilares de sustentação da metodologia TPM. (Fonte: Suzuki, Tokutaro. *TPM in Process Industries*. Portland (OR - USA) Productivity Press, Inc., 1994, p. 12.)

2.6.6.2 - AS DOZE ETAPAS PARA IMPLANTAÇÃO DO TPM

Conforme Tavares, a estimativa média de implementação do TPM é de 3 a 6 meses para a fase preparatória, e de 2 a 3 anos para início do estágio de consolidação, considerando que seja feita segundo as doze etapas sugeridas pela metodologia do JIPM. [52]

O quadro 2 mostra as fases e suas respectivas etapas para a implementação da metodologia.

Quadro 2 - As 12 Etapas do Programa de Desenvolvimento do TPM.

FASES	ETAPAS	PONTOS PRINCIPAIS
Preparação para a Introdução.	1. Manifestação da alta direção sobre a decisão de introduzir o TPM	Essa Manifestação deve acontecer num encontro interno da empresa sobre TPM, e deve ser publicada num boletim interno da empresa.
	2. Campanha de divulgação e treinamento para introdução do TPM.	Executivos: Realizam estudos em grupo, conforme os cargos que ocupam. Funcionários em geral: passam por seções orientados por projeção de "slides" ou outros recursos.
	3. Estrutura para implantação do TPM.	Comissão ou grupos de estudo por especialidade. Secretaria.
	4. Estabelecimento de diretrizes básicas e metas para o TPM.	Benchmark e metas: previsão dos resultados.
	5. Elaboração do plano diretor para implantação do TPM.	Desde os preparativos para introdução até os detalhes da implantação.
Início da Introdução	6. Início do programa de TPM.	Convites: - Clientes; - Empresas Relacionadas; - Empresas Colaboradoras.
Implementação	7. Aperfeiçoamento individualizado nos equipamentos para melhorar rendimento operacional.	Seleção de um equipamento modelo: organização de uma equipe de projetos.
	8. Estruturação da manutenção por iniciativa própria.	Método de evolução passo a passo, diagnóstico e aprovação.
	9. Estruturação da manutenção programada pelo departamento de manutenção.	Manutenção periódica, manutenção preditiva, controle de construções, peças sobressalentes, ferramentas e desenhos.
	10. Treinamento para melhora do nível de capacitação da operação e da manutenção.	Treinamento concentrado dos líderes: treinamento das outras pessoas envolvidas.
	11. Estruturação do controle da fase inicial de operação dos equipamentos.	Projeto MP: controle de flutuação na fase inicial: LCC
Consolidação	12. Execução total do TPM e elevação do nível geral.	Recebimento do prêmio PM: busca de maior desafio através de objetivos cada vez mais ambiciosos.

1ª etapa - Manifestação da Alta Administração Sobre a Decisão de Introduzir o TPM.

A decisão da alta direção de adotar o TPM deverá ser divulgada para todos os funcionários, pois todos deverão se preparar psicologicamente para colaborar na consecução das expectativas e metas a serem atingidas com o programa em questão.

Em reunião de diretoria ou com as gerências a alta direção deverá declarar sua decisão pela introdução do TPM.

A organização de eventos, como seminários e encontros sobre TPM, direcionados para todos os executivos e o pessoal de chefia da empresa deve ser levada a efeito, e nestas oportunidades, se deve afirmar novamente a decisão de introduzir o TPM. A publicação desta declaração deve ser feita nos boletins internos da empresa.

É recomendável que o TPM seja desenvolvido a nível da empresa como um todo, contudo, quando se tratar de uma empresa de grande porte, e que possua muitas divisões em vários locais, deve-se selecionar algumas divisões ou localidades como modelos, e efetuar nestes a introdução piloto do TPM. A partir dos resultados obtidos nestas áreas-piloto pode-se passar a difundir o TPM por toda a empresa.

2ª etapa - Campanha de Divulgação e Treinamento para Introdução do TPM.

O TPM é um movimento para o aperfeiçoamento da empresa através do aprimoramento das pessoas e dos equipamentos. Assim, à medida que se faz treinamento para a introdução do TPM em todos os níveis hierárquicos, consegue-se maior compreensão sobre o assunto por todos, que além disso passarão a utilizar uma linguagem comum, aumentando sua vontade para enfrentar o desafio proposto pelo TPM.

Recomenda-se que a mídia a ser utilizada na campanha interna seja através de “posters” e “slogans”.

O simples fato de o executivo principal ter decidido colocar em prática o TPM não é suficiente que o programa se desenvolva por si só. Tal desenvolvimento será possível somente após a realização de treinamentos adequados.

Nesta etapa, não apenas o setor de produção, mas todos os demais setores, como pesquisa e desenvolvimento, projetos, área técnica de produção, vendas, compras, contabilidade, pessoal, administração e outros, deverão também receber treinamento introdutório, o qual nada mais é que um esclarecimento e conscientização sobre o TPM.

3ª etapa - Estrutura para Implantação do TPM.

O objetivo desta etapa é criar uma estrutura matricial para promover o TPM, que junte a estrutura horizontal formada por comissões e equipes de projetos com a estrutura formal, hierárquica e vertical. Além disso, deve-se gerenciar participativamente através de pequenos grupos multifuncionais.

Ao se desenvolver o programa de TPM a nível da empresa como um todo, deve-se constituir uma comissão de TPM de toda a empresa, que se preocupará em promover a implantação do programa de forma global.

Igualmente, será necessário estabelecer uma comissão de promoção do TPM em cada divisão ou filial.

Sugere-se criar uma secretaria administrativa de promoção do TPM e designar uma pessoa dedicada, que será responsável pelo programa.

Dependendo da necessidade, pode-se estabelecer, ainda, grupos de estudo ou equipes de projetos visando melhorias individualizadas nas áreas de divulgação, treinamento, manutenção espontânea, manutenção programada e controle dos equipamentos na fase inicial, entre outras.

Deve-se, também, criar e desenvolver, dentro da estrutura formal, pequenos grupos voltados para o TPM, que terão como líderes os responsáveis de primeira linha da empresa.

O sucesso ou insucesso do programa de TPM dependerá enormemente de quem for escolhido para presidente da comissão de implantação de TPM.

Os executivos deverão comparecer assiduamente às reuniões da comissão e liderá-las de forma positiva e efetiva.

4ª etapa - Estabelecimento de Diretrizes Básicas e Metas para o TPM.

O TPM deve ser parte integrante das diretrizes básicas da administração da empresa, bem como dos seus planos de médio e longo prazos. Além disso, as metas do TPM devem fazer parte das metas anuais da empresa e sua promoção deve ser feita de acordo com as diretrizes e metas da empresa.

É importante definir claramente a postura que se deseja para cada nível hierárquico, decorridos 3 a 5 anos após a introdução do TPM. Deve-se também estabelecer metas para a incorporação dos conceitos e das principais sugestões para execução, obtendo o consenso de toda a empresa sobre estas questões.

Deve-se fazer uma previsão do tempo necessário para alcançar um nível que permita à empresa concorrer ao prêmio PM (Prevenção da Manutenção), assim como definir os objetivos a serem alcançados nessa época (tais como metas relativas à redução de quebras, aumento do rendimento geral dos equipamentos, etc.)

Para isso, é necessário efetuar um levantamento criterioso de cada item da meta, dos índices atualmente verificados, e monitorá-los.

Recomenda-se fazer comparações entre a situação atual e o objetivo visado, ou seja, quando se atingir o nível de concorrer ao prêmio PM, fazendo uma previsão dos resultados e alocando recursos adequados para tal execução.

Ao se introduzir o TPM deve-se buscar, sem dúvida, a conquista do prêmio PM. Entretanto, o prêmio no mínimo deve ser um meio para melhorar os

resultados, mas não um fim, pois o que realmente importa é a realização de melhorias.

Como meta para o TPM alcançar um nível que permita o recebimento do prêmio PM, devem-se propor metas ambiciosas, como a redução do índice de defeitos de 10 para 1, ou a elevação da produtividade em 50 %. Além disso, é importante a criação de um "slogan" que eleve o moral de todos os funcionários e seja facilmente compreendido. Inclusive por pessoas de fora da empresa.

5ª etapa - Elaboração do Plano Diretor para Implantação do TPM.

Elaborar um plano de metas (Plano Diretor) que englobe desde os preparativos para a introdução do TPM, até a etapa de avaliação para o prêmio PM. Durante o desenvolvimento do Plano Diretor deve-se medir sua promoção tendo em mente o propósito de alcançar o nível esperado de avaliação, em base anual.

Inicialmente deve-se elaborar um cronograma contendo as 12 etapas previstas no programa de desenvolvimento do TPM, especialmente o proposto nos pilares básicos do TPM, e indicando claramente o que deve ser feito e até quando. O cronograma, estabelecido a nível da empresa como um todo ou de suas divisões ou filiais, é denominado Plano Diretor.

Baseando-se nesse Plano Diretor, cada departamento, seção ou unidade deverá elaborar o seu próprio cronograma.

Anualmente efetua-se a comparação entre o previsto e o real, fazendo-se uma avaliação do progresso conseguido e introduzindo correções de acordo com a necessidade.

Como o TPM visa o aprimoramento das pessoas e dos equipamentos, se não houver tempo suficiente não se alcançará a melhora desejada. A elaboração do Plano Diretor deve considerar um espaço de tempo suficiente para que surjam resultados.

Para o desenvolvimento de cada um dos pilares básicos deve-se elaborar um manual que possibilite a qualquer pessoa a compreensão do desenvolvimento do programa de TPM.

A comissão deve reunir-se mensalmente para verificar o progresso e avaliar a evolução do programa.

6ª etapa - Início do Programa de TPM.

Encerrada a fase preparatória, terá início a implantação do programa. Trata-se, nesta etapa, de fazer frente ao desafio de “zerar” as seis grandes perdas dos equipamentos, procurando que cada funcionário da empresa compreenda as diretrizes da Diretoria, conseguindo assim elevar a motivação moral de todos para participar, desafiando as condições limites atuais, e atingir as metas visadas.

É preciso programar uma cerimônia para lançar o desafio de eliminar as seis grandes perdas, com garra e disposição, e conseguir o apoio de todos os funcionários às diretrizes emanadas da Diretoria.

A cerimônia deve ser um encontro de todos os funcionários, no qual:

- é reafirmada a decisão da Diretoria de implantar o TPM;
- o procedimento de promoção do TPM é explicado, bem como as diretrizes básicas do programa, suas metas, o Plano Diretor e outros aspectos;
- é feita, por um representante dos funcionários, uma declaração solene de aceitação do desafio de conquistar o prêmio PM;
- são recebidas manifestações de incentivo por parte de visitantes presentes ao evento;

Para esse encontro deverão ser convidados os clientes, empresas fornecedoras e empresas coligadas.

Até a data de início do programa propriamente dito, o treinamento visando à introdução ao TPM, para todos os funcionários da empresa, já deverá estar concluído.

7ª etapa - Melhoria Individualizada nos Equipamentos para Maior Rendimento Operacional.

Selecionando-se um equipamento piloto e formando-se uma equipe de projeto, composta por pessoal da engenharia de processo e da manutenção, supervisores de linha de produção e operários, é possível efetuar as melhorias individualizadas destinadas a elevar o rendimento dos equipamentos e comprovar os efeitos positivos do TPM.

Como equipamento piloto, deve ser escolhido aquele que seja um gargalo de produção, ou onde estejam ocorrendo perdas crônicas nos últimos 3 meses, pois assim, após a introdução das melhorias pretendidas, será possível obter resultados altamente positivos.

Dentre os temas para melhoria, deve-se escolher qual das 6 grandes perdas (quebras, "setup" e ajustes, perdas devidas ao ferramental, operação em vazio e paradas momentâneas, redução da velocidade, defeitos no processo e início de produção, e queda no rendimento), é aquela que melhor atende à necessidade de redução de perdas.

Ao demonstrar melhorias individualizadas através de equipes de projeto com temas específicos, é possível demonstrar as reais habilidades do pessoal de engenharia de processo e de manutenção. Ao disseminar a melhoria individualizada lateralmente, cada líder de grupo poderá realizar as melhorias nos equipamentos do seu próprio local de trabalho, através de pequenos grupos.

Para as melhorias individuais é necessário utilizar todos os métodos relevantes, tais como a engenharia industrial, o controle de qualidade, engenharia de confiabilidade, ou outros. Para eliminar perdas crônicas em um equipamento pode-se utilizar uma das metodologias da engenharia de confiabilidade mais eficazes, que é o método de análise de PM - Prevenção da Manutenção.

Cada setor ou seção deve selecionar um único equipamento piloto, pois não se deve atuar sobre muitos ao mesmo tempo.

É sempre recomendável que se inclua, como membro da equipe, alguma pessoa que domine o método de análise de PM.

8ª etapa - Estruturação para a Manutenção Espontânea.

O objetivo desta etapa é fazer com que a atitude segundo a qual, cada pessoa se encarrega de cuidar efetivamente de seus próprios equipamentos, seja definida para todos os trabalhadores da empresa. Ou seja, a habilidade de executar uma manutenção espontânea deve ser adotada por cada operador.

Para o desenvolvimento da manutenção espontânea deve-se proporcionar treinamento a cada passo, executar as manutenções, e as chefias devem avaliar os resultados que, um vez aprovado, permitirá prosseguir para o passo subsequente.

Na primeira etapa (limpeza inicial) deve-se, juntamente com a limpeza, identificar pontos onde haja defeitos e efetuar o reparo dos mesmos, ou seja, aprender que fazer a limpeza é efetuar a inspeção.

Na segunda etapa (medidas contra fontes geradoras de problemas e locais de difícil acesso), deve-se inicialmente providenciar ações contra fontes geradoras de problemas e proceder à melhoria do acesso a pontos normalmente difíceis. Com isso será possível reduzir o tempo gasto para efetuar a limpeza e a lubrificação.

Na terceira etapa (elaboração de normas para limpeza e lubrificação) as normas que serão seguidas devem ser elaboradas pelo próprio usuário.

Na quarta etapa (inspeção geral) faz-se o treinamento nas técnicas específicas de inspeção (por exemplo, o ajustes de parafusos e porcas). Executando-se a inspeção geral pequenos defeitos nos equipamentos são detectados, procedendo-se em seguida ao efetivo reparo, até que os equipamentos atinjam o estado que deveriam ter.

Na quinta etapa (inspeção espontânea) efetua-se a inspeção espontânea com a finalidade de manter as condições de performance originalmente concebidas para o equipamento.

Na sexta etapa (arrumação e limpeza) definem-se as ações necessárias ao controle das estações de trabalho e sua manutenção.

Na sétima etapa (efetivação do autocontrole) as habilidades adquiridas nas etapas 1 a 6 serão utilizadas para dar continuidade à manutenção espontânea e às atividades de melhoria dos equipamentos.

As etapas 1 a 4 referem-se à parte fundamental do aprimoramento das pessoas e dos equipamentos. Ao realizá-las com paciência e perseverança certamente serão alcançados os resultados esperados.

Deve-se evitar pintar corredores e equipamentos sem que antes sejam eliminadas as sujeiras, ferrugens, lixo, vazamentos de óleo e outros.

9ª etapa - Estruturação da Manutenção Programada pelo Departamento de Manutenção.

Nesta etapa a produção e a manutenção buscam complementar-se, com a adoção da manutenção autônoma ou voluntária pela produção, enquanto a área de manutenção se encarrega da condução do planejamento da manutenção.

O departamento de manutenção se desloca para uma nova modalidade de trabalho que é o da incorporação de melhorias.

O planejamento da manutenção é a prática tradicional recomendada para a preservação de máquinas, equipamentos e instrumentos, através da preparação dos calendários de trabalho e a definição das normas e padrões para a sua condução, não se tratando, portanto, de algo inédito.

10ª etapa - Treinamento para Melhoria do Nível de Capacitação da Operação e da Manutenção.

Desenvolver novas habilidades e conhecimentos, tanto para o pessoal de produção quanto para o de manutenção, é o que preconiza esta etapa.

Não se trata do mesmo programa estabelecido na fase inicial, a segunda etapa, que se baseia na conscientização, mas sim, busca a obtenção dos

conhecimentos suplementares e habilidades necessárias, através de aulas teóricas e práticas, desenvolvidas nos centros de treinamento das empresas, constituindo-se como parte integrante do programa de formação profissional, visando à boa performance no trabalho.

Portanto, nesta etapa, a empresa deve encarar este programa de educação e treinamento como um investimento, no qual não se deve economizar, visto que apresenta um retorno garantido.

11ª etapa - Estruturação do Controle da Fase Inicial de Operação dos Equipamentos.

Esta é uma etapa designada aos órgãos de engenharia da empresa, tanto no que se refere aos processos, como no que se refere à determinação ou construção de máquinas, buscando o máximo rendimento operacional global.

É nesta fase, que os levantamentos das inconveniências, imperfeições e a incorporação de melhorias são efetivadas, mesmo nas máquinas novas, onde os conhecimentos adquiridos possibilitam o desenvolvimento de projetos onde estejam presentes os conceitos de PM - Prevenção da Manutenção, destinada a conquista de resultados de máquinas com Quebra Zero/Falha Zero.

A aquisição de uma nova máquina deve levar em conta também estes conceitos de PM, além dos fatores econômicos e financeiros, variáveis que, em função dos equipamentos atualmente disponíveis no mercado, nem sempre são atendidas satisfatoriamente.

12ª etapa - Execução Total do TPM e Elevação do Nível Geral.

Esta é a etapa da consolidação do TPM onde se dá o incremento do nível geral da sua performance. Com a conquista desse marco a empresa estaria habilitada a inscrever-se ao Prêmio PM de Excelência em Manutenção, concedido pelo JIPM.

2.7 - CONSIDERAÇÕES

Conforme foi visto neste capítulo, existem diversas formas de manutenção industrial. Estas formas, de modo geral, são convencionais e excluem a participação dos operadores da produção nos serviços de manutenção.

A exceção fica por conta do TPM, nova forma de gestão, onde a participação dos operadores da produção é fundamental na manutenção de suas máquinas.

Também observa-se que os autores têm exposto suas opiniões a respeito do tema, abordando as diversas possibilidades e vantagens da utilização do TPM, sem, no entanto, sugerir uma alternativa diferente da originalmente proposta pelo JIPM - Japan Institute of Plant Maintenance, autoridade maior no assunto, do Japão.

Robinson e Ginder [53] sugerem que, para a cultura norte americana, se faça uma reengenharia do TPM, apesar de diversas companhias terem obtido sucesso com o modelo do JIPM, enquanto que outras, mesmo sofrendo prejuízos, têm resistido, por sua rejeição automática a qualquer coisa japonesa.

Conforme destacado no item 2.6.4, observou-se a importância e a relação do TPM com a qualidade e produtividade das empresas. Também não se pode ignorar a contribuição que o TPM oferece à qualidade total - TQC, contudo, é preciso ter cuidado ao se pretender comparar TQC com o TPM, a exemplo de Mirshawka [54], que coloca lado a lado a filosofia TQC e a ferramenta TPM, que suporta esta filosofia.

Na Empresa "X", objeto da pesquisa, a gestão da manutenção tem sido realizada de forma convencional. Como a empresa vem concentrando seus esforços na obtenção de melhorias de qualidade e produtividade, bem como sua certificação, até dezembro de 1997, no QS-9000, a metodologia do TPM se apresenta como um instrumento oportuno, que pode auxiliar a empresa a atingir seus objetivos.

CAPÍTULO 3 - PROPOSTA DE METODOLOGIA ADAPTADA

Desde o final da década de 80, início de 90, a indústria de fundição de autopeças vem passando por grandes mudanças decorrentes do mercado globalizado.

Já na década de 80, a General Motors Corporation - GMC, empresa do ramo automobilístico, nos Estados Unidos, propôs um programa de parceria com seus fornecedores, a nível mundial. As condições de parceria estabelecidas pela GMC partem do princípio de que seus fornecedores, para serem credenciados, devem fornecer produtos com qualidade assegurada.

Outra premissa considera que os fornecedores devem ter capacidade de produção suficiente, ou seja, dentro da filosofia "Just-In-Time". Seus processos de fornecimento devem atender integralmente as necessidades da GMC.

E, finalmente, que os parceiros pratiquem preços competitivos, a nível mundial, com metas de redução de custos preestabelecidos, por conta de garantia de continuidade de fornecimento para a GMC, e conseqüente possibilidade de otimizar seus fatores de produção, buscando assim uma melhor produtividade.

A partir das políticas de suprimentos da GMC, outras montadoras do setor automobilístico vieram a adotar o modelo, obrigando desta forma, as indústrias fornecedoras, e dentre estas também as de fundição, a melhorarem sua produtividade e reduzirem sistematicamente seus preços.

Esta estratégia de competitividade, utilizada pelas indústrias do setor automobilístico, juntamente com a ISO 9000, passou a compor a base para o desenvolvimento do Sistema de Qualidade QS-9000, que, como vimos, prega a adequação de seus fornecedores às suas necessidades, através de normas, que cumpridas, garantirão a estes fornecedores a continuidade nas relações comerciais com o setor.

Desta forma, para que as empresas de fundição também se tornassem mais competitivas foi necessário investir maciçamente em tecnologia no parque

fabril, reduzir mão-de-obra e obter maior produtividade e qualidade, através de uma nova forma de gestão.

No caso da Manutenção Industrial na Empresa "X", propõe-se a metodologia TPM adaptada ao estilo de gestão da empresa.

3.1 - FASES DE IMPLANTAÇÃO DA METODOLOGIA

Diante do exposto, e das considerações do capítulo 2, apresenta-se a seguir a proposta de metodologia adaptada.

Na metodologia ora proposta foram mantidas as quatro fases do TPM, conforme mostrado na figura 8, sugeridas por Nakajima, Suzuki e outros, do JIPM.

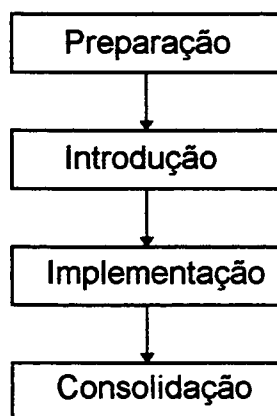


Figura 8 - Fases da Implantação da Metodologia do TPM.

Estas fases estão divididas em 12 etapas, conforme já exposto no capítulo 2.

Levando-se em conta que a Empresa "X", já dispõe de um programa de Qualidade Total - TQC, mas que não contempla a manutenção industrial, em especial o TPM, a idéia deste trabalho foi bem aceita, desde que fosse utilizada uma metodologia adaptada, que contemplasse os conceitos e ferramentas de gerenciamento da qualidade e produtividade, em prática na empresa.

A metodologia, adaptada e utilizada nesta pesquisa, contempla parcialmente as três primeiras fases (Preparação, Introdução e Implementação),

bem como as “sete etapas para implementação da manutenção”, propostas por Nakajima, Suzuki, Robinson e Ginder ou ainda Shirose.

Estas etapas da metodologia adaptada estão descritas a seguir.

1) Divulgação da metodologia TPM.

Nesta etapa, a gerência é convidada para apreciar palestra sobre o que é o TPM, bem como para buscar seu incentivo e apoio à implementação na fábrica.

Para esta divulgação foi elaborado material de apoio.

2) Escolha do equipamento piloto.

É efetuada a escolha do equipamento piloto, pela utilização adaptada de uma das técnicas que fazem parte da Metodologia de Análise de Problema e Tomada de Decisão, desenvolvidas por Kepner Tregoe.

A técnica aplicada é a da APP - Análise de Problema Potencial, cujo propósito "é capacitar o administrador a, sistematicamente; a) antecipar eventuais ameaças que o futuro possa lhe trazer e b) prevenir ou minimizar tais ameaças, conforme o caso".

E a seguir menciona: "Através da avaliação da probabilidade e gravidade de cada problema potencial, poderemos medir a ameaça existente e identificar onde investir nossa atenção". [55]

Para identificar as ameaças maiores, a técnica adota a fórmula $R = P \times G$, onde: R = Risco; P = Probabilidade e G = Gravidade, sendo que estas duas últimas variáveis utilizam uma escala de valores decimal que se constituem nas condições significativas de ameaça. A escala varia de peso 1, menos significativo, até peso 10, mais significativo.

3) Elaboração do Plano de Ação Gerencial (PAG).

É elaborado um plano de trabalho que procura sintetizar as atividades a serem desenvolvidas na área determinada, visando atingir os objetivos propostos pelo TPM.

A elaboração deste plano de trabalho baseia-se no sistema Allen de gerência, que pode ser visto no anexo "A".

O plano de ação gerencial - PAG, é oriundo deste sistema. Sua principal vantagem é que "quando o administrador planeja, está antecipando as oportunidades, os problemas e os obstáculos que poderão surgir no futuro" [56], razão pela qual foi indicado para uso nesta etapa, bem como, pelo fato de ser largamente adotado nas atividades internas da Empresa "X".

No anexo "A", temos os modelos original, e o adaptado à necessidades do TPM.

Sua elaboração consiste, basicamente, na definição dos objetivos, dos conceitos e padrões, nas etapas, no valor, custo e contribuição efetiva.

No modelo adaptado, foram desconsiderados os três últimos itens, e incluídos os indicadores de desempenho à parte.

4) Apresentação do Plano de Ação Gerencial (PAG).

É realizada uma palestra para operadores de produção, mecânicos, eletricitas e pessoal de apoio, conceituando o TPM, apresentando o plano e solicitando suas adesões à implementação.

5) Descrição das atividades de manutenção do equipamento piloto.

Nesta etapa, mecânicos, eletricitas e operadores:

- 5.1) Efetuam o levantamento de todas as atividades de conservação e manutenção que devem ser realizadas para o bom funcionamento do equipamento, valendo-se, parcialmente, da metodologia utilizada pela diretriz VDI n.º 2890, apresentada no anexo "B";
- 5.2) Selecionam as atividades que serão executadas pelos próprios operadores, após treinados pelos mecânicos daquela área.

6) Definição de padrões.

Nesta etapa são definidos os indicadores de desempenho para os equipamentos piloto.

Nakajima propõe esta etapa como "terceiro passo - elaboração dos padrões de limpeza e de lubrificação". [57]

Na metodologia adaptada, a limpeza é considerada procedimento de rotina diária, e a lubrificação é uma atividade planejada. Ambas estão descritas no anexo "D".

No que tange aos indicadores de desempenho, conforme visto no capítulo 2, item 2.6.3, Nakajima sugere a elaboração de índices do tempo operacional, tempo de parada e tempo de carga.

Na metodologia adaptada utilizar-se-á os indicadores já disponíveis na empresa "X", entre estes, os indicadores de parada de máquina.

A identificação, análise, aprovação e implementação dos indicadores realizar-se-á em conjunto com os operadores, mecânicos, eletricitas e suas chefias.

7) Treinamento teórico e prático.

7.1) Ordem, Limpeza, Arrumação, Asseio e Educação/Adesão

É aplicada a "regra dos 5 S", e podem ser traduzidos do idioma japonês como segue:

- Seiton - Ordem;
- Seiso - Limpeza;
- Seiri - Arrumação/Organização (eliminar o que é inútil)
- Seiketsu = Asseio;
- Shitsuke = Educação/Adesão.

Os operadores são treinados no piso de fábrica a efetuar a ordem, limpeza, arrumação, asseio e educação/adesão obedecendo aos dados no manual de detecção dos sete itens de inconveniências, mencionado no item 7.2 a seguir, colocando no equipamento etiquetas que identifiquem onde efetuar a respectiva correção, e providenciando para que isso ocorra. A figura 9 apresenta um modelo da etiqueta usada pelos operadores.

Conforme Suzuki, este "passo um, consiste da identificação dos locais de defeito e deficiências e da eliminação deles. Para maior facilidade, verifique-os, usando o caminho dos 5 S's". [58]

Figura 9 - Modelo de Etiqueta utilizada pelos Operadores.

7.2) Manual de Detecção dos Sete Itens de Inconveniência

Nesta oportunidade os operadores recebem a orientação e treinamento necessários obedecendo o exposto no “Manual de Detecção dos Sete Itens de Inconveniência”, apresentado no quadro 3. Os operadores são treinados a identificar quais são as inconveniências que se observam no equipamento piloto;

7.3) Elementos de fixação (parafusos, porcas e arruelas)

Os operadores são treinados a conhecer as técnicas de uso e manuseio de parafusos sob forma teórica, segundo “lição de 1 ponto”, e a seguir, na prática, fazem o reaperto e a reposição de parafusos faltantes no equipamento piloto.

7.4) Lubrificação

Os operadores recebem lições sobre conceitos/tipos de lubrificação, e a seguir, lubrificam o equipamento, de acordo com as recomendações do fabricante.

7.5) Pequenas atividades de manutenção

Nesta etapa, os operadores aprendem a fazer pequenas atividades de manutenção como: trocar mangueiras, regular correias, trocar lâmpadas piloto, etc.

Quadro 3 - Manual de Detecção dos Sete Itens de Inconveniência.

MANUAL DE DETECÇÃO DOS SETE ITENS DE INCONVENIÊNCIA

7 Itens	Inconveniência	Detalhes sobre a Inconveniência
(1) Falhas ínfimas	Sujeira Estrago Trepidação Folga Anormalidade Aderência	poeira, lixo, pó, óleo, ferrugem, tinta rachadura, amassado, deformação, falta trepidação, falta, inclinação, excentricidade, desgaste, deformação, corrosão correia, corrente ruído anormal, aquecimento, vibração, odor anormal, alteração da cor, pressão, corrente elétrica entupimento, fixação, acúmulo, deslocamento, problema no movimento
(2) Condições básicas	Lubrificação Reabastecimento Medidor - nível de óleo Reaperto	falta óleo, óleo sujo, desconhecimento do tipo de óleo, óleo inadequado, vazamento sujeira do bocal de reabastecimento, sujeira, danos, deformação, falha no armazenamento sujeira, danos, vazamento, falha na indicação do nível parafusos e porcas, folga queda, má colocação comprimento excessivo, desgaste, corrosão, arruela inadequada, porca dupla invertida
(3) Local de difícil acesso	Limpeza Inspeção Lubrificação Reaperto Operação Regulagem	estrutura da máquina, capas protetoras, posicionamento, espaço capas protetoras, estrutura, posicionamento, posição dos aparelhos de medição, sentido, indicações adequadas posição do bocal de reabastecimento, estrutura, altura, base, orifício de saída de óleo descartado, espaço capas protetoras, estrutura, posicionamento, tamanho, base, espaço posicionamento da máquina, válvulas, interruptores, posição do manipulador mau posicionamento do manômetro, termômetro, medidor do volume de fluxo, medidor de líquido, vacuômetro, etc.
(4) Fonte de origem da sujeira	Produto Matéria-prima Óleo Gás Líquido Resíduos Outros	vazamento, queda, estiramento, espalhamento, transbordamento vazamento, queda, estiramento, espalhamento, transbordamento vazamento, queda, transbordamento óleos lubrificante, combustível e hidráulico vazamento, espalhamento de ar, gás, vapor e gases de exaustão vazamento, queda, estiramento de água, água quente, produto inacabado, água de refrigeração, água descartada rebarba, resíduos de corte, material de embalagem, produtos defeituosos poeira trazida pelas pessoas, empilhadeiras ou que entraram pelas áreas dos
(5) Fonte de origem dos defeitos de qualidade	Materiais estranhos Impacto Água Partículas Densidade Viscosidade	mistura ou infiltração de ferrugem, limalha, resíduos metálicos, insetos, etc. queda, impacto, vibração falta, excesso, infiltração, falha na eliminação anormalidade na tela nos equipamentos de classificação centrífuga, equipamento de classificação do ar, etc. problema no aquecimento, preparação, evaporação, mistura, etc. problema no aquecimento, componentes, evaporação, mistura, etc.
(6) Objetos desnecessários e não urgentes	Tipos de máquinas Tipos de tubos Aparelhos de medição Instrumentos elétricos Ferramentas e gabaritos Peças sobressalentes Tratamento provisório	bombas, ventiladores, compressores, torres e barris, etc. tubulação, mangueira, duo, amortecedores, válvulas, etc. termômetro, manômetro, vacuômetro, amperímetro, etc. fiação, tubulação, fios, interruptores, tomadas, painel, etc. ferramentas, instrum. de corte, gabarito, modelador, moide de metal, haste, etc. peças sobressalentes do equipamento, objeto de reserva, armazenamento por longo período, material auxiliar, etc. fitas, cordas, arames, fita crepe, ripa, etc.
(7) Local inseguro	Chão Escada Iluminação Objeto rotativo Guindastes Outros	superfície irregular, degrau, saliência, rachadura, descolamento, desgaste inclinação brusca, irregularidade do degrau, descolamento do anti-derrapante, corrosão, corrimão falha na iluminação, mau posicionamento, sujeira e danos na capa tampa, proteção inadequada contra explosão capa quebrada, solta ou caída, bem como dispositivo de segurança de emergência cabos, ganchos e freios de guindaste e roldanas objetos específicos, solventes, gases tóxicos, material de isolamento térmico, indicação do perigo, utensílios de segurança, etc.

Fonte: Apostila do II Curso de Formação de Instrutores de TPM - Grau I. São Paulo: JIPM & IMC. Fev/94,
Apêndice fl. 1.

8) Consolidação da manutenção autônoma;

Uma vez aprendidas e treinadas todas as lições, o operador passa a atuar autonomamente, assumindo a responsabilidade por todas as atividades propostas na etapa 5.

Poderá ser treinado, também, em novas atividades, desde que demonstre interesse e habilidades para este fim.

9) Avaliação e Melhorias.

Nesta etapa, operadores juntamente com mecânicos, eletricitas, pessoal de apoio e chefias, avaliam os resultados e propõem melhorias, a medida que se conhece cada vez mais o equipamento.

3.2 - CONSIDERAÇÕES

Conforme pode ser observado no quadro 4 a seguir, comparativo das metodologias TPM do JIPM - Atual com a Proposta Adaptada, as respectivas etapas de um modelo e outro se diferenciam nas quatro fases.

Essa diferenciação das etapas é decorrente das alterações propostas, as quais foram introduzidas em dois momentos distintos.

No momento inicial, durante a primeira etapa, na fase de preparação, quando, ao invés da alta administração manifestar a decisão de introduzir o TPM na Empresa "X", fez-se sua divulgação inicial para a média gerência. Isto porque a empresa já possui programa de qualidade e produtividade, no qual o TPM pôde ser inserido.

O segundo momento de adaptações foi durante as reuniões que ocorreram para definição do equipamento piloto, na 2ª etapa, e durante a elaboração do Plano de Ação Gerencial - PAG, 3ª etapa. Por ocasião das discussões, juntamente com os líderes da Manutenção, Produção e Recursos Humanos, foram delineadas as etapas posteriores da metodologia, de tal forma que a experiência pudesse ser realizada dentro do programa de qualidade e produtividade da empresa.

Quadro 4 - Metodologia TPM - Comparativo entre o original JIPM e a proposta adaptada.

METODOLOGIA TPM - COMPARATIVO				
Fase	Etapa	JIPM - ATUAL	Etapa	PROPOSTA ADAPTADA
Preparação	1	Manifestação da alta direção sobre a decisão de introduzir o TPM.	1	Divulgação da metodologia adaptada.
	2	Campanha de divulgação e treinamento para introdução do TPM.	2	Escolha do equipamento piloto.
	3	Estrutura para implantação do TPM.	3	Elaboração do PAG - Plano de Ação Gerencial - Metodologia Allen.
	4	Estabelecimento de diretrizes básicas e metas para o TPM.		
	5	Elaboração do plano diretor para implantação do TPM.		
Introdução	6	Início do programa de TPM.	4	Apresentação do PAG - Plano de Ação Gerencial.
Implementação	7	Aperfeiçoamento individualizado nos equipamentos para melhorar rendimento operacional.	5	Descrição das atividades de manutenção do equipamento piloto: a) Levantamento conforme VDI nº 2890; b) Seleção das atividades conforme Kepner Tregoe.
	8	Estruturação da manutenção por iniciativa própria.	6	Definição de padrões.
	9	Estruturação da manutenção programada pelo departamento de manutenção.	7	Treinamento teórico e prático: a) Ordem, Limpeza, Arrumação, Asseio e Educação/Adesão (regra de 5 "S"); b) Manual de detecção dos sete itens de inconveniência; c) Elementos de fixação; d) Lubrificação; e) Pequenas atividades de manutenção. Nota: Uso de TWI para treinamento.
	10	Treinamento para melhora do nível de capacitação da operação e da manutenção.		
	11	Estruturação do controle da fase inicial de operação dos equipamentos.		
Consolidação	12	Execução total do TPM e elevação do nível geral.	8	Consolidação da manutenção autônoma.
			9	Avaliação e Melhorias.

CAPÍTULO 4 - APLICAÇÃO DA METODOLOGIA ADAPTADA

Conforme visto no capítulo 2, o método TPM de gerenciamento da manutenção foi proposto pelo instituto tecnológico especializado no estudo da manutenção, o JIPM - Japan Institute of Plant Maintenance - e, desde então, além do próprio JIPM, estudiosos do assunto como Nakajima, Suzuki, Robinson e Ginder, entre outros, passaram a discutir, analisar e desenvolver esta matéria, buscando o seu aperfeiçoamento. Contudo, desde o seu nascimento, o TPM mantém uma estrutura básica no que se refere aos seus objetivos, bem como a forma com que deve ser conduzida a sua implantação na empresa, observando-se uma quase total unanimidade por parte dos especialistas, que se limitam a comentar ou esclarecer a metodologia.

Conforme o quadro 2, em todos os autores se encontram as fases de preparação, introdução, implementação e consolidação, bem como as doze etapas para a implantação do TPM.

No caso da implantação da metodologia do TPM na Empresa "X", a proposta, foi a de aplicar o modelo utilizando-se das técnicas já conhecidas na organização, visando acelerar o processo de implantação.

A seguir, são descritas mais detalhadamente as etapas realizadas durante a aplicação do plano de trabalho na Empresa "X".

4.1 - APRESENTAÇÃO DA METODOLOGIA TPM ADAPTADA

Apresentação da metodologia do TPM aos membros da alta e média administração, além de supervisores, da Empresa "X", onde foram abordados os seguintes tópicos:

- exposição conceitual do método de gerenciamento TPM;
- apresentação dos objetivos a serem alcançados;
- apresentação de casos e experiências realizadas por outras empresas;

- solicitação do apoio formal dos gerentes à implantação do TPM.

O resultado da apresentação, para um total de treze pessoas, repercutiu de forma positiva, tendo-se obtido o comprometimento dos gerentes para o prosseguimento do projeto.

4.2 - ESCOLHA DO EQUIPAMENTO PILOTO

A escolha do equipamento piloto fundamentou-se na análise dos resultados de desempenho e grau de disponibilidade dos equipamentos, que nos últimos seis meses constituíam-se em pontos de estrangulamento do processo produtivo. Esta decisão foi resultado de uma análise conjunta de uma equipe composta de pessoas das áreas de produção, manutenção e planejamento.

Para se chegar à escolha do equipamento piloto, utilizou-se o método de avaliação proposto por Kepner Tregoe, já mencionado no capítulo 3, que consiste na atribuição de pontos para os equipamentos segundo dois aspectos a saber:

1) Probabilidade - que significa a possibilidade de uma consequência adversa ocorrer, ou seja, uma falha por manutenção que resulte em perda da disponibilidade ou que prejudique o desempenho do mesmo;

2) Gravidade - que representa o grau de impacto dessa consequência adversa, caso ela aconteça, ou seja, o prejuízo que a falta de disponibilidade do equipamento causa ao processo produtivo.

Os pesos atribuídos à Probabilidade e à Gravidade situam-se numa escala de 10 a 1, conforme tabela 1, a seguir.

Tabela 1 - Escala de valores para a matriz de decisão, para escolha do equipamento piloto.

PROBABILIDADE E GRAVIDADE	PESO
Muito pequena	1 ou 2
Pequena	3 ou 4
Média	5 ou 6
Grande	7 ou 8
Muito Grande	9 ou 10

3) Risco - que determina a dimensão da ameaça de uma consequência adversa, ou seja, a falha do equipamento pode ser de aceitável a desastrosa. O risco é determinado pelo produto dos pesos atribuídos à Probabilidade e Gravidade, conforme a seguinte fórmula:

$$R = P \times G$$

onde:

R = Risco

P = Probabilidade

G = Gravidade

O resultado do processo de decisão do grupo de avaliação que definiu o equipamento piloto, objeto do estudo, pode ser verificado na quadro 5.

Quadro 5 - Matriz de Decisão para Escolha do Equipamento Piloto.

Item	EQUIPAMENTO	P	G	R
1	Cabine de Jato de Granalha NORTORF	8	7	56
2	Centro de Usinagem HELLER	5	9	45
3	Câmara de Jato da Máquina de Limpeza EG-1042	7	6	42
4	Rosqueadeira Múltipla 3 vias POLLARD	6	6	36
5	Furadeira Múltipla Vertical VAUGHAN	6	6	36
6	Cunha Hidráulica de Quebra de Canais	5	5	25
Legenda : P = Probabilidade G = Gravidade R = Risco				

Assim, o equipamento de maior risco, com 56 pontos, escolhido, foi a Cabine de Jato de Granalha NORTORF como equipamento piloto.

No anexo "C" apresenta-se o processo de limpeza por jato dirigido de granalha no fluxo de produção da Empresa "X", o conjunto destas oito máquinas,

compondo o arranjo físico da área, bem como, a vista frontal de uma máquina de jato dirigido de granalha, mostrando, esquematicamente, um produto em fase de limpeza.

4.3 - ELABORAÇÃO DO PLANO DE AÇÃO GERENCIAL - PAG

O Plano de Ação Gerencial - PAG - foi elaborado com base na metodologia proposta por Allen, conforme visto no capítulo 3.

Para desenvolver a versão preliminar, buscou-se a participação e engajamento dos líderes de manutenção e produção, que forneceram os subsídios necessários, e definiram o título, os objetivos do plano, os conceitos e padrões de máquinas, instalações e a nominata das pessoas a serem comprometidas no TPM, bem como as respectivas etapas de realização e indicadores de avaliação dos resultados.

4.4 - APRESENTAÇÃO DO PLANO DE AÇÃO GERENCIAL - PAG

As pessoas constantes da nominata do PAG foram convidadas para uma reunião, através de suas chefias, na qual foi lhes apresentada a versão preliminar do Plano de Ação Gerencial - PAG, para discussão conjunta, onde foram recebidas as sugestões, e efetuadas correções e emendas ao plano de trabalho, buscando assim a participação e o engajamento das pessoas nas metas a serem alcançadas.

Para maior sucesso do projeto, durante a elaboração e apresentação do PAG, teve-se o cuidado de utilizarem-se "as diretrizes para participação e engajamento", de Peter Senge. Elas podem ser sintetizadas da seguinte forma:

" - *Seja participante você também.* Não faz sentido tentar incentivar os outros a participarem de uma idéia se você mesmo não participa. Isso seria 'vender' a idéia, não participar, e só serviria para gerar uma anuência ou obediência superficial, com o agravante de semear futuros ressentimentos.

- *Seja sincero.* Não exagere nos benefícios e não esconda os problemas embaixo do tapete. Descreva o objetivo da maneira mais simples e honesta que puder.
- *Deixe o outro escolher.* Você não precisa convencer ninguém dos benefícios de um objetivo. Na verdade, seus esforços para 'persuadir' alguém serão vistos como uma forma de manipulação e só servirão para impedir a participação. Deixe a pessoa livre para fazer sua própria escolha. Isso pode ser difícil com subordinados, que são geralmente condicionados a achar que devem sempre seguir as idéias do chefe, mas você poderá ajudar criando a oportunidade para que eles desenvolvam sua própria noção de objetivo." [59]

A seguir, o PAG, revisado e formalizado, foi distribuído às lideranças, chefias e participantes, que, a partir daí, deram início ao processo de implantação do TPM.

O quadro 6 apresenta o PAG em sua forma definitiva.

Quadro 6 - Plano de Ação Gerencial - Máquina de Limpeza de Jato Dirigido.

PLANO DE AÇÃO GERENCIAL Nº 1
Título: TPM - Máq. de Jato Dirigido de Granalha e Ar Comprimido. Data: 05/11/96
Objetivo: Implantar o TPM nas máquinas de jato dirigido instaladas na linha de acabamento de cabeçotes.
Conceitos e Padrões:
<p>1. A instalação compreende:</p> <p>1.1 - Oito (08) Máquinas de jato dirigido de granalha. 1.2 - Um (01) Sistema de exaustão. 1.3 - Duas (02) Linhas de roletes.</p>
<p>2. As pessoas engajadas no TPM são:</p> <p>2.1. Produção: Operadores das máquinas de jato dirigido. 1º Turno: Luiz, Eliseu, Djalma, Valdir, Ernesto, Ablair, Salvador, Leonço, e Cascaes. 2º Turno: José Saldanha, Juarez, Antônio Neto, George, Valmir, Pedro, Paulo, Onécimo, Reinoldo e Wiggers (Chefe de Seção). 3º Turno: Bernardo, Américo, Ricardo, Carlos, Jaime, Maurício, Sidney, Ramiro e Osni.</p> <p>2.2. Manutenção: - Mecânica: 1º Turno: Agapito e Édio. 2º Turno: Wilson e Pereira. 3º Turno: Luís Fernando e Waldemar.</p> <p style="padding-left: 40px;">- Elétrica: 1º Turno: Genésio e Hércio (chefe de seção).</p> <p>2.3. Segurança do Trabalho: Engº Pizzato.</p> <p>2.4. Apoio ao TPM: Adolar, Valdir e Jerzy.</p>
<p>Etapas:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Divulgação da metodologia adaptada; 2) Escolha do equipamento piloto; 3) Elaboração do PAG - Plano de Ação Gerencial; 4) Apresentação do PAG - Plano de Ação Gerencial; 5) Descrição das atividades de manutenção do equipamento piloto; 6) Definição dos Padrões; 7) Treinamento teórico e prático; 8) Consolidação da manutenção autônoma; 9) Avaliação e Melhorias. <p>Indicadores:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Quantidade de intervenções; - Tempo gasto com manutenção do equipamento piloto; - Tempo perdido com máquina parada; - Velocidade de Atendimento à máquina parada; - Quantidade de acidentes de trabalho; - Tempo perdido por afastamento do operador por acidente de trabalho; - Treinamento de pessoal; - Motivação.

4.5 - LEVANTAMENTO DAS ATIVIDADES DE MANUTENÇÃO

Para definir e distribuir as atividades de manutenção, relativas ao equipamento piloto, entre aquelas que devem ficar a cargo da área de manutenção, e aquelas que o próprio operador da máquina deve executar, procedeu-se a um levantamento de dados que constou da identificação, descrição e distribuição destas atividades.

4.5.1 - IDENTIFICAÇÃO DAS ATIVIDADES

A identificação das atividades foi elaborada pelos mecânicos e eletricitistas da manutenção, com o apoio dos operadores dos equipamentos, com base no manual das máquinas, desenhos e nas anotações do livro diário de ocorrências, onde estão registradas as falhas das máquinas.

No levantamento utilizou-se de procedimentos da norma alemã VDI n.º 2890, desenvolvida pela Associação de Engenheiros em 1986, a qual propõe, para a elaboração de um plano de manutenção, que se proceda da seguinte forma:

"1) desmembramento da máquina/equipamento em módulos ou componentes;

- **módulo** constitui o resumo ou a combinação dos elementos.

- **componente** constitui a menor unidade compreendida como indivisível."

2) que se estabeleça em quais "**estados**" devem ser realizadas as inspeções ou manutibilidade da máquina/equipamento. Estes dados serão colocados em uma matriz denominada matriz cruzada. [60]

Neste projeto, a matriz cruzada foi desmembrada e adaptada pelo grupo de trabalho, em dois quadros, 7 e 8, com a inclusão da palavra "atividade".

Quadro 7 - Identificação das Atividades.

ITEM	ATIVIDADE	COMPONENTE OU MÓDULO	ESTADO
01	Trocar	Rolamentos das roldanas da porta	Ruído
02	Trocar	Cabo de aço da porta	Desfiado
03	Trocar	Manga de couro da mangueira do jato	Furada
04	Trocar	Mangueira do jato	Furada
05	Trocar	Revestimento de borracha	Furado/Gasto
06	Trocar	Mesa giratória	Trancada/Empenada
07	Trocar	Roletes da mesa/linha de roletes	Trancado
08	Regular	Nivelamento da mesa	Desnivelado
09	Destrancar	Porta	Trancado
10	Trocar	Válvula pedal	Gasto
11	Trocar	Válvula de acionamento portas	Gasto
12	Destrancar	Válvula Pop-Up	Gasto
13	Trocar	Diafragma da válvula de granalha	Furado
14	Destrancar	Válvula de descompressão	Trancado
15	Limpar	Filtro da válvula de descompressão	Sujo
16	Trocar	Conexões da rede de ar	Furado
17	Sanar	Vazamentos de ar	Vazamento
18	Trocar	Cilindros da porta	Gasto
19	Trocar	Molas que seguram as mangueiras	Cansado
20	Recuperar	Peneiras	Furado
21	Recuperar	Revestimento da porta	Gasto/Furado
22	Limpar	Equipamento	Sujo

Nota: Durante a pesquisa, em função do equipamento dispor, na parte elétrica, de somente uma lâmpada blindada à prova de explosão, esta atividade não foi incluída no estudo. No entanto, mesmo assim, optou-se pela participação dos eletricitistas na implantação do TPM, não só como forma de difusão da metodologia, mas, principalmente, como forma de comprometimento da área de manutenção.

4.5.2 - DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES

A descrição das atividades, efetuada com a colaboração dos mecânicos, eletricitas e operadores de produção, consiste basicamente de quatro colunas, sendo que a primeira coluna indica as operações que devem ser realizadas durante a manutenção, a segunda coluna indica os materiais a serem utilizados, a terceira indica equipamentos/ferramentas necessários à manutenção, e a quarta coluna estabelece os procedimentos de segurança. As descrições constam no anexo "D".

4.5.3 - DISTRIBUIÇÃO DAS ATIVIDADES

Objetivando realizar a distribuição da responsabilidade das atividades de manutenção para os operadores e mecânicos, o grupo de trabalho propôs uma matriz de decisão onde são avaliados os critérios da complexidade, responsabilidade e de risco de acidente de cada atividade.

O sistema de avaliação compreende:

Avaliação da complexidade - AC

Para avaliar a complexidade foi formulada a seguinte pergunta:

Esta atividade é complexa, exigindo aplicação de conhecimentos específicos e de difícil assimilação, uso de ferramentas especiais e um longo tempo de execução?

Se a resposta for SIM (S), então a atividade deverá ser realizada pelo pessoal da manutenção. Caso a resposta seja NÃO (N), então a atividade será realizada pelo operador da máquina.

Avaliação da responsabilidade - AR

Para avaliar este critério foi formulada a seguinte pergunta:

Esta atividade pode provocar alterações no desempenho operacional, descaracterização dos equipamentos, refugos ou rejeitos?

Neste caso, se a resposta for SIM (S), então podem ocorrer conseqüências indesejáveis ao processo produtivo, portanto esta atividade será realizada pelo

peçoal da manutenção. No caso da resposta ser **NÃO (N)**, então pode ser realizada pelo operador da máquina.

Avaliação do risco de acidente - AA

A pergunta a ser formulada é:

Há algum risco de acidente do homem ou da máquina, caso ocorra alguma ineficiência na execução da manutenção nesta atividade?

Se a resposta for **SIM (S)**, então a atividade será realizada pelo pessoal da manutenção. Se for **NÃO (N)**, então será realizada pelo operador da máquina.

A tabela 2 resume o exposto acima.

Tabela 2 - Critérios de avaliação das atividades de manutenção do equipamento piloto

CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO	RESPOSTA ÀS PERGUNTAS PARA CADA ATIVIDADE	DISTRIBUIÇÃO DAS ATIVIDADES
		RESPONSÁVEL
Complexidade	SIM = S	MECÂNICOS
Responsabilidade		
Risco de Acidente	NÃO = N	OPERADORES

O grupo de trabalho ainda consensou que a atividade que receber uma resposta **SIM**, durante sua avaliação, em qualquer dos três critérios de avaliação propostos, será automaticamente realizada pelo pessoal da manutenção. Isto quer dizer que os operadores de máquina só executarão aquelas atividades que obtiverem **NÃO** nos três critérios.

Definida a matriz, efetuou-se a avaliação de todas as atividades do quadro 7, cujos resultados podem ser visualizados no quadro 8 a seguir.

na

Quadro 8 - Identificação e Distribuição das Atividades.

ITEM	ATIVIDADE	AC	AR	AA	RESPONSÁVEL	
					Manut.	Prod.
01	Trocar rolamentos das roldanas das portas.	S	S	N	X	
02	Trocar o cabo de aço das portas.	N	N	N		X
03	Trocar manga de couro da mangueira do jato.	N	N	N		X
04	Trocar mangueira do jato furada.	N	N	N		X
05	Trocar revestimentos de borracha.	N	S	N	X	
06	Trocar mesa giratória.	S	S	S	X	
07	Trocar roletes da mesa/linha de roletes.	N	N	N		X
08	Regular nivelamento da mesa.	S	S	N	X	
09	Destrancar portas.	N	N	S	X	
10	Trocar válvula pedal.	S	N	N	X	
11	Trocar válvula de acionamento das portas.	S	N	N	X	
12	Destrancar válvula Pop-Up.	N	N	N		X
13	Trocar diafragma furado da válvula de granalha.	N	N	N		X
14	Destrancar válvula de descompressão.	N	N	N		X
15	Limpeza do filtro da válvula de descompressão.	N	N	N		X
16	Trocar conexões furadas.	N	N	N		X
17	Sanar vazamentos de ar.	N	N	N		X
18	Trocar cilindros das portas.	S	S	S	X	
19	Trocar molas que seguram a mangueira.	N	N	N		X
20	Recuperar peneiras furadas.	S	S	N	X	
21	Recuperar revestimento das portas.	S	S	N	X	
22	Limpeza do equipamento/sistema de exaustão.	N	N	N		X
Legenda: AC = Avaliação da Complexidade. AR = Avaliação da Responsabilidade. AA = Avaliação do Risco de Acidente. S = SIM. N = NÃO.						

4.6 - DEFINIÇÃO DE PADRÕES

Nesta etapa, efetuou-se a escolha dos indicadores de desempenho.

Estes indicadores foram agrupados em três grandes conjuntos, a saber:

- Indicadores Próprios:

Em conjunto com os operadores, mecânicos e eletricitas, foram desenvolvidos os indicadores de desempenho do próprio posto de trabalho, ou seja, os padrões inerentes ao equipamento piloto isoladamente, permitindo a avaliação comparativa do desempenho anterior e posterior ao TPM.

Foram definidos os seguintes indicadores:

- a) quantidade de intervenções - intervenções por mês;
 - é a quantidade de anomalias ou falhas eliminadas por mês;
 - realizadas pelos mecânicos, eletricitas e operadores.
- b) tempo gasto para manutenção - homem horas por mês;
 - compreende o período decorrido entre o momento de parada da máquina por falha, até seu retorno ao funcionamento normal;
 - é o tempo realizado pelos mecânicos, eletricitas e operadores.
- c) tempo gasto para manutenção, por tipo de inconveniência, realizado por mecânicos, eletricitas e operadores - homem horas por mês;
 - é o registro de homem horas por mês gastas em cada tipo de inconveniência;
 - idem, gastas pelos operadores, separadas das gastas pelos mecânicos e eletricitas.
- d) velocidade de atendimento à máquina parada - em minutos por parada;
 - considera-se o tempo decorrido entre a parada da máquina por falha, até o momento em que é iniciado o conserto.
- e) indicador de motivação
 - obtido através de questões formuladas junto aos operadores, mecânicos e eletricitas, às quais foram atribuídas pontuações;
 - as pontuações, tratadas através de média ponderada, fornecem o percentual de cada questão;
 - a média de todas as questões fornece o indicador de motivação.

As questões formuladas foram:

- 1 - O quanto você está satisfeito com o programa TPM ?
- 2 - O quanto você está aprendendo com o TPM ?
- 3 - O quanto você acha que melhorou o seu relacionamento com a manutenção, após a implantação do TPM ?
- 4 - O quanto de apoio das chefias você recebeu durante a implantação ?
- 5 - O quanto de dificuldade você sente em aplicar o TPM no seu trabalho ?

A pontuação utilizada foi como descrito na tabela 3, abaixo:

Tabela 3 - Pontuação para medir o indicador de motivação.

ATRIBUTO	PONTUACAO
Ruim	de 1,0 até 2,5
Regular	de 2,6 até 5,0
Bom	de 5,1 até 7,5
Ótimo	de 7,6 até 10,0

- Indicadores Corporativos:

Refere-se aos indicadores de desempenho estabelecidos a partir das políticas de qualidade da empresa, adaptados ao equipamento piloto.

Obteve-se os seguintes indicadores:

- a) quantidade de acidentes de trabalho - acidentes por mês;
- b) afastamento por acidente de trabalho - horas por mês;
- c) treinamento de pessoal - horas por ano.

- é a quantidade de horas de treinamento recebido por homem durante o período de um ano.

- Indicadores Típicos

São aqueles indicadores sugeridos pelos autores e estudiosos do TPM, pelo JIPM, já mencionados na bibliografia, em função das variadas aplicações da metodologia.

Na análise dos indicadores propostos pela literatura especializada, e com base na metodologia adaptada, o grupo de implantação do TPM optou por desenvolver indicadores, utilizar outros já existentes na empresa, e ainda, utilizar o índice de parada de máquina, sugerido por Nakajima, já mencionado no capítulo 2, item 2.6.3, este, de forma desdobrada, como foi visto nos indicadores próprios, deste capítulo.

4.7 - TREINAMENTO TEÓRICO E PRÁTICO

O propósito desta etapa é divulgar conhecimentos teórico-práticos para uma melhor execução das atividades do TPM. Para esta finalidade foi feito um programa de treinamento dos eletricitas e mecânicos e elaborado material de apoio para instrumentalizá-los como instrutores junto aos operadores.

4.7.1 - TREINAMENTO DE INSTRUTORES

Evidência especial deve ser dada à necessidade de garantir que as ações a serem executadas pelos operadores tenham qualidade assegurada, com base em uma mudança comportamental planejada.

Com essa finalidade, utilizou-se as técnicas TWI - Training Within Industry - treinamento dentro da fábrica, junto aos mecânicos e eletricitas.

Segundo Hannon e Cowie, estas técnicas podem ser consideradas como "os mais importantes aspectos dos princípios TWI de treinamento:

- 1 - Preparação da instrução;
- 2 - Processo de instrução.

A "preparação" é subdividida em:

- Passo 1.* Analisar o trabalho.
- Passo 2.* Preparar uma programação cronológica do treinamento.
- Passo 3.* Preparar o local de trabalho corretamente.

O processo de "instrução" é subdividido nas seguintes etapas:

Passo 1. Preparar o operador.

Colocá-lo à vontade.

Falar sobre a tarefa e descobrir o que ele já sabe sobre a mesma.

Torná-lo interessado em aprender a tarefa.

Colocar em posição correta.

Passo 2. Apresentar a operação.

Diga, mostre e ilustre *cada etapa importante* de uma vez.

Insistir em cada *ponto chave*.

Instruir claramente, completamente e pacientemente, mas não além do que ele pode aprender.

Passo 3. Experimentar seu desempenho.

Deixe-o fazer a tarefa - corrija os erros.

Deixe-o explicar *cada ponto chave* à medida que ele repete a tarefa.

Tenha certeza de que ele compreendeu.

Continue até que *você* saiba que *ele* sabe.

Passo 4. Acompanhar.

Coloque-o à vontade. Determinar a quem ele deve pedir ajuda.

Verificar freqüentemente. Estimular as perguntas.

Elimine orientações extras e acompanhamento exagerado. [61]

4.7.2 - TREINAMENTO DE OPERADORES

O treinamento consistiu de um programa subdividido em duas partes; em uma primeira parte, se expôs o conteúdo teórico dos 5 S's - ordem, limpeza, arrumação, asseio e educação/adesão; em uma segunda etapa, se fez a prática no piso de fábrica, na oficina de manutenção, e junto às máquinas piloto.

Na parte teórica, a qual consiste em leitura e interpretação, complementou-se o conteúdo com:

- o manual de detecção dos sete itens de inconveniência, já mencionado no capítulo 3, quadro 3;
- uma apostila que trata dos elementos de fixação de máquinas e equipamentos, quais sejam parafusos, arruelas e porcas;
- um filme comentado por Nakajima, que conceitua o TPM e seus passos de implementação;
- um filme que expõe as técnicas de lubrificação de máquinas.

A parte prática do treinamento, realizada no piso de fábrica, consistiu inicialmente em uma "limpeza escandalosa" do posto de trabalho e das máquinas, onde, de imediato, aplicou-se o conceito de ordem, limpeza e arrumação. Esta tarefa foi executada por operadores, mecânicos e eletricitas.

A seguir, as máquinas foram submetidas a uma observação rigorosa de inconveniências e seu respectivo registro em etiquetas semelhantes às da figura 10, do capítulo 3. Estas etiquetas, uma vez preenchidas, foram penduradas nas próprias máquinas para visualização de seu estado geral, e posterior recuperação para as suas condições originais de fabricação e funcionamento. A função destas etiquetas é a de servirem como Kanban de manutenção, pois nelas são registrados o nome do equipamento, data de detecção da inconveniência, o conteúdo da inconveniência e o nome da pessoa que a detectou. Uma vez eliminadas as inconveniências, as etiquetas são removidas da máquina e contabilizadas para geração de dados estatísticos de avaliação e controle da manutenção.

O resultado deste treinamento pode ser observado no quadro 9, a seguir.

Quadro 9 - Inconveniências registradas no exercício de mapeamento do equipamento piloto.

Item	Inconveniências		Máquinas
	Descrição	Quantidade	Atingidas
1	Parafusos soltos, quebrados ou faltantes.	59	8
2	Cabo de aço desfiado (portas).	4	3
3	Revestimentos de borracha rompidos.	Diversos	8
4	Peneiras furadas.	2	2
5	Portas engripadas.	2	2
6	Mangueiras de ar com vazamento.	7	7
7	Molas cansadas.	3	2
8	Exaustão deficiente.	1	1
9	Roletes engripados.	31	8

Na seqüência, treinou-se os operadores na aplicação dos elementos de fixação. O anexo "E" mostra um exemplo da parte teórica.

Quanto à parte prática, a primeira fase realizou-se na oficina de manutenção, sob a supervisão dos mecânicos, quando mostrou-se como manusear ferramentas, parafusos, arruelas e porcas.

Na fase seguinte, em um trabalho de campo, os operadores fizeram o reaperto, a remoção de parafusos quebrados, e colocação de novos parafusos nos seus próprios equipamentos.

A lubrificação é de fundamental importância para o prolongamento da vida útil do equipamento. Além do filme que trata do assunto, o treinamento deu ênfase no reconhecimento do tipo de lubrificante, na correta verificação do nível de óleo, nos pontos de lubrificação da máquina, e na freqüência de troca do lubrificante.

Juntamente com os operadores, foi elaborado um plano de lubrificação do equipamento piloto, conforme mostrado no anexo "F".

Concluída esta fase básica de treinamento e conscientização dos operadores, e efetuadas a ordem, limpeza, arrumação, reapertos e substituições de

parafusos, porcas, e executadas a lubrificação dos equipamentos piloto, iniciou-se a fase de treinamento específico de manutenção destas máquinas, ou seja, **as pequenas atividades de manutenção.**

O treinamento dado pelos mecanicos-instrutores para os operadores de máquina foi aplicado em datas e horários diversos, face ao elevado nível de produção, que exige das máquinas um trabalho de 24 horas por dia.

As 22 pequenas atividades de manutenção, descritas no anexo "D", ainda estão sendo repassadas e praticadas pelos operadores de produção.

4.8 - CONSOLIDAÇÃO DA MANUTENÇÃO AUTÔNOMA

Nesta etapa, o operador treinado passa a executar autonomamente as atividades a ele conferidas, e assume a responsabilidade pela manutenção do seu equipamento piloto. À medida em que seu desempenho melhora, ele vai adquirindo segurança, autoconfiança e firmeza, podendo receber novos treinamentos que o habilitem ao exercício de atividades de manutenção mais complexas.

Contudo, a consolidação da manutenção autônoma ainda não ocorreu até a conclusão deste trabalho. Deve demandar prazos superiores a 2 anos, conforme já mencionado no capítulo 2, item 2.6.6.2.

4.9 - ANÁLISE DA SITUAÇÃO E RESULTADOS

Da pesquisa, resultou um estudo de caso que serviu para testar a aplicação de uma metodologia adaptada do TPM.

A aplicação das etapas metodológicas, mostrou que o TPM é uma ferramenta de fácil utilização, que traz vantagens possíveis de serem alcançadas, entre estas, destaque-se a do aprendizado e do comprometimento dos mecânicos, eletricitas e operadores da área piloto, o que ficou bastante visível durante o trabalho que realizaram para esta pesquisa.

O plano de ação gerencial - PAG, proposto para a implementação do TPM, foi obedecido.

Os dados para formação dos indicadores utilizados na pesquisa foram registrados para a elaboração da avaliação dos resultados passíveis de quantificação e qualificação das vantagens e desvantagens da aplicação do TPM, e os resultados medidos são apresentados a seguir.

Nas figuras 10 e 11, que mostram as quantidades de intervenções realizadas em um período de 6 meses, observa-se que, antes do TPM, a média era de 224 intervenções, e após, a média baixou para 188 intervenções.

Nas figuras 12 e 13, onde esta registrado o tempo gasto para manutenção, para um período de 6 meses, verificou-se um gasto médio de 69,3 horas por mês, antes do TPM, e 49,5 horas por mês, após a implantação do TPM.

Na figura 14, considere-se para um período de 6 meses:

- os tempos gastos por tipo de inconveniência, que são auto-explicativos;
- o tempo total gasto pelos mecânicos para efetuar a manutenção da máquina, que foi de 52 horas, no período de 6 meses, após o TPM;
- idem, pelos operadores, que foi de 245 horas no mesmo período.

Observe-se que antes do TPM, só mecânicos faziam manutenção, portanto, a participação dos operadores era nula.

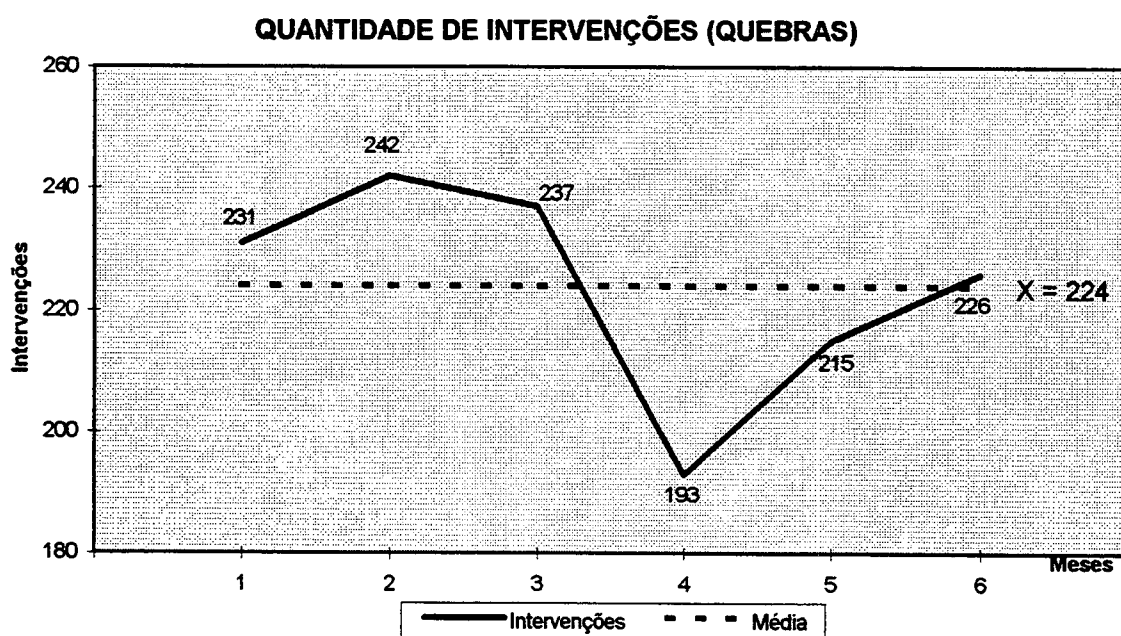


Figura 10 - Quantidade de intervenções para manutenção na máquina de jato dirigido de granalha - antes da implantação do TPM.

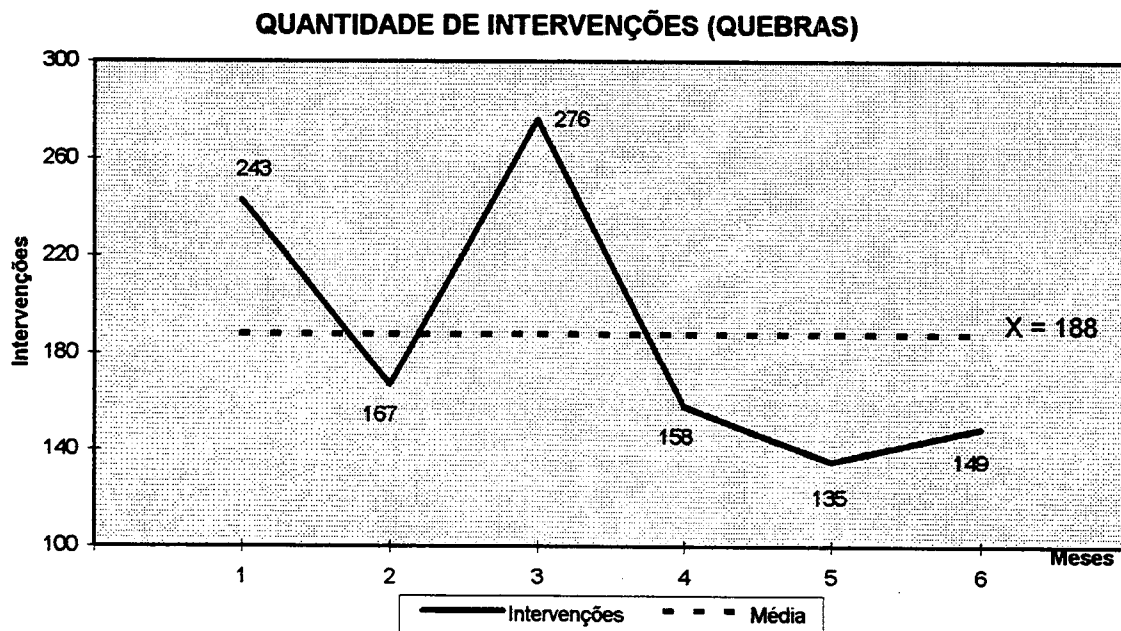


Figura 11 - Quantidade de intervenções para manutenção na máquina de jato dirigido de granalha - após a implantação do TPM.

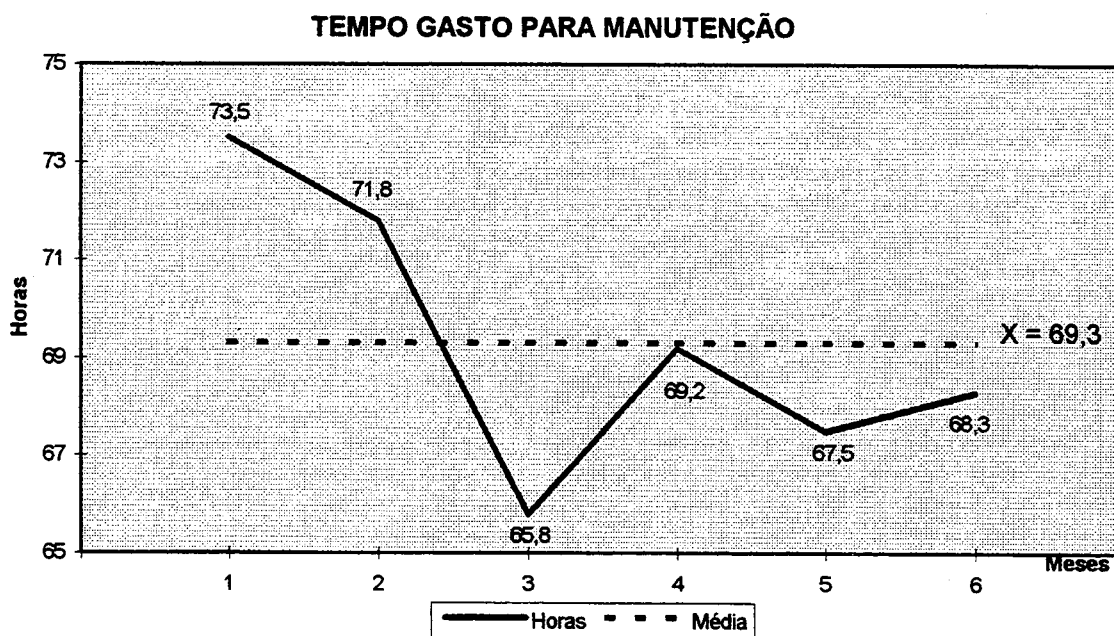


Figura 12 - Tempo gasto para manutenção na máquina de jato dirigido de granalha - antes da implantação do TPM.

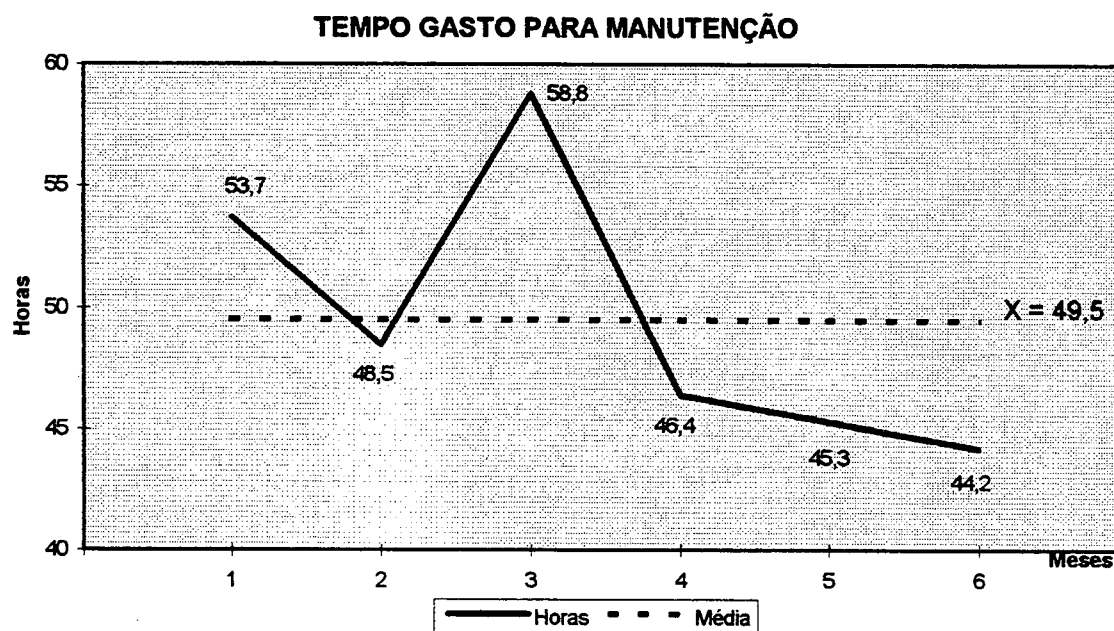
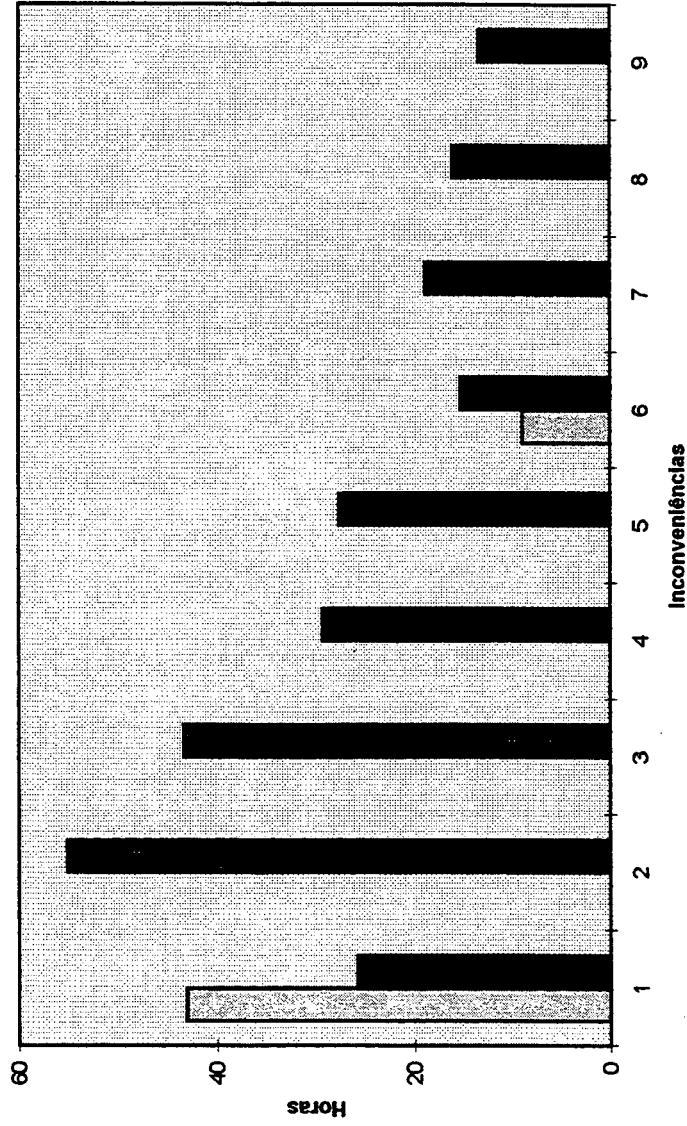


Figura 13 - Tempo gasto para manutenção na máquina de jato dirigido de granalha - após a implantação do TPM.

TPM - HORAS GASTAS PARA MANUTENÇÃO (PERÍODO DE 6 MESES)

TIPO DE INCONVENIÊNCIA

- 1 - Diversas inconveniências.
- 2 - Limpar filtro da válvula de descompressão.
- 3 - Trocar borracha do diafragma.
- 4 - Limpar equipamento/sistema de exaustão.
- 5 - Trocar borrachas.
- 6 - Trocar/destrancar/limpar válvulas.
- 7 - Sanar vazamentos de ar.
- 8 - Trocar cabos de aço.
- 9 - Trocar roletes.



MANUT. EFETUADA PELOS MECÂNICOS	43,1				8,9				
MANUT. EFETUADA PELOS OPERADORES	25,8	55,2	43,4	29,3	27,6	15,3	18,9	16,1	13,4

Figura 14 - TPM - Tempo gasto para manutenção da máquina de jato dirigido de granalha

No quadro 10, velocidade de atendimento à máquina parada, o tempo médio do processo de atendimento foi obtido em horários aleatórios através de 10 registros de cronometragem. Os resultados mostram que, antes do TPM, o tempo médio era de 11,10 minutos, e, após o TPM, passou para 1,10 minutos.

Quadro 10 - Velocidade de atendimento (tempo médio em minutos)

VELOCIDADE DE ATENDIMENTO À MÁQUINA PARADA

Item	AÇÃO	RESPONSÁVEL	TEMPO MÉDIO (min)	
			Antes do TPM	Após o TPM
1	Caminhar até escritório para comunicar chefia sobre parada da máquina.	Operador	0,77	-
2	Comunicar ocorrência para o chefe.	Operador	1,38	-
3	Caminhar até oficina mecânica.	Operador	2,12	-
4	Descrever verbalmente o problema ao encarregado da manutenção.	Operador	1,18	-
5	Chamar mecânico para conserto.	Encarregado	1,10	-
6	Apanhar caixa com ferramentas.	Mecânico	1,30	0,50
7	Dirigir-se até a máquina.	Mecânico e Operador	3,25	0,60
8	Iniciar conserto da máquina.			
TOTAL			11,10	1,10

No quadro 11, indicador de motivação dos operadores, verificou-se que o indicador de motivação global do grupo foi de 71,6 %. A pergunta que apresentou o índice mais elevado, 84,8 %, foi a do item 2, relativa ao aprendizado com o TPM. A pergunta cujo indicador apresentou o índice mais baixo, 59,6 %, foi a do item 4, relativa ao apoio recebido das chefias durante a implantação do TPM.

Observe-se que não há resultados antes do TPM, pois não houve pesquisa anterior.

Quadro 11 - Indicador de motivação dos operadores.

INDICADOR DE MOTIVAÇÃO

Item	Questão	Pontuação										%
		Ruim		Regular			Bom		Ótimo			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	O quanto você está satisfeito com o programa TPM?		1	1	3		2	3	5	5	7	75,9
2	O quanto você está aprendendo com o TPM?				1		3	2	5	7	9	84,8
3	O quanto você acha que melhorou o seu relacionamento com a manutenção, após a implantação do TPM?	1		2	1	1	2	4	8	6	2	72,6
4	O quanto de apoio das chefias você recebeu durante a implantação?	1	2	2	1	4	3	7	4	1	2	59,6
5	O quanto de dificuldade você sente em aplicar o TPM no seu trabalho?		1		2	4	3	3	5	3	6	65,2
TOTAL											71,6	

As figuras 15 e 16, que tratam dos acidentes de trabalho em um período de 6 meses, mostra uma média de 3,17 acidentes por mês, antes do TPM, 2,83 acidentes por mês, após o TPM.

Nas figuras 17 e 18, que apresentam o afastamento por acidente de trabalho em um período de 6 meses, verifica-se a média de 36,4 horas por mês, antes do TPM, e 27,1 horas por mês, após o TPM.

O quadro 12, treinamento de pessoal - produção e manutenção, mostra que já foram contabilizadas 27,5 homem horas de treinamento específico. Sabe-se que em 1996 estas pessoas receberam uma média de 3,5 homem horas de treinamento.

O quadro 13, indicadores antes e após o TPM, sintetiza todos os indicadores enunciados, até aqui apresentando a situação anterior à implantação do TPM, quando houver, e uma avaliação posterior, em pleno andamento da implantação. Como pode ser visto, todos os dados após o TPM, com exceção do treinamento, são menores que os de antes do TPM.

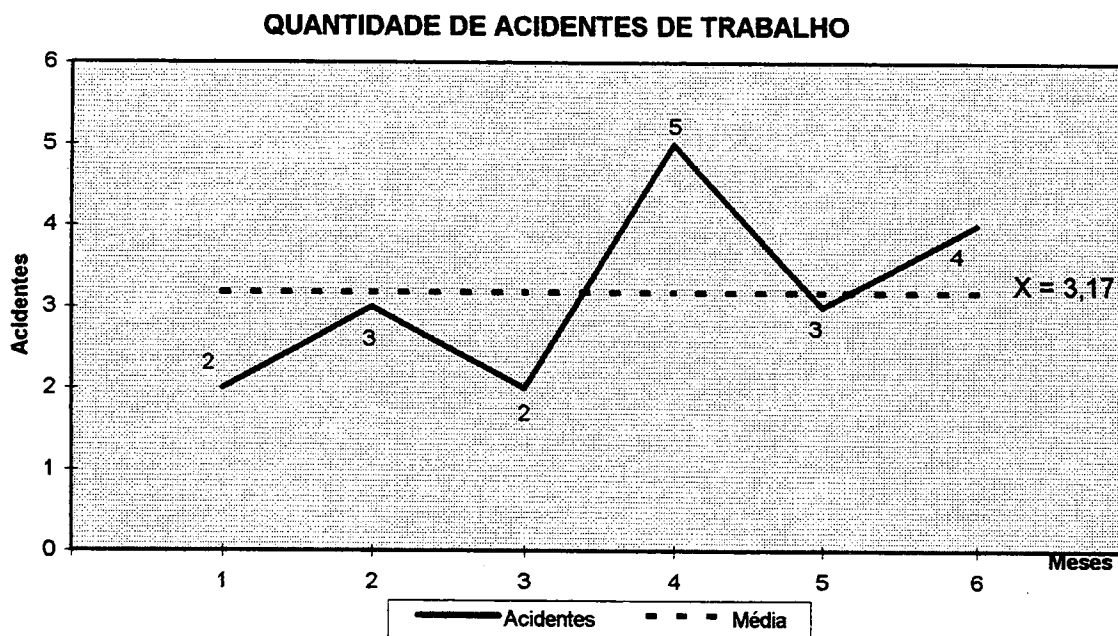


Figura 15 - Quantidade de acidentes de trabalho na máquina de jato dirigido de granalha - antes da implantação do TPM.

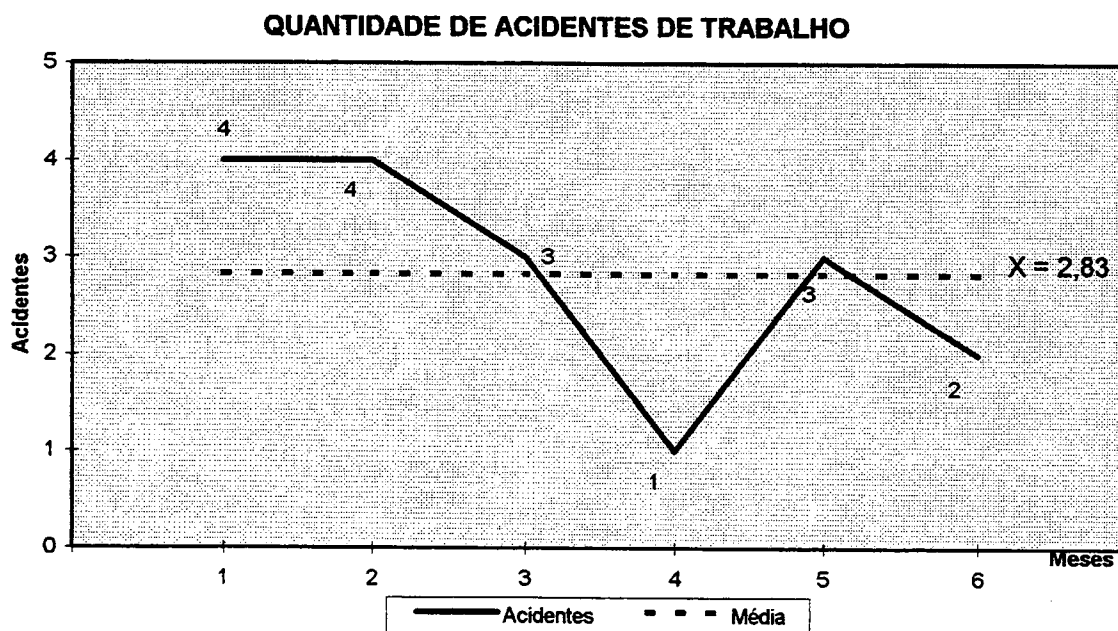


Figura 16 - Quantidade de acidentes de trabalho na máquina de jato dirigido de granalha - após a implantação do TPM.

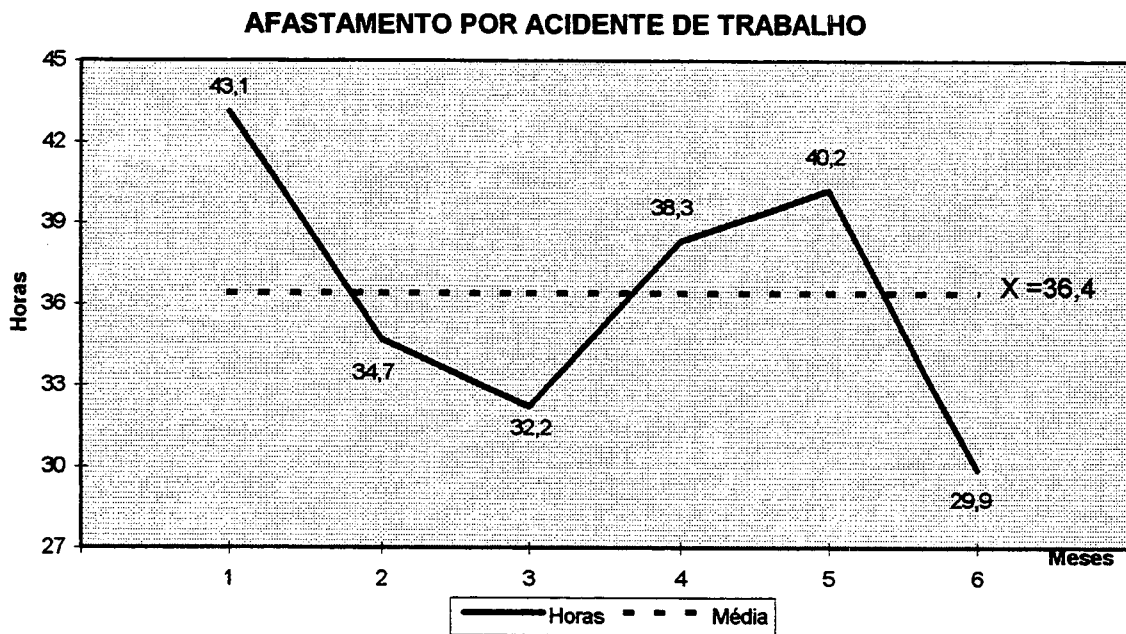


Figura 17 - Tempo de afastamento do operador por acidente de trabalho Antes da implantação do TPM

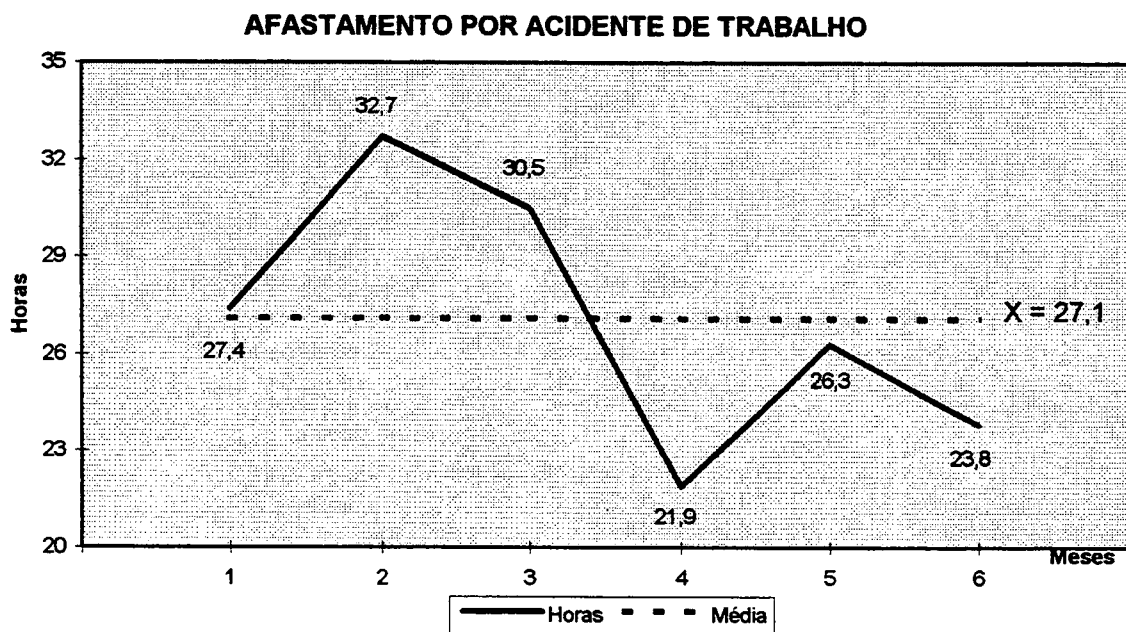


Figura 18 - Tempo de afastamento do operador por acidente de trabalho Após a implantação do TPM.

Quadro 12 - Treinamento de Pessoal - Produção e Manutenção.

TPM - TREINAMENTO DE PESSOAL

TIPO DE TREINAMENTO	INSTRUTOR	QUANTIDADE DE PESSOAS		HORAS
		PRODUCAO	MANUTENCAO	
Conscientização	Jerzy	27	7	1,50
Limpeza	Agapito	27	6	3,00
Elementos de Fixação	Agapito	27	-	2,00
Lubrificação	Agapito	27	-	1,00
Atividades Mecânicas	Agapito	27	-	20,00
TOTAL				27,50

Quadro 13 - Indicadores Antes e Após o TPM.

INDICADORES

Item	INDICADOR	ANTES	DEPOIS	UNID.
1	Número de intervenções na máquina	224	188	interv./mês
2	Tempo gasto para manutenção	69,40	49,50	Hh/mês
3	Tempo de máquina parada	110,84	52,95	h/mês
4	Velocidade de atendimento	11,10	1,10	min/interv.
5	Nível de treinamento do pessoal	3,50	27,5	Hh/ano
6	Quantidade de acidentes de trabalho	3,17	2,83	acid./mês
7	Horas perdidas com acidentes	36,4	27,1	Hh/mês
8	Indicador de motivação	-	71,6	%

4.10 - CONSIDERAÇÕES

Se observados os resultados dos indicadores, percebe-se que, transcorridos seis meses de experiência com o uso do TPM, estes sofreram uma redução quantitativa, contudo, alguns comentários se fazem necessários.

Os itens 1, 2, 3, 4 e 5, do quadro 13, possivelmente foram reduzidos em função do maior zelo dos operadores com as máquinas, decorrente dos conhecimentos que estes obtiveram com a aplicação do TPM.

Quanto aos itens 6 e 7, não recuaram necessariamente devido ao TPM. A redução pode ter-se dado em função da atenção especial que foi dada a área piloto durante a aplicação da metodologia, trazendo nova motivação ao grupo de trabalho. Hawthorne, da Western Electric Co., já havia constatado fato semelhante em sua investigação, iniciada em 1927, portanto, o mesmo pode estar ocorrendo neste estudo de caso. [62]

Quanto ao indicador de motivação, item 8, como não se fez a pesquisa antes do TPM, por si só é explicativo

Os esforços até agora dispendidos para a implantação do TPM já começam a receber reconhecimento. Em recente auditoria realizada pelo BVQI - Bureau Veritas Quality International, responsável pela certificação da Empresa "X" para os Requisitos do Sistema de Qualidade QS-9000, a adoção do TPM foi mencionada como imprescindível para uma empresa que busca o mercado globalizado, assim, a metodologia ora aplicada neste estudo de caso, está afinada aos objetivos do QS-9000.

CAPÍTULO 5 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

5.1 - CONCLUSÕES

No atual ambiente de competitividade exigido pelo processo em curso de globalização da economia, o TPM apresenta-se como mais uma ferramenta indispensável para a sobrevivência das empresas.

A metodologia do TPM proposta pelo JIPM apresentou resultados comprovados no país de origem, o Japão. Necessariamente, a metodologia original deve ser adaptada à realidade onde pretende-se aplicá-la.

Neste estudo de caso, a adaptação da metodologia do TPM, com a inserção das técnicas propostas por esta pesquisa, permitiu que algumas etapas da implantação pudessem ser desenvolvidas com maior rapidez, melhor aproveitamento e maior facilidade de assimilação.

Cabe ressaltar a importância estratégica do apoio da alta administração para a implantação do TPM, pois envolve tempo e investimento em recurso materiais e humanos. Destaca-se, também, que o comprometimento e a adesão da média gerência e chefias operacionais representam um fator ponderável para a viabilização do TPM.

A elaboração de um planejamento, a utilização de indicadores, e a quantificação dos resultados são variáveis importantes para o sucesso da implantação do TPM. O registro e o controle de dados, ao longo do processo, permitem a verificação da evolução e o redirecionamento pertinente.

O investimento em capacitação e treinamento continuado é fundamental para a utilização desta ferramenta. A metodologia do TPM exige um alto grau de empenho e de dedicação dos envolvidos, na sua concretização.

De forma geral, pode-se concluir que a metodologia proposta vem alcançando os resultados esperados. Contudo, fatores limitantes têm retardado seu andamento.

O apoio emprestado pelas chefias, conforme constatado, poderia ter sido maior durante a implantação.

Outra dificuldade, de ordem técnica, foi o nível de atividade do equipamento piloto, em regime de 3 turnos, 24 horas, o que, por vezes, se tornou obstáculo à continuidade dos trabalhos, causando atrasos, e gerando descontentamento por parte de membros da equipe.

Tendo-se em vista que o processo de implantação do TPM se faz em um prazo não inferior a três anos, segundo autores referenciados, as perspectivas são de que os progressos e benefícios da metodologia dependem do comprometimento de todas as pessoas da organização.

5.2 - RECOMENDAÇÕES

Na aplicação de futuras implantações da metodologia sugere-se a inclusão de outras técnicas, como por exemplo, o QFD - Quality Function Deployment, que permitam uma maior precisão quanto aos resultados.

Pela sua concepção, a metodologia do TPM permite refinamentos que a tornem mais específica, possibilitando seu uso nos mais diversos ramos de atividade. Assim, por exemplo, fica a sugestão de serem elaborados estudos que permitam sua aplicação no setor de transporte rodoviário, de prestação de serviços, tais como, hospitais, hotéis e escolas, por se tratarem de setores estratégicos para o país.

Considerando a importância do TPM como ferramenta de gestão da manutenção, o aprofundamento no estudo desta metodologia poderá possibilitar a obtenção de ganhos nos processos produtivos e na melhoria da competitividade e da qualidade em produtos e serviços.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 - OLIVEIRA, Sidney Teylor de. Ferramentas para o aprimoramento da qualidade.
São Paulo: Editora Pioneira, 1995, "sem página".
- 2 - SCHERKENBACH, William W. O Caminho de Deming para a Qualidade e Produtividade.
Rio de Janeiro: Qualitymark, p. 119.
- 3 - JURAN, J. A Qualidade desde o Projeto. Novos Passos para o Planejamento da Qualidade de Produtos e Serviços.
São Paulo: Editora Pioneira, 1992, p. 7 e 8.
- 4 - TAVARES, Lourival Augusto. Excelência na Manutenção - Estratégias, Otimização e Gerenciamento.
Salvador: Casa da Qualidade Editora Ltda., 1996, p. 15 e 16.
- 5 - NAKAJIMA, Seiichi. Introdução ao TPM - Total Productive Maintenance.
São Paulo: IMC Internacional Sistemas Educativos Ltda., 1989, p. 12.
- 6 - GOLDRATT, Eliyahu M. FOX, Robert E. A corrida pela vantagem competitiva.
São Paulo: IMAM, 1989, p. 74-84.
- 7 - BERK, Joseph e Susan. Administração da Qualidade Total.
São Paulo: IBRASA, 1997, "sem página".
- 8 - FAYOL, Henry. Administração Industrial e Geral.
São Paulo: Editora Atlas, 1950, p. 7.
- 9 - MONCHY, François. A Função Manutenção - Formação para a Gerência da Manutenção Industrial.
São Paulo: Editora Durban Ltda., 1989, p. 3.
- 10 - MIRSHAWKA, Vitor e OLMEDO, Napoleão Lopes. Manutenção - Combate aos Custos da Não-Eficácia - A Vez do Brasil.
São Paulo: Makron Books do Brasil Editora Ltda., 1993, prefácio.
- 11 - NAKAJIMA, Seiichi. Introdução ao TPM - Total Productive Maintenance.
São Paulo: IMC Internacional Sistemas Educativos Ltda., 1989, p. 11.

- 12 - BORNIA, Antônio Cezar. Mensuração das Perdas dos Processos Produtivos: Uma Abordagem Metodológica de Controle Interno.
Florianópolis: UFSC - 1995, Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, 1995, p.72-73.
- 13 - ROCHA, Duílio. Fundamentos Técnicos da Produção.
São Paulo: Makron Books, 1995, p. 12.
- 14 - KNIGHT WENDLING CONSULTING AG. Auditoria de Manutenção para Empresa "X". Zurich, 1996, p. 1.
- 15 - Documento Nacional - A Situação da Manutenção no Brasil.
São Paulo: ABRAMAN, 1993, Item 2.2.4, p. 29.
- 16 - TAVARES, Lourival Augusto. Excelência na Manutenção - Estratégias, Otimização e Gerenciamento.
Salvador: Casa da Qualidade Editora Ltda., 1996, p. 130 e 131.
- 17 - REQUISITOS DO SISTEMA DE QUALIDADE - QS 9000. AIAG - Automotive Industry Action Group, 1995, QS 9000. Revista Controle da Qualidade, vol. 5, n. 53, out/96.
- 18 - PORTER, Michael E. Vantagem competitiva: criando e sustentando um desempenho superior da concorrência.
Rio de Janeiro: Editora Campos, 1990, p. 31-55.
- 19 - FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda. Novo Dicionário da Língua Portuguesa.
Rio de Janeiro: Editora Nova Fronteira, 1º edição, p.883, 1975.
- 20 - MONCHY, François. A Função Manutenção - Formação para a Gerência da Manutenção Industrial.
São Paulo: Editora Durban Ltda., 1989, p. 1.
- 21 - KNIGHT WENDLING CONSULTING AG. Auditoria de Manutenção para Empresa "X". Zurich, 1996, p. 4.
- 22 - TAVARES, Lourival Augusto. Excelência na Manutenção - Estratégias, Otimização e Gerenciamento.
Salvador: Casa da Qualidade Editora Ltda., 1996, p. 36.

- 23 - MONKS, Joseph G. Administração da Produção.
São Paulo: McGraw Hill, 1989, p. 466.
- 24 - HARDING, Hamish Alan. Administração da Produção.
São Paulo: Editora Atlas, 1981, p. 112.
- 25 - MONCHY, François. A Função Manutenção - Formação para a Gerência da Manutenção Industrial.
São Paulo: Editora Durban Ltda., 1989, p. 37.
- 26 - KNIGHT WENDLING CONSULTING AG. Auditoria de Manutenção para Empresa "X". Zurich, 1996, p. 5.
- 27 - VIANA, Luiz Paulo. III Seminário de Manutenção - Trabalhos Técnicos - seção regional VII - Paraná e Santa Catarina.
Curitiba: ABRAMAN - Associação Brasileira de Manutenção, 1991, p. 2.
- 28 - HARDING, Hamish Alan. Administração da Produção.
São Paulo: Editora Atlas, 1981, p. 112.
- 29 - MONCHY, François. A Função Manutenção - Formação para a Gerência da Manutenção Industrial.
São Paulo: Editora Durban Ltda., 1989, p. 39.
- 30 - VIANA, Luiz Paulo. III Seminário de Manutenção - Trabalhos Técnicos - seção regional VII - Paraná e Santa Catarina.
Curitiba: ABRAMAN - Associação Brasileira de Manutenção, 1991, p. 3.
- 31 - KNIGHT WENDLING CONSULTING AG. Auditoria de Manutenção para Empresa "X". Zurich, 1996, p. 5.
- 32 - HARDING, Hamish Alan. Administração da Produção.
São Paulo: Editora Atlas, 1981, p. 112.
- 33 - VIANA, Luiz Paulo. III Seminário de Manutenção - Trabalhos Técnicos - seção regional VII - Paraná e Santa Catarina.
Curitiba: ABRAMAN - Associação Brasileira de Manutenção, 1991, p. 4.
- 34 - TAVARES, Lourival Augusto. Excelência na Manutenção - Estratégias, Otimização e Gerenciamento.
Salvador: Casa da Qualidade Editora Ltda., 1996, p. 121.

- 35 - MONCHY, François. A Função Manutenção - Formação para a Gerência da Manutenção Industrial.
São Paulo: Editora Durban Ltda., 1989, p. 40.
- 36 - MIRSHAWKA, Vitor OLMEDO, Napoleão Lupes. Manutenção - Combate aos Custos da Não-Eficácia - A Vez do Brasil.
São Paulo: Makron Books do Brasil Editora Ltda., 1993, p. 352.
- 37 - NAKAJIMA, Seiichi. Introdução ao TPM - Total Productive Maintenance.
São Paulo: IMC Internacional Sistemas Educativos Ltda., 1989, p. 85.
- 38 - NAKAJIMA, Seiichi. Introdução ao TPM-Total Productive Maintenance.
São Paulo: IM & C - Internacional Sistemas Educativos Ltda., 1989, p. 9.
- 39 - HAMRICK, James. Eastward with TPM and CMMS. Industrial Engineering,
vol. 26, out/94, p. 17 e 18.
- 40 - TAVARES, Lourival Augusto. Excelência na Manutenção - Estratégias, Otimização e Gerenciamento.
Salvador: Casa da Qualidade Editora Ltda., 1996, p. 51.
- 41 - NAKAJIMA, Seiichi. Introdução ao TPM-Total Productive Maintenance.
São Paulo: IM & C - Internacional Sistemas Educativos Ltda., 1989, p. 2.
- 42 - BANKER, Shailen. The Performance Advantage - Revitalizing the Workplace.
APICS, ago/95, p. 54-58.
- 43 - JOSTES, Robert S. HELMS, Marilyn M. Work Study - Total Productive Maintenance and Its Link to Total Quality Management.
MCB University Press, vol. 43, N° 7, 1994, p.18-20.
- 44 - TAKHASHI, Yoshikazy. OSADA, Takashi. TPM / MTP - Manutenção Produtiva Total.
São Paulo: Instituto IMAN, 1993, p.21.
- 45 - NAKAJIMA, Seiichi. Introdução ao TPM - Total Productive Maintenance.
São Paulo: IMC Internacional Sistemas Educativos Ltda., 1989, p. 12.
- 46 - A última volta do parafuso. Revista Exame, p.92-93, Set/91. (18/09/91)
- 47 - WILLMOTT, Peter. Total Quality with Teeth.
MCB University Press: Thé TQM Magazine, vol. 6, n° 4, 1994, p. 48-50.

- 48 - BANKER, Shailen. The Performance Advantage - Revitalizing the Workplace.
APICS, ago/95, p. 54-58.
- 49 - NAKAJIMA, Seiichi. Introdução ao TPM - Total Productive Maintenance.
São Paulo: IMC Internacional Sistemas Educativos Ltda., 1989, p.23.
- 50 - AIAG - Automotive Industry Action Group. QS-9000. São Paulo:
Revista CQ - Qualidade, 1995, p. 65-69.
- 51 - SUZUKI, Tokutaro. New Directions for TPM.
Portland (OR-EUA): Productivity Press, Inc., 1992, p. 62-76.
- 52 - TAVARES, Lourival Augusto. Excelência na Manutenção - Estratégias,
Otimização e Gerenciamento.
Salvador: Casa da Qualidade Editora Ltda., 1996, p. 52.
- 53 - ROBINSON, Charles J. GINDER, Andrew P. Implementing TPM - The North
American Experience.
Portland (OR-EUA) Productivity Press Inc., 1995, p. 94.
- 54 - MIRSHAWKA, Vitor OLMEDO, Napoleão Lopes. Manutenção - Combate aos
Custos da Não-Eficácia - A Vez do Brasil.
São Paulo: Makron Books do Brasil Editora Ltda., 1993, p. 58.
- 55 - KEPNER & TREGOE. Análise de Problema e Tomada de Decisão.
Princeton, (NJ-USA): Editado por Kepner & Tregoe, 1977, p. 60-64.
- 56 - ALLEN, Louis A. Manual de Gerência Profissional.
São Paulo: Multimédia, 1975, "Anexos".
- 57 - NAKAJIMA, Seiichi. Introdução ao TPM - Total Productive Maintenance.
São Paulo: IM & C - Internacional Sistemas Educativos Ltda., 1989, p.64.
- 58 - SUZUKI, Tokutaro. New Directions for TPM.
Portland (OR-EUA): Productivity Press, Inc., 1992, p. 12-162.
- 59 - SENGE, Peter. A Quinta Disciplina.
São Paulo: Editora Best Seller, 1990, p. 202.
- 60 - VDI nº 2890 - Manutenção programada. Instrução para a elaboração de planos
de manutenção e de inspeção. - Manual de Técnica Industrial, parte 4.
Associação Alemã de Engenheiros. Dusseldorf: VDI editora, 1986.

- 61 - HANNON, John W. COWIE, Robert E. Métodos práticos de treinamento de operadores. Manual de Engenharia de Produção Maynard.
São Paulo: Editora Edgard Blücher Ltda, 1970, p. 230-231.
- 62 - BARNES, Ralph M. Estudo de Movimento e de Tempos. Projeto e Medida do Trabalho.
São Paulo: Editora Edgard Blücher Ltda., 1977, p. 532.

BIBLIOGRAFIA

- ALLEN, Louis A. **Programa Allen de Gerência Profissional**. 1979. "Anexos".
Associação Alemã de Engenheiros. **Manual de Técnica Industrial - parte 4**.
Dusseldorf: VDI Editora, 1986.
- BANKER, Shailen. **The Performance Advantage - Revitalizing the Workplace**.
ago/95.
- BARNES, Ralph M. **Estudo de Movimentos e de Tempos: Projeto e Medida do Trabalho**.
São Paulo: Editora Edgard Blücher Ltda, 1977.
- BERK, Joseph e Susan. **Administração da Qualidade Total**.
São Paulo: IBRASA, 1997.
- BORNIA, Antônio Cezar. **Mensuração das Perdas dos Processos Produtivos: Uma Abordagem Metodológica de Controle Interno**.
Florianópolis: UFSC - 1995 Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) -
Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Universidade
Federal de Santa Catarina, 1995.
- Documento Nacional - **A Situação da Manutenção no Brasil**.
São Paulo: ABRAMAN, 1993.
- FAYOL, Henry. **Administração Industrial e Geral**.
São Paulo: Editora Atlas, 1950.
- FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda. **Novo Dicionário da Língua Portuguesa**.
Rio de Janeiro: Editora Nova Fronteira, 1º edição, 1975.
- GOLDRATT, Eliyahu M. FOX, Robert E. **A corrida pela vantagem competitiva**.
São Paulo: IMAM, 1989.
- HABU, Naoshi et al. **Implementação dos 5S na prática**.
São Paulo: CEMAN, 1992.
- HAMRICK, James. **Industrial Engineering**. 1994.

- HANNON, John W. COWIE, Robert E. **Métodos práticos de treinamento de operadores.** Manual de Engenharia de Produção Maynard.
São Paulo: Editora Edgard Blücher Ltda., 1970.
- HARDING, Hamish Alan. **Administração da Produção.**
São Paulo: Editora Atlas, 1981.
- IMAI, Masaaki. **KAIZEN - A Estratégia para o Sucesso Competitivo.**
São Paulo: IMAM, 1990.
- JOSTES, Robert S. and HELMS, Marilyn M. **Work Study - Total Productive Maintenance and Its Link to Total Quality Management.**
MCB University Press, 1994.
- JURAN, J. **A Qualidade desde o Projeto. Novos Passos para o Planejamento da Qualidade de Produtos e Serviços.**
São Paulo: Editora Pioneira, 1992.
- KEPNER & TREGOE. **Análise de Problema e Tomada de Decisão.**
Princeton, New Jersey, USA: Editado por Kepner Tregoe, 1977.
- KNIGHT WENDLING CONSULTING AG. **Auditoria de Manutenção para Empresa "X".** Zurich, 1996.
- MIRSHAWKA, Vitor e OLMEDO, Napoleão Lopes. **Manutenção - Combate aos Custos da Não-Eficácia - A Vez do Brasil.**
São Paulo: Makron Books do Brasil Editora Ltda., 1993.
- MONCHY, François. **A Função Manutenção - Formação para a Gerência da Manutenção Industrial.**
São Paulo: Editora Durban Ltda., 1989.
- MONKS, Joseph G. **Administração da Produção.**
São Paulo: Editora McGraw Hill, 1989.
- NAKAJIMA, Seiichi. **Introdução ao TPM - Total Productive Maintenance.**
São Paulo: IMC Internacional Sistemas Educativos Ltda., 1989.
- OLIVEIRA, Sidney Teylor de. **Ferramentas para o aprimoramento da qualidade.**
São Paulo: Editora Pioneira, 1995.

PORTER, Michael E. Estratégia Competitiva: Técnicas para análise de indústrias e da concorrência.

Rio de Janeiro: Editora Campus Ltda, 1986.

REQUISITOS DO SISTEMA DE QUALIDADE - QS 9000. AIAG - Automotive Industry Action Group, 1995, QS 9000. Revista Controle da Qualidade, out/96.

ROBINSON, Charles J. GINDER, Andrew P. Implementing TPM - The North American Experience.

Portland (OR-EUA) Productivity Press Inc., 1995.

ROCHA, Duílio. Fundamentos Técnicos da Produção.

São Paulo: Makron Books, 1995.

SCHERKENBACH, William W. O Caminho de Deming para a Qualidade e Produtividade.

Rio de Janeiro: Qualitymark, 1991.

SCHONBERGER, Richard J. Tecnicas Industriais Japonesas - Nove Licoes Ocultas sobre a Simplicidade.

São Paulo: Editora Pioneira, 1989.

SENGE, Peter. A Quinta Disciplina.

São Paulo: Editora Best Seller, 1990.

SUZUKI, Tokutaro. New Directions for TPM.

Portland (OR - EUA): Productivity Press, Inc., 1992.

SUZUKI, Tokutaro. TPM in Process Industries.

Portland (OR - EUA): Productivity Press, Inc., 1994.

TAVARES, Lourival Augusto. Excelência na Manutenção - Estratégias, Otimização e Gerenciamento.

Salvador: Casa da Qualidade Editora Ltda., 1996.

TAKHASHI, Yoshikazy. OSADA, Takashi. TPM / MTP - Manutenção Produtiva Total.

São Paulo: IMAN, 1993.

VIANA, Luiz Paulo. III Seminário de Manutenção - Trabalhos Técnicos - seção regional VII - Paraná e Santa Catarina.

Curitiba: ABRAMAN - Associação Brasileira de Manutenção, 1991.

WILLMOTT, Peter. The TQM Magazine - Total Quality with Teeth.

MCB University Press, 1994.

ANEXO A

- SISTEMA DE GERENCIAMENTO ALLEN;
- PAG - PLANO DE AÇÃO GERENCIAL - modelo ALLEN;
- PAG - PLANO DE AÇÃO GERENCIAL - modelo adaptado.

O SISTEMA ALLEN DE GERÊNCIA

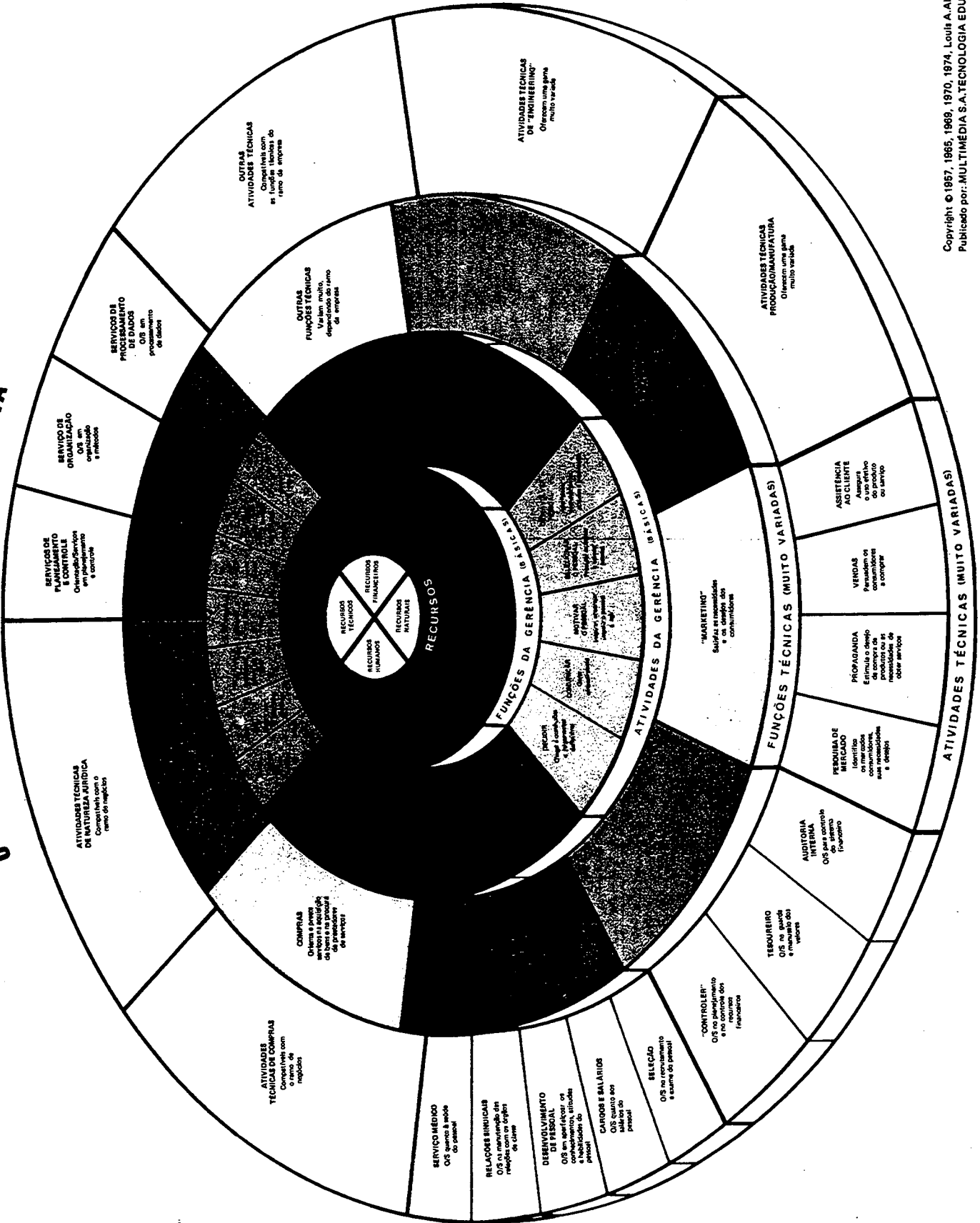
SISTEMA ALLEN DE GERÊNCIA

Este gráfico mostra, numa forma simplificada, como os aspectos mais significativos do Sistema Allen de Gerência são relacionados uns com os outros. Os recursos (na roda central) são utilizados por um gerente que realiza um determinado número de funções e atividades gerenciais (as duas rodas seguintes). Estes recursos são aplicados diretamente na execução de funções e atividades técnicas correlacionadas (as duas rodas externas). Este relacionamento co-responsabiliza todos os níveis de gerência da empresa.

O sistema é exposto como uma roda para enfatizar a não linearidade do trabalho gerencial. De fato, todas as funções e atividades gerenciais podem ser aplicadas a qualquer trabalho de natureza técnica a ser feito. Consequentemente, o trabalho gerencial numa área técnica é semelhante ao de outras áreas técnicas. Todas essas diferenças de uma área para outra são os resultados de natureza técnica vistos pelo gerente na aplicação de seus recursos.

NOTAS:

1. As funções gerenciais são semelhantes, seja qual for o tipo de organização.
2. As funções técnicas diferem muito dependendo do tipo de organização.
3. O/S indica que a função está normalmente numa relação de assessoria e serve para orientação e serviços a toda a organização.



ATIVIDADES TÉCNICAS DE MANUFATURA
Competitividade com o campo de produção

SERVIÇOS DE PLANEJAMENTO E CONTROLE
Planejamento, programação e controle

SERVIÇO DE ORGANIZAÇÃO
O/S em organização e métodos

SERVIÇOS DE PROCESSAMENTO DE DADOS
Planejamento e programação de dados

OUTRAS ATIVIDADES TÉCNICAS
Competitividade com as funções técnicas do ramo de empresa

OUTRAS FUNÇÕES TÉCNICAS
Variam muito, dependendo do ramo de empresa

ATIVIDADES TÉCNICAS DE "ENGINEERING"
Oferecem uma gama muito variada

ATIVIDADES TÉCNICAS DE PRODUÇÃO/MANUFATURA
Oferecem uma gama muito variada

ATIVIDADES TÉCNICAS DE COMPRAS
Competitividade com o campo de produção

COMPRAS
Oferece e presta serviços na seleção de bens e na prestação de serviços

SERVIÇO MÉDIO
O/S dentro e fora do pessoal

RELAÇÕES HUMANAS
O/S na manutenção das relações de trabalho

DESENVOLVIMENTO DE PESSOAL
O/S em serviços, técnicas e habilidades do pessoal

CARGOS E SALÁRIOS
O/S quanto aos salários do pessoal

SELEÇÃO
O/S no recrutamento e exame do pessoal

"CONTROLLER"
O/S no planejamento e no controle das operações financeiras

TEORÉTIKO
O/S no planejamento e no controle das operações

AUDITORIA INTERNA
O/S para o controle financeiro

PESQUISA DE MERCADO
Identifica os mercados consumidores, necessidades e desejos

PROPAGANDA
Estimula o desejo de compra de produtos ou de obter serviços

VENDAS
Persuadem os consumidores a comprar

ASSISTÊNCIA AO CLIENTE
Oferecem o produto ou serviço

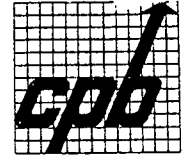
"MARKETING"
Satisfaz as necessidades e os desejos dos consumidores

FUNÇÕES TÉCNICAS (MUITO VARIADAS)

ATIVIDADES TÉCNICAS (MUITO VARIADAS)

FUNÇÕES DA GERÊNCIA (BÁSICAS)

RECURSOS



PLANO DE AÇÃO GERENCIAL

Empresa:

Título:

Sigla:

Objetivo Específico: _____

Conceitos e Padrões: _____

Iniciado por:

Data inicial:

Data final:

Responsável final:

Assessores Especiais:

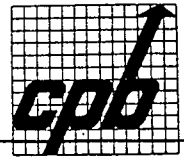
ETAPAS DO PROGRAMA

Resp.
Final

Até ...

Orçamento

Check



PLANO DE AÇÃO GERENCIAL – Continuação

Sigla:

ETAPAS DO PROGRAMA	Resp. Final	Até ...	Orçamento	Check

Valor: _____

Custo: _____

Contribuição efetiva: _____

Compreensão e aceitação: _____

PAG - Plano de Ação Gerencial - modelo adaptado

PLANO DE AÇÃO GERENCIAL Nº ____	
Título:	Data: / /
Objetivo:	
Conceitos e Padrões:	
1. A instalação compreende:	
2. As pessoas envolvidas no TPM são:	
2.1. Produção:	
Manutenção: - Mecânica:	
- Elétrica:	
2.3. Segurança do Trabalho:	
2.4. Apoio ao TPM:	
Etapas:	
Indicadores de Desempenho:	

ANEXO B

VDI nº 2890

DK 621.797:658.58

65.012.2(083.132)

VDI-DIRETRIZES

Novembro 1986

Associação Alema de Engenheiros	MANUTENÇÃO PROGRAMADA INSTRUÇÃO PARA A ELABORAÇÃO DE PLANOS DE MANUTENÇÃO E DE INSPEÇÃO	VDI 2890
---------------------------------------	--	----------

Planned maintenance
Manutenção Planejada
Guide for the drawing up of maintenance lists
Guia para a elaboração de listas de manutenção

Índice	Página
Nota preliminar	2
1 Campo de aplicação.....	3
2 Definição	3
2.1 Plano e lista de manutenção	3
2.2 Plano e lista de inspeção	3
2.3 Módulo operacional	4
2.4 Componente	4
2.5 Estado	4
2.6 Danos (avarias)	4
3 Instrução para elaboração de planos e listas de manutenção e de inspeção	4
4 Representação de matrizes com exemplos para possíveis diagramas de estado de componentes ou de módulos operacionais ..	6
Anexo Formulário em branco para a elaboração de representações de matrizes	15

VDI - Gesellschaft Produktionstechnik (ADB)
Associação Técnica de Produção

Fachbereich Produktionsanlagen
Campo técnico - Instalações de Produção

Comissão de Manutenção

VDI - Manual de Técnica Industrial, Parte 4

prepará-los e executá-los. A constatação e exame de uma avaria já acontecida não é inspeção.

2.3 Módulos operacionais (segundo DIN 40150)

No sentido da manutenção um módulo operacional constitui o resumo ou a combinação dos elementos. O módulo operacional possui uma função própria, porém dentro da instalação não é utilizável de modo independente.

2.4 Componentes (segundo DIN 40150)

No sentido da manutenção um componente dependendo das considerações, constitui a menor unidade compreendida como indivisível. Lubrificantes também são considerados componentes.

2.5 Estado (segundo DIN 31051)

O estado compreende a totalidade das características, que exprimem a medida da aptidão da unidade, em consideração às aplicações previstas.

2.6 Danos (avarias) (segundo DIN 31051)

Dano é o estado de uma unidade em consideração, que não alcançou um certo valor limite mínimo (a ser estabelecido), de reserva de desgaste relativo a sua aplicação, condicionando um prejuízo não admissível no desempenho de suas funções.

3 Instrução para elaboração de planos e listas de manutenção e inspeção

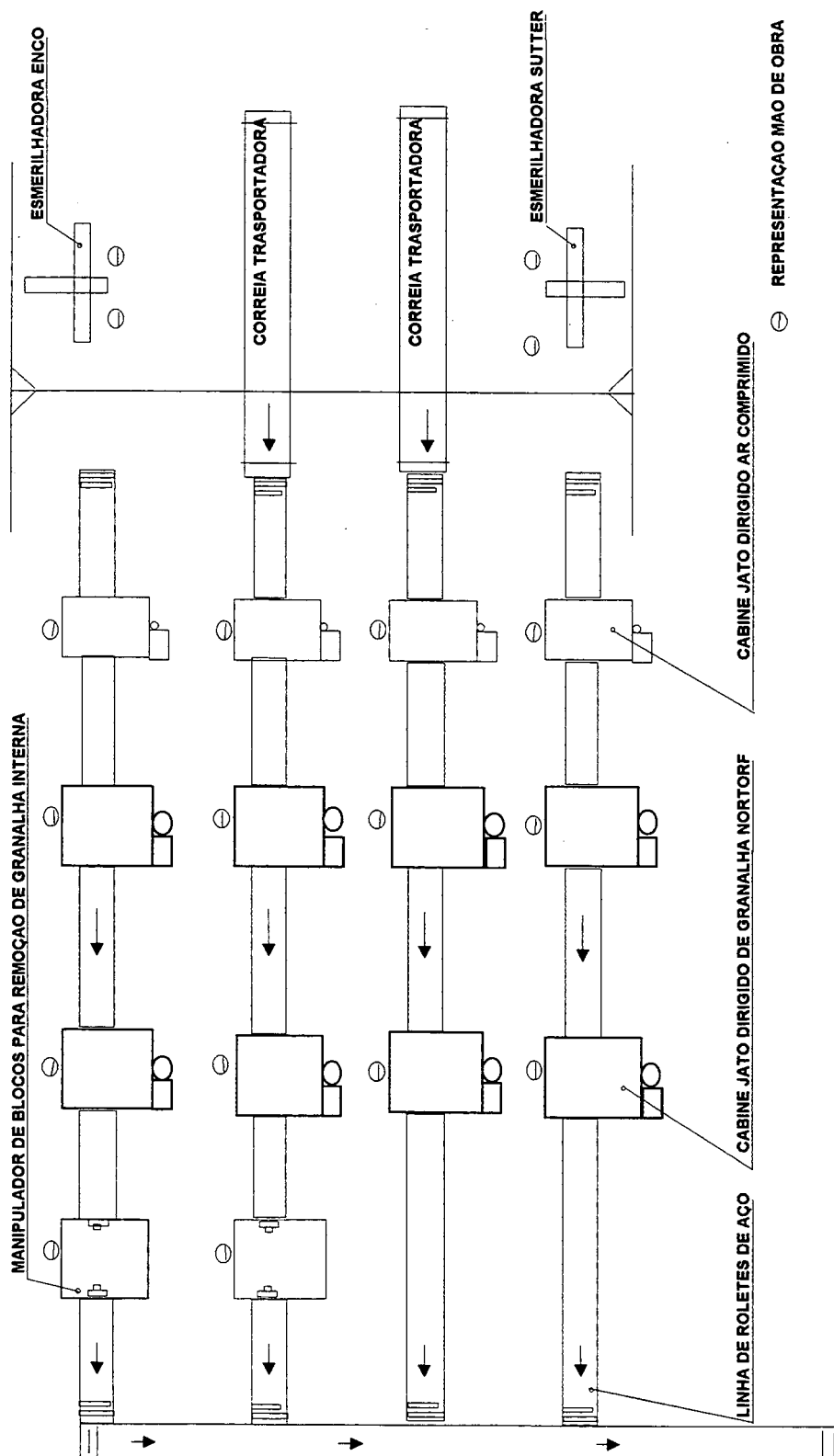
Em posição auxiliar das diretrizes estão especialmente as representações de matrizes inclusas. Elas apresentam nas ordenadas os módulos funcionais ou então, os componentes. Sobre as abcissas estão os diagramas de estado, ou seja, os possíveis danos. A coordenação dos módulos funcionais, e dos componentes relativos ao estado, é realizada em forma de cruzamento. Os possíveis estados assim coordenados, são citados como exemplos, não havendo pretensão de serem completos.

Na elaboração de planos devem ser considerados os interesses específicos da respectiva operação, das máquinas e das instalações. As informações são úteis, tanto aquelas obtidos através do arquivo manual como pelo processamento eletrônico de dados.

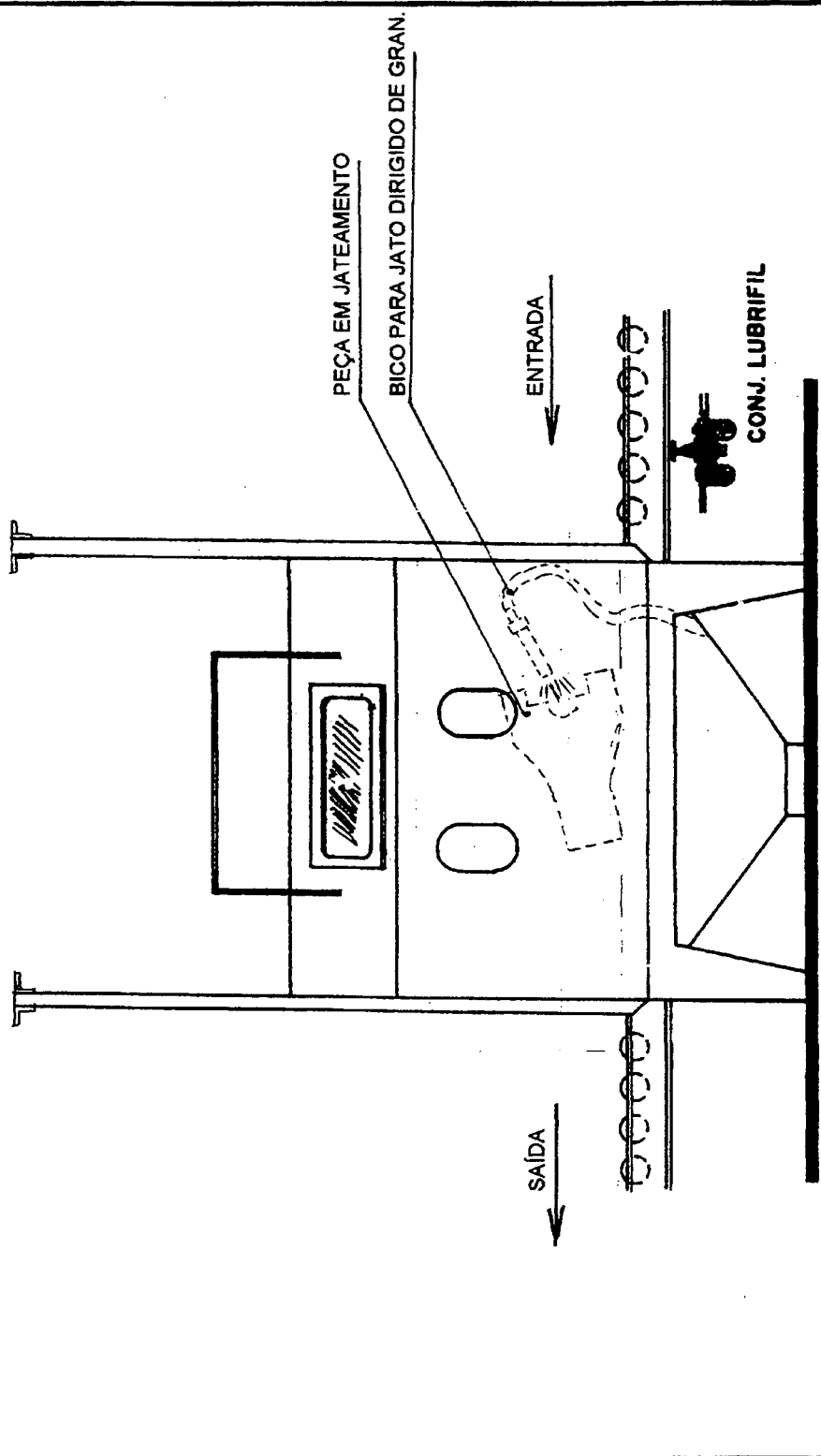
ANEXO C

- Empresa "X" - Posição da Máquina de Jato Dirigido de Granalha no Fluxo de Produção.
- Empresa "X" - Arranjo Físico da Máquina de Jato Dirigido de Granalha.
- Empresa "X" - Vista Frontal da Máquina de Jato Dirigido de Granalha.

EMPRESA "X" - ARRANJO FÍSICO, MÁQUINAS DE JATO DIRIGIDO DE GRANALHA



EMPRESA "X" - VISTA FRONTAL DA MÁQUINA DE JATO DIRIGIDO DE GRANALHA



ANEXO D - DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES

- 1) Trocar rolamentos das roldanas da porta.
- 2) Trocar o cabo de aço da porta.
- 3) Trocar manga de couro da mangueira do jato.
- 4) Trocar mangueiras do jato furadas.
- 5) Trocar revestimento de borracha.
- 6) Trocar mesa giratória.
- 7) Trocar os roletes da mesa.
- 8) Regular nivelamento da mesa.
- 9) Destrancar a porta.
- 10) Trocar válvula pedal.
- 11) Trocar válvula de acionamento portas.
- 12) Destrancar válvula Pop-Up.
- 13) Trocar diafragma furado da válvula de granalha.
- 14) Destrancar válvula de descompressão.
- 15) Limpeza do filtro da válvula de descompressão.
- 16) Trocar conexões furadas.
- 17) Sanar vazamentos de ar.
- 18) Trocar cilindros das portas.
- 19) Trocar molas que seguram as mangueiras.
- 20) Recuperar peneiras furadas.
- 21) Recuperar revestimento da porta.
- 22) Limpeza do equipamento.

1) Trocar rolamentos das roldanas da porta.

Esta atividade consiste em substituir os rolamentos danificados que compõem as roldanas por onde passam os cabos de aço que acionam a abertura das portas.

As operações para executar a atividade são descritas no quadro abaixo.

Operações	Materiais Utilizados	Equip./Ferramentas Necessários	Procedimentos de Segurança
<ul style="list-style-type: none"> - Fechar o ar que alimenta a máquina. - Desacoplar o cilindro da porta. - Sacar as roldanas. - Retirar os rolamentos. - Colocar os rolamentos novos. - Instalar roldanas. - Acoplar cilindro à porta. - Abrir ar que alimenta a máquina. 		<ul style="list-style-type: none"> - Chave Inglesa 10". - Chave de boca 12 x 13 mm. - Saca pinos. - Martelo. 	<ul style="list-style-type: none"> - Fechar o Ar Geral da máquina. - EPI = Usar luvas, óculos e capacete.

2) Trocar o cabo de aço da porta.

Esta atividade consiste em substituir os cabos de aço que ligam a porta aos cilindros pneumáticos, que atuam a abertura da mesma, e, que estejam danificados ou rompidos.

As operações para executar a atividade são descritas no quadro abaixo.

Operações	Materiais Utilizados	Equip./Ferramentas Necessários	Procedimentos de Segurança
<ul style="list-style-type: none"> - Fechar a porta. - Fechar o ar que alimenta a máquina. - Soltar o esticador do cabo. - Soltar as presilhas. - Retirar o cabo rebentado. - Recolocar o cabo. - Recolocar as presilhas. - Esticar bem o cabo. - Abrir o ar que alimenta a máquina. - Verificar funcionamento. 	<ul style="list-style-type: none"> - Cabo de aço de 1/4". - Presilhas de 1/4". 	<ul style="list-style-type: none"> - Chave estrela 3/8". - Chave de boca 3/8". 	<ul style="list-style-type: none"> - Fechar o Ar Geral da máquina. - EPI = Usar luvas, óculos e capacete.

3) Trocar manga de couro da mangueira do jato.

Esta atividade consiste na substituição da manga de couro, utilizada para proteger as mãos do operador no manuseio da peça durante o jateamento, quando se apresentem rasgadas ou furadas.

As operações para executar a atividade são descritas no quadro abaixo.

Operações	Materiais Utilizados	Equip./Ferramentas Necessários	Procedimentos de Segurança
<ul style="list-style-type: none"> - Fechar o ar que alimenta a máquina. - Soltar a parte flexível (mole) da mangueira do jato. - Soltar a abraçadeira que prende a manga. - Retirar a manga furada. - Recolocar a manga nova. - Prender a manga com a abraçadeira. - Recolocar a parte flexível da mangueira do jato. - Abrir o ar que alimenta a máquina. 	<ul style="list-style-type: none"> - Manga de couro. - Abraçadeira. 	<ul style="list-style-type: none"> - Chave de fenda. 	<ul style="list-style-type: none"> - Fechar o Ar Geral da máquina. - EPI = Usar luvas, óculos e capacete.

4) Trocar mangueiras do jato furadas.

Esta atividade consiste em substituir a mangueira de borracha que serve de conduto do ar comprimido e granalha de aço, para produzir o jateamento.

As operações para executar a atividade são descritas no quadro abaixo.

Operações	Materiais Utilizados	Equip./Ferramentas Necessários	Procedimentos de Segurança
<ul style="list-style-type: none"> - Fechar o ar que alimenta a máquina. - Soltar os parafusos auto-atarrachantes que prendem a mangueira. - Retirar a mangueira furada. - Recolocar a mangueira nova. - Prender com parafusos auto-atarrachantes. - Abrir o ar que alimenta a máquina. - Verificar funcionamento. 	<ul style="list-style-type: none"> - Mangueira abrasiva 3/4" X 43 mm. - Parafusos auto-atarrachantes. 	<ul style="list-style-type: none"> - Chave de fenda. 	<ul style="list-style-type: none"> - Fechar o Ar Geral da máquina. - EPI = Usar luvas, óculos e capacete.

5) Trocar revestimento de borracha.

Esta atividade consiste na reposição dos revestimentos de borracha que protegem a estrutura metálica interna da cabine contra o jato de granalha.

As operações para executar a atividade são descritas no quadro abaixo.

Operações	Materiais Utilizados	Equip./Ferramentas Necessários	Procedimentos de Segurança
<ul style="list-style-type: none"> - Abrir portas da cabine de jato. - Calçar as portas abertas - Fechar o ar que alimenta a máquina. - Soltar os parafusos que fixam o revestimentos. - Retirar o revestimento danificado. - Colocar o novo revestimento. - Abrir o ar que alimenta a máquina. - Remover os calços das portas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Lençol de borracha sintética antiabrasiva com 5/16" de espessura. 	<ul style="list-style-type: none"> - Chave de boca 12 x 13 mm. - Alicates de Pressão. - Saca pinos. - Martelo. 	<ul style="list-style-type: none"> - Calçar as portas abertas, só fechar o ar geral da máquina. - EPI = Usar luvas, óculos e capacete.

6) Trocar mesa giratória.

Esta atividade consiste na substituição da mesa giratória que suporta o fundido durante o processo de jateamento, quando a mesma apresenta rachaduras, empenamentos ou esteja trancada.

As operações para executar a atividade são descritas no quadro abaixo.

Operações	Materiais Utilizados	Equip./Ferramentas Necessários	Procedimentos de Segurança
<ul style="list-style-type: none"> - Abrir portas da cabine de jato. - Calçar as portas abertas - Fechar o ar que alimenta a máquina. - Retirar a mesa de seu mancal de apoio. - Retirar a mesa de dentro da câmara. - Colocar a nova mesa, previamente preparada. - Abrir o ar que alimenta a máquina. - Remover os calços das portas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Mesa giratória nova ou recondicionada. 	<ul style="list-style-type: none"> - Chave Inglesa 10". - Chaves de boca 12 x 13 mm; 14 x 15 mm; 19 x 22 mm. - Saca pinos. - Martelo. 	<ul style="list-style-type: none"> - Calçar as portas abertas, só fechar o ar geral da máquina. - EPI = Usar luvas, óculos e capacete.

7) Trocar os roletes da mesa.

Esta atividade consiste na substituição daqueles roletes quebrados ou travados, que dificultem o transporte do fundido pela linha de roletes.

As operações para executar a atividade são descritas no quadro abaixo.

Operações	Materiais Utilizados	Equip./Ferramentas Necessários	Procedimentos de Segurança
<ul style="list-style-type: none"> - Verif. Roletes trancados, eixos quebrados, etc... - Retirar fora do encaixe. - Colocar rolete novo na mesma posição. - Observar comprimento e diâmetro do rolete. 	- Roletes.		- EPI = Usar luvas, óculos e capacete.

8) Regular nivelamento da mesa.

Esta atividade consiste na reposicionamento da mesa giratória no nível, quando o desnivelamento da mesa provoca dificuldade de manuseio do fundido.

As operações para executar a atividade são descritas no quadro abaixo.

Operações	Materiais Utilizados	Equip./Ferramentas Necessários	Procedimentos de Segurança
<ul style="list-style-type: none"> - Abrir portas da cabine de jato. - Calçar as portas abertas - Fechar o ar que alimenta a máquina. - Verificar o nivelamento da mesa com a régua niveladora, tomando como referencia as linhas de roletes anterior e posterior. - Retirar a mesa de seu mancal de apoio e acrescentar calcos de acordo com o desnível existente. - Colocar a nova mesa, previamente preparada. - Abrir o ar que alimenta a máquina. - Remover os calços das portas. 	- Calços de compensação de nível.	<ul style="list-style-type: none"> - Régua niveladora. - Chave Inglesa 10". - Chaves de boca 12 x 13 mm; 19 x 22 mm. 	<ul style="list-style-type: none"> - Calçar as portas abertas, só fechar o ar geral da máquina. - EPI = Usar luvas, óculos e capacete.

9) Destrancar a porta.

Esta atividade consiste em destrancar a porta da cabine, por onde entra ou sai o fundido, que se apresente travada em função de avaria decorrente de impactos recebidos pela peça a ser trabalhada durante o manuseio ou transporte.

As operações para executar a atividade são descritas no quadro abaixo.

Operações	Materiais Utilizados	Equip./Ferramentas Necessários	Procedimentos de Segurança
<ul style="list-style-type: none"> - Fechar o ar que alimenta a máquina. - Movimentar manualmente a porta trancada até perceber que a mesma tenha ficado livre. - Abrir o ar que alimenta a máquina. 			<ul style="list-style-type: none"> - Tomar o máximo cuidado, com as mãos, ao movimentar a porta trancada. - Manter-se fora do curso da porta. - EPI = Usar luvas, óculos e capacete.

10) Trocar válvula pedal.

Esta atividade consiste na substituição da válvula pneumática utilizada para acionar a abertura ou fechamento do ar comprimido do jato, quando se apresenta quebrada ou gasta.

As operações para executar a atividade são descritas no quadro abaixo.

Operações	Materiais Utilizados	Equip./Ferramentas Necessários	Procedimentos de Segurança
<ul style="list-style-type: none"> - Fechar o ar que alimenta a máquina. - Despressurizar o tanque de granalha, abrindo a válvula despressurizadora. - Desconectar a válvula pedal. - Trocar a válvula pedal. - Abrir o ar que alimenta a máquina. 	<ul style="list-style-type: none"> - Válvula pedal 3/4" nova ou recondicionada. 	<ul style="list-style-type: none"> - Chave Inglesa 10". - Chaves de boca 19 x 22 mm. - Chave de fenda 5/16" x 4". 	<ul style="list-style-type: none"> - Despressurizar o tanque de granalha antes de desconectar a válvula pedal. - EPI = Usar luvas, óculos e capacete.

11) Trocar válvula de acionamento portas.

Esta atividade consiste na substituição da válvula utilizada para acionar o cilindro pneumático responsável pela abertura ou fechamento das portas, quando se apresenta quebrada ou gasta.

As operações para executar a atividade são descritas no quadro abaixo.

Operações	Materiais Utilizados	Equip./Ferramentas Necessários	Procedimentos de Segurança
<ul style="list-style-type: none"> - Fechar o ar que alimenta a máquina. - Desconectar a válvula da porta. - Remover e substituir a válvula da porta. - Abrir o ar que alimenta a máquina. 	<ul style="list-style-type: none"> - Válvula direcional pedal ½" de 2 ou 3 vias nova ou recondicionada. - Fita veda-rosca (Teflon). 	<ul style="list-style-type: none"> - Chave Inglesa 10". - Chaves de boca 19 x 22 mm. - Chave de fenda 5/16" x 4". 	<ul style="list-style-type: none"> - Desconectar a válvula da porta com o rede de ar comprimido da máquina despressurizada. - EPI = Usar luvas, óculos e capacete.

12) Destrancar válvula Pop-Up.

Esta atividade consiste em liberar o êmbolo trancado da válvula responsável pela vedação do tambor de granalha, mantendo o ar pressurizado em seu interior enquanto se processa o jateamento.

As operações para executar a atividade são descritas no quadro abaixo.

Operações	Materiais Utilizados	Equip./Ferramentas Necessários	Procedimentos de Segurança
<ul style="list-style-type: none"> - Fechar o ar que alimenta a máquina. - Abrir visor de inspeção. - Destrancar a válvula. - Verificar se o anel de vedação da válvula está gasto. - Fechar o visor. - Abrir o ar que alimenta a máquina. 		<ul style="list-style-type: none"> - Chave 3/4" (Para abrir a tampa do visor). 	<ul style="list-style-type: none"> - Fechar o Ar Geral da máquina. - EPI = Usar luvas, óculos e capacete.

13) Trocar diafragma furado da válvula de granalha.

Esta atividade consiste na substituição do diafragma de borracha que libera o fluxo de granalha de aço, quando o mesmo estiver furado.

As operações para executar a atividade são descritas no quadro abaixo.

Operações	Materiais Utilizados	Equip./Ferramentas Necessários	Procedimentos de Segurança
<ul style="list-style-type: none"> - Fechar o ar que alimenta a máquina. - Soltar 06 parafusos 3/8" X 2 1/2". - Abrir a válvula. - Verificar se a borracha está furada. - Soltar a porca que prende borracha do flange. - Colocar borracha nova. - Fechar a válvula. - Recolocar os parafusos de fixação da válvula. - Abrir o ar que alimenta a máquina. 	<ul style="list-style-type: none"> - 2 Flanges de borracha de 1 lona. 	<ul style="list-style-type: none"> - Chave fixa de boca e estrela 1/2" e 9/16". - Chave fixa estrela 3/4". - Chave Inglesa 15". 	<ul style="list-style-type: none"> - Fechar o Ar Geral da máquina. - EPI = Usar luvas, óculos e capacete.

14) Destrancar válvula de descompressão.

Esta atividade consiste em liberar o êmbolo trancado da válvula responsável pela despressurização do ar no interior do tambor de granalha, no momento em que se interrompe o jateamento.

As operações para executar a atividade são descritas no quadro abaixo.

Operações	Materiais Utilizados	Equip./Ferramentas Necessários	Procedimentos de Segurança
<ul style="list-style-type: none"> - Fechar o ar que alimenta a máquina. - Abrir a tampa da válvula. - Verificar êmbolo da válvula trancada. - Destrancar. - Fazer limpeza interna na válvula. - Fazer novamente a montagem da válvula. - Fechar a tampa. - Abrir o ar que alimenta a máquina. 		<ul style="list-style-type: none"> - Chave de Grifo (Cano) 12". 	<ul style="list-style-type: none"> - Fechar o Ar Geral da máquina. - EPI = Usar luvas, óculos e capacete.

15) Limpeza do filtro da válvula de descompressão.

Esta atividade consiste na limpeza do filtro de ar e óleo, situado na rede de ar comprimido que alimenta a válvula de descompressão.

As operações para executar a atividade são descritas no quadro abaixo.

Operações	Materiais Utilizados	Equip./Ferramentas Necessários	Procedimentos de Segurança
<ul style="list-style-type: none"> - Fechar o ar que alimenta a máquina. - Abrir a tampa do filtro. - Retirar a peneira. - Fazer a limpeza. - Recolocar a peneira. - Fechar a tampa. - Abrir o ar que alimenta a máquina. 		<ul style="list-style-type: none"> - Chave inglesa 10". 	<ul style="list-style-type: none"> - Fechar o Ar Geral da máquina. - EPI = Usar luvas, óculos e capacete.

16) Trocar conexões furadas.

Esta atividade consiste na substituição das conexões da rede de ar comprimido que apresentem vazamento decorrente de furos.

As operações para executar a atividade são descritas no quadro abaixo.

Operações	Materiais Utilizados	Equip./Ferramentas Necessários	Procedimentos de Segurança
<ul style="list-style-type: none"> - Verificar qual a conexão está furada. - Fechar o ar que alimenta a máquina. - Retirar conexão furada. - Recolocar uma nova. - Apertar bem para não ter vazamento de ar. - Abrir o ar que alimenta a máquina. 	<ul style="list-style-type: none"> - Usar o mesmo tipo de conexão da que foi retirada. 	<ul style="list-style-type: none"> - Chave de Grifo (Cano) de 12". 	<ul style="list-style-type: none"> - Fechar o Ar Geral da máquina. - EPI = Usar luvas, óculos e capacete.

17) Sanar vazamentos de ar.

Esta atividade consiste em identificar e sanar vazamentos da rede de ar comprimido decorrentes de deficiência da vedação ou aperto.

As operações para executar a atividade são descritas no quadro abaixo.

Operações	Materiais Utilizados	Equip./Ferramentas Necessários	Procedimentos de Segurança
<ul style="list-style-type: none"> - Observar onde está o vazamento. - Se for em: <ul style="list-style-type: none"> . Conexões: Retirar a conexão e aplicar fita veda-rosca (teflon). . Mangueira: Trocar a mangueira. 	<ul style="list-style-type: none"> - Fita Veda-rosca (Teflon). - Mangueira nova. 	<ul style="list-style-type: none"> - Chave de Grifo (Cano) 14". - Chave de fenda. 	<ul style="list-style-type: none"> - Fechar o Ar Geral da máquina. - EPI = Usar luvas, óculos e capacete.

18) Trocar cilindros das portas.

Esta atividade consiste em substituir os cilindros pneumáticos que acionam a abertura e fechamento das portas.

As operações para executar a atividade são descritas no quadro abaixo.

Operações	Materiais Utilizados	Equip./Ferramentas Necessários	Procedimentos de Segurança
<ul style="list-style-type: none"> - Fechar o ar que alimenta a máquina. - Desacoplar a cilindro da porta. - Remover o cilindro da porta. - Abrir o ar que alimenta a máquina. 	<ul style="list-style-type: none"> - Cilindro pneumático 2 ½" x 35". 	<ul style="list-style-type: none"> - Chave Inglesa 10". - Chaves de boca 10 x 12 mm. - Chave de fenda 5/16" x 4". 	<ul style="list-style-type: none"> - Desacoplar o cilindro com o rede de ar comprimido da máquina despressurizada. - EPI = Usar luvas, óculos e capacete.

19) Trocar molas que seguram as mangueiras.

Esta atividade consiste na substituição das molas que suportam a mangueira de jateamento, mantendo-as suspensas no interior da cabine.

As operações para executar a atividade são descritas no quadro abaixo.

Operações	Materiais Utilizados	Equip./Ferramentas Necessários	Procedimentos de Segurança
<ul style="list-style-type: none"> - Desengatar as molas velhas do suporte. - Desengatar as molas velhas da mangueira. - Engatar as molas novas no suporte. - Engatar as molas novas na mangueira. 	- 2 molas novas.	- Alicates.	- EPI = Usar luvas, óculos e capacete.

20) Recuperar peneiras furadas.

Esta atividade consiste na recuperação das peneiras que separam a granalha dos resíduos metálicos do fundido.

As operações para executar a atividade são descritas no quadro abaixo.

Operações	Materiais Utilizados	Equip./Ferramentas Necessários	Procedimentos de Segurança
<ul style="list-style-type: none"> - Abrir portas da cabine de jato. - Calçar as portas abertas - Fechar o ar que alimenta a máquina. - Substituir peneiras danificadas por outras previamente preparadas. - Abrir o ar que alimenta a máquina. - Remover os calços das portas. 	- Tela de aço 1045, fio 2 mm, malha # 6 mm.	<ul style="list-style-type: none"> - Chave de boca 12 x 13 mm. - Chave de fenda 5/16" x 4". - Alavanca média. 	- EPI = Usar luvas, óculos e capacete.

21) Recuperar revestimento da porta.

Esta atividade consiste na recuperação do revestimento de borracha que protege as portas do jateamento de granalha.

As operações para executar a atividade são descritas no quadro abaixo.

Operações	Materiais Utilizados	Equip./Ferramentas Necessários	Procedimentos de Segurança
<ul style="list-style-type: none"> - Abrir portas da cabine de jato. - Calçar as portas abertas - Limpar com jato de ar a região do revestimento que estiver furada ou avariada. - Colar pedaços de borracha sobre as áreas danificadas. - Remover os calços das portas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Pedaços de borracha sintética antiabrasiva com espessura de 5/16". 	<ul style="list-style-type: none"> - Macete de borracha. - Cola instantânea para borracha. 	<ul style="list-style-type: none"> - EPI = Usar luvas, óculos e capacete.

22) Limpeza do equipamento.

Esta atividade consiste na limpeza do equipamento, sistema de exaustão, pisos e área adjacente.

As operações para executar a atividade são descritas no quadro abaixo.

Operações	Materiais Utilizados	Equip./Ferramentas Necessários	Procedimentos de Segurança
<ul style="list-style-type: none"> - Fechar o ar que alimenta a máquina. - Desligar o exaustor colocando etiqueta de segurança. - Abrir portas de inspeção da tubulação. - Verificar/remover sujeira no interior da tubulação. - Fechar portas de inspeção. - Verificar coletor de pó. - Limpar mangas e trocar mangas furadas. - Ligar exaustor. - Abrir o ar que alimenta a máquina. 	<ul style="list-style-type: none"> - Mangas novas ou recondiçionadas do coletor de pó. 	<ul style="list-style-type: none"> - Chave de boca 1/2" x 9/16". - Chave estrela 1/2" x 9/16". - Chave de fenda 5/16" x 4". - Alicate. 	<ul style="list-style-type: none"> - EPI = Usar luvas, óculos e capacete.

ANEXO E

ELEMENTOS DE FIXAÇÃO

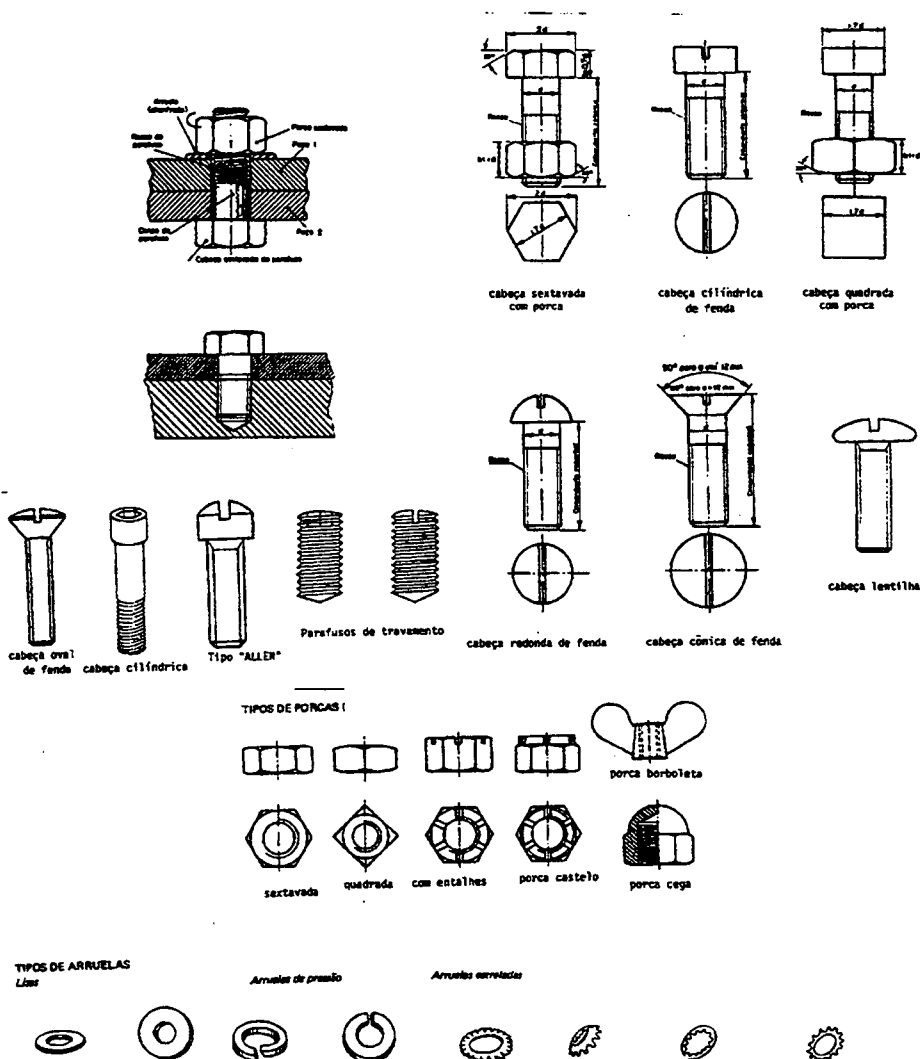
- Parafusos;
- Porcas e
- Arruelas.

Elementos de Fixação: São peças empregadas na montagem de conjuntos ou na união de peças.

Parafusos: É constituído de um corpo cilíndrico roscado e uma cabeça de formas variadas.

Porcas: As porcas servem para dar aperto nas uniões de peças e, em alguns casos, servem de regulação.

Arruelas: Servem para proteger a superfície da peça, evitar deformações e, de acordo com sua forma, evitar o desaperto da porca.

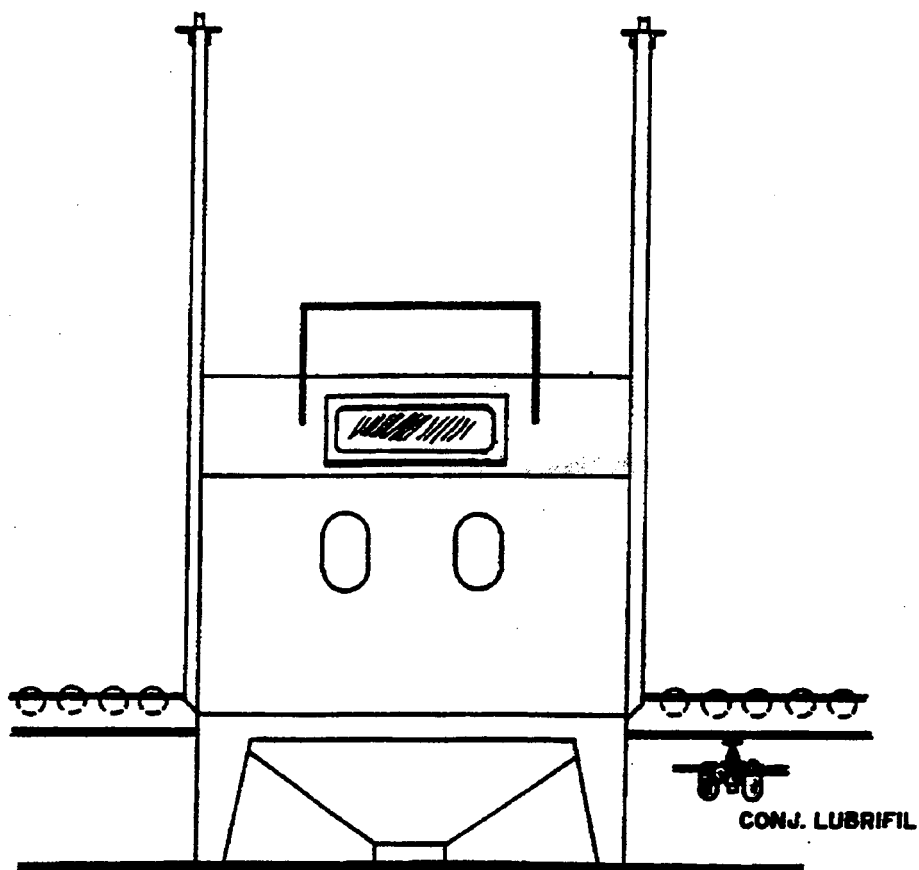



ANEXO F

LUBRIFICAÇÃO

EQUIP - MÁQUINA	ATIVIDADE	COMPONENTE
JATO DIRIGIDO	LUBRIFICAÇÃO	PNEUMÁTICO

TPM



LUBRIFICANTE	MÉTODO	FREQ.	RESPONSÁVEL
ALMO 525	BULE MANUAL 	7 DIAS	
COD. ALMOX. 12063-4	ENCHER COPO ATÉ NÍVEL		DATA LUBRIFIC.