

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE**  
**PRODUÇÃO**

**A MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL NA INDÚSTRIA**  
**EXTRATIVA MINERAL: A METODOLOGIA TPM COMO SUPORTE**  
**DE MUDANÇAS**

Dissertação submetida à Universidade Federal de Santa Catarina para  
obtenção do Grau de Mestre em Engenharia

**JOSÉ CARLOS SOUZA**

Florianópolis, 30 de agosto de 2001

JOSÉ CARLOS SOUZA

**A MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL NA INDÚSTRIA  
EXTRATIVA MINERAL: A METODOLOGIA TPM COMO SUPORTE  
DE MUDANÇAS**

Esta dissertação foi julgada adequada para obtenção do Título de “Mestre em Engenharia”, Especialidade em Engenharia de Produção e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção.



---

Prof. Ricardo Miranda Barcia, Ph.D.

Banca Examinadora:



---

Prof. Dálvio Ferrari Tubino, Dr.

Orientador



---

Prof. Neri dos Santos, Dr. Eng.



---

Prof. Paulo Freitas, Dr. Eng.

## AGRADECIMENTOS

Este trabalho pode ser elaborado, graças ao apoio da administração da Cia Nitro Química Brasileira de Santa Catarina, onde foi implantada a Manutenção Produtiva Total, e que permitiu a sua divulgação como metodologia aplicada à um modelo de mudanças. Desejo agradecer à todos que de alguma forma contribuíram para a sua realização:

- Ao professor Dr. Dálvio Ferrari Tubino, pela dedicação, empenho e efetiva orientação, através de sugestões e completo acompanhamento;
- Ao Eng<sup>o</sup> Altair Flamarion Klippel, ex-gerente de mineração da CNQB/SC, pelo incentivo e apoio, ao meu ingresso neste mestrado;
- Ao Eng<sup>o</sup> Sérgio Gabriel Cancian, gerente de mineração da CNQB/SC, pelo apoio que permitiu concluir esta dissertação;
- Aos colegas funcionários da CNQB/SC, Antonio Teixeira Patrício, Amélio Colombo, Claudinei Luiz, Claudino Possamai, Francisco de Assis Lourenço, Geraldo Canarin, Osmar Luis Casagrande e Wilson Paganini Bellettini, pelas sugestões e efetiva participação em todas as etapas do modelo de mudanças proposto, facilitando o trabalho de elaboração desta dissertação;
- Ao Geólogo Clóvis Norberto Savi e à Professora Zue Stecanella Savi, sua esposa, pela ajuda intelectual e didática, além do incentivo e apoio fundamentais;
- À minha esposa Margaret e aos meus filhos Pauline e Natan pela serenidade, incentivo e apoio incondicional que me prestaram em todos os momentos da elaboração deste trabalho;
- À todas as pessoas que não tiveram seus nomes aqui citados, mas que de alguma forma contribuíram para a sua elaboração.

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	<b>p.viii</b>
<b>LISTA DE TABELAS.....</b>	<b>p.x</b>
<b>LISTA DE QUADROS.....</b>	<b>p.xi</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>p.xii</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>p.xiii</b>
<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>p.1</b>
<b>1.1 Origem do Trabalho.....</b>	<b>p.1</b>
<b>1.2 Importância do Trabalho.....</b>	<b>p.2</b>
<b>1.3 Objetivos.....</b>	<b>p.3</b>
1.3.1 Objetivo geral.....	p.3
1.3.2 objetivos específicos.....	p.4
<b>1.4 Limitações do Trabalho.....</b>	<b>p.4</b>
<b>1.5 Estrutura do Trabalho.....</b>	<b>p.5</b>
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>p.6</b>
<b>2.1 Introdução.....</b>	<b>p.6</b>
<b>2.2 A Indústria Extrativa.....</b>	<b>p.9</b>
2.2.1 Processos básicos da indústria extrativa.....	p.12
<b>2.3 A Manutenção Produtiva Total.....</b>	<b>p.15</b>

2.3.1	Definições de TPM.....	p.21
2.3.2	Objetivos da TPM.....	p.24
2.3.3	Característica da TPM.....	p.27
2.3.4	A TPM e a ferramenta 5S.....	p.30
2.3.5	Os pilares da TPM.....	p.33
<b>2.4</b>	<b>Trabalhos na Área.....</b>	<b>p.35</b>
2.4.1	O caso NASSCO.....	p.36
2.4.2	A TPM na Alumar.....	p.39
2.4.3	A TPM nas Tintas Renner.....	p.42
2.4.4	A TPM na Petroquímica União.....	p.44
2.4.5	A TPM ao Redor do Mundo Pirelli.....	p.46
2.4.6	Noções de TPM em empresas diversas.....	p.47
<b>2.5</b>	<b>Considerações Finais.....</b>	<b>p.50</b>
<b>3</b>	<b>MODELO PROPOSTO PARA O GERENCIAMENTO DO PROCESSO DE MUDANÇAS NA INDÚSTRIA EXTRATIVA MINERAL COM BASE NA TPM.....</b>	<b>p.52</b>
<b>3.1</b>	<b>Introdução.....</b>	<b>p.52</b>
<b>3.2</b>	<b>Modelo Estrutural do Procedimento Metodológico.....</b>	<b>p.53</b>
<b>3.3</b>	<b>Por que Mudar?.....</b>	<b>p.55</b>
<b>3.4</b>	<b>TPM Como Suporte de Mudança.....</b>	<b>p.60</b>
3.4.1	Etapa de Fundamentação.....	p.64

3.4.2	Etapa da Metodologia.....	p.68
3.4.2.1	Resgate do posto de trabalho.....	p.69
3.4.2.2	Manutenção Planejada.....	p.73
3.4.2.3	Estrutura de Apoio.....	p.75
3.4.2.4	Treinamento Operacional.....	p.76
3.4.2.5	Implementação da Cultura.....	p.77
<b>3.5</b>	<b>O que Mudar?.....</b>	<b>p.79</b>
<b>3.6</b>	<b>Para Onde Ir?.....</b>	<b>p.82</b>
<b>3.7</b>	<b>Como Chegar Lá?.....</b>	<b>p.85</b>
<b>3.8</b>	<b>Como Implementar a Mudança?.....</b>	<b>p.86</b>
<b>3.9</b>	<b>Como Saber se Melhorou?.....</b>	<b>p.87</b>
<b>3.10</b>	<b>Considerações Finais.....</b>	<b>p.88</b>
<b>4</b>	<b>APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO.....</b>	<b>p.89</b>
<b>4.1</b>	<b>Introdução.....</b>	<b>p.89</b>
<b>4.2</b>	<b>O Processo de Produção da CNQB/SC.....</b>	<b>p.91</b>
4.2.1	Lavra.....	p.92
4.2.2	Beneficiamento.....	p.94
4.2.2.1	Unidade de preparação.....	p.95
4.2.2.2	Unidade de concentração em Meio-Denso.....	p.97
4.2.2.3	Unidade de Flotação.....	p.98
4.2.2.4	Unidade de Secagem.....	p.102

4.2.3	Dados operacionais.....	p.102
4.2.4	Caracterização dos efluentes e controle ambiental.....	p.103
<b>4.3</b>	<b>Aplicação do Modelo na CNQB/SC.....</b>	<b>p.105</b>
4.3.1	Por que mudar?.....	p.106
4.3.2	TPM como suporte de mudança.....	p.107
4.3.3	O que mudar?.....	p.107
4.3.4	Para onde ir?.....	p.108
4.3.5	Como chegar lá?.....	p.112
4.3.6	Como implementar a mudança?.....	p.115
4.3.7	Como saber se melhorou?.....	p.118
<b>4.4</b>	<b>Considerações Finais.....</b>	<b>p.123</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES .....</b>	<b>p.127</b>
5.1	Conclusões.....	p.128
5.2	Sugestões para Trabalhos Futuros.....	p.132
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>p.134</b>
	<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>p.137</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1	Diagrama estrutural do modelo proposto.....	p.55
Figura 3.2	Ciclo PDCA de controle de processos.....	p.59
Figura 3.3	Pilares de implementação da TPM na indústria extrativa mineral.....	p.62
Figura 3.4	Equipe autônoma de um posto de trabalho – Britagem.....	p.65
Figura 3.5	Os cinco pilares da metodologia.....	p.69
Figura 3.6	Levantamento das perdas do posto de trabalho.....	p.71
Figura 3.7	Cartão de anomalias.....	p.72
Figura 3.8	Plano de ação.....	p.73
Figura 3.9	Pilar N° 2 da metodologia TPM.....	p.74
Figura 3.10	Check list do operador.....	p.75
Figura 3.11	Check list dos setores de apoio.....	p.76
Figura 3.12	Auditoria de TPM.....	p.78
Figura 3.13	Árvore da Realidade atual – Plano de fogo falhado.....	p.81
Figura 4.1	Distrito fluorítico do Estado de Santa Catarina.....	p.92
Figura 4.2	Corte longitudinal de uma mina de fluorita.....	p.94
Figura 4.3	Fluxograma da unidade de preparação de fluorita.....	p.95
Figura 4.4	Unidades de preparação (A) e de concentração em meio denso (B).....	p.96



Figura 4.5 Fluxograma da unidade de concentração de fluorita em meio denso.....	p.97
Figura 4.6 Pilhas de homogeneização.....	p.99
Figura 4.7 Fluxograma da unidade de flotação de fluorita.....	p.101
Figura 4.8 Circuito de moagem (A) e parte do circuito de flotação (B) da usina de flotação de fluorita.....	p.101
Figura 4.9 Pilhas de concentrados grau metalúrgico (A) e grau ácido (B).....	p.102
Figura 4.10 Modelo proposto.....	p.105
Figura 4.11 Equipe autônoma de um posto de trabalho.....	p.114
Figura 4.12 Cartão de anomalias.....	p.117
Figura 4.13 Plano de ação.....	p.118
Figura 4.14 Check list do operador.....	p.119

## LISTA DE TABELAS

Tabela 4.1	Composição mineralógica aproximada do minério.....	p.92
Tabela 4.2	Resultados obtidos na unidade de preparação.....	p.96
Tabela 4.3	Balanços de massa e metalúrgico da unidade de concentração em meio denso.....	p.98
Tabela 4.4	Consumo médio e fornecedores dos reagentes utilizados na flotação.....	p.99
Tabela 4.5	Produtos obtidos na unidade de flotação, recuperação em massa e metalúrgica.....	p.102
Tabela 4.6	Tabela de anotações dos pontos de checagem.....	p.120
Tabela 4.7	Treinamento operacional. ....	p.122

## LISTA DE QUADROS

- Quadro 4.1 Utilização industrial dos concentrados de fluorita.....p.93
- Quadro 4.2 Curso inicial de TPM prestado por consultoria.....p.111
- Quadro 4.3 Cronograma de Implantação de TPM.....p.113
- Quadro 4.4 Levantamento das perdas de um posto de trabalho.....p.116

## RESUMO

SOUZA, José Carlos. **A Manutenção Produtiva Total na indústria extrativa mineral: a metodologia TPM como suporte de mudanças.** Florianópolis 2001. 137f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, UFSC. 2001.

A efetiva participação do Brasil, no moderno processo tecnológico, disseminado através da globalização, principalmente após a queda das barreiras alfandegárias, tem colocado as organizações empresariais em ritmo acelerado de mudanças, para garantir a sua manutenção físico financeira num mercado altamente competitivo. É de vital importância, o aprimoramento da qualidade, valor, bom atendimento e inovação dos produtos e serviços, que precisam ser adaptados rapidamente, proporcionando condições de sobrevivência para as empresas num mundo totalmente globalizado. O objetivo deste trabalho, é demonstrar a implementação da Manutenção Produtiva Total, na indústria de mineração de fluorita no estado de Santa Catarina, Brasil, com a finalidade de reduzir o custo final do produto acabado. O trabalho foi desenvolvido na Companhia Nitro Química Brasileira de Santa Catarina pertencente ao grupo Votorantim. Com base na revisão bibliográfica, onde se apresenta a aplicação desta ferramenta da qualidade em diversos tipos de atividades produtivas diferentes, e a descrição do processo específico da mineração de fluorita, se propõe uma metodologia de mudanças, utilizando a TPM como suporte central do modelo, que devidamente adaptada, por endogenia se constitui em um novo e eficiente sistema de gestão. As conclusões confirmam a viabilidade e aplicabilidade da TPM, na indústria extrativa mineral, no segmento da mineração de fluorita e pressupõe igual ou maior viabilidade, no segmento da mineração do carvão e na indústria de cerâmica branca, da região sul do estado de Santa Catarina, entre outras atividades industriais, desde que com as devidas adaptações.

**Palavras-chave: Mudanças, Manutenção, Qualidade, Envolvimento.**

## ABSTRACT

SOUZA, José Carlos. **A Manutenção Produtiva Total na indústria extrativa mineral: a metodologia TPM como suporte de mudanças.** Florianópolis 2001. 137f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, UFSC. 2001.

Brazil's effective participation through the modern and technological "globalization", and also the eradication of customs fees, has positioned the enterprises in accelerate growth of changes in order to assure their maintenance in a highly competitive market. In this sense, there are other facts such as: quality, prices, negotiation, customer service and products inovation that need to be adapted and improved by companies in order to survive through out a globalized world. The objective of this study is to demonstrate the implementation of the "Total Productive Maintenance" in the fluorspar mining industry in the state of Santa Catarina, Brazil, aiming at reducing the products final cost. This study was developed at Cia Nitro Química Brasileira, a company of Votorantim Group. Based on the bibliography review, where the application of this quality tool in several different kinds of productive activities, and the description of the specific process of the methodology of Fluorspar mining industry are presented; this study proposes a methodology of changes, using the TPM (Total Productive Maintenance). The conclusion corroborate the TPM's applicability and feasibility in the fluorspar mining industry and indicates an equal or higher feasibility in the field of coal mining and ceramic tiles industry, in the south region of Santa Catarina; among other industry activities, as long as proper adaptation are made.

**Key-words: Changes, Maintenance, Quality, Involvement.**

## **CAPÍTULO 1 INTRODUÇÃO**

A sobrevivência das organizações em um mundo globalizado tem forçado às empresas a implementarem novas metodologias de gestão na busca da redução de seus custos de produção, visando o aumento da competitividade.

Essas organizações, cada vez mais, apegam-se às tendências que registram a importância da aplicação da gestão do conhecimento, através da aquisição, geração e disseminação de novas técnicas de gestão.

Como parâmetro de orientação para o desenvolvimento de um trabalho realmente representativo em termos de objetivos e resultados, é necessário que se vincule as estratégias de produção, bem como todo o sistema produtivo, a modelos conhecidos e reconhecidamente aprovados.

A aplicação de uma metodologia de manutenção produtiva total (TPM), reconhecida internacionalmente como uma das ferramentas de qualidade e produtividade vinculada ao Sistema Toyota de Produção, adaptada para a indústria extrativa mineral se constitui no objeto de estudo maior desta dissertação.

### **1.1 Origem do Trabalho**

Este trabalho tem origem em uma experiência iniciada no final de 1999, na Companhia Nitro Química Brasileira de Santa Catarina (CNQB/SC), através da continuidade de um programa de mudanças iniciado no segundo semestre de 1997, quando se começou a implantação dos princípios e técnicas do Sistema Toyota de Produção (STP) na empresa, no sentido de tornar a empresa competitiva dentro de um mercado globalizado, desprovido de barreiras alfandegárias e altamente competitivo, no segmento de mineração de fluorita, com reservas internacionais especialmente generosas.

O STP, que garantiu a sobrevivência da empresa desde a sua aplicação até o final de 1999, permitiu uma mudança radical no modelo de gestão da

CNQB/SC, garantindo com a busca incessante da eliminação das perdas do processo produtivo, dentro da sua filosofia *Kaizen* (melhorias contínuas), um custo final do produto acabado compatível com os preços praticados no mercado internacional.

A partir do segundo semestre de 1999, no entanto, já como única produtora de fluorita em território nacional, pois as outras existentes foram desativadas por se tornarem inviáveis economicamente, a empresa viu-se novamente na situação de ter que mudar rapidamente para sobreviver.

Foi a partir desta constatação que surgiu a questão de pesquisa que será trabalhada nesta dissertação, qual seja: *é possível implementar um modelo para o gerenciamento do processo de mudanças na indústria extrativa mineral com base na manutenção produtiva total?*

Como hipótese básica para a questão levantada, formulou-se a resposta provisória de que era viável implementar um modelo para o gerenciamento do processo de mudanças na indústria extrativa mineral com base na manutenção produtiva total. Em sintonia com esta hipótese passou-se a desenvolver o presente trabalho.

## **1.2 Importância do Trabalho**

No segmento da indústria extrativa mineral, a mineração de fluorita é uma indústria relativamente pequena até mesmo para os padrões nacionais, mas mesmo assim funcionando como um ponto de controle estratégico dos preços de mercado, em nível internacional.

Isto significa que a manutenção das reservas é quase tão importante quanto a produção, pois são estas reservas que ao longo do tempo permitirão identificar e praticar um preço final compatível com os custos de produção, que devem funcionar como referência para a compra suplementar de fluorita no mercado externo.

Como na indústria extrativa mineral no geral, e na mineração de fluorita no particular, o sistema produtivo é do tipo contínuo com ênfase na utilização de máquinas e equipamentos de grande porte e o problema maior a ser enfrentado na busca pela produtividade é o elevado número de paradas para manutenção corretiva nestas máquinas e equipamentos, que aumentam sobremaneira os custos de produção em razão da interrupção do fluxo contínuo de produção.

Outro ponto a ser ressaltado é a situação em particular da CNQB/SC com relação à elevada idade física das máquinas e equipamentos e as dificuldades de conservá-los em boas condições de operação, face ao reduzido número do efetivo da manutenção especializada.

A solução convencional mais simples, via aumento do pessoal da manutenção para melhorar as condições de operação das máquinas e equipamentos, se mostrava inviável em função desta solução aumentar de imediato o custo fixo, quando a necessidade maior é justamente a redução destes em curto espaço de tempo.

A importância deste trabalho se revela com o potencial da implementação do gerenciamento do processo de mudanças na indústria extrativa mineral com base na Manutenção Produtiva Total, buscar atingir estes dois pontos de fundamental importância na sobrevivência da indústria extrativa mineral, ou seja, manter os equipamentos e instalações sempre operando e reduzir os custos de manutenção dos mesmos.

### **1.3 Objetivos**

Esta dissertação possui um objetivo geral e alguns objetivos específicos conforme descritos a seguir.

#### **1.3.1 Objetivo geral**

Desenvolver um modelo para o gerenciamento do processo de mudanças



na indústria extrativa mineral com base na manutenção produtiva total.

### 1.3.2 Objetivos específicos

A partir deste objetivo geral pode-se enunciar os seguintes objetivos específicos para o trabalho:

- Confirmar, através da experiência, que ferramentas da qualidade e produtividade podem ser adaptadas a diferentes processos produtivos, em particular ao processo de extração mineral;
- Verificar se a valorização do ser humano é fundamental para qualquer mudança, seja ela radical ou incremental, na filosofia ou sistema de gestão de uma empresa;
- Comprovar a evidência da importância da mudança de cultura, através do treinamento, conscientização e capacitação do efetivo humano;
- Demonstrar a viabilidade de aplicação do modelo proposto para a indústria extrativa mineral, em particular na CNQB/SC.

## 1.4 Limitações do Trabalho

Este trabalho está direcionado especificamente às atividades operacionais relacionadas ao fluxo de produção da indústria extrativa de mineração de fluorita, não abrangendo as atividades burocráticas de todo o fluxo da cadeia de suprimentos (*Supply Chain*), o que fará parte inclusive das sugestões para trabalhos futuros.

A metodologia TPM proposta como estrutura central do modelo desenvolvido para o processo de mudanças, está limitada, por endogenia, ao processo específico da mineração de fluorita, necessitando de adaptações ao fluxo de outro processo produtivo, mesmo que seja da indústria extrativa

mineral.

## 1.5 Estrutura do Trabalho

A estrutura desta dissertação, está assim determinada:

No *capítulo 1* está descrita a introdução desta dissertação. Nele estão contidos a introdução efetivamente, a origem, a importância, os objetivos, as limitações e a estrutura deste trabalho.

No *capítulo 2* é apresentada a revisão bibliográfica ou estado atual dos temas pesquisados, com a fundamentação teórica sobre a qual será desenvolvido o modelo proposto.

No *capítulo 3* é descrito o modelo proposto para o gerenciamento do processo de mudanças na indústria extrativa mineral com base na manutenção produtiva total.

No *capítulo 4* é apresentada a aplicação num cenário real do modelo teórico cultivado através da revisão bibliográfica do capítulo 2 e direcionado para uma estrutura de mudanças fundamentada no capítulo 3, visando uma reforma significativa na gestão da Cia Nitro Química Brasileira /SC.

No *capítulo 5* são apresentadas as conclusões referentes aos objetivos e resultados do processo de transformação, bem como as sugestões para trabalhos futuros.

## **CAPÍTULO 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

Neste capítulo é apresentada a revisão bibliográfica ou estado atual dos temas pesquisados, bem como a fundamentação teórica sobre a qual será desenvolvido o projeto de implementação da Manutenção Produtiva Total (TPM) na indústria extrativa mineral, especificamente nas minas de fluorita do Estado de Santa Catarina.

A TPM, reconhecidamente eficaz e de ampla aplicabilidade na indústria metal-mecânica, se constitui, na verdade, em promissora novidade como ferramenta de qualidade e produtividade em processos de lavra subterrânea e beneficiamento do minério de fluorita.

Este capítulo contempla:

- a) Características da indústria extrativa onde será aplicada a TPM;
- b) Histórico, definições, objetivos, pilares, etc., da TPM;
- c) Trabalhos conhecidos na área;
- d) Considerações finais.

### **2.1 Introdução**

O processo de transformações econômicas e políticas que vem acontecendo nas últimas décadas passou a ser designado genericamente pelo termo globalização. A principal característica deste processo é a integração dos mercados mundiais com a exploração de grandes empresas nacionais e multinacionais.

Junta-se a isso a grande revolução tecnológica com o uso cada vez maior de telefones, computadores e televisões, e a uniformidade das informações com o surgimento e explosão da internet e dos canais de televisão por assinatura. Com isso os países passam a interagir não só na economia e na

política, como também na cultura.

O aumento da concorrência internacional gerado pela globalização obriga as empresas a cortarem custos diminuindo os preços. Como os países mais ricos possuem altos salários, as empresas procuram instalar suas fábricas em locais que possuam mão-de-obra barata. Com isso há uma transferência de empregos dos países mais ricos para os mais pobres.

O desemprego estrutural é uma tendência em que são cortados vários postos de trabalho e uma das principais causas é a automação de várias rotinas de trabalho, substituindo a mão-de-obra do homem.

As fábricas estão substituindo operários por robôs, os bancos estão substituindo funcionários por caixas eletrônicos, os escritórios informatizados já possuem sistemas que executam tarefas repetitivas e demoradas, eliminando alguns funcionários.

Em contrapartida, existe também a criação de novos postos de trabalho, gerando novas oportunidades de emprego. Mas esses novos empregos exigem profissionais com boa formação e com isso o desemprego continua nas camadas mais baixas.

Não só no ramo industrial se vê o efeito da globalização no desemprego. O comércio também está bastante atingido. As grandes empresas multinacionais chegam e acabam com as empresas locais. O aumento de *shoppings centers* vem acabando com o comércio de rua.

Por outro lado vê-se globalização funcionando no Mercosul e outros blocos econômicos. As empresas globais lançam produtos globais para conquistar mercados e ampliar os seus domínios. A empresa diante da economia globalizada poderá ser altamente competitiva ou transformar-se em um tremendo problema.

Para Klippel (1998):

“Esta competitividade que possibilita a sobrevivência das organizações,

passa pela profunda reestruturação das mesmas: não apenas novas tecnologias e métodos de trabalho são necessários, mas também uma mudança radical com relação ao mercado e no comportamento das pessoas que pertencem à organização”.

Neste início de milênio, herança de muitas viradas, uma coisa fica clara, seja na política, nos negócios e na convivência entre as pessoas, não há mais lugar para mágicas, divagações ou improvisações.

O brasileiro começa a resgatar princípios esquecidos, passa a exigir honestidade e participa mais dos problemas que afetam o país. O cidadão/consumidor exige qualidade e faz valer seus direitos.

Não existe, porém, nada que impulse tanto a busca pela competitividade, quanto as facilidades proporcionadas pela globalização. As importações outrora dificultadas pelas barreiras alfandegárias, hoje disputam espaços nas prateleiras com os produtos das empresas nacionais, nas lojas e nos supermercados. É necessário entender e acompanhar os novos tempos, através da garantia da qualidade dos produtos, diretamente ligada à preços competitivos de mercado.

Tubino (1999, p.20) afirma que:

“Fatores relacionados à sobrevivência das empresas em mercados altamente competitivos estão ligados a forma como as organizações planejam estrategicamente seus negócios. Infelizmente, no Brasil as empresas não contemplavam em seus planejamentos estratégicos as questões associadas aos sistemas de produção, direcionando-os para as áreas de marketing e/ou finanças, onde potencialmente, em mercados carterizados, os ganhos são rápidos e maiores”.

Em continuidade esclarece que “A partir de agora, as empresas se vêem forçadas a rever esta postura e pensar em como seus sistemas produtivos devem se posicionar estrategicamente para garantir vantagens em relação à concorrência”. É dentro deste contexto de globalização e produtividade que o

presente capítulo irá resgatar a bibliografia que permitirá entender a relação entre TPM e um sistema eficiente e competitivo de produção.

## **2.2 A Indústria Extrativa**

O início da atividade mineral no Brasil se confunde com o próprio processo de colonização do país, através da exploração de riquezas minerais, baseada na escravidão e visando o mercado externo.

Desde o princípio, as terras brasileiras apareciam para Portugal como fonte potencial de tesouros, cuja descoberta e exploração foram fortemente estimuladas. Embora as primeiras iniciativas visando a descoberta de metais e pedras preciosas em terras brasileiras falhassem, devido às dificuldades daquela época, o desejo de descobrir riquezas minerais se manteve entre os habitantes da nova colônia, estimulados pela corte portuguesa, que oferecia promessas de honra e reconhecimento para os descobridores de tais riquezas.

O Brasil hoje é a mais forte economia da América latina, liderando o Mercosul, o bloco de comércio regional que engloba também Argentina, Uruguai e Paraguai. A economia brasileira tornou-se bastante diversificada no século XX e o valor da produção mineral (Brasil Mineral Nº 189), incluindo petróleo e gás, responde por apenas 2% do PIB (Produto Interno Bruto). Apesar disso, sua importância é reconhecida e o país figura entre os 10 maiores produtores mundiais de minerais não-energéticos.

Os tempos mudaram, mas a mineração continua sendo em termos genéricos considerada, principalmente pelo ambiente externo, como uma atividade humana alheia à indústria de alta sofisticação técnica e financeira, relacionada à trabalhos rudimentares, dispensáveis e indesejáveis.

Na “Nova Economia”, temas como energia e matéria-prima, construção e habitação, mobilidade e transporte, agricultura e deposição de lixo, são assuntos que envolvem a utilização de crescentes quantidades de materiais e minerais.

Assim mais do que nunca, a mineração está e estará ligada a qualquer opção que a nova economia venha oferecer à sociedade. Não se pode esquecer que o crescimento ilimitado do comércio virtual e derivados (*e-business*), embora intangível, não elimina a troca física de mercadoria que se caracteriza por um grande problema de logística e alto consumo de materiais.

Não obstante a visão de senso comum, de atividade primária, a indústria que sustenta materialmente a modernidade e o crescimento incontrolável do setor de serviços tem respondido de forma conveniente às solicitações que lhe são apresentadas.

Se até pouco tempo os esforços no interior da indústria eram feitos no sentido de atingir os resultados em quantidade, qualidade e preço, hoje estes esforços tendem a extravasar a área geográfica da ocorrência mineral e atuar em toda a cadeia de produção, envolvendo inclusive e principalmente instrumentos e ferramentas da engenharia de produção para poder bem cumprir o seu papel dentro do contexto sócio-econômico-produtivo.

A indústria extrativa no Brasil tem necessidade de se preparar, tanto em nível organizacional, como operacional, para atuar numa situação crescente de exigências em termos de quantidade, qualidade e preço, para garantir a sua própria sobrevivência.

As empresas têm também que estar preparadas para sofrerem fusões e incorporações que lhes acrescentem sinergias e escala no mercado interno e externo.

O aumento da atenção e do conhecimento sobre os recursos minerais do subsolo são prerrogativas para que o Brasil continue a ser uma boa opção de investimento em mineração no mundo globalizado.

Neste sentido, faz-se necessário à otimização de todas as operações do processo produtivo da indústria extrativa, para que sejam atingidos resultados que mantenham economicamente viável as atividades de exploração de ocorrências minerais interessantes.

Dentro da classificação dos Sistemas de Produção, de acordo com Tubino (1997, p. 27-30), a indústria extrativa mineral, de pequeno e médio porte, de minerais não-energéticos, caracteriza-se como processo contínuo, pois normalmente existe grande uniformidade na produção e os processos produtivos são altamente interdependentes.

A mineração é uma atividade de alto risco em suas etapas iniciais de prospecção e exploração. Exige um longo tempo de maturação e envolve grandes investimentos.

Esse tipo de empreendimento não busca apenas locais geologicamente favoráveis, busca, igualmente, a segurança necessária para decidir por um investimento financeiro que chega, freqüentemente, à cifra de centenas de milhões de dólares.

Uma legislação instável aumenta o grau de risco, tornando desinteressante o investimento, tanto para o empresário nacional, quanto para o estrangeiro.

Segundo Jeffrey Kirchoft, gerente comercial da *Brazilian Resources Inc.* de *New Hampshire - USA*, que atualmente desenvolve dois projetos de mineração de ouro no Estado de Minas Gerais, "...no meio mineral há sempre algumas áreas quentes ao redor do mundo, e este pode ser muito bem o momento do Brasil. O interesse pelo País simplesmente explodiu" (*The Wall Street Journal*, January 22, 1.997).

A indústria mineira mundial acordou para um fato óbvio, mas a tempo negligenciado: "O Brasil, devido tanto à sua geologia quanto à sua extensão territorial, representa a maior oportunidade mineral da América Latina", nas palavras de Jonh Azlant, vice-presidente de desenvolvimento de negócios da *Echo Bay Mines Ltd.* Continua, o referido empreendedor, em seu comentário publicado no *The Wall Street Journal*, (January 22, 1997):

"O Brasil possui uma infinidade de ocorrências minerais. Apesar de o ouro ser a mais desejada 'commodity' para mineradores multinacionais, existem, no país, reservas significativas de minério de ferro, alumínio,



diamantes e outros recursos naturais”.

Feitas estas considerações gerais, cabe apresentar os processos básicos que estão ligados genericamente às indústrias extrativas e que na proposição da metodologia do capítulo 3 serão detalhados para a mineração de fluorita.

### 2.2.1 Processos básicos da indústria extrativa

Dentro do macro processo delineado na indústria extrativa, existem processos básicos e comuns a vários tipos de exploração de ocorrência mineral (exceção a minerais energéticos), que podem ser rapidamente descritos. São eles os processos de planejamento, desenvolvimento, desmonte, transporte e beneficiamento.

O processo de planejamento é a fase inicial do processo que envolve o aspecto legal, geralmente embasado em pesquisas de campo, prospecções geoquímicas e geofísicas, sondagens, mapeamentos, leitura e interpretação geológica do corpo mineral.

Nesta fase são preenchidos os protocolos e requisitos da legislação mineral em seqüência lógica com os acontecimentos de campo e solicitados ao Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) alvarás de pesquisa, que após comprovação e aprovação serão substituídos por alvarás de lavra.

Em toda e qualquer atividade de exploração mineral, seja ela em superfície (a céu aberto) ou em subsolo, a fase de desenvolvimento é fundamental para o bom andamento das atividades futuras imediatas, já que o desenvolvimento existirá enquanto existir atividade exploratória no local.

O processo de desenvolvimento compreende a locação e confecção de poços, galerias, planos, corredores e chaminés de ventilação, enfim todo o desenho estrutural que fornece a infra-estrutura necessária para a mobilidade, logística e atividade de desmonte do corpo mineral.

O processo de desmonte geralmente compreende a parte mais crítica de

todo o processo, pois é nesta fase que o aproveitamento da estrutura mineral é determinado, através de um plano de lavra bem elaborado e um eficiente acompanhamento técnico de geologia e topografia. Também os serviços considerados de maior periculosidade e insalubridade são aqui desenvolvidos já que o desmonte geralmente envolve serviços de perfuração de rocha com marteletes pneumáticos, carregamento e detonação das frentes de avanço com explosivos nitroglicerinados, muitas vezes em grandes profundidades em subsolo (acima de 100m).

Na etapa do processo de transporte, o minério bruto (*Run of Mine*) desmontado, deve ser transportado por galerias, planos e poços, por carros apropriados (vagonetas) isoladamente ou em comboios, através de tração humana ou mecânica até a superfície onde será estocado em silos ou imediatamente direcionado para as instalações de beneficiamento.

O processo de deslocamento da partícula mineral da jazida "*in situ*", onde foi desmontado até a etapa final de beneficiamento, venda e expedição para o cliente externo, envolve vários tipos de transporte.

Geralmente já dos silos em superfícies ou dos estoques nos pátios das cavas (céu aberto), o minério é levado até as instalações por correias transportadoras ou caminhões.

Todo e qualquer bem físico mineral, que na forma de bruto, mereça um tratamento para aumentar sua concentração em teor, uniformidade granulométrica ou pureza, garantindo a maximização da sua utilização, aliado ao seu valor econômico, deve ser beneficiado.

O processo de beneficiamento compreende processos físicos, químicos ou físico-químicos, através da utilização de equipamentos apropriados, reagentes químicos e físicos que atuam sobre as propriedades dos minerais, aproveitando as peculiaridades das suas características, para torná-los mais ricos em conteúdo, puros em qualidade e valiosos no preço.

Dentro deste modelo de processo produtivo, a indústria extrativa mineral,

principalmente a de pequeno e médio porte emprega um grande contingente de mão-de-obra pesada para a execução de serviços de alto risco, principalmente na fase de prospecção e exploração.

Os equipamentos empregados na etapa mecanizada são de pequeno e médio porte, em número reduzido, se comparado com a atividade essencialmente braçal. Os turnos de produção, geralmente não são contínuos, permitindo intercalar as manutenções preventivas e corretivas entre eles.

Uma característica muito peculiar na indústria extrativa é a sua localização, que naturalmente, pelo menos na fase de exploração, é determinada pela posição geográfica do corpo mineral, podendo-se efetuar o beneficiamento próximo da ocorrência, ou em local estrategicamente conveniente para o tratamento e escoamento do produto acabado.

Esta peculiaridade também contribui para determinar o perfil da mão-de-obra mineira, muitas vezes tendo que ser recrutada entre os moradores das localidades próximas da jazida, sem qualquer formação técnica ou preparo profissional para esta atividade.

Independente do tipo de exploração mineral, faz-se necessário a presença de um corpo técnico devidamente habilitado para dirigir e supervisionar as atividades, em detrimento de maior ou menor capacitação da mão-de-obra operacional restante.

Os serviços, nas diversas fases de planejamento, desenvolvimento, desmonte, transporte e beneficiamento na mineração, não são de maneira geral muito difíceis ou tecnicamente exigentes, já que o número de equipamentos a serem operados é pequeno e de fácil manuseio, apresentando, no entanto, alto grau de risco, o que exige grandes investimentos em termos de segurança e conscientização do pessoal.

Em relação à indústria metalmeccânica, a mineração pode ser considerada uma atividade primária, já que a primeira hoje opera com tecnologia de ponta, utilizando profissionais de alto gabarito com currículos técnicos completos,

aprimoramento contínuo e treinamento sistemático, enquanto que a segunda começa agora a implantar uma nova cultura nos seus modelos arcaicos, através da utilização de ferramentas e modernos sistemas de gestão.

Existe uma grande diferença da mineração, em relação à indústria metalmeccânica, onde hoje emprega-se praticamente mais máquinas que operadores nos diversos fluxos do processo de produção. Geralmente na metalmeccânica o operador é multifuncional, a produção é contínua e os gargalos são a principal fonte de problemas.

Ocorre, no entanto uma similaridade básica fundamental nos processos das indústrias que avalizam a possibilidade de um sistema de gestão comum a ambas, como a TPM.

As unidades gerenciais básicas da mineração, que caracterizam as diversas fases do processo, podem ser comparados com as unidades de manufatura da indústria metalmeccânica. Em sistemas produtivos eficientes, os postos de trabalho em ambas podem ser projetados de forma idêntica, com as equipes autônomas responsáveis pela eliminação de perdas e manutenção dos postos em perfeita harmonia com os objetivos e características do modelo TPM.

Também na moderna indústria extrativa, o treinamento e a conscientização do pessoal passam a fazer parte da nova cultura, contribuindo para os resultados em termos de quantidade, qualidade e preço, que já caracterizam a aplicação da TPM como modelo de gestão na indústria metalmeccânica.

Uma vez apresentadas as características gerais da indústria extrativa, a seguir, na continuação do capítulo, será discutida uma revisão bibliográfica sobre TPM, objeto de estudo deste trabalho.

### **2.3 A Manutenção Produtiva Total**

Num artigo publicado pelo Dr. Jack Roberts (Roberts, 2001) do Departamento de Tecnologia e Engenharia Industrial da *Texas A&M University-*

Commerce (<http://www.tpmonline.com/articles>) intitulado “A Manutenção Produtiva Total – sua Definição e História”, ele comenta que a origem do nome Manutenção Produtiva Total (TPM) tem opiniões divergentes:

“Alguns afirmam que teve início na indústria de manufatura americana faz mais de quarenta anos. Outros o associam ao plano que se usava na Nippondenso, fábrica de componentes elétricos para automóveis, fornecedora da “*Toyota Motor Company*” do Japão no final da década de 60. No entanto, foi Seiichi Nakajima, um alto funcionário do Instituto Japonês de Planejamento de Manutenção (JIPM) quem recebeu o crédito de haver definido os conceitos de TPM e contribuir para a implementação em diversas fábricas no Japão”.

No aspecto essencialmente conceitual, a Manutenção Produtiva Total, ou *Total Productive Maintenance*, significa a Falha Zero e Quebra Zero das máquinas ao lado do Defeito Zero nos produtos e Perda Zero no processo. Mais que um simples conceito, ela representa a mola mestra do desenvolvimento e otimização da performance de uma indústria produtora, através da maximização da eficiência das máquinas, com o envolvimento incondicional do capital humano.

A TPM, apesar de ter surgido no Japão há décadas, só chegou aos Estados Unidos em 1987, e logo em seguida foi introduzida no Brasil a partir das diversas visitas do “pai” da técnica, o Dr. Seiichi Nakajima.

A TPM tem feito tanto sucesso que nesses poucos anos, em quase todas as partes do mundo, os gerentes de manutenção, produção e de planta estão falando sobre TPM, tentando descobrir algo mais sobre o método ou aprendendo a implementá-lo mais corretamente.

Das fábricas eletrônicas na Malásia às empresas montadoras de carros nos EUA e na Europa, das indústrias de processo de alumínio no Canadá às grandes siderúrgicas e fábricas de papel do Brasil, estão todas buscando estruturar sua versão da TPM como um remédio para seus problemas de

ineficiência e produtividade. Pode-se com a TPM melhorar as operações da planta, aumentar a produtividade e reduzir os custos.

Faz-se necessário, no entanto, que isso seja realizado de forma correta, para que se possa chegar aos resultados esperados. Há que se levar em conta principalmente o clima organizacional e a cultura da empresa: a TPM já produziu benefícios no Japão, EUA e Brasil, além de diversos outros países, principalmente da Ásia, porém, pode não levar aos mesmos bons resultados na empresa caso se tente simplesmente copiar o sistema japonês.

O órgão encarregado da veiculação e implementação das atividades relativas ao TPM no Japão é o JIPM (*Japanese Institute of Plan Maintenance* ou Instituto Japonês de Planejamento de Manutenção). Para marcar a conquista da perfeição da manutenção, o JIPM concede anualmente o *Gran-Prix PM*, outorgando-o após uma avaliação criteriosa, às empresas que se destacaram e que conquistaram resultados significativos através da TPM.

Desde a implementação da TPM em 1971 no Japão, muitas empresas já fizeram jus ao *Gran-Prix PM*. Pode-se ressaltar que quase na totalidade elas gozam de uma elevada reputação junto ao mercado, sendo consideradas exemplares em termos de qualidade e produtividade. Isto significa que TPM é um meio mais do que apropriado para o desenvolvimento e progresso de uma organização.

Devido a sua introdução ter sido através de uma empresa de manufatura (a Nippondenso, conforme já citado), inicialmente a TPM foi expandida dentro da área de indústrias de manufaturas e montagens.

Ainda nos anos 80, a TPM passou a ser aplicada também nas indústrias de processo, como Indústrias Químicas, de Plástico, Papel e Celulose, Farmacêuticas, Alimentícias etc.

Dados de 1996 obtidos em <http://www.geocites.com>, em 27/04/2001, mostram que o número de empresas premiadas com o PM Award, baseado na TPM, à partir de 1971, chegava à 693 empresas, sendo 366 de manufatura,

298 de processo e 29 de outras.

Sendo que dentre as Indústrias de Manufatura, as maiores vozes são da Indústria de Auto Peças (204), Eletrônicas (56), Equipamentos elétricos (34) e Indústria Mecânica (32).

Entre as Indústrias de Processo destacam-se as Indústrias Químicas (44), de Plástico (41), Cerâmica e Cimento (40) e Gráficas (31).

Como exemplo de empresas que praticam TPM no Brasil, destacam-se as seguintes: Indústrias Gessy Lever, Ford Indústria e Comércio, Pirelli Cabos, Pirelli Pneus, Tilibra, Copene, Azaléia, General Motors, Mercedes Benz, Editora Abril, Eletronorte, Alumar, Alunorte, Sacchs Automotive, Votorantim Celulose e Papel, Votorantim Cimentos, Grupo Arcor e Kibon. Destas até 1996, apenas as Indústrias Gessy Lever e a Pirelli, possuíam o prêmio PM conferido pela JIPM.

Os processos industriais estão enormemente envolvidos numa nova modalidade operacional, através da incorporação cada vez maior de robôs e automações conhecidos como mecatrônica, ou seja a junção da mecânica com a eletrônica. Desta forma, é premente a necessidade de um pessoal operacional e de manutenção muito mais preparados, dotados de novas capacidades e outros conhecimentos técnicos. A TPM propicia também os recursos necessários para a conquista e o domínio desta nova conjuntura.

Com a competitividade entre as empresas tornando-se cada vez mais acirrada, as empresas buscam a eliminação de todas as modalidades de desperdícios e perdas, com procura da eficiência maior mesmo em condições limites. Para a conquista dos desafios cada vez mais difíceis, há a necessidade de uma motivação apropriada.

O *Gran-Prix PM*, outorgado através de uma avaliação criteriosa em consonância com a política industrial recomendada pelas autoridades governamentais, constitui um mecanismo apropriado para o objetivo em questão.

Nakajima (1989, p.3) foi um dos primeiros estudiosos a conceituar o assunto TPM, segundo ele, "algumas das empresas que conquistaram o Prêmio PM conseguiram incrementar a produtividade em 50% e reduzir o nível de defeito para 1/10 do anteriormente vigente", ou seja, estes são números que realmente chamam a atenção pela sua relevância.

De acordo com Nakajima (1989, p.6) a diferença da área de trabalho com e sem TPM é gritante. Ele coloca que:

"É o mesmo que comparar um homem sadio com um outro doente . O primeiro trabalha com disposição, empenho e vigor, enquanto que no segundo se percebe a sobrecarga e a dificuldade, associados a uma tensão da incerteza do futuro. Infelizmente não existem remédios miraculosos ou mágicas capazes de recuperar as máquinas e equipamentos que sofreram desgastes ou quebras. Gasta-se tempo e dinheiro para sanar estes problemas e recuperar as máquinas e equipamentos".

Em continuidade, ele coloca:

"A TPM representa uma forma de revolução, pois conclama a integração total do homem x máquina x empresa, onde o trabalho de manutenção dos meios de produção passa a constituir a preocupação e a ação de todos".

Segundo A. Roberto Muller, presidente da Asea Brown Boveri do Brasil, prefaciando Mirshawka e Olmedo (1994):

"... assim como TQC - *Total Quality Control* - TPM também buscou as siglas iniciais do inglês - *Total Productive Maintenance* e objetiva promover a integração da manutenção do sistema produtivo, de forma total, tanto nos aspectos administrativos como operacionais".

Fazer TPM significa montar uma estrutura onde haja a participação de todos os escalões, desde os da alta direção até os operacionais de todos os departamentos, ou seja, uma nova sistemática de manutenção, com



envolvimento de todos. Trata-se da efetivação de um “*Equipment Management*”, isto é, a administração das máquinas por toda a organização.

Por hábito, quando se lida com equipamentos tem-se uma pré-concepção de que é até normal ou natural que eles apresentem defeitos e deixem de operar. Esse paradigma, é especialmente combatido pela TPM que procura dar às pessoas a visão de que um equipamento pode alcançar quebra zero, de que o ambiente em volta dele pode ser mantido impecável e de que não apenas em sonho, pode-se pensar em usinas nucleares, plantas petroquímicas, em vôos de avião etc., sem falhas.

Na verdade para se chegar a este estágio, é necessário trabalhar muito mais com as atitudes do que com a habilitação do pessoal para a manutenção. Em primeiro lugar deve-se terminar com alguns limites, com algumas linhas divisórias, com alguns mitos como: “eu opero a máquina e quando ela quebrar você conserta”.

A TPM institui uma nova perspectiva sob a qual, sem deixar de preocupar-se com a qualificação técnica, se procura dar ao pessoal de produção um novo sentido de propriedade e orgulho no fato do seu equipamento estar funcionando, estar limpo e, mais importante, com o pessoal tendo plena consciência do porque isto está acontecendo.

Além disso, à medida que se desenvolve a parceria entre o pessoal da manutenção e o de operação pode-se inclusive detectar os prenúncios de falha e tomar as devidas ações corretivas de forma pró-ativa.

Os autores Victor Mirshawka e Napoleão L. Olmedo (1994) apresentam em seu livro “TPM à Moda Brasileira” um manual prático para o pessoal envolvido na manutenção e para o pessoal de produção, incluindo também gerentes, engenheiros e supervisores que estiverem conduzindo a implantação da TPM.

Neste livro, o grande alerta é para a enorme resistência à mudança que está presente em todas as pessoas, apresentando um processo passo a passo, de se conseguir a mudança, de forma que a TPM possa ser adequada à realidade

da sua empresa no Brasil e, quando implantada, venha a produzir resultados almejados.

Os autores destacam também neste livro alguns problemas que podem surgir no desenvolvimento do seu próprio programa TPM, por isso mesmo, o livro constitui-se em um excelente suporte para se conseguir sucesso na implantação da TPM.

A seguir, as definições, objetivos, características, relações com o programa de 5 S e os pilares de sustentação da TPM serão apresentados.

### 2.3.1 Definições de TPM

Muitos estudiosos definem TPM como uma ferramenta abrangente que envolve todos os setores da organização e que teve a sua origem no TQM (*Total Quality Management*- Gestão da Qualidade total) conduzida pelas áreas de manufatura.

Entre os primeiros conceitos, destaca-se uma frase de Nakagima (1989, p.12), referente ao assunto, definindo TPM como a “Manutenção conduzida com a participação de todos”. Neste sentido a palavra “todos”, significa exatamente, o envolvimento de todo o pessoal, incluindo os elementos da média e alta direção num trabalho conjunto e não um trabalho a ser conduzido pelos operadores de forma voluntária e que não lhes diz respeito.

Para Wilmott (1995), TPM é definido como “TQM com dentes”, pois ele enfatiza a importância das pessoas numa filosofia de “capaz de fazer” e “melhoria contínua” e a importância do pessoal da produção e manutenção trabalharem juntos.

Segundo Mirshawka e Olmedo (1994, p. 1), TPM (ou MPT) é um programa de manutenção que envolve o conjunto de todos os empregados da organização, desde a alta administração até os trabalhadores da linha de produção.

Com isto os autores querem ressaltar que um programa de TPM abrange todos os departamentos, incluindo-se os departamentos de Manutenção, Operação, Transportes e outras facilidades, Engenharia de Projetos, Engenharia de Planejamento, Engenharia de Construção, Estoques e Armazenagem, Compras, Finanças e Contabilidade e Gerência da Instalação.

Na opinião do Dr. Jack Roberts (Roberts, 2001) do Departamento de Tecnologia e Engenharia Industrial da *Texas A&M University-Commerce* (<http://www.tpmonline.com/articles>), a TPM traz um novo conceito com relação ao envolvimento do pessoal da produção na manutenção dos equipamentos das plantas e instalações, pois incentiva o aumento da produtividade e ao mesmo tempo levanta a moral dos trabalhadores e sua satisfação pelo trabalho realizado.

Relacionando também com a Qualidade Total, ele observa:

"O sistema TPM nos recorda o conceito popular de TQM, que surgiu nos anos 70 e se mantém popular no mundo industrial. Eles têm muitas ferramentas em comum, como a delegação de funções e responsabilidades cada vez maiores aos trabalhadores, indicadores de desempenho de competitividade e análise e avaliação do processo para sua melhoria e otimização".

No trabalho que descreve a "Implantação de um Programa de Manutenção Produtiva Total em uma Indústria Calçadista em Franca", Patrícia Saltorato e Caio T. Cintra (1999), consideram que:

"A Manutenção Produtiva Total é uma filosofia de gerenciamento global da manutenção que constitui um dos pilares do *"Just in Time"*, significando a integração da manutenção com a produção pelo envolvimento dos operadores nas atividades de limpeza, conservação e manutenção das máquinas que operam".

Desta forma, eles entendem que através da participação ativa de todos os envolvidos no processo, de forma contínua e permanente se conseguirá zero

quebra, zero defeito e zero perda no processo.

Ao estabelecer as relações das ferramentas da produtividade com a Automação, que junto com o JIT (*just-in-time*) se constituem nos pilares de sustentação do STP (Sistema Toyota de Produção), Ghinato (1996, p.145) define a Manutenção Produtiva Total, “como uma abordagem de parceria entre a produção e a manutenção, para a melhoria contínua da qualidade do produto, eficiência da operação, garantia da capacidade e segurança”.

Percebe-se que na concepção de Ghinato, assim como de outros autores, a TPM está intimamente ligada às dimensões da qualidade preconizadas por Falconi (1992, p.12) e relacionadas com a qualidade intrínseca, preço, prazo, atendimento, moral e segurança, significando que além de manter a operação, a TPM também mantém a competitividade da empresa, proporcionando a sua sobrevivência.

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

Com esta campanha, eles entendem que melhorando as máquinas, dispositivos e acessórios para torná-los mais confiáveis, seguros e de fácil manutenção, treinando todo o pessoal para operá-los com eficiência e segurança, se estará despertando o interesse dos operadores, educando-os para que cuidem das máquinas da fábrica e garantindo a qualidade do produto.

A análise das diversas definições e conceitos leva a um consenso de que a TPM busca criar uma nova forma de trabalho, que maximize a eficiência de todo o sistema produtivo.

Por isso, a TPM não deve ser encarada como uma simples ferramenta ou programa. Afinal a TPM é focada nas pessoas, usando o equipamento como material “didático” em seu desenvolvimento.

### 2.3.2 Objetivos da TPM

A interpretação das definições e conceitos de TPM, permite destacar alguns objetivos desta nova modalidade de gestão.

Segundo Mirshawka e Olmedo (1994, p. 2-5) os cinco principais listados a seguir são: garantir a eficiência global das instalações, implementar um programa de manutenção para otimizar o ciclo de vida dos equipamentos, requerer o apoio dos demais departamentos envolvidos no plano de elevação da capacidade instalada, solicitar dados e informações de todos os funcionários da empresa, e incentivar o princípio do trabalho em equipe para consolidar ações de melhoria contínua.

#### *1 - Garantir a eficiência global das instalações.*

Ou seja, deve-se operar em sincronia com a velocidade projetada, produzir na taxa planejada e fornecer resultados de qualidade em harmonia com velocidade e taxa. O grande problema que envolve os equipamentos é que em muitas empresas brasileiras não se sabe corretamente qual é a velocidade de projeto ou qual é a taxa de produção.

Quando a gerência não conhece as respostas convenientes para a velocidade de projeto e/ou a taxa de produção, ela estabelece cotas de produção arbitradas.

O segundo problema é que, com o passar do tempo, pequenos entraves fazem com que os operadores mudem a taxa, com a qual manipulam o equipamento. A medida que essas dificuldades persistirem, o resultado da máquina em termos de trabalho pode ser de apenas 50% da capacidade, para a qual ela foi construída. Isto, sem dúvida nenhuma, pode conduzir a um investimento adicional de capital no equipamento, na tentativa de se alcançar a saída de produção exigida.

#### *2 - Implementar um programa de manutenção para otimizar o ciclo de vida dos equipamentos.*

É análogo a dizer que se deve criar o que atualmente chamam de programa de manutenção preventiva e preditiva (MP/MPRED). Tem-se aqui uma meta básica, ou seja, a de se instalar um programa que funcione de acordo com as mudanças que ocorram no desempenho do equipamento.

Cada peça do equipamento, à medida que vai envelhecendo, exige diferentes tipos de cuidados e dedicação quanto ao atendimento da manutenção; um bom programa de manutenção preventiva e preditiva naturalmente leva em conta essas variações no tratamento das peças.

Através da manutenção dos registros de falhas, das chamadas para atender a complicações, e das condições básicas do próprio equipamento, o programa é modificado para estar de acordo com as necessidades da máquina.

Ao operador é então exigido que faça a limpeza básica e a lubrificação do equipamento, o que de fato constitui a “primeira linha de defesa” contra muitas causas de defeitos e complicações. À alta administração pode-se requerer que autorize e garanta que a manutenção tenha o tempo suficiente para que possa terminar no prazo correto, qualquer serviço ou reparo exigido, com o objetivo de conservar a máquina na condição que assegure o seu funcionamento nas taxas projetadas.

*3 - Requerer o apoio dos demais departamentos envolvidos no plano da elevação da capacidade instalada.*

Assim, por exemplo, ao se incluir a manutenção de equipamentos nas decisões de projeto/compra assegura-se que a padronização da máquina vai ser levada em consideração e obedecida. Os itens inerentes a esse assunto podem sozinhos contribuir de forma significativa em grandes economias para a empresa. A padronização reduz os níveis de estoque, as exigências de treinamento e os tempos de partida.

Um outro procedimento importante é o apoio dado à manutenção pela armazenagem. Bom atendimento logístico pode reduzir em muito o tempo em que a produção fica interrompida, porém mais importante do que isto é a

otimização dos níveis de estoque, ou ao menos, tentar evitar a existência de grandes estoques.

*4 - Solicitar dados e informações de todos os funcionários da empresa.*

Ao se pedir aos empregados de todos os níveis que, com as suas aptidões e seus conhecimentos, colaborem na melhoria do processo de fabricação, além de se conseguir a integração, alcança-se uma das condições mais importantes para um excelente ambiente numa empresa — a satisfação do cliente interno. Em muitas empresas internacionais, esse item, às vezes, está englobado no programa de sugestões.

A prática da sugestão deveria ocorrer com muito mais freqüência nas empresas brasileiras; sugestões de como obter melhor manutenção, mais limpeza e organização. Contudo, a realidade de nossas fábricas não é nada fácil. Apesar dessa frustração no ambiente da empresa nacional, não se deve desanimar; é preciso buscar a eliminação dessa barreira e ir além.

*5 - Incentivar o princípio de trabalho em equipe para consolidar ações de melhoria contínua.*

Quanto mais aberta for a gerência às idéias da força de trabalho, mais simples será para as equipes funcionarem.

Essas equipes podem ser formadas por áreas, por departamentos, por linhas de produção, por processos ou por equipamentos. Elas podem ser constituídas por operadores, pelo pessoal de manutenção e inclusive pelo pessoal da gerência. Estes envolverão por sua vez, dependendo das necessidades, outras pessoas numa base de: “para cada problema chama-se as pessoas diretamente envolvidas”.

Assim não é nada estranho encontrar nos times de melhoria da manutenção (TMM) profissionais que estejam trabalhando na engenharia, nas compras e na armazenagem. Os TMM fornecem realmente respostas para problemas que algumas empresas têm tentado por muitos anos resolver de forma isolada ou

independente. O grande indicador do sucesso do programa TPM é sem dúvida esse esforço ou trabalho de equipe.

### 2.3.3 Características da TPM

A partir da definição pode-se delinear algumas características peculiares da TPM, que a diferenciam dos movimentos tradicionais, como o da manutenção corretiva, preventiva, preditiva ou da manutenção do sistema de produção.

Algumas definições básicas se tornam necessárias para o bom entendimento da evolução dos sistemas de manutenção e suas principais diferenças e características.

A Manutenção Corretiva, ou Manutenção da Quebra (BM, *Breakdown Maintenance*), é a mais primitiva das formas de efetuar manutenção, segundo Rocha (1996), e ainda é muito comum hoje não tendo sido de todo eliminada do dia-a-dia das empresas.

As manutenções corretivas, como designa o próprio nome, são realizadas depois que o defeito ocorreu e são de natureza emergencial. Elas normalmente não são programadas, sendo quase sempre executadas quando ocorrem paradas imprevistas da máquina por falhas ou defeitos ocupando, portanto, um período de tempo em que a máquina deveria estar operando.

Por outro lado a Manutenção Preventiva, apresenta um avanço em relação à corretiva, pois tem o caráter preventivo de interferir em máquinas e equipamentos antes que ocorra a falha ou defeito.

A Manutenção Preventiva usa como argumento de referência, a Manutenção Baseada no Tempo (TBM, *Time Based Maintenance*), que através do acompanhamento do tempo de operação, procede a manutenção periódica das máquinas e equipamentos obedecendo a um plano pré-estabelecido pelo fabricante ou serviço especializado.

O grande inconveniente da Manutenção Preventiva, porém, está na troca de



peças em períodos regulares que pode resultar em não aproveitamento da vida útil total das mesmas, já que as peças são trocadas por tempo e não por condições de uso.

Já, a Manutenção Preditiva leva em grande consideração o aspecto econômico, considerando que parar uma máquina ou equipamento para executar serviços de manutenção preventiva quando o mesmo ainda apresenta condições boas de operação é um procedimento contra-producente e não deveria ser efetuado.

Assim como, também deve ser evitado esperar que a máquina falhe para então repará-la. A Manutenção Preditiva, então, através da Manutenção Baseada nas Condições (CBM, *Conditions Based Maintenance*), baseia-se na performance e no desempenho das máquinas e dos equipamentos para realizar as atividades de manutenção.

A adoção da Manutenção Preditiva, na concepção de Vaz (1997), leva a supor que seja a solução ideal para as falhas e defeitos nas máquinas e equipamentos, pois ela consiste em interferir na máquina para providenciar manutenção eficaz, no momento adequado. Tal momento é estabelecido mediante estudo e monitoramento cuidadosos dos vários elementos que intervêm no processo de operação, visando detectar a iminência de uma falha.

A Manutenção do Sistema de Produção, segundo Nakajima (1989, p.14) representa a integração da Manutenção Corretiva, Manutenção Preventiva e Manutenção Preditiva. Os primeiros contatos das empresas japonesas com a Manutenção Preventiva, ocorreram no início da década de 50, com a apresentação desta pelos americanos. Tais técnicas americanas rapidamente evoluíram na década subsequente para Manutenção do Sistema da Produção e na década de 70 se cristalizaram na Manutenção Produtiva Total.

Após a fundamentação básica da evolução dos diversos sistemas de manutenção, pode-se entender as características da TPM, muito bem definidas por Nakajima (1989, p.14):

(1) busca da economicidade ;

(2) sistema total (integração da: Manutenção Corretiva , Manutenção Preventiva e Manutenção Preditiva);

(3) manutenção voluntária por parte dos operadores (atividades dos pequenos grupos).

Na verdade, a primeira das características, ou seja, a busca da economicidade não é exclusiva da TPM, pois já foi ressaltada tanto nos sistemas de Manutenção Preventiva, como no de Manutenção Preditiva.

A segunda característica, que é de enfoque sistêmico, já foi preconizada por ocasião do lançamento da Manutenção do Sistema de Produção, onde se ventilou os conceitos da não necessidade de manutenção decorrente de um projeto apropriado, a incorporação de técnicas similares às da medicina preventiva, e à adoção de melhorias, tanto para incremento da vida útil como para a facilidade da manutenção.

Apenas a terceira característica é essencialmente decorrente da TPM, ou seja, a condução da manutenção autônoma ou voluntária através dos trabalhos desenvolvidos pelos pequenos grupos.

A terceira e principal característica da TPM, muitas vezes entra em conflito com os interesses de diversas categorias profissionais que insistem no cumprimento da definição funcional, ou seja, a manutenção é atribuição e responsabilidade do mecânico e a produção é, da mesma forma, do pessoal da produção.

No Brasil, assim como nos Estados Unidos, ainda prega-se a separação das atividades profissionais, inclusive com rígido acompanhamento dos sindicatos de classe. Atualmente, porém, a mecatrônica é uma realidade inquestionável e o mercado de trabalho altamente seletivo, fazendo com que esta distinção passe a ser questionada, pois impossibilita a flexibilização do desempenho. A TPM transpõe esta barreira.

Quando na organização já existe a participação do pessoal da produção nas atividades de manutenção, é muito mais fácil o engajamento ao TPM. Caso o critério de trabalho seja apenas corretivo, então haverá a necessidade de desprender um grande esforço para atingir os patamares preconizados da Quebra Zero/Falha Zero e colher os frutos. Porém, qualquer que seja o cenário, vale o provérbio: “antes tarde do que nunca”.

#### 2.3.4 A TPM e a ferramenta 5S

A ferramenta 5S tem sua origem em cinco palavras japonesas – *Seiri*, *Seiton*, *Seiso*, *Seiketsu* e *Shitsuke* - e que foram traduzidas para a língua portuguesa, como os Sentos de Utilização, Ordenação, Limpeza, Saúde e Autodisciplina.

A implantação formal do 5S visa melhorar as condições de trabalho e criar um ambiente favorável a um gerenciamento eficiente.

Existe uma estreita relação entre o 5S e a manutenção autônoma, ou manutenção efetuada pelos operadores, que é uma das bases fundamentais da TPM.

Na manutenção autônoma, o objetivo da limpeza não é somente a limpeza em si. Durante a limpeza, o operador tem que utilizar seus sentidos para detectar falhas potenciais nos equipamentos. Uma limpeza bem feita normalmente implica uma inspeção detalhada. Se a limpeza não foi bem feita, provavelmente a inspeção foi pouco rigorosa. Afinal de contas, não é possível inspecionar equipamentos sujos. Além disso enquanto os operadores fazem a limpeza, devem pensar sobre como prevenir a ocorrência de sujeira.

Segundo Xenos (1998, p.295):

“... na prática, quando os operadores não entendem como ocorrem as falhas nos equipamentos, o 5S ficará limitado às áreas óbvias - corredores, passarelas, armários e prateleiras – e não será praticado nas

partes menos visíveis e evidentes dos equipamentos e que realmente precisam do 5S. O 5S que não estiver apoiado por um entendimento dos princípios de funcionamento dos equipamentos será ineficaz como uma medida de prevenção de falhas”.

Com isso ele quer dizer que, quando os operadores são treinados para entender os princípios por trás das falhas nos equipamentos, o 5S ganha novo impulso e passa a ser praticado mais intensamente nas partes críticas dos equipamentos, contribuindo para a obtenção de resultados concretos.

Assim, os operadores precisam entender porque o 5S é necessário, onde e em que extensão precisa ser praticado. Os gerentes e supervisores devem se preocupar em explicar claramente aos operadores o significado de cada senso do 5S. Não basta ensinar somente as palavras, é preciso explicar seu significado.

E em continuidade Xenos (1998, p.295) esclarece:

“Na implantação do 5S, é preciso definir os padrões de limpeza dos equipamentos de acordo com o tipo de indústria. Por exemplo, numa indústria siderúrgica é uma utopia querer que todas as partes dos equipamentos fiquem brilhando o tempo todo, pois isto é incompatível com a natureza do processo de produção. Neste caso, não se pode comparar a limpeza dos escritórios da empresa com o chão-de-fábrica. Mas, mesmo no chão-de-fábrica, alguns componentes e peças dos equipamentos têm que ser mantidos bem limpos, tais como painéis de controle, rolamentos, centrais hidráulicas, engrenagens e trilhos”.

O 5S deve ser visto como o pano de fundo do gerenciamento da manutenção na metodologia da Manutenção Produtiva Total. Para facilitar a assimilação, faz-se importante uma descrição sucinta do significado de cada senso, conforme descrito abaixo.

1º - *Seiri* – senso de utilização.

É separar os objetos necessários dos que são desnecessários, dando um destino para aqueles que não são mais úteis. Os resultados do *seiri* são a liberação de espaço; a liberação de objetos para outros usuários; a redução do tempo de procura e a eliminação do desperdício.

2º - *Seiton* – senso de ordenação.

É ordenar as coisas necessárias de acordo com a facilidade de acessá-las, levando em conta a frequência de utilização, o tipo e o peso do objeto e uma seqüência lógica já praticada. A ordem é a pesquisa do *lay-out* adequado. Os resultados do *seiton* são a redução do *stress*; a agilização de acesso aos objetos e informações; a otimização do tempo; e a prevenção de incêndio.

3º - *Seiso* – senso de limpeza.

É eliminar a sujeira, inspecionando para descobrir e eliminar as fontes de problemas, procurando o “não sujar”. A limpeza deve ser encarada como uma oportunidade de inspeção e reconhecimento do ambiente. Para tanto, é de fundamental importância que a limpeza seja feita pelo próprio usuário do ambiente ou operador da máquina/equipamento. Os resultados do *seiso* são a eliminação da fadiga do equipamento; a prevenção de quebras e acidentes; a melhoria do ambiente de trabalho; a redução/eliminação de desperdícios; as mudanças no comportamento e nos hábitos; e a prevenção de incêndio.

4º - *Seiketsu* – senso de asseio.

É conservar a higiene física e mental, tendo o cuidado para que os estágios de organização, ordenamento e limpeza, já alcançados, não retrocedam. Os resultados do *seiketsu* são a eliminação do *stress*; a padronização dos processos; a melhoria da qualidade; e a redução/eliminação de condições inseguras.

5º - *Shitsuke* – senso de auto-disciplina.

É cumprir rigorosamente o que foi estabelecido pelo grupo. Os resultados do *shitsuke* são o espírito de equipe (sinergia); a previsibilidade dos processos;

a eliminação da fiscalização; a auto-disciplina; a confiabilidade dos dados de controle; a redução/eliminação de atos inseguros; e a consolidação do 5S.

O 5S começa com o *seiri*. Esta etapa pode ser iniciada com o “Dia da Grande Limpeza”. Este evento é de suma importância devido ao envolvimento de todos, numa espécie de mutirão, e devido ao volume de objetos descartados do ambiente.

### 2.3.5 Os Pilares da TPM

A estrutura que fundamenta a implantação, garantindo o sucesso e até mesmo a sobrevivência de um modelo de gestão voltado para a qualidade e produtividade, deve estar muito bem fundamentada. Os pilares da TPM devem ser desenvolvidos em equipes, coordenadas pelos gerentes ou líder de cada equipe.

A estruturação da TPM deve estar em consonância com a estrutura hierárquica da empresa. Em muitas empresas, o comitê diretor é formado pelo presidente e respectivos diretores e os comitês regionais são coordenados por seus gerentes e supervisores.

Todo o trabalho de implantação dos pilares deve ter como foco as dimensões “PQCDSM” (produtividade, qualidade, custos, atendimento ao cliente, segurança e moral).

A melhor maneira de se atingir a metas da TPM é conhecer, analisar e eliminar as grandes perdas que podem ocorrer na empresa. Acidentes no trabalho, fluxo inadequado de documentos e limpeza inadequada são alguns exemplos de perdas. Para evitá-las, o trabalho da TPM é dividido em nove pilares, listados na seqüência:

1. Melhorias específicas – ajuda a entender as maiores perdas de cada área ou equipamento e a implantar melhorias para reduzi-las.

2. Manutenção autônoma – envolve e ensina os operadores, por meios de

trabalhos nos equipamentos, a trabalhar em equipe, a conhecer e trabalhar melhor nos equipamentos. Também ajuda a descobrir deficiências dos equipamentos, através dos planos de limpeza e inspeções, mostrando onde estão as maiores perdas e, portanto, o potencial de melhorias. Os dois lemas deste pilar são “do nosso equipamento nós cuidamos” e “limpeza e inspeção”.

3. Manutenção Planejada – tem como objetivo aumentar a eficiência do equipamento, buscando a quebra zero.

4. Manutenção de qualidade – busca zerar o número de defeitos que afetam o consumidor. A busca desta redução é feita de duas maneiras: prevenindo e corrigindo os problemas. O grupo de trabalho analisa os defeitos e implanta um plano de ação para que os problemas não voltem a ocorrer. Para prevenir os defeitos, o grupo faz um levantamento de pontos do equipamento que poderão gerar defeitos de qualidade. Estes pontos são chamados de “ponto Q”. Após o levantamento destes pontos, são implantadas melhorias e controles para evitar novos defeitos.

5. Controle inicial – objetiva garantir a melhor performance do equipamento adquirido através de uma abordagem sistemática de especificação, projeto de *feedback* ao projeto/fornecedores.

6. Educação e treinamento – todo o trabalho de implantação de novas tecnologias exige mudanças nas pessoas. Muito treinamento e educação básica é fundamental. Esse pilar possibilita aumento de conhecimento, desenvolvimento de habilidades e as mudanças comportamentais. As duas ferramentas mais importantes são: “matriz e habilidades” (onde os participantes discutem conhecimentos necessários para executar funções); e “lição ponto-a-ponto” (que é uma maneira de adquirir e de se transmitir conhecimentos rápidos aos companheiros de equipe, sobre determinado assunto específico, com duração de cinco minutos, aproximadamente).

7. Saúde e segurança – objetiva a prevenção de acidentes. Para isso, deve ser elaborado um programa de treinamento preventivo, auditoria de riscos,

gestão visual e de acompanhamento das providências. Dispositivos de segurança devem ser colocados nos locais críticos para evitar acidentes.

8. Meio ambiente – por sua importância no contexto mundial, não poderia ficar fora do foco principal do TPM. Assim, esse pilar cumpre o objetivo de, através dos auditores ambientais, preservar o meio ambiente das influências negativas que os equipamentos de operação possam trazer.

9. Melhoria nos processos administrativos – o objetivo deste pilar é aumentar a velocidade e principalmente a qualidade das informações que passam por estas áreas, e eliminar a “papelada” desnecessária.

Apresentada a teoria sobre a indústria extrativa e a definição, objetivos, características, relação com o 5S, e os nove pilares da TPM, na seqüência do capítulo serão apresentados os principais trabalhos na literatura pesquisada sobre a temática em questão.

## **2.4 Trabalhos na Área**

Várias empresas de renome internacional podem ser citadas como exemplo de sucesso com a implementação de TPM e que serviram e servem de “*benchmarking*” para a divulgação e ampliação do uso deste modelo de gestão.

O Dr. Jacks Roberts (Roberts, 2001) do Departamento de Tecnologia e Engenharia Industrial da *Texas A&M University-Commerce* (<http://www.tpmonline.com/articles>) observa que as empresas, Ford, Eastman Kodak, Dana Corp., Allen Bradley, Harley Davidson, são algumas das empresas que têm implantado TPM com êxito. Conforme relata o autor, todas elas conseguiram um aumento de produtividade, graças à implantação da TPM.

Na Kodak, por exemplo, ele conta que com um investimento de 5 milhões de dólares, foi conseguido aumentar o equivalente à 16 milhões de dólares em benefícios de produtividade, diretamente derivados da TPM.



Em outro exemplo, o autor relata que em uma fábrica de aparelhos domésticos conseguiu-se a redução do *Setup* (preparação – troca de ferramentas) através da TPM, de várias máquinas, de 4 a 6 horas para vinte minutos. Isto equivale a ter disponível, 2 a 3 máquinas a mais, ao valor médio de 1 milhão de dólares cada.

Em algumas divisões da Texas Instruments, comenta o autor, a TPM proporcionou o aumento de 80% de produtividade. Praticamente, segundo o Dr. Roberts, todas as empresas acima mencionadas asseguraram haver reduzido o tempo perdido por falhas nos equipamentos em 50% ou mais, além da redução do inventário e aumento significativo na pontualidade da entrega, reduzindo também a necessidade de subcontratar serviços para regularizar a demanda.

Ele coloca ainda que:

“... com a competitividade como nunca houve, é indubitável que a TPM é a diferença entre o êxito e o fracasso para muitas empresas. A sua eficiência é comprovada não só em plantas industriais, mas também na construção civil, manutenção de edifícios e várias outras atividades, inclusive vários esportes”.

Alguns casos mais específicos de trabalhos na área, merecem destaque, sendo descritos na seqüência deste capítulo.

#### 2.4.1 O caso NASSCO

No relato de Rick Carter (Carter,1999), editor chefe da revista IMPO Magazine (*Industrial Maintenance and Plant Operation*) de setembro de 1999, (<http://www.tpmonline.com/articles>), a indústria da construção naval americana é considerada única. Não só foi uma das primeiras indústrias estabelecidas no país, como também a sua capacidade de construir rapidamente navios modernos de grande porte, ajudou por muitos anos os Estados Unidos a se estabelecer como um poder mundial militar e econômico. Poucas indústrias

podem se orgulhar de tamanho desempenho.

Atualmente, segundo o autor, com a redução das verbas governamentais e a formidável competição estrangeira, se tem reduzido o número de estaleiros americanos. Sendo uma indústria cíclica dependente de contratos multimilionários, particularmente com o governo, a indústria de construção naval americana, tem tido que redefinir-se para permanecer competitiva.

Em particular, o autor cita a NASSCO (*National Steel and Shipbuilding Co.-* Cia de Aço e Construção Naval), San Diego, Califórnia, como sendo um exemplo de como a indústria de construção naval americana está trabalhando novas estratégias para conseguir níveis mais elevados de qualidade e produtividade.

Segundo o autor, um estaleiro de serviço completo, que oferece desde o projeto de construção até a revisão, a NASSCO tem focalizado seus esforços em como controlar ou eliminar os retrabalhos e atrasos que inviabilizam muitos projetos da construção naval.

Retrabalhos que foram considerados inevitáveis no passado, devido à natureza de construção especial, estão hoje sendo eliminados do processo na NASSCO, graças ao compromisso sério da companhia com a TPM.

O problema da NASSCO, afirma Carter, era que o tempo de entrega do navio, durante anos foi prejudicado pela falta de sincronismo na entrega das peças que não estavam ali quando se necessitavam delas. Foram feitos vários esforços para controlar os atrasos, como os círculos de controle de qualidade e tentativas preliminares de implantação de TPM, porém com êxito mínimo.

Foi em 1997, quando foi criada uma comissão especial para implementação da TPM e foi contratado o professor Enrique Mora com mais de 30 anos de experiência em uma variedade de indústrias, que foi efetivamente implantada a TPM, na NASSCO.

Na opinião do autor, os resultados iniciais do programa de TPM, na

NASSCO dirigidos por Mora foram impressionantes. No primeiro ano, tiveram uma redução no custo da manutenção de 5%, segundo Jim Clarck, supervisor geral de manutenção, além de um aumento significativo no tempo disponível dos equipamentos, através da redução do *setup* e melhorias nos próprios equipamentos.

Após a implementação, a maioria dos trabalhos de TPM, na NASSCO, passou a ser conduzido e orientado pelos membros da manutenção, um grupo de 129 técnicos encabeçados por Jim Clarck.

Afirma o autor, que o veterano Jim Clarck, de 21 anos de serviço, da NASSCO, comenta que o programa de TPM do estaleiro tem proporcionado uma mudança de atitude dos operários tornando mais fácil o trabalho, pois todos se sentem responsáveis pela conservação e produtividade dos equipamentos.

“A TPM, levada a cabo gradualmente é a única forma de enfrentar os desafios, particularmente em um ambiente diversificado de trabalho, como é um estaleiro”, garante Clark, onde, como em outras situações havia a resistência natural às mudanças, por parte de alguns empregados.

Clarck coloca que, de uma maneira geral, o programa foi bem aceito e apoiado pelo pessoal da manutenção e das áreas de produção, além do completo apoio da alta direção, principalmente do Sr. Dick Vortmann (presidente da NASSCO).

Um fato relevante ressaltado pelo autor, é que quando Enrique Mora, assumiu a função de coordenador do programa de TPM, teve de convencer o pessoal da manutenção e das áreas de produção que o novo programa era uma coisa boa.

Na opinião de Fred Hallett, vice presidente da NASSCO, segundo relato de Carter, a TPM tem ajudado a empresa a manter-se como um estaleiro de classe mundial, através da efetivação de melhorias contínuas que proporcionam também o aumento contínuo da produtividade.

Ele acredita que os estaleiros americanos estão entre os melhores do mundo e afirma:

“ Nós temos visitado outros estaleiros em todo o mundo e não vemos razão para não sermos tão bons ou melhores que eles, agora que estamos realmente comprometidos com a melhoria contínua da qualidade e produtividade de nossos processos, através da aplicação da Manutenção Produtiva Total em nossa empresa.”

#### 2.4.2 A TPM na Alumar

Foi baseado no que o eng<sup>o</sup> Vanderlei Moraes responsável pela MPRED e a implantação da TPM na ALUMAR, relata no livro “TPM à moda brasileira” Mirshawka e Olmedo (1994, p. 6 e 7), que conseguimos conhecer a base formal da implementação da TPM naquela empresa.

A ALUMAR é um complexo industrial de fabricação de alumina e alumínio, instalada a 30 km de São Luís do Maranhão. Segundo Moraes, por volta do ano de 1.985, foi iniciado a implantação do plano da MPRED (Manutenção Preditiva) e ao final de 1988 estava totalmente implantado em toda a planta.

No início do ano de 1990 começou-se a implantação da TPM na área da refinaria e ao final de 1992 os trabalhos foram concluídos com grande sucesso e bons resultados.

Afirma Moraes, que a implantação da TPM na refinaria foi iniciada de fato em junho de 1990, na área do Prédio 40 (troca térmica), escolhida como área piloto do mesmo.

A primeira etapa consistiu de um programa de treinamento, com carga horária média de 180 horas por participante, que enfocava:

Visão da TPM na Refinaria; filosofia da TPM; metrologia industrial; utilização de ferramentas; utilização de parafusos; retoque de pinturas; manutenção básica de bombas; lubrificação básica; MPRED básica;

planejamento básico de manutenção; e inspeção preditiva (elétrica e instrumentação).

Foram treinadas, internamente, 184 pessoas, com aulas teóricas e práticas, em laboratório, devidamente equipado, e no campo, de acordo com a realidade de cada área .

Afirma o a autor, que esta opção de realizar o treinamento com recursos internos, gerou uma economia de 860 mil dólares, para a ALUMAR, quando comparada ao custo praticado por empresas do mercado.

Terminado o treinamento, os operadores passaram a utilizar, na prática, os conhecimentos adquiridos. Isto causou mudanças significativas em suas atividades operacionais, que antes se limitavam a troca de bombas, lavagem de caixa de peneiras, drenagem de aquecedores e tanques, lavagem e inspeção geral da área.

O treinamento em TPM enriqueceu consideravelmente as habilidades e responsabilidades de cada profissional, e ampliou suas atividades, que passaram a ser: troca ajustes de gaxetas em bombas e válvulas, medição de vibração, medição de temperatura, detecção de ruído em equipamentos, lavagem cáustica das unidades.

Do lado da empresa, os seguintes resultados práticos foram alcançados:

Antes, com a implantação de técnicas de MPRED, o custo havia caído de 285 dólares para 121 dólares/equipamentos/mês;

Após a implantação da TPM, houve redução de custo, que passou de 121 dólares para 92 dólares/equipamentos/mês;

A disponibilidade dos equipamentos aumentou de 90,5% em 1992 (sem TPM), para 94,3% em 1992 (com TPM).

O processo de treinamento, implementação prática e melhoria é contínuo. Até o final de 1994, foram treinadas, em TPM, mais 33 pessoas entre

mecânicos, eletricitas e instrumentistas, através de um programa específico.

Na ALUMAR, de acordo com Moraes, a TPM passou pelos estágios indicados, abaixo:

*Filosofia:* Mudança gradual de comportamento e atitude com a participação de todos os funcionários e todos os níveis para obter uma eficiência máxima dos equipamentos e instalações.

*Objetivo:* Quebra zero

*Planejamento:* De acordo com as necessidades. Implantar numa área piloto. Selecionar atividades chaves que influenciam a eficiência dos equipamentos.

*Conscientização:* Partir do gerente junto com a equipe líder. Demonstrar a importância na formação profissional e pessoal. Executar todos os eventos oficialmente. Elaborar e aplicar Plano de Reconhecimento. Valorizar as novas atividades. Introduzir atividades da TPM na rotina de trabalho.

*Treinamento:* Inserir no homem uma nova cultura no trabalho. Programa para cada nível/necessidade.

*Implantação:* Escolher uma área piloto. Em equipes treinadas que dêem prosseguimento no processo contínuo.

*Controle:* Auditorias. Relatórios que quantifiquem os trabalhos executados pela TPM. Produtividade. Disponibilidade dos equipamentos.

*Resultados Obtidos:* Satisfação das pessoas treinadas. Medir a eficiência do impacto das atividades-chave escolhidas.

Por exemplo, segundo Moraes, mediu-se assim o custo de manutenção por equipamento, a disposição de equipamentos, *housekeeping* da área e impacto nos objetivos do plano operacional.

### 2.4.3 A TPM na Tintas Renner

Também de acordo com o relato à Mirshawka e Olmedo (1994, p. 314 e 315), do gerente de planta das Tintas Renner, o engenheiro químico Altenei A. Fernandes é que tomamos conhecimento sobre a evolução da TPM na empresa.

Ficou bem claro que nas Tintas Renner, existe uma política de manutenção claramente definida através de sua missão e dos seus princípios, que são os seguintes:

*Missão da manutenção:*

“Manter as máquinas, equipamentos, instalações e edificações nas condições de funcionamento e conservação, observando os padrões das Tintas Renner e zelando pela segurança e qualidade dos serviços”.

*Princípios da Manutenção:*

A qualidade da manutenção será medida pela somatória da satisfação dos seus clientes, e da confiabilidade de seus recursos e serviços.

O sistema de gerenciamento teórico da manutenção deverá ser a imagem real do que ocorre na prática. A ética profissional é ponto de honra da equipe, que manterá o segredo profissional confiado ao setor através de projetos e informações.

O bom relacionamento e a parceria entre manutenção e usuário deverão nortear o dia-a-dia, diminuindo desta forma a frequência das paradas indesejáveis. A qualidade e a agilidade de um serviço estão diretamente ligadas aos padrões de manutenção, os quais irão garantir a permanência da precisão e produção.

O treinamento planejado para qualificação e atualização da equipe é uma meta do departamento e a aplicação na aprendizagem é um dever de todos.

Conta Altenei A. Fernandes que:

“A incursão da nossa Empresa na TPM começou há 5 anos atrás, quando foi mudada toda a sistemática de produção. A nova abordagem escolhida foi o *Just-in-Time*, com a conseqüente flexibilidade do setor produtivo”.

Mas a alteração inicial mais importante foi no setor de manutenção que passou a ser encarado como parte integrante do setor produtivo.

Foram dados alguns cursos e depois iniciado a implantação na Área de Dispersões seguindo toda a metodologia recomendada.

O sucesso inicial não foi o esperado. Foram analisados os motivos e chegou-se a constatação de que a TPM não pode ser logo aplicada numa empresa se ainda não existir uma cultura de manutenção.

Segundo Altenei, “... assim como na vida para correr é necessário antes aprender a engatinhar e andar, na manutenção antes da TPM deve-se migrar do estágio corretivo para o MP/MPRED, para se conseguir mudar a relação Manutenção/Operação”.

Foi reiniciado o programa reestruturando todo o enfoque da área de manutenção, informatizando-a para que as informações ficassem ao alcance de todos e se pudesse buscar engajamento do setor produtivo.

Na opinião de Altenei, um ponto que chamou a atenção na introdução do programa foi o cálculo do índice de rendimento operacional global (índice do tempo operacional x índice de desempenho operacional x índice de produtos aprovados) que no Japão tende a ser maior que 85%, e na Renner variava de 19 a 25%.

Demonstrando o contrário de que algumas pessoas pensavam: eles não precisavam de mais equipamentos e sim trabalhar melhor com as pessoas.

Em 1994 a Renner já contava com setores com 60% de índice de rendimento operacional global, representando um grande avanço para a época.



Atualmente baseado em informações de funcionários da empresa , participantes de cursos de extensão universitária na Unisinos, tem-se informação de índices de rendimento operacional global de setores, na faixa de 82 a 85%.

#### 2.4.4 A TPM na Petroquímica União (PQU)

Segundo os gerentes de manutenção Nelson Baldi e Edson Roberto Tavolaro ,em entrevista à Mirshawka e Olmedo (1994, p. 321 a 322), Em uma central petroquímica de produtos básicos que funciona ininterruptamente 24 horas por dia, a disponibilidade dos equipamentos é fator de vital importância para a continuidade operacional e os tempos de parada para manutenção devem ser planejados detalhadamente no sentido de minimizá-los, sem no entanto se perder de vista que o objetivo principal da manutenção é maximizar a disponibilidade operacional.

Após mais de 25 anos de operação da PQU eles constataram que a continuidade operacional somente é atingida através de um bom relacionamento entre operação e manutenção no dia-a-dia, dentro de um ambiente saudável em que o conceito fundamental de cliente interno fique bem evidenciado para supervisores e executantes.Ou seja, a operação é o maior e mais importante cliente da manutenção, sendo que em algumas ocasiões a manutenção é cliente interno da operação.

A arte de planejar é a primeira atitude tomada pelos parceiros quando surge a necessidade de se efetuar um serviço de manutenção mais complexo com interrupção de produção. No entanto para o profissional de manutenção que neste momento se coloca como o prestador de serviços, o principal foco do planejamento são as etapas que compõem a execução do serviço que irá restabelecer a disponibilidade operacional da planta.

As exigências de meio ambiente, saúde ocupacional e atuação responsável são demandas que sem dúvida nenhuma devem fazer parte do planejamento e portanto do cronograma, com igual ênfase que o serviço principal. Da mesma

forma o retorno dos equipamentos para a operação após os trabalhos de manutenção deve ser procedido de um *check list* completo para restaurar as condições de segurança da planta como um todo e conseqüentemente das pessoas.

Como os valores acima são diferentes para cada pessoa, dependendo de sua formação e tendo em vista que o aprendizado de conceitos relativos à prática dos 5S nunca é igual para pessoas diferentes, as gerências de produção e de manutenção orientaram seus órgãos de planejamento para que os cronogramas referentes as atividades relacionadas as paradas para manutenção incluíssem de forma bem detalhada todas as etapas consideradas como complementares ao serviço principal tais como: liberação segura dos equipamentos segundo índices internacionais, trabalhos de manutenção seguidos dos respectivos *howsekeeping*, limpeza da área em geral etc.

Com essas medidas, a primeira vista, os cronogramas apresentavam-se mais extensos do que anteriormente, indicando uma queda na produtividade dos trabalhos de manutenção, o que chegou a causar um certo desconforto nas pessoas que passaram a se sentir menos eficientes em suas tarefas, uma vez que um trabalho que era realizado em 72 horas por exemplo, passava a ser realizado em 80 horas.

Desta forma eles sentiram na prática que para se realizar qualquer mudança a primeira medida é causar desconforto; isto é, as pessoas só se dão conta de que tem que mudar quando se sentem desconfortáveis. As auditorias que se seguiram no que tange ao controle no campo sobre a execução das tarefas do cronograma onde se mostrava o mesmo interesse pelo serviço principal e pelos serviços considerados como complementares que buscavam a segurança, a ordem e a limpeza; fortaleciam as posições colocadas anteriormente pelas gerências.

A partir da concepção de que o 5S não é algo que precise gastar tempo desde que devidamente incluído em todos os procedimentos de trabalho, executantes e programadores de serviço começaram a racionalizar e a otimizar

todas as etapas do cronograma no sentido de, sem eliminar tarefas, retornarem a executar o mesmo serviço em 72 horas como anteriormente, motivados agora por um novo desafio, ou seja, o de realizar as mesmas coisas porém de formas diferentes.

Com isso as pessoas se sentiram novamente com a mesma eficiência que possuíam anteriormente, com a eficácia que o cliente interno exige e finalmente com a produtividade que a empresa necessita para continuar sendo competitiva na produção.

#### 2.4.5 A TPM ao Redor do Mundo Pirelli

Através de consulta na internet (<http://www.pirelli.com.br>), consegue-se informação a respeito da implantação da TPM na Pirelli, com dados relacionados à “Introdução e Fase de Expansão”, naquela organização.

No final de 1991, a fábrica turca da Pirelli, em Izmit foi escolhida como a piloto em que seria desenvolvido o TPM antes do resto do Grupo.

Em meados de 1992, efeitos tangíveis começavam a surgir no resultado final e na eficiência da fábrica, com um ambiente muito mais limpo. O fator mais significativo era, entretanto, a redução nas paradas das máquinas, resultante da aplicação da metodologia TPM.

Segundo a fonte virtual (<http://www.pirelli.com.br>), daquele momento em diante todas as demais fábricas iniciaram o processo: a Pirelli agora inclui praticamente todas as suas fábricas no programa TPM. Graças à TPM, os processos produtivos da Pirelli melhoraram, e demonstram níveis extremamente avançados de eficiência. A Qualidade e a Uniformidade não são mais variáveis críticas, mas grandezas concretas que caracterizam os produtos Pirelli em todo o mundo.

Nas fábricas da Pirelli a TPM trabalha para melhorar três principais áreas: Recursos Humanos, Ambiente de Trabalho e Equipamentos.

De acordo com a fonte de informação (<http://www.pirelli.com.br>), a Pirelli teve muito de seu crescimento graças aos recursos humanos. Segundo ela, as pessoas que fazem o trabalho são os recursos-chaves de qualquer empresa. Recursos que devem ser administrados coerentemente pois são a força guia por trás de todas as atividades. A principal confiança para o alcance dos objetivos vem do envolvimento, da motivação, da responsabilidade e das habilidades de toda a força de trabalho.

A fonte conclui que, os resultados quantitativos atingidos através da filosofia da TPM no chão de fábrica pode ser precisamente medido: melhora generalizada na eficiência do maquinário, produtos com qualidade, acidentes reduzidos, crescimento da capacidade profissional. Entretanto, há mais na TPM do que estatísticas. A filosofia tem um efeito positivo nos métodos de trabalho e no espírito de equipe, vital para uma empresa competitiva.

O Prêmio TPM, já citado anteriormente, é o mais prestigiado prêmio de Qualidade Industrial do Japão e é entregue anualmente no JIPM. A fábrica de Izmit, vencedora do prêmio em 1994, foi a segunda fábrica ocidental (após a Volvo) a receber o Prêmio TPM desde sua criação em 1971.

Em 1995 outras duas fábricas (Manresa e Carlisle) foram premiadas com o Prêmio TPM. Em 1996 a fábrica de pneus de Santo André foi também premiada. A fábrica de Campinas foi premiada em 1997.

#### 2.4.6 Noções de TPM em Empresas Diversas

Foram registradas algumas noções do andamento da implantação da TPM em empresas de atividades bem diversas, para que se tenha uma visão global e atualizada da propagação e sucesso deste importante e moderno modelo de gestão.

Os dados são provenientes da internet (<http://www.imci.com.br>) em consulta relativamente recente (09/12/2000), e dizem respeito a nomes de empresas conhecidas, que foram selecionadas, entre outras, para esta

finalidade.

#### *KAISER (Cerveja)*

A unidade de Jacareí colocou em destaque o planejamento para a implantação plena da TPM passando pela decisão do “Porque TPM”, formação de massa crítica da metodologia, que foi máquina modelo onde a gerência extraiu conhecimento do que é TPM, a estrutura necessária, a Secretaria da TPM, a definição dos conhecimentos necessários de cada elemento do time, interface com a estrutura hierárquica da empresa, montagem do Master Plan e seus desdobramentos, tudo isso colocado no tempo e os obstáculos separados no meio do caminho.

A Kaiser é um exemplo típico de quem começou a utilizar algumas Ferramentas da TPM com êxito e transformou a experiência vivida como base do planejamento para tornar a TPM um “Modelo de Gestão”.

#### *LEVER (Sabão em Pó)*

Para o pessoal da Lever, tão complexo quanto planejar é executar bem o planejamento, fazer as correções de rota, buscar os resultados com a mudança de cultura, mudança na forma de fazer e mudança nas pessoas.

Esta é a base concreta em que se apoiou a Lever Vespasiano, uma empresa do grupo Unilever, que implantou a metodologia em uma planta conduzindo até o processo de auditoria do Prêmio TPM de Excelência da JIPM.

#### *ELETRONORTE (Energia Elétrica)*

A Eletronorte é o exemplo vivo de que a TPM no Brasil chega a surpreender até os japoneses quando a sua implementação segue a disciplina da metodologia e os resultados tornam uma estatal tão competitiva em custos quanto uma eficiente organização privada. E ainda consegue desenvolver uma cultura participativa de melhoria contínua e operação voltada á prevenção.

A TPM, na regional de Mato Grosso — em unidades de transformação,

transmissão e setores de apoio (administração, almoxarifado) — se tomou um piloto para sua ampla replicação em todas as demais regionais, que já seguem os seus passos em direção à certificação ao Prêmio TPM de Excelência,

A Eletronorte mostra como uma política emanada da alta administração (Presidente) é desdobrada às diretorias e destas às regionais e suas unidades locais, em perfeito cascadeamento e desdobramento de políticas, diretrizes, metas e objetivos específicos até transformar em ações nas frentes de operação.

Além disso, o modelo seguido de identificar as oportunidades de melhorias através da elaboração inicial da Arvore de Perdas é um excelente exemplo a ser seguido por quem busca a implementação da TPM de forma efetiva e a nível corporativo.

#### *VAN DEN BERGH (Alimentos)*

A unidade de Valinhos da VdBA, também do grupo Unilever, tem entre suas metas de forma contínua a busca do Prêmio Excelência em TPM. Foi no primeiro momento com este argumento que foram dirigidos e coordenados os trabalhos para conduzir a planta a uma certificação.

Nesse processo muitas conquistas foram obtidas e com elas os benefícios na redução dos custos e melhorias de produtividade. A VdBA enriqueceu estes resultados aproveitando a sinergia proporcionada por um trabalho realmente em time como apregoa obrigatoriamente o modelo TPM.

#### *COPENE (Petroquímica)*

A Empresa sediada no Pólo Petroquímico de Camaçari — Salvador, Bahia — foi certificada com o Prêmio Excelência em TPM no final de 1999. Como os outros diversos casos foi necessário primeiro consolidar a mudança cultural, para após dar consistência a um novo modelo de gestão empresarial buscando a eliminação de perdas de uma maneira focada, concentrando os esforços.

Depois de um longo caminho percorrido com muita energia de todo o time, com as dificuldades que por vezes interromperam o ritmo dos trabalhos, com as glórias e com os detalhes que muitas vezes passam despercebidos em uma transcrição, fica visível a realidade de uma empresa competitiva e lucrativa.

## **2.5 Considerações Finais**

A literatura consultada, dentro de uma revisão bibliográfica plausível, direciona-se para um consenso em torno dos conceitos, objetivos, características e finalidades da TPM, seja ela aplicada em qualquer atividade economicamente produtiva, independente do processo, natureza ou nacionalidade da produção.

A relação entre as características peculiares da indústria calçadista de Franca – SP, a mecânica pesada da multinacional Álbarus/Dana Unidade de manufatura de juntas e cardans (apoio do gerente Paulo César) de Gravataí – RS, da implantação pesada da TPM na Eletronorte, em suas diversas estações de geração de energia em território nacional, da Alumar, fabricante de alumínio de São Luís do Maranhão, da Tintas Renner de Gravataí – RS, das Oficinas de Manutenção da Usiminas de Ipatinga – MG, da Kaiser (cerveja) de Jacareí, da Pirelli, multinacional fabricante de pneus, da Copene e da Petroquímica União, todas elas com a TPM rigidamente implantada e com resultados extremamente positivos; se reforça a convicção da viabilidade da atual proposta, embora não se tenha conseguido conhecer outra eventual empresa da indústria extrativa mineral, utilizando a metodologia, ferramenta ou sistema de gestão TPM.

A análise focalizada na forma, conteúdo e resultados da aplicação da TPM, nas diversas empresas, conduz fatalmente para uma revisão nos conceitos básicos de instrumentos, ferramentas ou sistemas de gestão voltados para a qualidade e produtividade. Embora muitas empresas não adotem oficialmente a TPM como uma metodologia ampla ou mesmo um sistema de gestão, fica muito claro que a TPM não se traduz em uma simples ferramenta.

Partindo do princípio de que há a necessidade do rompimento da definição funcional e o envolvimento inquestionável de todo o elenco do cenário produtivo, da diretoria ao pessoal de limpeza, vislumbra-se uma mudança de filosofia no sistema de gestão, que por força da necessidade, da mudança de cultura, se transforma em muitos casos, em um endogênico e realmente novo sistema de gestão.

Com este aprendizado, acrescido da experiência profissional, proporcionada pela implantação da TPM na Cia Nitro Química Brasileira de Santa Catarina, é que se pretende demonstrar que também na indústria extrativa mineral, ela é viável e que em detrimento da necessidade de uma nova consciência pessoal e profissional, nunca, em hipótese alguma se efetivará como uma simples ferramenta e sim como modelo ou sistema de gestão.

Desta forma, no próximo capítulo será inicialmente descrita e detalhada a dinâmica produtiva de uma indústria extrativa mineral e, na seqüência, proposta uma metodologia para implantação da TPM neste tipo de indústria. Na continuação, no quarto capítulo, a aplicação da metodologia na Cia Nitro Química Brasileira de Santa Catarina, será descrita.



## **CAPÍTULO 3 MODELO PARA O GERENCIAMENTO DO PROCESSO DE MUDANÇAS NA INDÚSTRIA EXTRATIVA MINERAL COM BASE NA TPM**

Neste capítulo é descrito detalhadamente o modelo para o gerenciamento do processo de mudanças com base na TPM para ser implementada em empresas da indústria extrativa mineral. Este capítulo contém:

- Uma introdução posicionando o modelo proposto;
- Uma visão geral do modelo proposto para o gerenciamento do processo de mudanças com base na TPM;
- A descrição detalhada de cada etapa do modelo;
- As considerações finais.

### **3.1 Introdução**

Hoje, mais do que nunca, o processo de mudança no mercado de atuação das empresas em razão de fatores óbvios, como a internet por exemplo, é extremamente mais rápido do que no passado, e as empresas para poderem sobreviver neste mercado, devem se transformar no mesmo ritmo.

Os acontecimentos indicam, até onde se consegue prever, que esse processo de mudança tende a se tornar cada vez mais rápido.

Uma coisa é certamente previsível: é impossível saber com precisão o que vai acontecer, mas as empresas têm que estar prontas para se adaptarem rapidamente às novas situações, sejam lá quais forem.

Dentro de um raciocínio lógico, é importante e necessário que as pessoas responsáveis pela tomada de decisões nas empresas se alinhem rapidamente com o seu mercado de atuação, para poder conduzir as organizações para novos rumos, em curto prazo, quando surgir a necessidade de mudar.

Na opinião de Tubino (1997, p. 16):

“... as empresas de bens ou serviços que não adaptarem seus sistemas produtivos para a melhoria contínua da produtividade não terão espaço neste processo de globalização. A velha estratégia da produção em massa, derivada da noção da economia de escala, já não é mais válida. Hoje as empresas devem possuir um sistema flexível de produção, com rapidez no projeto e implantação de novos produtos, com baixos *lead times* e estoques no atendimento da necessidade dos clientes. A forma como se planeja, programam e controlam esses sistemas produtivos, tem função primordial neste contexto”.

### **3.2 Modelo estrutural do procedimento metodológico**

É fundamental que qualquer organização esteja preparada, hoje em dia, para absorver mudanças em seu ambiente e reagir rapidamente, transformando-se constantemente. Estas transformações compreendem, desde pequenas adaptações num setor específico da empresa, até uma completa mudança no processo, filosofia, sistema de gestão, ou atividade produtiva da organização, como um todo.

Levando-se em conta que as transformações são inevitáveis, cabe à empresa estar preparada para elas através da adoção de um modelo ágil e da criação de uma infra-estrutura técnica, organizacional e principalmente cultural, para enfrentar as mudanças constantes.

Ela deve ter pessoas preparadas para enfrentar este processo, dentro do conceito de *learning organization* (organizações de aprendizagem). As pessoas chaves dessas empresas devem estar preparadas para reconhecer antecipadamente barreiras comuns ao processo de transformação e conhecer uma metodologia de condução do processo de mudanças, de forma a ter um modelo mental bastante claro para a condução do processo.

Ichak Adizes, especialista mundialmente consagrado da firma de consultoria

Price Waterhouse, em entrevista à *HSM Management* (1998), diz que a empresa deve ser mais rápida do que a transformação à sua volta. Segundo ele:

“Quem se adapta às mudanças apenas sobrevive. Para realmente ter sucesso, é preciso bem mais, como ter capacidade de prever as transformações e agir velozmente além de fazer com que o maior número de pessoas participe do processo de transformação”.

E continua: “Os executivos mais graduados devem acreditar na mudança, desejá-la e depois fazer com que toda a companhia participe”.

Um estudo da Price Waterhouse, publicado na revista *HSM Management* (1998), traz as diretrizes obrigatórias para planejar e implementar o processo de transformações em uma organização, salientando que :

“Um exercício prático é pensar na maneira como a empresa opera na atualidade. Depois imaginar a que distância se chegaria se os sonhos virassem realidade. Então, é necessário determinar como operar com mais êxito no futuro e avaliar criteriosamente os recursos a ser mudados. A idéia é estreitar o abismo entre o futuro e o presente”.

Na Figura 3.1 é apresentado o diagrama que determina uma sistemática dos principais passos a serem seguidos no modelo proposto para ser o gerenciamento do processo de mudanças na indústria extrativa mineral com base na TPM.

Analisando o diagrama apresentado, percebe-se que o modelo proposto é cíclico, ou seja, o início é definido, mas não existe fim, caracterizando a necessidade do contínuo monitoramento para a manutenção dos avanços e, acima de tudo cada vez mais o aprimoramento de uma ágil estrutura de mudanças interagindo num verdadeiro modelo *Kaizen* (melhorias contínuas).

Como apresentada na Figura 3.1, o modelo possui seis etapas: Por que mudar? O que mudar? Para onde ir? Como chegar lá? Como implementar a

mudança? E Como saber se melhorou? Cada uma destas seis etapas está ligada ao centro do diagrama com a estrutura da TPM.

Figura 3.1 Diagrama estrutural do modelo proposto.



Fonte: Dados do pesquisador

Cada etapa do processo de mudanças deve ser descrita de forma a tornar possível o entendimento e a assimilação da metodologia, que só terá validade se proporcionar o convencimento e a aceitação das pessoas que estarão diretamente envolvidas neste processo de mudanças.

A seguir serão descritas as etapas do modelo, iniciando-se pela primeira etapa que coloca a questão de por que se deve mudar.

### 3.3 Por que mudar?

Esta primeira questão, sem dúvida, é a base de todo o processo a ser

implantado. Primeiro porque a resposta nem sempre é tão óbvia quanto parece, e segundo porque é esta resposta que vai convencer, ou não, as pessoas de que é necessário realmente mudar.

É bom que esta resposta seja convincente, porque é sabido que quase ninguém gosta de mudar, só por mudar.

O presidente da Perot Systems, com sede em Dallas, Texas, EUA, Mort Meyerson em entrevista à revista *HSM Management* (1998), observa:

“As empresas precisam se transformar radicalmente; estamos no início de uma época revolucionária nos negócios. E não se trata de parte da evolução natural, mês a mês, ano a ano. É uma revolução na essência. Muitas organizações que gozaram de décadas de sucesso terão desaparecido nos próximos cinco anos, se não fizerem mudanças revolucionárias”.

A mudança precisa ter um propósito e cabe aos líderes da organização explicar claramente para todos, os motivos desta mudança para a organização.

Muitas vezes não existe um claro consenso na organização sobre a real necessidade de mudar num determinado instante. Geralmente a alta administração da organização, percebe esta necessidade antes das outras pessoas.

Em outras ocasiões a percepção da necessidade de mudança é mais clara em todos os níveis da organização, o que com certeza proporcionará um ambiente propício para a implantação de um amplo processo de transformação.

Algumas outras vezes, umas poucas pessoas têm essa percepção, mas não se encontram em posição de liderança para realizar a mudança.

Para que a organização possa mudar é necessário que as pessoas com poder decisório tenham uma clara visão desta necessidade e consigam repassar eficazmente esta percepção.

Na opinião de Paladini (2000, p.146):

“Os recursos humanos sempre desempenharam papel bastante específico no esforço pela qualidade nas organizações. Eles são os agentes da transformação, ou seja, aqueles que efetivamente mudam a história das organizações em termos de qualidade”.

O que provoca esta percepção da necessidade de mudar são fatos presentes ou futuros, que influenciam, ou supostamente influenciam, na forma como a organização se relaciona com o seu mercado, motivando as pessoas a efetuarem mudanças no modo de operar essa organização.

Esses fatos, podem ser tanto uma ameaça, quanto uma oportunidade. Podem ser provenientes de fatores externos à empresa, como uma mudança no padrão de comportamento do consumidor, ou algum fator interno à própria organização, como por exemplo, a contratação de um engenheiro inovador, que proponha novas formas de produção.

Na opinião de John P. Kotter, especialista em liderança de Harvard, em entrevista à *HSM Management* (1998):

“É preciso consolidar os sucessos e gerar mais mudanças. No passado, uma mudança ocorria a cada dez ou vinte anos e era seguida por outros tantos anos de tranqüilidade. Agora a mudança ocorre o tempo todo. Gerenciar a mudança é tratar de mantê-la sob controle. Já, liderar a mudança, consiste em impulsionar o processo de transformação por meio de algum tipo de resultado interno, que todos compreendam”.

De uma maneira geral, as empresas estão o tempo todo expostas a fatos que possam desencadear um processo de mudanças. Em alguns casos, um único fato é suficiente para dar início ao processo de mudança. Em outras situações é necessário um conjunto de fatos que juntos definem a necessidade premente de mudar a organização.

É muito importante, para que o processo de transformação tenha sucesso,

que os fatos geradores de mudanças se tornem claros para os líderes e pessoas-chaves da organização.

É necessário haver consenso, sobre os fatos geradores de mudanças, de forma a haver um bom alinhamento de objetivos entre as lideranças, durante o processo de transformação.

A comunicação eficaz destes fatos ao resto da organização, é um requisito vital para envolver e proporcionar o esforço de todos, necessário para a transformação.

Agora, em termos práticos, a necessidade de mudar, deve ser palpável e bem fundamentada, através da utilização de ferramentas que determinem matematicamente esta necessidade.

Sugere-se a utilização de CCQs (Círculos de Controle de Qualidade), formados por pessoas de diversos setores da empresa, integrando equipes interdisciplinares, constituídas por supervisores de produção e manutenção elétrica e mecânica, operadores de locomotivas e carregadeiras de subsolo, encarregados de turno de subsolo e beneficiamento em superfície, assistentes técnicos e pessoal da área de qualidade e treinamento, que deverão analisar o processo de produção para identificar as causas dos problemas.

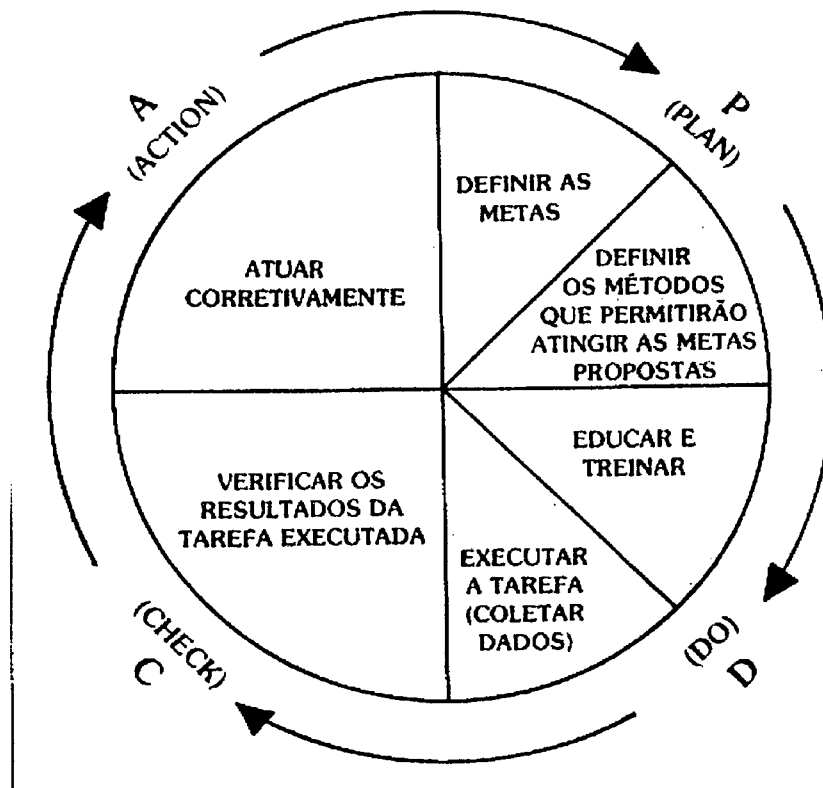
É fundamental que as pessoas que forem participar de CCQs, APGs (Atividades de Pequenos Grupos) ou qualquer outro tipo de grupo ou equipe que vai analisar o fluxo da produção tenha treinamento compatível com a tarefa que vai desempenhar.

São necessárias noções básicas de *TQC – Total Quality Control* (Gestão da Qualidade Total) para *Identificar as causas dos problemas*, através da análise do processo, *Eliminar as causas dos problemas* através da TPM, para *Vigiar as causas dos problemas* e confirmar que foram eliminadas mantendo-as sob controle, através da avaliação do processo.

O ciclo do PDCA, ou ciclo de *Deming*, também é uma ferramenta que pode

ser empregada, com sucesso na identificação, análise e solução das causas dos problemas. Na Figura 3.2 está representado o ciclo PDCA, que é um método muito prático e eficiente para controle do processo.

Figura 3.2 Ciclo PDCA de controle de processos.



Fonte: Campos (1992, p. 30).

No ciclo PDCA acima exposto, cada etapa define um estágio de controle do processo.

Na fase *PIPLAN* (Planejamento) é que são definidas as metas e os métodos que serão utilizados para atingir essas metas; na fase *DIDO* (Execução) é a etapa de se investir em educação e treinamento das pessoas para que bem possam executar as suas funções; a fase *CICHECK* (Verificação) é responsável pela coleta de dados para comparar os resultados obtidos com as metas desejadas; e a fase *AIACTION* (Atuação corretiva) é a etapa em que através do monitoramento foram detectados desvios e deverão



ser tomadas medidas para que os problemas nunca voltem a acontecer.

### **3.4 TPM como suporte de mudança**

Após definida a necessidade de mudar, as lideranças da organização devem começar a planejar a estrutura para a condução deste processo de mudança.

No diagrama do modelo proposto, este passo está situado no centro do círculo e interage com todos os demais passos o tempo todo, pois estará fornecendo a estrutura central de apoio e representando a própria filosofia do processo de transformação.

Esta estrutura deve conter alguns elementos-chaves, sendo necessário a criação de uma coordenação para conduzir o esforço de transformação, que inclui a necessidade de formação de equipes de lideranças e de projetos, o desenvolvimento de um programa de capacitação para estas equipes, a elaboração de um sistema de medidas de desempenho para elas e para o processo de transformação, e a disponibilização de recursos para o processo de mudança.

As equipes de transformação devem ser:

- multifuncionais, contendo membros com formação e conhecimentos diferentes;
- multinível, com membros de diversos níveis da organização;
- constituídas por pessoas de reconhecida habilidade, competência e respeitados pelos colegas;
- constituídas por pessoas motivadas; devidamente treinadas para o processo de transformação; e reconhecidas e recompensadas com base nos resultados obtidos no processo.

Um aspecto importante a ser enfatizado é a relação que deve existir entre

as diversas equipes responsáveis pela transformação. É importante que estas equipes sejam preparadas para atuar de forma integrada.

A criação de indicadores de desempenho para avaliar o processo de transformação é um fator extremamente importante para a geração e gerenciamento deste processo.

Estes indicadores devem representar algumas medidas operacionais de desempenho da própria organização, (refletindo o que efetivamente deve ser melhorado) e medidas de desempenho específicas do processo de transformação, tais como: desempenho das equipes, cumprimento do cronograma, objetivos intermediáveis para as melhorias em andamento, etc.

Eles são o conjunto de parâmetros que vai ser utilizado para determinar se a melhoria pretendida no processo de transformação teve sucesso, ou não, e para corrigir desvios de rumo durante o processo.

Realmente logo após a definição da necessidade de promover novas mudanças e naturalmente após se ter estudado alternativas que viabilizem o sucesso dessa empreitada, sugere-se que a direção da empresa em comum acordo com o corpo técnico, opte pela implementação da Manutenção Produtiva Total, como ferramenta complementar, se for o caso de já existir um modelo de gestão bem definido, ou como efetivo modelo de gestão, no processo de transformação da empresa para melhor.

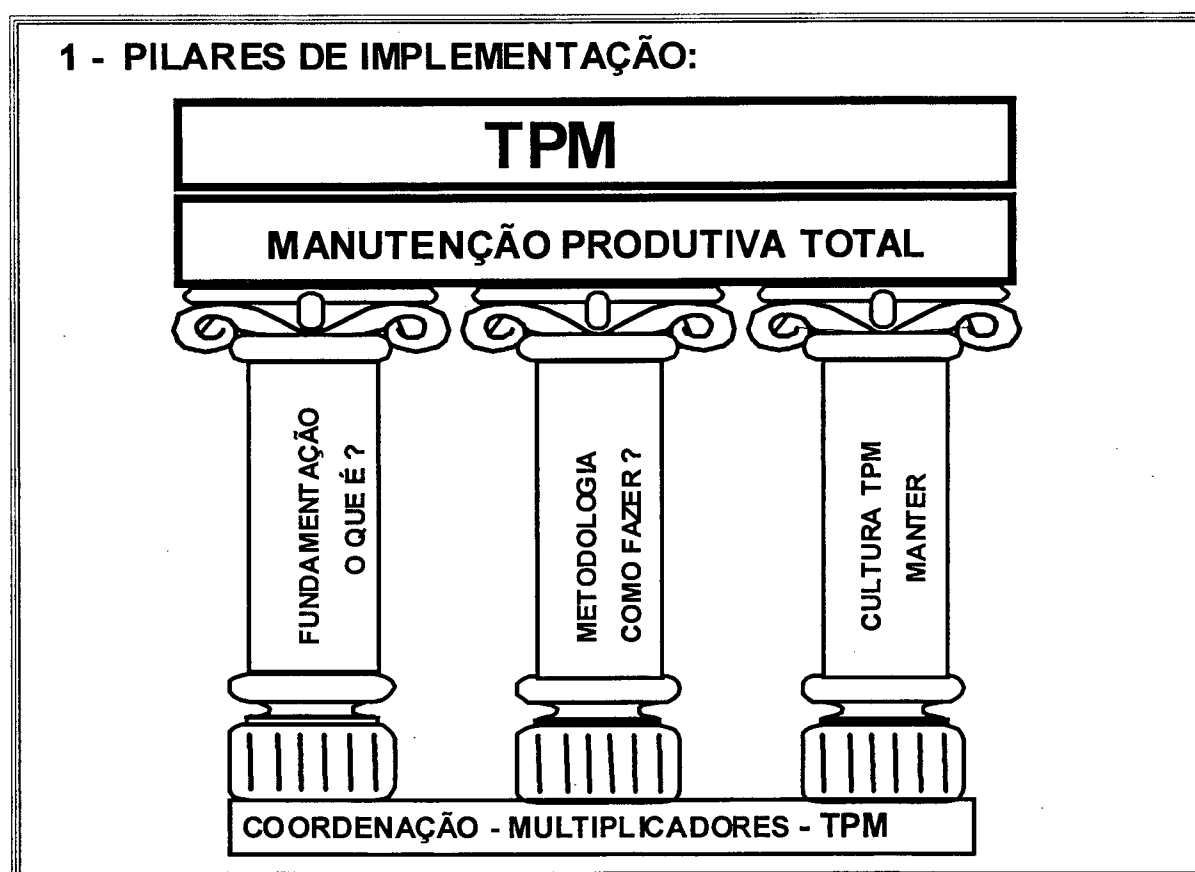
No caso da indústria extrativa, para a implementação da TPM deve ser formada uma equipe de pessoas, denominada de coordenação do programa TPM, constituída pela alta direção, assistentes técnicos da produção, supervisores das unidades gerenciais e encarregados gerais dos setores de produção e apoio.

Este grupo dentro do programa TPM representa a estrutura de apoio de forma ampla e completa, sendo responsável pelo desenvolvimento de todas as etapas do processo de implementação e criação da cultura TPM.

Cada membro da equipe de coordenação, dentro da sua área específica de atuação, deve contribuir com a indicação de outras pessoas, para formar um grupo maior de agentes da TPM, então denominados multiplicadores de TPM que, assim como a coordenação, devem ser treinados para divulgar, disseminar, participar ativamente e promover a criação da cultura TPM em toda a empresa.

A Figura 3.3 mostra os pilares de implementação da TPM, apresentando a coordenação e multiplicadores como a base de sustentação destes pilares.

Figura 3.3 Pilares de implementação da TPM na indústria extrativa mineral.



Fonte: Dados do pesquisador

A coordenação, no caso da mineração, deve ser constituída por um ou mais membros da alta direção, gerentes das unidades de lavra e beneficiamento, supervisores ou encarregados gerais dos setores de apoio (mecânica, elétrica,

transportes, suprimentos, controle de qualidade e treinamento) e assistência técnica da produção.

A equipe de multiplicadores a ser formada, deve ser constituída por mecânicos; eletricitas; operadores de perfuratrizes, carregadeiras e locomotivas de subsolo; motoristas e operadores de máquinas de superfície; encarregados de turno de subsolo e de beneficiamento em superfície; todos escolhidos por suas qualidades relacionadas à facilidade de comunicação, boa aceitação por parte dos colegas, envolvimento com os problemas da empresa e competência profissional.

Assim como no diagrama proposto, esta estrutura de apoio está situada no centro de todo o processo de implementação do programa TPM e interage o tempo todo, com todos os envolvidos no sentido de subsidiar os recursos necessários, bem como acompanhar e monitorar o desempenho do programa através de indicadores de desempenho, qualidade e produtividade.

Na Figura 3.3 são apresentados os três pilares de implementação da TPM na indústria extrativa mineral que, de uma forma geral, define a base conceitual de um programa TPM, seja ele aplicado a qualquer segmento da exploração mineral, ou até mesmo a outro ramo de atividade produtiva.

Os três pilares de implementação da TPM são distribuídos em fundamentação, metodologia e cultura, com a seguinte descrição:

- **Fundamentação** – É a definição do significado do programa, ou seja, é nesta etapa que são definidos os conceitos, características e objetivos do modelo TPM, bem como divulgados e explicados os termos básicos como: coordenadores, multiplicadores, padrinhos das máquinas ou equipamentos, equipes autônomas e postos de trabalho;
- **Metodologia** – É a etapa em que se explica como se faz TPM. A metodologia é constituída por cinco pilares, embasados nas atividades das equipes autônomas, que são responsáveis por manter os postos de trabalho operando com eficiência e produtividade;

- Cultura TPM – Este pilar de implementação é o complemento dos outros dois e pode ser considerado o mais importante, porque é através da conscientização e aceitação das pessoas que a metodologia TPM conseguirá ser mantida.

### 3.4.1 Etapa de Fundamentação

Dentro da etapa de Fundamentação os principais termos utilizados num programa TPM, já devidamente adaptados para a indústria extrativa mineral são *posto de trabalho*, *equipe autônoma*, e *perdas*.

O *posto de trabalho* é o local onde são exercidas as atividades de produção. Por exemplo, um bloco de lavra em subsolo onde são efetuadas atividades de furação, detonação e desmonte do minério bruto.

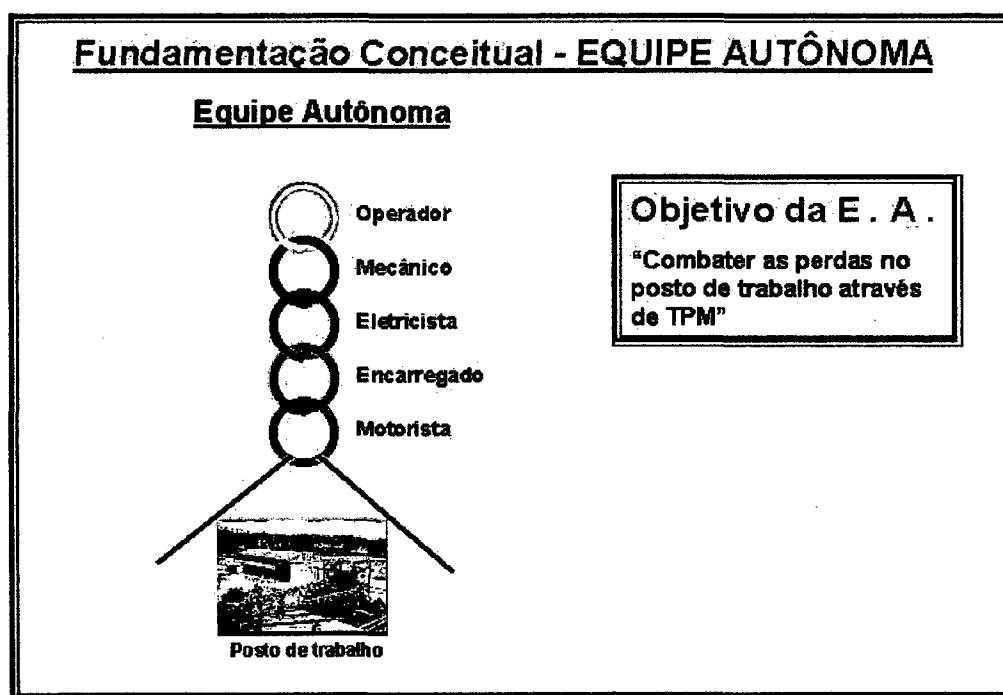
Neste posto de trabalho, a matéria prima é o minério *“in situ”*, as atividades de produção são a furação e detonação, e o produto é o minério bruto desmontado. O postos de trabalho mais comuns na indústria extrativa podem ser identificados de acordo com a descrição abaixo:

*a) Na lavra:* desmonte de bloco (cada bloco é um posto); represas de captação de água; avançamento de galerias ou painéis; carregamento das vagonetas nas frentes de lavra; transporte horizontal em subsolo, manobra de vagonetas em subsolo; transporte vertical em subsolo (poço); manobra de vagonetas em superfície, oficina mecânica em superfície; carpintaria em superfície, casa do guincho em superfície, casa de geradores em superfície, casa de compressores em superfície, refeitório em superfície e carregamento dos caminhões nos silos de bruto em superfície.

*b) No beneficiamento:* silos de alimentação; britadores primários; britadores secundários, peneiras vibratórias; moinhos e classificadores helicoidais; pilhas de homogeneização; correias transportadoras; hidrociclones; bombas de polpa; células de flotação; fornos secadores; espessadores e filtros e laboratórios de controle de qualidade.

Já a *equipe autônoma* é o grupo de pessoas responsáveis por manter o posto de trabalho operando. Todos os postos de trabalho devem ter uma equipe autônoma perfeitamente definida, devendo fazer parte desta equipe as pessoas diretamente envolvidas com as atividades naquele local, e também um mecânico e um eletricitista que serão considerados padrinhos dos equipamentos, daquele posto de trabalho. É claro que os mecânicos e eletricitistas podem e devem ser padrinhos de vários postos de trabalho ao mesmo tempo. Na Figura 3.4 está representada uma equipe autônoma típica de um posto de trabalho da indústria extrativa.

Figura 3.4 Equipe autônoma de um posto de trabalho – Britagem.



Fonte: Dados do pesquisador

No que se refere a *perdas*, a definição clássica a coloca como toda atividade que absorve recurso e não agrega valor ao produto. Dentro da metodologia TPM, a interpretação de perda em um posto de trabalho é toda e qualquer atividade que influi negativamente nas dimensões da qualidade do produto final, que são a qualidade intrínseca, a quantidade, o prazo e o custo.

Abaixo estão relacionadas as sete perdas de Shingo (1996, p.225) segundo o Sistema Toyota de Produção:

- *Perdas por superprodução;*
- *Perdas por transporte;*
- *Perdas por processamento em si mesmo;*
- *Perdas por elaboração de produtos defeituosos;*
- *Perdas por espera;*
- *Perdas nos estoques;*
- *Perdas no movimento.*

Já do ponto de vista da TPM, especificamente para a indústria metal-mecânica, segundo Nakajima (1989, p.16), são relacionadas seis grandes perdas:

- *Perda por quebra de máquina;*
- *Perda por mudança de linha/regulagem;*
- *Perda por parada temporária;*
- *Perda por queda de velocidade;*
- *Perda por defeitos/retrabalhos;*
- *Perda para entrada em regime.*

A definição básica de TPM como ferramenta ou metodologia de gestão da indústria extrativa mineral, utilizando como base conceitual o tripé: posto de trabalho, equipe autônoma e perdas, é assim colocada:

- *Manutenção Produtiva Total: é uma ferramenta ou metodologia de gestão, usada pela equipe autônoma para combater as perdas,*

aumentando o rendimento do *posto de trabalho*.

As características principais, bem como os objetivos da TPM, direcionados para a indústria extrativa mineral, guardam entre si, uma relação muito próxima, pois na verdade, ambos se constituem em meios para um mesmo fim.

As características principais são:

- Rompimento da definição funcional;
- A equipe autônoma mantendo o posto de trabalho;
- Combate às perdas (quebra-zero, defeito-zero e acidente-zero).

Dentre as características da TPM, o rompimento da definição funcional é o primeiro passo rumo à uma nova cultura, pois prepara-se o mecânico e o electricista para pensar também como pessoal de operação, da mesma forma que prepara-se o pessoal de operação para prestar a manutenção básica nos equipamentos.

Nesta relação produção/manutenção, costuma-se dizer que os mecânicos e electricistas são os médicos dos equipamentos e os operadores são os enfermeiros.

Fica claro também, nas características da TPM, que a equipe autônoma, e não só os operadores ou só os mecânicos e electricistas, são responsáveis por manter o posto de trabalho operando, através do combate contínuo às perdas, na busca da quebra-zero, defeito-zero e acidente-zero.

Os objetivos da TPM, resumidos e direcionados para o segmento da mineração, são:

- Valorização do conhecimento da equipe autônoma;
- Aumento do rendimento global do posto de trabalho;
- Combate às perdas no posto de trabalho;



- Quebra-zero, defeito-zero e acidente-zero.

Dentro dos objetivos da TPM prima-se pela valorização do conhecimento da equipe autônoma, ou seja, aproveita-se as capacidades e aptidões das pessoas, de forma que os operadores que tenham maior afinidade com os serviços de manutenção mecânica e elétrica recebam maior treinamento neste sentido. Da mesma forma que os mecânicos e eletricitas que mostrarem maior afinidade com a operação devem ser ouvidos e incentivados a opinar sobre melhorias na operação.

De qualquer forma, o objetivo final da TPM é a busca contínua do aumento do rendimento global do posto de trabalho, através do combate às perdas, proporcionando a quebra-zero, o defeito-zero e o acidente-zero.

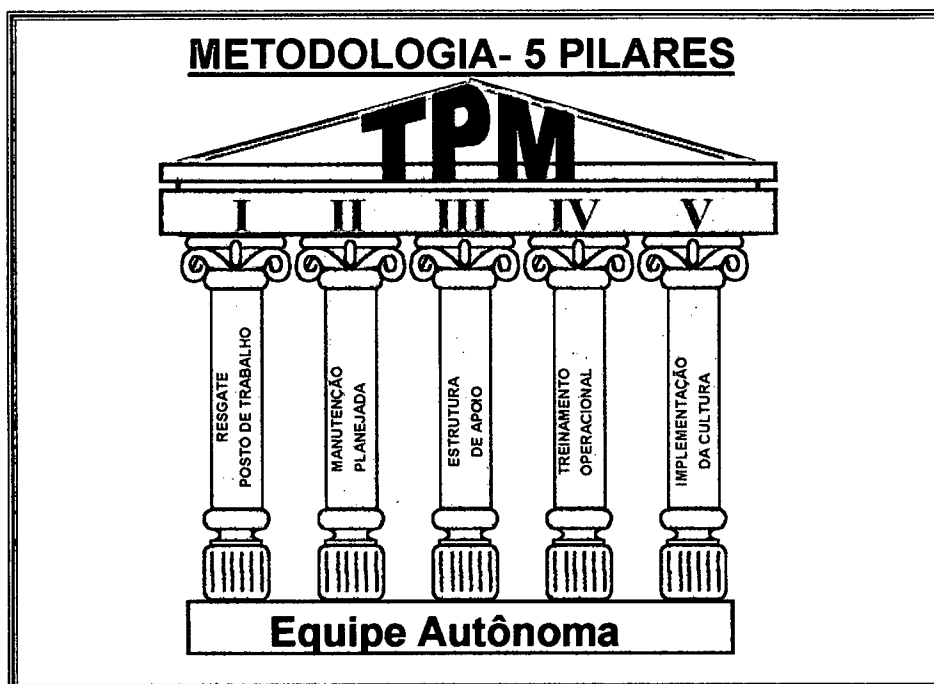
### 3.4.2 Etapa da Metodologia

Após a fundamentação, o segundo pilar de implementação da TPM é o da metodologia. A receita básica de como fazer TPM dentro da metodologia sugerida para a indústria extrativa mineral, encontra-se abaixo relacionada:

1. Envolvimento da equipe autônoma no combate às perdas;
2. Integração dos setores de apoio;
3. Manutenção corretiva;
4. Manutenção preventiva;
5. Manutenção preditiva;
6. Manutenção executada pelos operadores.

Na Figura 3.5 estão representados os cinco pilares da metodologia TPM, dentro do modelo proposto para o segmento da mineração, que são: resgate do posto de trabalho, manutenção planejada, estrutura de apoio, treinamento operacional, e implementação da cultura.

Figura 3.5 Os cinco pilares da metodologia.



Fonte: Dados do pesquisador

#### 3.4.2.1 *Resgate do posto de trabalho*

O pilar Nº 1 da metodologia é o resgate do posto de trabalho. O resgate do posto de trabalho significa fornecer ou resgatar as condições básicas de operação de todos os equipamentos do posto de trabalho.

É sugerido dentro da metodologia que todos os componentes da equipe autônoma daquele posto de trabalho, além das outras pessoas dos setores de apoio (mecânicos e eletricitas), participem deste resgate. As condições básicas de um posto de trabalho que devem ser resgatadas são: A limpeza, a lubrificação, o reaperto, a regulagem e a busca do padrão.

E essas condições básicas devem ser resgatadas nas máquinas (através da limpeza, lubrificação, reaperto e regulagem); no processo (através de desenhos, folhas de processo, parâmetros de corte, ferramentas, etc.); e na qualidade (por intermédio de instrumentos, dispositivos, aferições, etc.).

Para se detectar as perdas em um posto de trabalho e eliminá-las, no

sentido do posto de trabalho retornar as condições básicas de operação, aconselha-se os seguintes procedimentos:

- *Inspeção visual após a limpeza*, para a identificação da falta de componentes, vazamentos, desgastes e folgas nas máquinas e equipamentos e a organização do posto de trabalho.
- *Inspeção em funcionamento*, para avaliação de rendimento, qualidade, ruído, aquecimento e demais parâmetros operacionais.

Para implementar o pilar Nº 1 da metodologia TPM é sugerida uma seqüência lógica dentro de um plano de implantação elaborado pela coordenação e multiplicadores de TPM. Esta seqüência compreende:

- Escolher o posto de trabalho;
- Fazer o levantamento das perdas e registrar;
- Resolver todos os problemas de fácil solução;
- Etiquetar os problemas não resolvidos;
- Elaborar plano de ação para os problemas pendentes.

Como ferramentas específicas de implantação do pilar Nº 1 da metodologia TPM são apresentados formulários e fichas onde serão registradas as perdas e a forma e cronograma para sua eliminação. Na Figura 3.6 é apresentada uma sugestão de formulário para anotação das perdas ou anomalias verificadas durante o resgate de um posto de trabalho. Neste formulário são registradas as anomalias (problemas), a forma para resolvê-las (solução), quem será responsável para solucioná-las e a possível data.



da produção

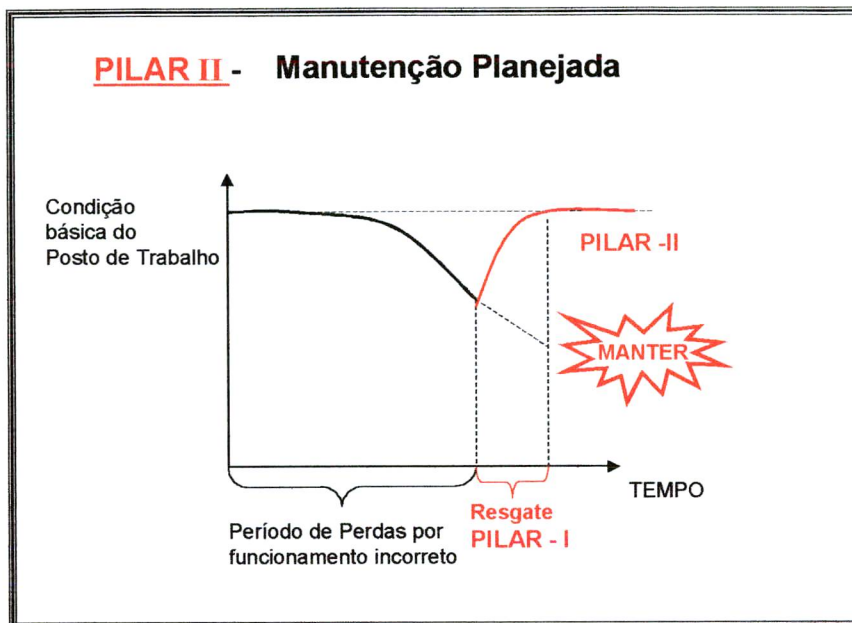
Figura 3.7 Cartão de anomalias

<span style="color: red; font-weight: bold; text-decoration: underline;">PILAR I</span> - <b>CARTÃO DE ANOMALIAS</b>	
<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: flex-start;"> <div style="font-weight: bold; font-size: 1.2em;">TPM</div> <div style="text-align: right;">MÁQUINA : _____</div> </div> <div style="text-align: center; margin: 10px 0;"> </div> <div style="text-align: center; font-weight: bold; font-size: 0.8em;">             CARTÃO DE ANOMALIAS              OPERAÇÃO           </div> <div style="text-align: center; font-weight: bold; font-size: 0.8em; border-bottom: 1px solid black; margin-bottom: 5px;">             SOLICITANTE           </div> <div style="font-size: 0.8em;">             DEFEITO: _____              _____              _____              _____           </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; font-size: 0.8em; border-bottom: 1px solid black; margin-bottom: 5px;"> <span>DATA: ____/____/____</span> <span>HORA: _____</span> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; font-size: 0.8em; border-bottom: 1px solid black; margin-bottom: 5px;"> <span>TURNO: _____</span> <span>NOME: _____</span> </div> <div style="text-align: center; font-weight: bold; font-size: 0.8em; margin-bottom: 5px;">             EXECUTANTE           </div> <div style="font-size: 0.8em;">             PROVIDÊNCIA: _____              _____              _____           </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; font-size: 0.8em; border-bottom: 1px solid black; margin-bottom: 5px;"> <span>NOME: _____</span> <span>PRAZO: ____/____/____</span> </div>	<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: flex-start;"> <div style="font-weight: bold; font-size: 1.2em;">TPM</div> <div style="text-align: right;">MÁQUINA : _____</div> </div> <div style="text-align: center; margin: 10px 0;"> </div> <div style="text-align: center; font-weight: bold; font-size: 0.8em;">             CARTÃO DE ANOMALIAS              MANUTENÇÃO           </div> <div style="text-align: center; font-weight: bold; font-size: 0.8em; border-bottom: 1px solid black; margin-bottom: 5px;">             SOLICITANTE           </div> <div style="font-size: 0.8em;">             DEFEITO: _____              _____              _____              _____           </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; font-size: 0.8em; border-bottom: 1px solid black; margin-bottom: 5px;"> <span>DATA: ____/____/____</span> <span>HORA: _____</span> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; font-size: 0.8em; border-bottom: 1px solid black; margin-bottom: 5px;"> <span>TURNO: _____</span> <span>NOME: _____</span> </div> <div style="text-align: center; font-weight: bold; font-size: 0.8em; margin-bottom: 5px;">             EXECUTANTE           </div> <div style="font-size: 0.8em;">             PROVIDÊNCIA: _____              _____              _____           </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; font-size: 0.8em; border-bottom: 1px solid black; margin-bottom: 5px;"> <span>NOME: _____</span> <span>PRAZO: ____/____/____</span> </div>

Fonte: Dados do pesquisador



Figura 3.9 Pilar N° 2 da metodologia TPM.



Fonte: Dados do pesquisador

Para manter as condições básicas dos postos de trabalho, é preciso criar uma frequência de checagem dos principais pontos do posto de trabalho determinados pela equipe autônoma. As atividades do pilar N° 2 são as únicas formas de garantir a manutenção das condições básicas de funcionamento do posto de trabalho.

Devem ser estabelecidos pontos de checagem intermitentes a serem efetuadas pelo operador, como manutenção básica nos equipamentos, dentro de um programa de manutenção planejada. A Figura 3.10 mostra um *check list* do operador, como ferramenta de apoio do pilar N° 2 da metodologia TPM.







- Conferir ao operador os conhecimentos básicos de manutenção, processo de fabricação e qualidade;
- Transferir para a equipe autônoma a responsabilidade da manutenção do sistema de produção;
- Fornecer à equipe autônoma, através dos indicadores, dados para a gestão autônoma e implementação de melhorias do posto de trabalho

A equipe autônoma deve ter os conhecimentos necessários para bem executar suas tarefas de operador/enfermeiro e de mecânico ou eletricitista/médico dentro do modelo TPM.

É colocado como necessidade neste processo a criação de formulários que indiquem quais os treinamentos necessários que os componentes das equipes autônomas tenham que ter para bem cumprir seu papel. Estes treinamentos devem ser também reciclados, de forma a manter as pessoas sempre com suas habilidades atualizadas.

#### 3.4.2.5 *Implementação da Cultura*

O pilar Nº 5 da metodologia proposta é a implementação da cultura TPM. Este pilar da metodologia confunde-se com o terceiro pilar da implementação da TPM, apresentada na Figura 3.3, pois a implantação da cultura TPM significa:

1. Convencer as pessoas da necessidade da TPM, através dos conceitos, características e objetivos;
2. Ensinar as pessoas a fazer TPM, através da metodologia;
3. Analisar, monitorar e cobrar resultados através dos indicadores de desempenho e de auditorias periódicas.

Na Figura 3.12 é apresentado um modelo de folha de auditoria periódica para ser efetuada nos postos de trabalho para acompanhamento do processo

TPM, e avaliação e adoção de providências que se fizerem necessárias para a manutenção do programa.

Figura 3.12 Auditoria de TPM.

<b>FOLHA DE AUDITORIA FICHA DE AVALIAÇÃO DE TPM</b>				
Data da avaliação : ___/___/___		Posto de Trabalho: _____		
Máquina : _____		<b>Padrinhos</b>		
Operadores : 1º Turno : _____ 2º Turno : _____ 3º Turno : _____ 4º Turno : _____		Mecânico : _____ Eletricista : _____		
Ítem	Situação	N Conf.	Conforme	
		1	3	5
01	Painel, Quadro de Registro e Cartão de TPM			
02	Material de Limpeza, Lubrificação e Ferramentas			
03	Execução das Tarefas de TPM pelo Operador			
04	Limpeza e Organização do Posto de Trabalho			
06	Limpeza, Organização e Pintura da Máquina			
07	Higiene Pessoal e Uso dos EPI's			
08	Condições de Segurança do Posto de Trabalho			
09	Proteções Internas, Externas e Raspadores			
10	Estado Geral do Sistema Hidráulico			
11	Estado geral dos Motores, correias e Inst. Elétricas			
12	Estado Geral dos Reapertos, Folgas e Regulagens			
13	Estado Geral do Sistema Pneumático			

<b>RESULTADO</b>	<b>Total de Pontos</b> <input style="width: 20px;" type="text"/> <input style="width: 20px;" type="text"/>
Máquina N. Conforme : <input type="checkbox"/>	<b>Crítérios</b> - Excelente : 5 (Cinco) Bom : 3 (Três) Insuficiente : 1 (Um)
Máquina Aprovada : <input type="checkbox"/>	
Máquina Premiada : <input type="checkbox"/>	

<b>Observações :</b> _____ _____ _____ _____	_____ Auditor      _____ Operador
---	-----------------------------------

Fonte: Dados do pesquisador

### 3.5 O que mudar?

Uma vez discutido o “Porque mudar?” e apresentada a TPM como suporte para o processo de mudança, a etapa seguinte da metodologia proposta é a elaboração da questão “O que mudar?”.

Antes de iniciar um processo de mudanças em qualquer organização, é importante que haja consenso entre os participantes do projeto sobre a situação atual da organização. Isto significa haver consenso sobre como ela opera hoje e o que está errado com a situação atual. Essa questão, sem dúvida, é a mais importante do processo de transformação, porque a resposta a ela vai apontar os problemas e pontos a serem trabalhados na organização.

Saber qual o problema, e conseguir um consenso sobre isso, já é meio caminho andado para a solução do problema.

Para se chegar a um consenso sobre como é a situação atual pode-se recorrer a alguma forma de mapeamento dos processos que envolvem a organização. Esse mapeamento pode ser feito com um certo nível de detalhes, utilizando-se ferramentas mais sofisticadas de modelagem de empresas, ou simplesmente pode-se obter uma visão mais de alto nível dos processos.

No que diz respeito a saber o que há de errado com a situação atual, é recomendável que se faça um diagnóstico. Nesse diagnóstico deve-se procurar identificar as causas raízes dos problemas comparando a forma como a organização trabalha hoje com a forma como se pretende trabalhar após a transformação, bem como os pontos fortes a serem explorados na organização.

É importante que este processo de discussão conduza a um consenso entre as lideranças, principalmente sobre as causas raízes, porque estas serão, normalmente, os pontos trabalhados. Para efetuar este diagnóstico, estimular o consenso e identificar as causas raízes, existem várias ferramentas disponíveis, destacando-se entre elas a *Árvore da Realidade Atual*, da Teoria

das Restrições (Goldratt, 1994).

Dentro da Teoria das Restrições (Goldratt, 1994), os processos de raciocínio são ferramentas lógicas criadas para auxiliar na busca de soluções de problemas e estão baseadas nas relações de causa e efeito. Essas ferramentas atendem uma seqüência lógica de implementação, quando implantada na sua totalidade, conforme colocado abaixo:

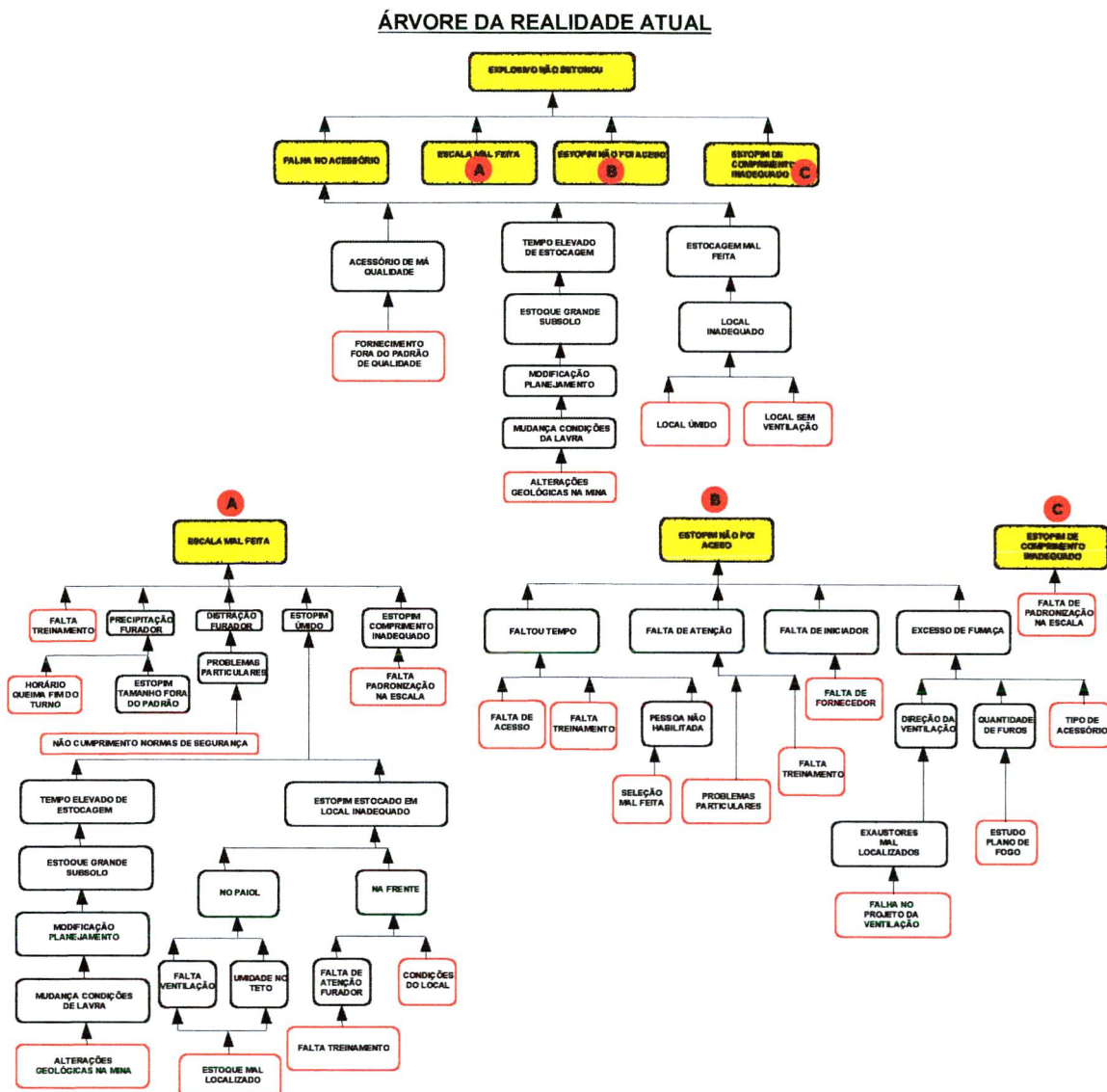
- Árvore da Realidade Atual (ARA);
- Diagrama de Dispersão de Nuvem (DDN);
- Árvore da Realidade Futura (ARF);
- Árvore de Pré-Requisitos (APR); e
- Árvore de Transição (AT).

Na metodologia aqui apresentada para o caso da Indústria extrativa recomenda-se a utilização da ARA como ferramenta específica para identificar a origem de um problema, pela facilidade de aplicação e fácil compreensão, até mesmo em face do baixo nível de escolaridade de boa parte do pessoal envolvido no processo.

Por definição, a Árvore da Realidade Atual (ARA) é utilizada para encontrar a causa-raiz de um problema, que vem a ser uma restrição, partindo do pressuposto de que existem poucas causas comuns que explicam os muitos efeitos de um sistema. Responde a pergunta: *O que mudar?* (ou do que mudar? descobrindo a doença do sistema).

Na Figura 3.13 é colocado um exemplo de Árvore da Realidade Atual bem característico da indústria extrativa mineral, onde o problema estudado é a falha parcial, que é relativamente comum, ou a falha total, que é bem menos provável, de um plano de fogo numa frente de extração, ou seja, boa parte dos furos carregados com explosivos não detonaram, prejudicando o avançamento ou a produção nesta frente de lavra.

Figura 3.13 Árvore da Realidade atual – Plano de fogo falhado.



Fonte: Dados do pesquisador

Na Árvore da Realidade Atual apresentada, os quadros circunscritos em preto correspondem às causas intermediárias, enquanto que as causas “raiz” de cada fluxo foram circunscritas em vermelho. Os quadros identificados por letras dentro de circunferências indicam que a seqüência da árvore encontra-se no plano abaixo.

### 3.6 Para onde ir?

Seguindo com a dinâmica da metodologia proposta na Figura 3.1, após responder as perguntas “Porque mudar?” e “Do que mudar?”, passa-se a discussão da questão de para onde ir com esta mudança.

Essa pergunta envolve o projeto de construção de um cenário novo a ser atingido. Esse cenário novo deve representar o que se almeja com o processo de transformação. Esse projeto pode assumir diversas formas diferentes. Ele pode ser um conjunto de objetivos bem definidos a ser atingido. Pode ser um projeto conceitual de medidas de desempenho a serem desenvolvidas. Pode ser o desenho de um projeto de negócio a ser implementado. Existe, na verdade, uma grande quantidade de processos de desenvolvimento para a construção deste projeto de um cenário novo.

De qualquer maneira é importante que se trace um processo com pontos bem definidos para atingir esta situação.

Qualquer que seja o desenvolvimento do projeto de um cenário novo a ser criado, é interessante que ocorra nesta etapa uma reavaliação da equipe de desenvolvimento que deve ser enriquecida com novos membros, com habilidades e criatividade para a construção mais detalhada da situação proposta.

Pode ser necessária a criação de grupos auxiliares para o desenvolvimento de partes específicas do projeto ou até mesmo a formação de um novo grupo completamente diferente para o desenvolvimento.

De qualquer forma, é importante que o mesmo padrão de treinamento seja oferecido a todos os participantes, sejam eles da equipe de transformação inicial ou de novos grupos de transformação criados posteriormente.

Um aspecto de treinamento relacionado à manutenção da equipe nesta fase é quanto à utilização de novas tecnologias. A fase de desenvolvimento do projeto de um cenário novo, muitas vezes envolve novas ferramentas e

tecnologias com as quais a organização ainda não está familiarizada.

É de vital importância que estas novas ferramentas e tecnologias sejam entendidas suficientemente bem pela equipe de desenvolvimento que terá que multiplicá-las eficientemente para todo o efetivo da organização.

Nesta fase, recomenda-se a utilização de forma clara e objetiva por todos os envolvidos no processo de indicadores de desempenho das diversas etapas do fluxo de produção, que fornecerão dados atuais que permitirão determinar onde se está e para onde ir, com o objetivo de melhorar.

Os indicadores de desempenho mais comuns no segmento da indústria extrativa podem ser classificados como abaixo descritos:

a) Na extração (lavra):

- *Ton/homem/dia*: representa a produção em toneladas por cada homem envolvido no processo em um turno de produção, ou seja, é o total de minério produzido no dia, dividido pelo número de pessoas que trabalharam neste dia, nesta atividade.
- *Ton/vagoneta*: é o peso médio em toneladas de minério em cada vagoneta transportada. O transporte que é uma atividade que não agrega valor tem que ser muito bem controlado, aproveitando-se o máximo da capacidade dos equipamentos.
- *Vagonetas/turno produção*: indica o número de vagonetas produzidas por cada turno de produção, permitindo identificar problemas sistemáticos de determinados locais de escoamento, ou mesmo turnos de produção.
- *Ton minério/ton estéril dia*: dá a relação entre a produção de minério, que é o que realmente interessa e a produção de estéril no dia, que deve ser a mínima necessária para cada etapa do processo.
- *Teor de minério produzido no subsolo*: é o percentual de contido



(material bom, aproveitável), no total do minério bruto produzido (*run of mine*).

- *Kg explosivo/ton minério desmontado*: é a quantidade de explosivos em kg, utilizada para desmontar uma tonelada de minério em subsolo, conhecida na mineração por “razão de carga”.
- *Kwh consumido/ton produzida*: equivale à quantidade de energia em kwh consumida, para produzir uma tonelada de minério bruto.

b) No beneficiamento:

- *Hrs. Efetivas/hrs. programadas de operação*: é a relação entre as horas efetivamente trabalhadas e as horas programadas para trabalharem as plantas de beneficiamento. Este indicador registra precisamente as paradas não programadas das plantas, geralmente relacionadas à necessidade de manutenções corretivas.
- *Ton/dia alimentação*: representa a quantidade de minério bruto, alimentada por dia nas plantas de beneficiamento.
- *Teor do minério alimentado*: indica a quantidade em percentual de contido (material bom, aproveitável), no total de minério alimentado no beneficiamento.
- *Ton/dia e teor dos produtos finais*: representam a quantidade em toneladas dos produtos finais de cada etapa dos circuitos de beneficiamento com os respectivos percentuais de contido (material bom, aproveitável), que representam o grau de pureza destes produtos.
- *Ton/dia e teor dos rejeitos das plantas*: indicam a quantidade em toneladas dos rejeitos finais de cada etapa dos circuitos de beneficiamento com os respectivos percentuais de contido (material bom, aproveitável), que representam as perdas do processo de beneficiamento.

- *Kwh consumido/ton alimentação*: indica a quantidade de energia em kwh, consumida, por cada tonelada de minério alimentada no beneficiamento.
- *Recuperação em massa (ton produto/ton alimentação)*: indica o percentual de produto final em massa, recuperado em relação à massa alimentada.
- *Recuperação de contido (ton contido do produto/ton de contido da alimentação)*: representa o percentual de contido (material bom, aproveitável) recuperado em relação ao total de contido alimentado.

Além destes, existem vários outros indicadores de desempenho, que são comuns à praticamente todas as atividades das áreas de produção da indústria extrativa como: consumo de insumos, reagentes, matérias-primas, corpos moedores e peças de desgaste, que são normalmente medidos em kg/ton:

### **3.7 Como chegar lá?**

Após se projetar a construção de um cenário novo a ser atingido, a metodologia apresentada propõem nesta fase verificar quais as ações a serem tomadas para se atingir o novo cenário desejado.

Essas ações têm o objetivo específico de eliminar as diferenças entre a situação atual e o novo cenário a ser criado, racionalizando o processo de mudanças.

É muito importante a identificação das ações, que não devem primar pela quantidade e sim pela aplicabilidade e eficiência, que vão ter impacto na performance de forma a utilizar os recursos da forma mais eficaz possível, ao invés de criar uma longa lista de ações que não serão adequadamente implementadas.

De uma maneira geral, o ideal é que as ações propostas representem o equilíbrio entre a obtenção de resultados em curto prazo e a obtenção de

resultados em longo prazo.

As realizações em curto prazo são importantes para manter a motivação necessária para a obtenção dos resultados em longo prazo.

### **3.8 Como implementar a mudança?**

É fundamental que as ações de transformação estejam claramente relacionadas a um processo ou a um problema-raiz a ser resolvido. Os líderes das equipes de desenvolvimento das mudanças precisam cuidar para que essas ações realmente objetivem em toda amplitude melhorias que irão contribuir para a qualidade do processo de transformação em andamento.

Entende-se que dependendo da natureza das ações de melhoria a serem implementadas, dos diferentes processos e sistemas, a forma de desenvolvimento das ações pode variar. Ou seja, o processo considerado no plano de ações de melhorias pode necessitar de documentação e padronização, melhoria incremental ou uma mudança radical, com a utilização de técnicas de reengenharia.

Para tornar bem claro o desenvolvimento do conjunto de ações de melhorias direcionados à mudanças, é importante que seja utilizado um planejamento visível que possa atuar com um cronograma-mestre para o processo de mudança.

O momento da implementação é o momento em que o projeto se expõe a toda a organização. As ações mais comuns por parte das pessoas nesta fase de exposição do projeto são: entusiasmo e envolvimento; oposição aberta ao projeto; ceticismo e cinismo; apatia; preocupação; raiva e frustração; oposição velada, e ainda, sabotagem.

É de fundamental importância nesta fase que as lideranças, ao invés de gastar energia com as pessoas que fazem oposição ao projeto, se concentrem em reforçar positivamente as pessoas que aderiram e se entusiasmaram com o

processo de transformação, dando suporte e apostando para que elas possam ter sucesso nesse esforço.

A valorização do sucesso dos entusiastas, através de recompensas formais ou informais, serve para sinalizar para toda a organização a seriedade do projeto e sobre qual o caminho a ser trilhado.

### **3.9 Como saber se melhorou?**

Ao fechar o ciclo da metodologia proposta da Figura 3.1, após equacionar as respostas as perguntas de porque mudar? O que mudar? Para onde ir? Como chegar lá? E como implementar a mudança? Todas elas centradas na estrutura da TPM, chega-se a questão crucial de como saber que as mudanças realizadas surtiram o efeito esperado.

Apesar dessa pergunta aparecer no final da metodologia, ela deve ser feita ao longo de todo o processo de mudança. Não pode, de forma alguma, deixar-se esta pergunta para ser feita apenas na fase final do processo; mas deve-se fazê-la a partir da definição das equipes.

A revisão do processo de mudanças deve ser feita de forma contínua ao longo das atividades do processo pelas observações das implementações das melhorias e pelo impacto causado por elas nos indicadores de desempenho das organizações.

É importante também, que seja feita uma revisão no próprio processo de transformação, identificando o que funcionou adequadamente e as melhorias que se deve considerar para o próximo ciclo de mudanças que fatalmente vai ocorrer.

Baseado na revisão dos resultados e nos progressos obtidos, as recompensas e os reconhecimentos dos esforços dos participantes devem ser distribuídos nesta etapa. O reconhecimento pode ser financeiro ou não, mas deve reafirmar a importância da participação das pessoas na obtenção do

progresso e celebrar o sucesso atingido com as ações implementadas.

### **3.10 Considerações Finais**

Quando se está propenso a mudar, seja por previsão de dificuldades futuras ou por necessidade imediata de garantir a sobrevivência, é necessário que se esteja consciente de que mesmo durante a mudança, podem ocorrer fatos que empurrem literalmente a organização em direção às novas mudanças. Este processo é contínuo e circular, porque sempre acaba voltando a questão “Por que mudar ?”

Para se implementar um processo de mudanças coerente é interessante que as lideranças das organizações utilizem de literatura e metodologias existentes para ajudar os coordenadores a conduzirem de forma segura o processo de transformação.

É importante para o gerenciamento do processo de mudanças que o executivo mantenha-se bem preparado, cauteloso e humilde, em relação ao que ocorre a sua volta, aceitando a necessidade de mudar o próprio perfil profissional e atuando de forma mais participativa e consensual com o seu time no comando da organização.

É de se supor que uma nova cultura alicerçada na necessidade constante de mudar, faça também evoluir as relações interpessoais, tornando as pessoas mais acessíveis aos novos tempos e mais desprendidas de modelos antigos e obsoletos que atrapalham o desenvolvimento pessoal e profissional.

Uma vez apresentada o modelo proposto para o gerenciamento do processo de mudanças com base na TPM para a indústria extrativa mineral, no próximo capítulo será apresentada uma aplicação prática do mesmo na Companhia Nitro química Brasileira.

## **CAPÍTULO 4 APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO**

Neste capítulo é descrita a aplicação num cenário real do modelo teórico cultivado através da revisão bibliográfica do capítulo 2 e direcionado para uma estrutura de mudanças fundamentada no capítulo 3, visando uma reforma significativa na gestão da Cia Nitro Química Brasileira /SC.

Essa reforma teve como objetivo otimizar o processo produtivo com redução dos custos e manutenção da qualidade, no sentido de garantir a sobrevivência da empresa num mercado globalizado de forte concorrência.

Está contido neste capítulo:

- Uma introdução posicionando a aplicação do modelo;
- O processo de produção da Cia Nitro Química Brasileira /SC;
- O modelo teórico do capítulo anterior aplicado na Cia Nitro Química Brasileira /SC;
- As considerações finais.

### **4.1 Introdução**

A implantação da Manutenção Produtiva Total (TPM) veio em continuidade a um processo de mudança iniciado em 1997 na Cia Nitro Química Brasileira/SC (CNQB/SC), na época denominada Mineração Floral Ltda, com a implantação do Sistema Toyota de Produção (STP).

A implantação do STP na Mineração Floral Ltda, que foi inclusive tema de Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção (Klippel, 1999), na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), representa um marco em termos de inovação administrativa, justamente por ter conseguido adaptar com sucesso um modelo de gestão da indústria automotiva, para a indústria extrativa mineral.

A maior prova do sucesso da implantação do STP na Mineração Floral Ltda é a atual sobrevivência da empresa num mercado globalizado, sem barreiras alfandegárias e altamente competitivo, principalmente no segmento de extração mineral, cujos custos dependem de vários fatores muito específicos, como: generosidade da ocorrência mineral, viabilidade econômica das reservas, manutenção da qualidade e preço dos produtos compatíveis com os padrões internacionais e sujeitos a flutuação do câmbio.

A indústria de extração de fluorita no Brasil, na década de noventa, era constituída pela Mineração Santa Catarina Ltda (unidade de negócios da CBA – Grupo Votorantim), a Mineração Nossa Senhora do Carmo (Grupo Sartor) e a Mineração Floral Ltda (Grupo Bayer), todas com sede no município de Morro da Fumaça, no estado de Santa Catarina. Existia também em atividade a Mineração Del Rey (Grupo Dupont), no estado do Paraná.

A Mineração Santa Catarina foi desativada em 1996, a Mineração Nossa Senhora do Carmo foi desativada no final de 1998 e a Mineração Del Rey encerrou suas atividades no final do primeiro semestre de 1999.

A Mineração Floral Ltda, adquirida do Grupo Bayer pela Cia Nitro Química Brasileira (CNQB) do Grupo Votorantim, passou a ser denominada por Cia Nitro Química Brasileira de Santa Catarina (CNQB/SC), e é hoje portanto a única mineradora de fluorita em atividade no território nacional, competindo com os principais produtores em nível internacional de fluorita, como a China, México, Mongólia, Rússia e África do Sul.

O STP veio a representar uma inovação radical no modelo e filosofia de gestão da CNQB/SC, do período de julho de 1997 até segundo semestre de 1999. Neste período foram realizadas grandes mudanças em todas as áreas de atividade da empresa, dentro da base conceitual de *Autonomação* e *Just-in-time* do STP, visando a eliminação das perdas do processo, através de melhorias contínuas e utilização de várias outras ferramentas de qualidade, como CCQs (Círculos de Controle de qualidade), PDCA (Ciclo de Deming) e APGs (Atividades de Pequenos Grupos). Ao final deste período a empresa

chegou a um estágio em que os resultados relativos às mudanças deixaram de ser surpreendentes, ou seja, surgiu a necessidade de novamente mudar para melhorar.

Foi dentro deste espírito de mudança, agora necessariamente incremental, que a direção da empresa optou pela implementação de uma nova ferramenta de qualidade e produtividade, conhecida como Manutenção Produtiva Total.

A partir então, do segundo semestre de 1999, foi começado efetivamente a implantação da TPM na CNQB/SC, que foi considerada num primeiro momento como somente mais uma ferramenta da qualidade, e que com o tempo mostrou ser uma eficiente metodologia ou sistema de gestão, após devidamente adaptado à realidade estrutural da empresa. Foi essa experiência de implantação que gerou o modelo proposto no capítulo 3 e que será descrito neste capítulo.

## **4.2 O Processo de Produção da CNQB/SC**

A CNQB/SC pertence ao Grupo Votorantim e está situada na localidade denominada Segunda Linha Torrens, distrito de Estação Cocal, município de Morro da Fumaça, na região sudeste do estado de Santa Catarina, distante 200 km da capital Florianópolis.

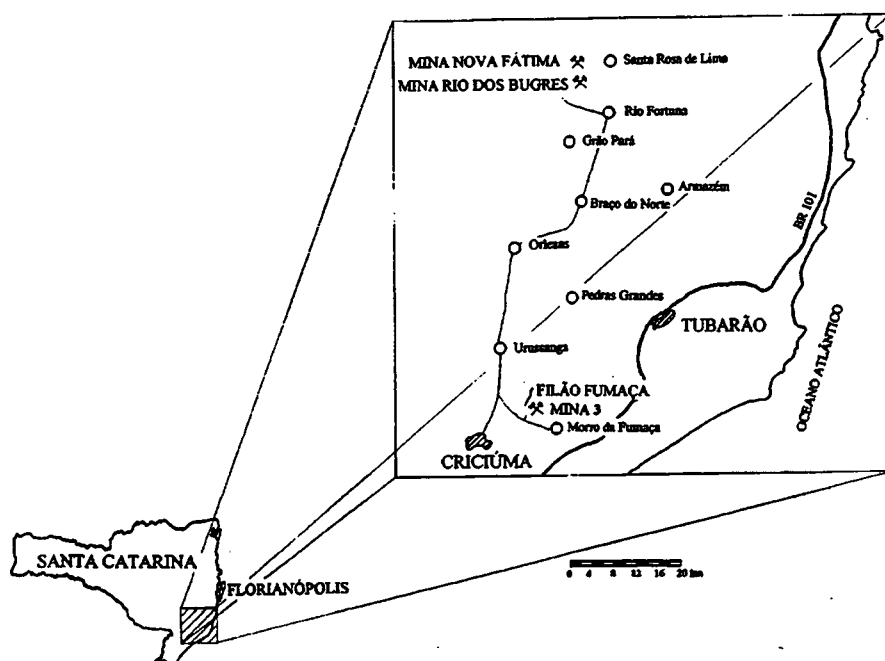
As minas de fluorita estão distribuídas ao longo do denominado Distrito Fluorítico de Santa Catarina em uma faixa territorial com cerca de 100 km de comprimento por 20 km de largura, conforme a Figura 4.1, onde duas grandes concentrações de mineração se destacam: a primeira, localizada no extremo sul do estado, próximo à cidade de Criciúma - pólo cerâmico e mineiro da região - corresponde ao Núcleo Morro da Fumaça e a segunda, distante cerca de 100 km na direção norte desta, corresponde ao Núcleo Rio Fortuna.

Os filões de fluorita são identificados por uma variação de tonalidade que vai desde o verde escuro, nas laterais, passando para o verde claro, roxo, amarelo e incolor até o centro. Essa variação de cores tem origem na



composição química, presença de elementos traços (terras raras) e temperatura de cristalização da fluorita. Na Tabela 4.1 encontra-se a composição mineralógica do minério.

Figura 4.1 Distrito fluorítico do Estado de Santa Catarina.



Fonte: KLIPPEL (1999, p. 56).

Tabela 4.1 Composição mineralógica aproximada do minério.

Minerais	Peso (%)
Fluorita	80
Calcedônia	15
Outros (barita, calcita, pirita)	5

Fonte: Dados do pesquisador

A reserva é de aproximadamente 1,5 milhões de toneladas de minério, com 560 mil toneladas de  $\text{CaF}_2$  contidas. Em níveis atuais de produção essa reserva é suficiente para mais 15 anos. O Quadro 4.1 descreve os principais segmentos do mercado consumidor de fluorita.

Quadro 4.1 Utilização industrial dos concentrados de fluorita.

Tipo de Indústria	Função
Química – fabricação de compostos	Fonte de flúor
Siderúrgica – fabricação de aço	Diluição da escória
Fundição de ferro-ligas especiais	Fundente
Fabricação de soldas e eletrodos	Revestimento
Fabricação de vidros	Fundente

Fonte: Dados do pesquisador

#### 4.2.1 Lavra

A lavra é subterrânea e o método empregado é o *shrinkage stoping*, onde um poço vertical permite o acesso ao corpo de minério. A cada 50 metros de profundidade são desenvolvidas galerias horizontais que acompanham a direção do filão de fluorita. Essas galerias servem para o trânsito de pessoal, escoamento de minério, instalação de redes de ar comprimido, água e energia elétrica, além de circulação da ventilação no subsolo.

A Figura 4.2 mostra esquematicamente, em seção vertical, o desenvolvimento de uma mina que utiliza este método de lavra.

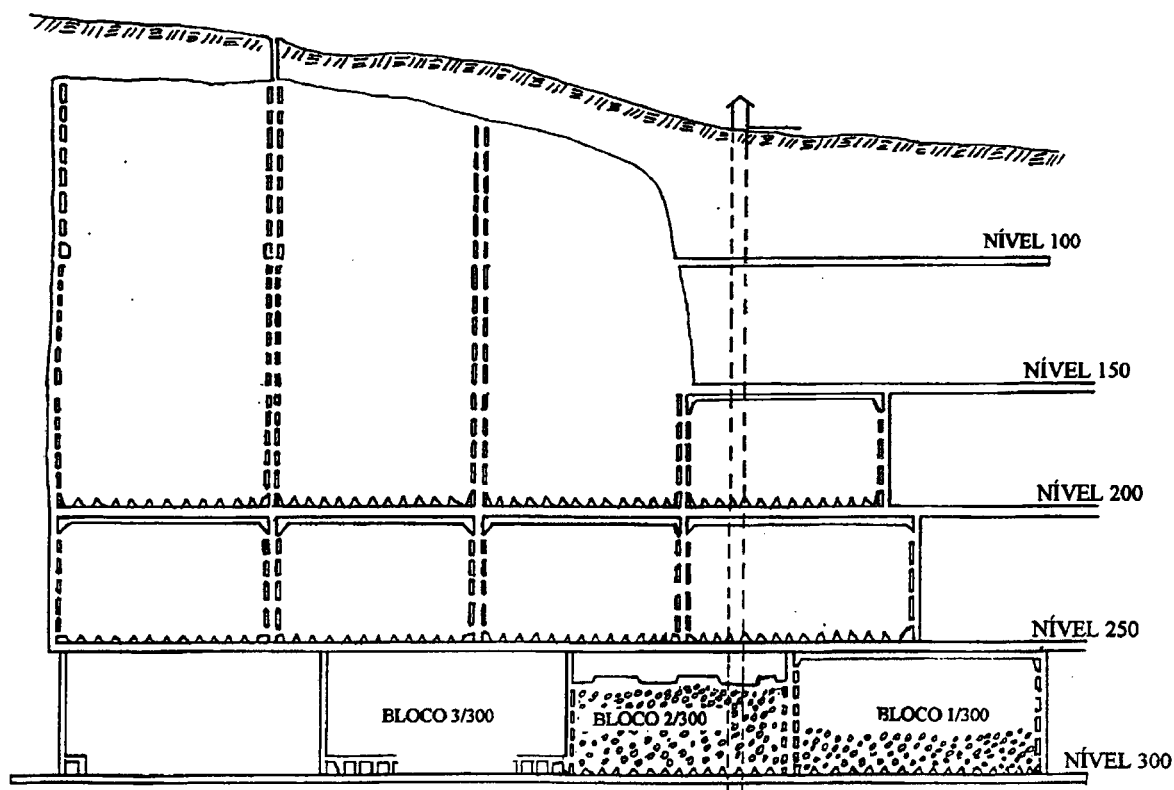
O desmonte do minério é feito de maneira ascendente, entre os dois níveis que delimitam o bloco, finalizado ao aproximar-se do nível superior. Mantém-se um pilar do minério *in situ* entre a face do desmonte e o nível superior com aproximadamente dois metros de espessura.

Após o desmonte do minério, procede-se ao transporte de 30% em volume do mesmo, correspondente ao empolamento. Esse procedimento cria um espaço vazio no bloco, que é utilizado para circulação do pessoal.

O volume residual do minério desmontado permanece estocado no interior

do bloco, servindo de piso. Ao concluir o desmonte do minério no bloco de lavra, o material estocado é transportado para a superfície. Esse transporte é feito horizontalmente no nível de lavra através de comboios tracionados por locomotiva a diesel e verticalmente por um guincho no poço de extração.

Figura 4.2 Corte longitudinal de uma mina de fluorita.



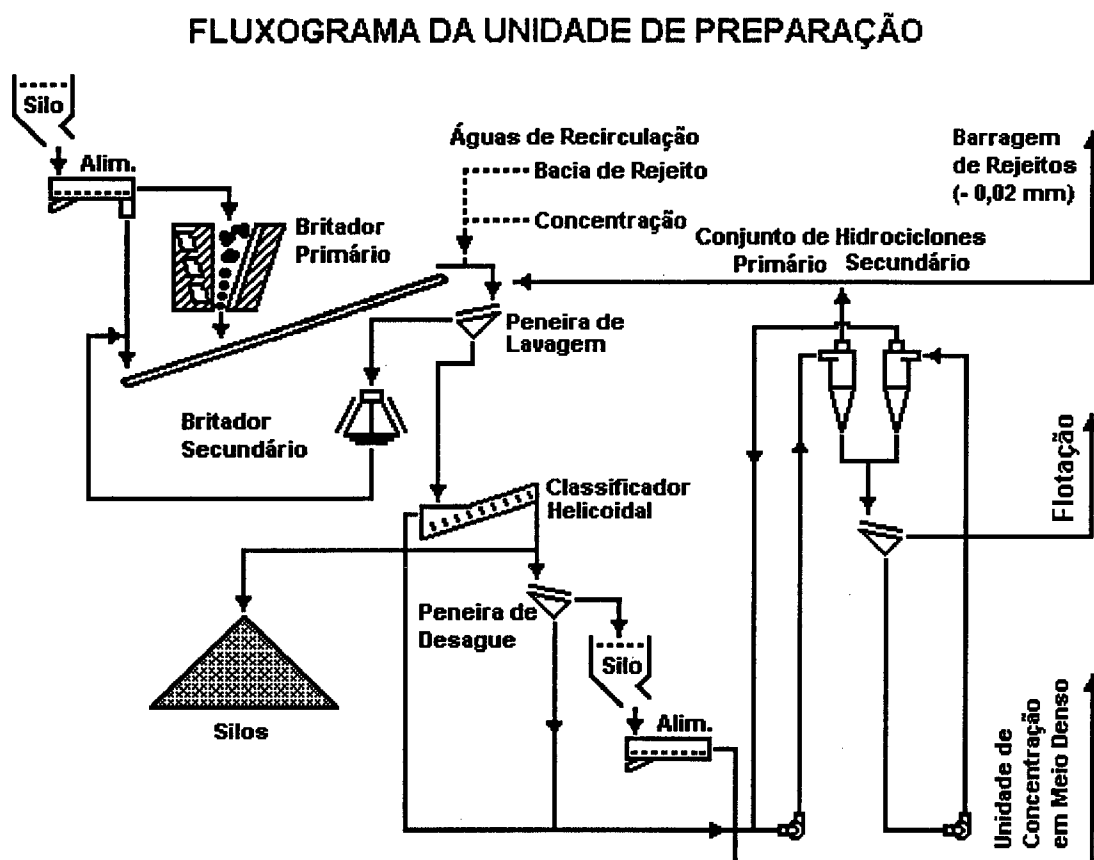
Fonte: KLIPPEL (1999, p. 60).

#### 4.2.2 Beneficiamento

A usina de beneficiamento da CNQB/SC é constituída por três unidades operacionais: preparação, concentração em meio denso e flotação. As unidades de preparação e concentração em meio denso, que são interligadas, estão separadas da unidade de flotação por uma distância de aproximadamente dois quilômetros. O fluxograma da Figura 4.3 descreve as operações da unidade de preparação do minério de fluorita.

O minério proveniente da lavra é descarregado em silos de onde é retirado e transportado por caminhões basculantes até a unidade de preparação.

Figura 4.3 Fluxograma da unidade de preparação de fluorita.



Fonte: Dados do pesquisador

#### 4.2.2.1 Unidade de Preparação

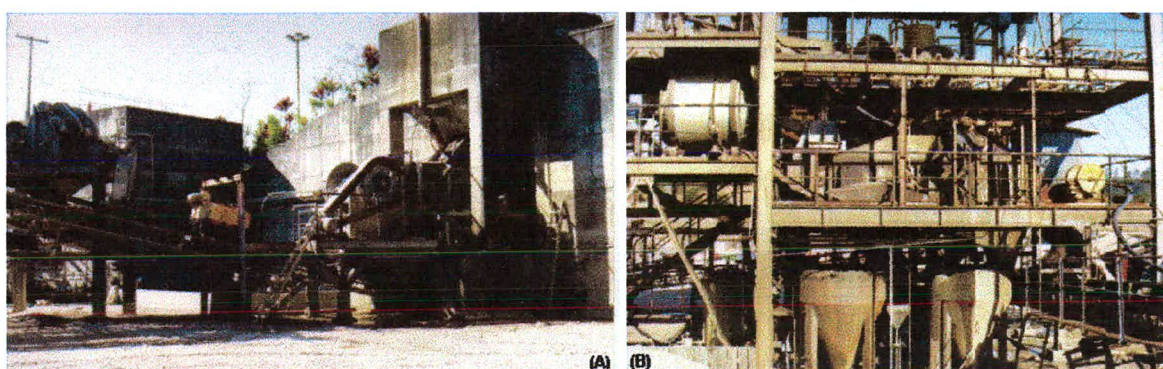
Tem por finalidade a redução de tamanho, classificação granulométrica e descarte da fração argilosa do minério. Inicialmente, caminhões basculantes abastecem um silo com capacidade para 50 toneladas.

O processo é a úmido com adição de água recirculada proveniente da unidade de concentração em meio denso e da bacia de rejeito.

O produto da britagem secundária segue por correia transportadora para

juntar-se ao produto da britagem primária (Figura 4.3). A fração grossa obtida no classificador é desaguada em peneira, onde o passante nessa junta-se aos finos do classificador e seguem para a flotação (produção de concentrado de grau ácido). O retido vai para a unidade de concentração em meio denso (produção de concentrado de grau metalúrgico). A Figura 4.4 apresenta a seção de britagem, unidade de preparação e parte da unidade de concentração em meio denso.

Figura 4.4 Unidades de preparação (A) e de concentração em meio denso (B).



Fonte: Dados do pesquisador

A Tabela 4.2 apresenta os teores dos produtos e os balanços de massa e metalúrgico obtidos na unidade de preparação.

Tabela 4.2 Resultados obtidos na unidade de preparação.

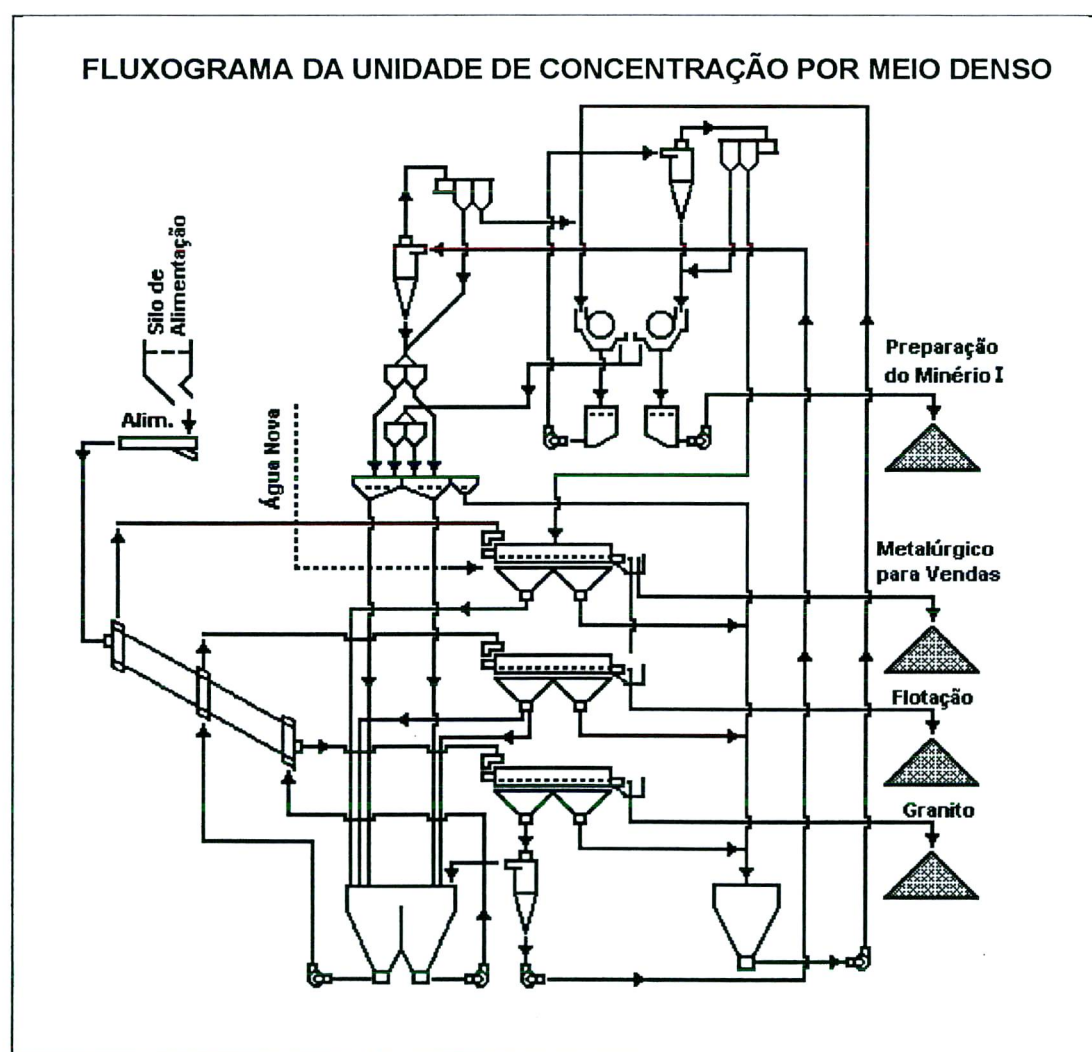
<b>ALIMENTAÇÃO E PRODUTOS</b>	<b>TEOR (%CAF<sub>2</sub>)</b>	<b>MASSA (% PESO)</b>	<b>DISTRIBUIÇÃO CAF<sub>2</sub> (% PESO)</b>
Alimentação da unidade de preparação	40,7	100,0	100,0
Britado para concentração em meio denso	31,8	23,9	18,7
Britado para flotação	44,7	71,5	78,5
Rejeito	24,5	4,6	2,8

Fonte: Dados do pesquisador

#### 4.2.2.2 Unidade de concentração em Meio Denso

Essa etapa tem por objetivo a produção de concentrado de grau metalúrgico. O minério alimenta essa unidade com granulometria entre 8 e 20 mm e um teor médio de 31,8%  $\text{CaF}_2$ . Além do concentrado de grau metalúrgico, a unidade produz um misto que segue para o circuito de flotação e um rejeito utilizado como brita ou revestimento de pátios e acessos. O fluxograma da Figura 4.5 descreve as operações de concentração da fluorita em meio denso.

Figura 4.5 Fluxograma da unidade de concentração em meio denso.



Fonte: Dados do pesquisador

O minério proveniente da unidade de preparação, com granulometria entre 8 e 20 mm, é colocado em um silo com capacidade para 100 t de minério. Nessa operação, utiliza-se ferro-silício que circula em contracorrente, para formação do meio denso. A Tabela 4.3 apresenta os teores dos produtos e os balanços de massa e metalúrgico obtidos na unidade de concentração em meio denso.

Tabela 4.3 Balanços de massa e metalúrgico da unidade de concentração em meio denso.

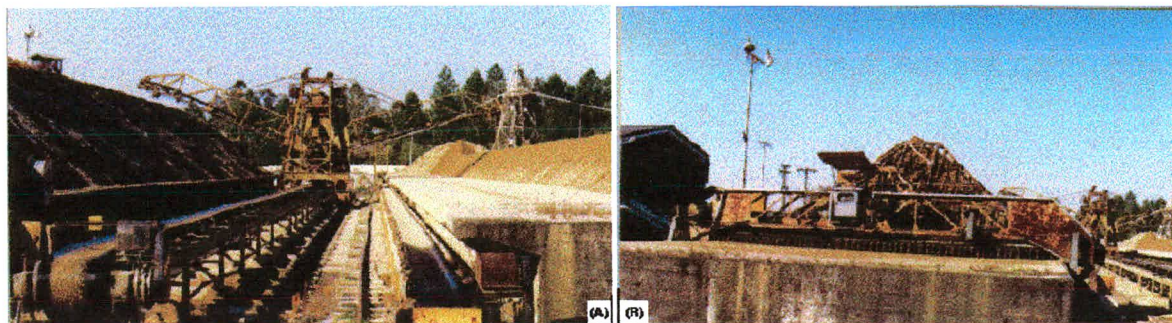
ALIMENTAÇÃO E PRODUTOS	TEOR (%CAF <sub>2</sub> )	MASSA (% PESO)	DISTRIBUIÇÃO CAF <sub>2</sub> (% PESO)
Alimentação da unidade de concentração	31,8	23,9	18,7
Concentrado de grau metalúrgico	82,6	5,0	10,1
Misto para flotação	34,8	8,2	7,0
Rejeito	6,1	10,7	1,6

Fonte: Dados do pesquisador

#### 4.2.2.3 *Unidade de Flotação*

A unidade de flotação localiza-se a dois quilômetros das unidades de preparação e concentração em meio denso. Caminhões basculantes transportam o minério desde as unidades de preparação e concentração até o pátio ao lado da usina, para formar duas pilhas de homogeneização (Figura 4.6), com capacidade para 1500 t cada.

Figura 4.6 Pilhas de homogeneização.



Fonte: Dados do pesquisador

A Tabela 4.4 descreve os reagentes usados na flotação, consumo e os respectivos fornecedores.

O circuito de flotação consta de duas linhas de células de desbaste (*rougher*) e recuperação (*scavenger*), que operam em paralelo. Cada linha é formada por seis células de desbaste e quatro células de recuperação, ambas com capacidade de  $0,68 \text{ m}^3$ . As células são de fabricação própria. O rejeito produzido nas células de desbaste alimenta as de recuperação. O produto flotado nas células de recuperação retorna às de desbaste, enquanto a fração não-flotada constitui o rejeito do processo. A Figura 4.7 apresenta o fluxograma da usina de flotação da fluorita.

Tabela 4.4 Consumo médio e fornecedores dos reagentes utilizados na flotação.

Função	Reagente	Fornecedor	Consumo (g/t)
Coletor	Tall oil	Ceralit	350
Depressor de silicato	Silicato de sódio	Prosil	250
Depressor de barita	Amido de milho	Promapan	130
Regulador de pH	Carbonato de sódio	Cia. Nac. de Álcalis	1200

Fonte: Dados do pesquisador

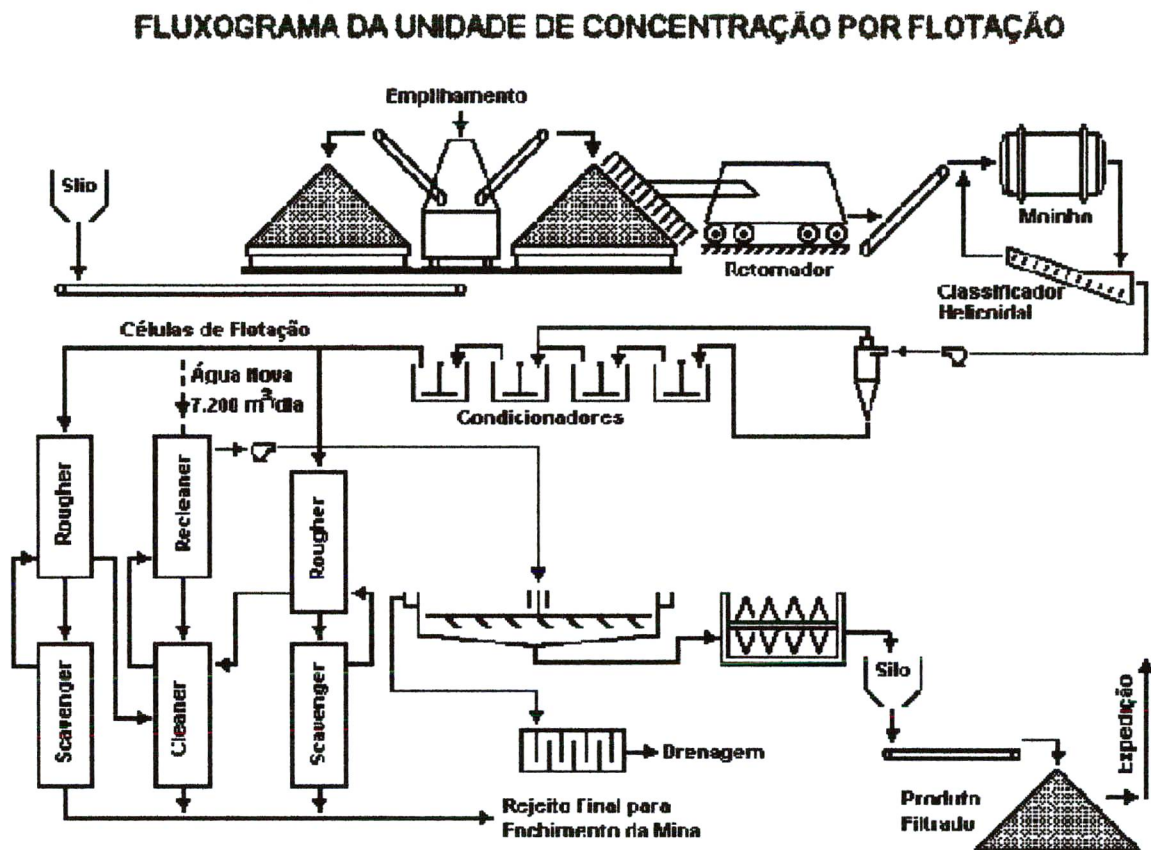


O produto flotado nas células de limpeza passa por uma segunda etapa de limpeza em duas células, Denver, com capacidade de  $1,4 \text{ m}^3$ . A fração não-flotada retorna às células de limpeza. O material flotado na segunda etapa de limpeza é o concentrado final, com teor médio de 96%  $\text{CaF}_2$  e 2%  $\text{SiO}_2$ . A Figura 4.8 apresenta o circuito de moagem e parte do circuito de flotação.

Os concentrados produzidos nas células de desbaste, de ambas as linhas, juntam-se para alimentar dez células de limpeza, Denver, de  $1,4 \text{ m}^3$ . O rejeito da etapa de limpeza junta-se aos rejeitos produzidos nas células de recuperação, como rejeito final da usina, com teor em torno de 8%  $\text{CaF}_2$ . O produto flotado nas células de limpeza passa por uma segunda etapa de limpeza em duas células, Denver, com capacidade de  $1,4 \text{ m}^3$ . A fração não-flotada retorna às células de limpeza. O material flotado na segunda etapa de limpeza é o concentrado final, com teor médio de 96%  $\text{CaF}_2$  e 2%  $\text{SiO}_2$ .

Parte do concentrado produzido é embarcado a úmido para São Miguel Paulista, no estado de São Paulo. A outra parte passa por um processo de secagem. A Tabela 4.5 apresenta os teores dos produtos e os balanços de massa e metalúrgico obtidos na unidade de flotação.

Figura 4.7 Fluxograma da unidade de flotação de fluorita.



Fonte : Dados do pesquisador

Figura 4.8 Circuito de moagem (A) e parte do circuito de flotação (B) da usina de flotação de fluorita



Fonte: Dados do pesquisador

A Figura 4.9 apresenta as pilhas de concentrados de grau metalúrgico e de

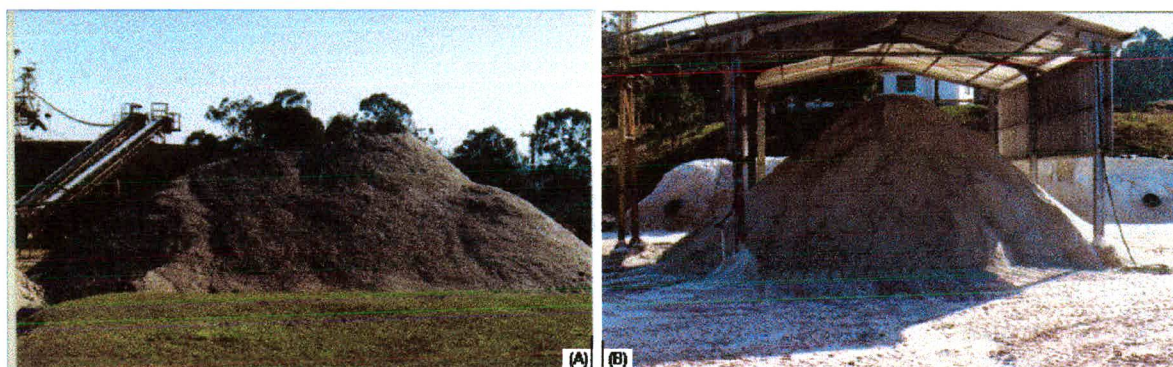
grau ácido.

Tabela 4.5 Produtos obtidos na unidade de flotação, recuperação em massa e metalúrgica.

<b>Alimentação e Produtos</b>	<b>Teor (%CaF<sub>2</sub>)</b>	<b>Massa (% peso)</b>	<b>Distribuição CaF<sub>2</sub> (% peso)</b>
Alimentação da unidade de flotação	43,7	79,6	85,6
Concentrado de grau ácido	96,0	32,2	75,9
Rejeito	8,3	47,4	9,7

Fonte: Dados do pesquisador

Figura 4.9 Pilhas de concentrados grau metalúrgico (A) e grau ácido (B).



Fonte: Dados do pesquisador

#### 4.2.2.4 Unidade de Secagem

Uma correia transportadora transfere o concentrado, grau ácido, para secagem num forno rotativo. Nesse processo utiliza-se querosene como combustível, com consumo na proporção de 20 L/t. O produto é acondicionado em embalagens de papel de 50 kg ou *containers* de 1.500 kg.

#### 4.2.3 Dados operacionais

A usina processa cerca de 7.300 t/mês de minério, produzindo 363

toneladas de concentrado grau metalúrgico e 2.355 t de concentrado grau ácido. A recuperação total do processo é de aproximadamente 86% do  $\text{CaF}_2$  contido na alimentação.

A usina de preparação tem uma capacidade média para processar 52 t/h e opera durante 140 h/mês. Por sua vez, a usina de concentração em meio denso tem capacidade para 16,5 t/h de minério e opera durante 106 h/mês. As unidades de preparação e concentração em meio denso consomem cerca de 40 m<sup>3</sup>/h de água nova e 30 m<sup>3</sup>/h de água reciclada.

O consumo de energia é de 60.000 kWh/mês para a preparação e concentração do minério em meio denso, o que corresponde a 34 kWh/t de minério processado. Na flotação, o consumo é de 150.000 kWh/mês o que corresponde a 64 kWh/t de concentrado obtido. O consumo de ferro-silício é de 0,415 g/t.

A usina de flotação opera com 500 h/mês e uma capacidade de processamento de 5.800 t de minério. Essa unidade consome, mensalmente, 26.400 m<sup>3</sup> de água nova (4,55 m<sup>3</sup>/t), dos quais cerca de 73% é adicionada no moinho e o restante nas células de flotação. Na operação de moagem não se faz controle de consumo energético. O meio moedor é constituído por bolas de aço de 70 mm e o consumo de bolas é de 815 g/t.

O concentrado produzido na unidade de flotação é analisado em termos de  $\text{CaF}_2$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , S, umidade, distribuição granulométrica e pH.

#### 4.2.4 Caracterização dos efluentes e controle ambiental

Na unidade de preparação o descarte (a fração fina dos hidrociclones deslamadores de 150 mm) é feito na forma de polpa, contendo aproximadamente 5% de sólidos em peso. O efluente apresenta um pH em torno de 7 e segue para a barragem de rejeitos com vazão de 45 m<sup>3</sup>/h. O material constitui-se de sílica, fluoreto de cálcio, carbonato de cálcio, óxido de

ferro e alumínio e sulfato de bário com granulometria abaixo de 20  $\mu\text{m}$ .

Na unidade de concentração em meio denso não se produz efluente. O rejeito sólido é aproveitado como brita; a água de processo retorna ao circuito de recuperação de ferro-silício e à unidade de preparação.

Na unidade de flotação o rejeito é de 55  $\text{m}^3/\text{h}$ , constituindo-se no efluente sólido do processo. O material apresenta-se na forma de polpa, com aproximadamente 12% de sólidos em peso e pH que varia de 8,5 a 8,9.

Os sólidos são constituídos, basicamente, por quartzo (70%), óxido de alumínio e ferro (17%), carbonato de cálcio (2,0%), fluoreto de cálcio (8,0%), sulfato de bário (2,0%), além de óxidos de sódio e potássio.

O rejeito da flotação sofre uma deslamagem, aproveitando-se a fração grossa na recuperação de áreas degradadas e a polpa com os ultrafinos como enchimento (*backfill*) retornando à mina subterrânea.

Finalmente, na unidade de secagem os gases produzidos no processo de secagem do concentrado são resultantes da combustão de querosene sendo constituídos basicamente por dióxido de carbono.

O processo de secagem dispõe de um sistema de coleta de finos constituído de um aerociclone ( $\phi$  1,8 m) e um filtro de mangas. A fração grossa da ciclonagem retorna ao processo, enquanto que a fina passa pelo filtro de manga que retém o material ultrafino e encaminha o fluxo de ar à chaminé de descarga dos gases de combustão.

No ramo industrial de mineração trata-se de uma empresa de pequeno porte, com uma produção anual de aproximadamente 100.000 toneladas de minério bruto e 36.000 toneladas de produtos vendáveis (fluorita grau ácido destinada à indústria química e fluorita grau metalúrgico, destinada à indústria de soldas e siderúrgica).

O sistema de planejamento e controle é feito com base nas metas estabelecidas anualmente, considerando, ainda, o processo de mudanças que

a empresa realiza. Desta forma, nos setores pertinentes ao fluxo de produção, há muito *controle do desempenho*, com o objetivo de atingir as metas (custo/t e nível de produção) e assegurar a competitividade da empresa.

### 4.3 Aplicação do Modelo na CNQB/SC

Conforme apresentado no capítulo anterior, o modelo proposto para o gerenciamento do processo de mudanças na indústria extrativa mineral com base na TPM, representada na Figura 4.10, possui seis etapas: Por que mudar? O que mudar? Para onde ir? Como chegar lá? Como implementar a mudança? E Como saber se melhorou? Cada uma destas seis etapas está ligada ao centro do diagrama com a estrutura da TPM.

Figura 4.10 Modelo proposto.



Fonte: Dados do pesquisador

#### 4.3.1 Por que mudar?

De acordo com o primeiro passo do diagrama, na efetivação do modelo proposto, mesmo que um ambiente de transformação não seja novidade, sempre é necessário justificar aos questionamentos.

Foi preciso ficar claro para todo o efetivo, principalmente o pessoal da área operacional, que uma nova etapa de mudanças se fazia necessário no sentido de dar continuidade ao processo de transformações voltado para a manutenção da empresa no cenário competitivo do mercado, o que por sua vez significava a manutenção dos postos de trabalho e do próprio emprego dos envolvidos.

Com certeza essa explicação que foi disseminada da forma mais completa e acessível possível não convenceu à todos da mesma maneira, mas o importante é que o grupo de pessoas que teria maior envolvimento no processo, principalmente na fase de coordenação e multiplicação ficou plenamente convencida da real necessidade de novamente mudar.

Também ficou claro para todos que a necessidade da mudança no momento presente partiu da direção da empresa em consenso com o corpo técnico administrativo, em razão das dificuldades do cumprimento das metas de custos e conseqüente ameaça à sobrevivência da empresa no mercado mundial da indústria extrativa de fluorita.

Realmente logo após a definição da necessidade de promover novas mudanças, e naturalmente após se ter estudado alternativas que viabilizassem o sucesso dessa empreitada, a direção da empresa em comum acordo com o corpo técnico optou pela implementação da Manutenção Produtiva Total, como ferramenta complementar do Sistema Toyota de Produção no processo de transformação da empresa para melhor.

### 4.3.2 TPM como suporte de mudança

Após a constatação e definição da necessidade de mudar, foram iniciados os trabalhos no sentido de elaboração de um programa TPM a ser implantado na empresa.

A partir deste estágio, a TPM como estrutura central de apoio do processo de mudanças passou a interagir com todos os passos, dando forma e preenchendo os questionamentos de cada etapa a medida que a metodologia TPM foi sendo implantada.

Como a aplicação da metodologia TPM se confunde com o próprio modelo de mudanças proposto, sua estrutura de implantação será explanada no contexto das demais etapas propostas.

### 4.3.3 O que mudar?

Para direcionar o processo de mudanças mais especificamente foi colocada a necessidade da otimização do processo produtivo, principalmente no que diz respeito a melhoria da qualidade dos serviços, no sentido de diminuir as paradas necessárias para manutenção corretiva nos equipamentos que estavam provocando queda na média programada de produção e conseqüente aumento do custo unitário da tonelada do produto acabado.

É óbvio que para se promover um processo de mudanças é preciso que as pessoas conheçam bem a situação atual, entendam que as coisas devem ser mudadas para melhorar e, principalmente, saibam o que deve ser mudado.

No caso da CNQB/SC era necessário mudar os procedimentos operacionais das pessoas, principalmente relacionados com a manutenção das máquinas e equipamentos que estavam apresentando defeitos freqüentes, ocasionando paralisações com graves prejuízos á produção e elevação dos custos.

Num primeiro momento, tendo em vista a idade física avançada de boa



parte dos equipamentos, pensou-se em ampliar o quadro de pessoal de manutenção para melhorar o estado de conservação das máquinas e equipamentos.

Porém o aumento do efetivo implicaria também num aumento do custo fixo, tornando-se um problema adicional e não representando solução em curto período de tempo, como se fazia necessário.

#### 4.3.4 Para onde ir?

Com pleno convencimento da necessidade de mudar, do que mudar e usando a TPM como suporte da mudança, como o problema maior estava localizado no estágio da extração (lavra), pensou-se em começar o programa TPM direcionado para as atividades de subsolo, onde se tinha maior dificuldade com relação à manutenção e conservação dos equipamentos como: martelletes pneumáticos, carregadeiras a ar, locomotivas a diesel, bob cats, etc.

Desta forma, foram reunidas as pessoas que estariam envolvidas inicialmente no processo para receberem informações mais detalhadas no sentido de identificar, dentro do conceito de TPM, a resposta da pergunta: para onde ir?.

Além do treinamento efetuado pelo pessoal da própria empresa, onde foram dadas as noções básicas de TPM, foram ministrados diversos cursos dentro da empresa sobre TPM para as pessoas estrategicamente selecionadas para formarem os grupos de coordenação e multiplicação de TPM através de consultoria contratada. No Quadro 4.2 está registrado o primeiro curso prestado pela consultoria externa ao pessoal da empresa, no início do processo de implantação de TPM.

Deste grupo de pessoas que participou do primeiro curso de TPM ministrado na própria empresa é que foi formado o grupo de coordenadores de TPM, responsável pela implantação da metodologia na CNQB/SC. A equipe de coordenadores ficou assim constituída:

1. Altair Flamarion Klippel – Gerente geral de mineração;
2. Amélio Colombo – Encarregado de mineração I;
3. Antonio Teixeira Patrício – Encarregado da manutenção mecânica;
4. Claudinei Luiz – Assistente técnico;
5. Egídio Sorato – Encarregado de mineração I;
6. Francisco de Assis Lourenço – Encarregado da manutenção elétrica;
7. José Carlos Souza – Assistente técnico;
8. Osmar Luís Casagrande – Assistente técnico,
9. Wilson Paganini Bellettini – Topógrafo – Engº Civil.

A partir da criação do grupo de coordenação e seguindo a metodologia, foi formado o grupo de multiplicadores que seriam responsáveis pela disseminação da TPM em todos os setores de atividade produtiva da empresa, através da aplicação dos três pilares de implementação que, como descrito no capítulo anterior, são:

- Fundamentação – O que é ?
- Metodologia – Como fazer ?
- Cultura TPM – Como manter ?

A equipe de multiplicadores que foi selecionada entre todo o pessoal da área operacional de acordo com os critérios de liderança, facilidade de comunicação, aceitação pelos colegas, desempenho e habilidade profissional e, principalmente, envolvimento com as idéias e o processo de mudanças. Ela foi aprovada pela coordenação e recebeu uma dose maciça de informação sobre TPM.

Esta equipe, além de fazer um curso básico de TPM ministrado por

consultoria contratada, também recebeu um curso específico para multiplicadores de TPM com o objetivo de realmente preparar-se para bem repassar os conhecimentos sobre TPM dentro do programa traçado.

Após a formação das equipes de coordenação e multiplicadores de TPM foram feitas reuniões setoriais, onde foram definidos, junto com os responsáveis pelas atividades dos diversos setores, os postos de trabalho e as equipes autônomas do programa TPM a ser implementado em todo o fluxo de produção a empresa.

**Quadro 4.2 Curso inicial de TPM prestado por consultoria.**

<b><u>CURSO DE TPM – CIA NITRO QUÍMICA BRASILEIRA/SC</u></b>	
<b><u>Ministrante</u></b> : Professor Sérgio L. V. Dias – <b>Consulmax - Consultoria e Treinamento</b>	
<b><u>Dias</u></b> : 10,11,22 e 26/11/1999	
<b><u>Horário</u></b> : (08:00 – 12:00), (13:00 – 17:00)	
<b><u>Local</u></b> : Teoria : Na sala de treinamentos da Empresa Prática : Subsolo e sala de treinamentos da Mina III	
<b><u>Participantes</u></b> :	
1. <b>Aderbal João Pereira</b> ( Furador – Mina III)	15. <b>Egídio Sorato</b> (Encarregado Mineração I)
2. <b>Airton Martinho Cardoso</b> (Operador Locomotiva – Mina III)	16. <b>Francisco de Assis Lourenço</b> ( Encarregado Manut. Elétrica)
3. <b>Altair Flamarion Klippel</b> ( Gerente Geral de Mineração)	17. <b>Itamar José Correa da Rosa</b> (Encarregado – Mina III)
4. <b>Amélio Colombo</b> ( Encarregado Mineração I)	18. <b>João Vieira</b> (Encarregado – Mina Nova Fátima)
5. <b>Anilson dos Anjos Paes</b> (Eletricista – Sede)	19. <b>José Carlos Souza</b> (Assist, Técnico)
6. <b>Anísio Kunhaski</b> (Operador Locomotiva /LHD– Mina III)	20. <b>Leonel maximiano</b> (Operador Locomotiva – Mina III)
7. <b>Antenor Cardoso Pacheco –</b> (Eletricista - Sede )	21. <b>Manoel Mendes Netto</b> (Operador Locomotiva – Mina III)
8. <b>Antonio Teixeira Patrício</b> ( Encarregado Manut. Mecânica)	22. <b>Osmar Luiz Casagrande</b> (Assist, Técnico)
9. <b>Antonio Vieira</b> (Encarregado – Mina Nova Fátima)	23. <b>Pedro João Saturno</b> (Encarregado - Mina III)
10. <b>Cidenir Carara</b> (Mecânico – Mina III)	24. <b>Rosalino Luiz Cardozo</b> (Operador Locomotiva /LHD– Mina III)
11. <b>Claudinei Luiz</b> (Assist, Técnico)	25. <b>Roseno de Souza</b> (Operador Locomotiva /LHD– Mina III)
12. <b>Clésio Luiz Francesconi</b> (Encarregado - Mina III)	26. <b>Vilson Paganini Bellettini –</b> (Topógrafo)
13. <b>Edésio Sartor</b> (Operador Locomotiva – Mina III)	27. <b>Volnei Braz da Luz</b> (Encarregado – Rio dos Bugres)
14. <b>Édio Sartor</b> (Operador Locomotiva – Mina III)	

Fonte: Dados do pesquisador

Como a CNQB/SC possui duas frentes de lavra distantes da sede em torno de 100 km, pensou-se inicialmente em implantar um programa TPM parcial, ou

seja, começar na sede e mais tarde estender para as demais frentes. Apesar disto, acabou optando-se pela adoção de uma cultura TPM em todos os níveis de atividades do processo produtivo, aproveitando o entusiasmo gerado pela expectativa de bons resultados que todos gostariam de compartilhar, provenientes de um processo de mudanças amplamente divulgado entre as pessoas envolvidas.

#### 4.3.5 Como chegar lá?


Numa seqüência lógica dentro do processo de mudanças do modelo proposto, após o passo indicando para onde ir, passou-se ao passo seguinte, ou seja, como se chegar lá. Neste sentido os setores da empresa foram divididos em quarenta e três postos de trabalho, a serem mantidos pelas equipes autônomas, criadas especificamente para mantê-los dentro dos conceitos de TPM

No quadro 4.3 é apresentado o cronograma de implantação de TPM na CNQB/SC, onde estão descritos os setores, os postos de trabalho dos setores e a data de implementação dos pilares I (resgate) e II (manutenção planejada), dos postos de trabalho.

Para dar início ao programa de implementação de TPM na empresa, além de dividir todo o fluxo de produção em postos de trabalho, também foram definidos os multiplicadores que atuariam em cada setor, naturalmente auxiliados pelo grupo de coordenação do programa TPM e tendo toda a estrutura de apoio disponível, inclusive com o aval total da alta direção da empresa.

A partir daí foram também definidas as equipes autônomas dos 43 postos de trabalho, constituídas basicamente pelos operadores do respectivo posto de trabalho e pelos mecânicos e eletricitas da sede e demais setores. Na Figura 4.11 está representado um posto de trabalho com a sua equipe autônoma.

Quadro 4.3 Cronograma de Implantação de TPM.

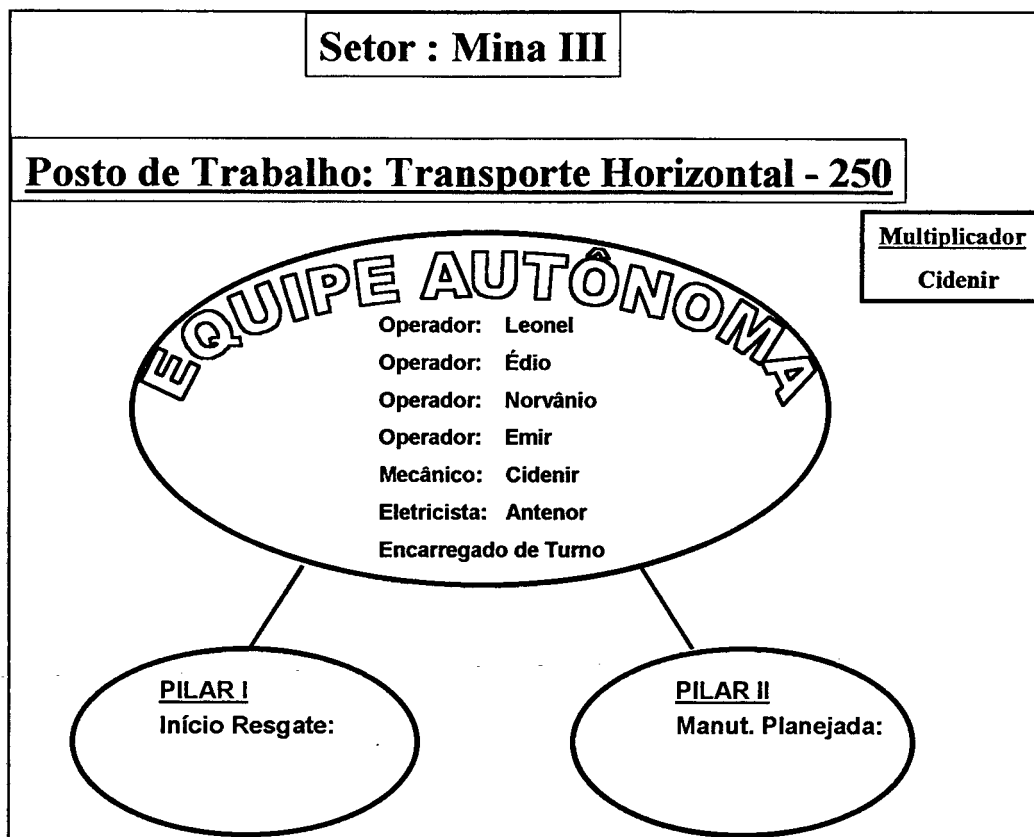
 <b>Cronograma de Implantação TPM</b>		
Posto de trabalho	Pilar I Resgate	Pilar II Man. Planejada
<b>Mina III</b>		
01-Manobra de Superfície	22/9/00	24/9/00
02-Grupo Gerador	29/9/00	1/10/00
03-Carpintaria	15/9/00	17/9/00
04-Transporte Vertical	30/8/00	2/9/00
05-Transporte Horizontal N250	8/10/00	8/10/00
06-Carregamento N250	20/10/00	22/10/00
07-Transporte Horizontal N300	17/11/00	19/11/00
08-Carregamento N300	24/11/00	26/11/00
09-Rede Ar, Água, Elétrica	13/10/00	15/10/00
10-Elocos de Lavra	3/11/00	5/11/00
11-Desenv. frentes e Chaminés	27/10/00	29/10/00
12-Afição de Brocas	27/11/00	29/11/00
13-Oficina Mecânica	1/9/00	3/9/00
14-Bombeamento	10/11/00	12/11/00
<b>Mina Rio dos Bugres</b>		
15-Guincho, Oficina, Carpintaria	7/9/00	9/9/00
16-Afição de Brocas	29/9/00	2/10/00
17-Manobra Superfície/Lanteras	19/9/00	21/9/00
18-Transp. Horizontal N102	22/9/00	23/9/00
19-Carregamento N102	22/9/00	23/9/00
20-Preparação N60	29/9/00	1/10/00
21-Elocos de Lavra	27/10/00	29/10/00
22-LHD	10/11/00	12/11/00
23-Inst. Elétricas e Pneumáticas	17/11/00	19/11/00
24-Transporte Vertical	13/10/00	15/11/00
<b>Mina Nova Fátima</b>		
25-Superfície	10/10/00	12/10/00
26-Guincho/Manobra N2	10/10/00	12/10/00
27-Aprofundamento Poço	10/10/00	12/10/00
28-Inst. Elétricas e Pneumáticas	24/10/00	26/10/00
<b>Beneficiamento</b>		
29-Preparação	26/9/00	28/9/00
30-Concentração	3/9/00	5/9/00
31-Flotação I	5/10/00	7/10/00
32-Flotação II	26/9/00	28/9/00
33-Flotação III	4/10/00	6/10/00
34-Flotação IV	30/10/00	2/11/00
35-Laboratório	16/10/00	18/10/00
<b>Transportes</b>		
36-Máquinas Pesadas	20/9/00	22/9/00
37-Caminhões pesados	26/10/00	28/10/00
38-Camionetes	6/11/00	8/11/00
39-Empilhadeiras (Hyster H90J/ H50K)	22/9/00	24/9/00
<b>Manutenção</b>		
40-Mecânica de Soldas	22/8/00	25/8/00
41-Mecânica e Tornearia	22/8/00	24/8/00
42-Mecânica Ar Comprimido:	22/8/00	24/8/00
43-Oficina Elétrica	28/8/00	27/8/00

Fonte : Dados do pesquisador

No posto de trabalho representado na Figura 4.11 do setor mina III, o posto

de trabalho é no nível 250 em subsolo (250 metros de profundidade), correspondendo ao transporte horizontal, ou seja, o transporte do comboio de vagonetas por locomotiva diesel, das frentes de desmonte até a boca do poço em subsolo; a equipe autônoma é formada pelos operadores que trabalham no local, um mecânico da mina, que também é agente multiplicador e um eletricista da sede.

Figura 4.11 Equipe autônoma de um posto de trabalho.



Fonte: Dados do pesquisador

Todos os 43 postos de trabalho na empresa foram identificados da mesma forma por setor conforme colocado na Figura 4.11, com as equipes autônomas e multiplicadores e com cronograma de implantação dos pilares I e II programados.

#### 4.3.6 Como implementar a mudança?

A partir daí, devidamente conscientes de como chegar ao objetivo proposto no modelo de mudanças, iniciou-se o processo prático, propriamente dito, de implementação do programa TPM simultaneamente em toda a empresa.

Seguindo a metodologia de implementação da TPM (pilar II – como fazer?) foram elaborados os cronogramas de resgate dos postos de trabalho, correspondentes ao pilar I, conforme mostrados no Quadro 4.3.

No Quadro 4.4 está relacionada uma parte do levantamento das anomalias (perdas) efetuada durante o resgate de um posto de trabalho em subsolo, no caso o “Transporte horizontal do nível 250 da mina III”.

Neste Quadro 4.4 está identificado o posto de trabalho, a data em que foram levantadas as anomalias, as anomalias ou problemas, a sugestão ou solução da resolução das anomalias, quem identificou a anomalia e a data da resolução da mesma. Se o problema foi resolvido já durante o resgate, é colocado um “OK” na data, se não, é colocada a data depois do resgate quando for traçado o plano de ação para resolução dos problemas pendentes, que não foram possíveis de resolver de imediato.

Assim como no Quadro 4.4, que apresenta uma lista parcial das anomalias encontradas num posto de trabalho no subsolo da mina III, todos os demais postos de trabalho foram resgatados seguindo os mesmos procedimentos, conforme proposto na metodologia, ou seja:

1. Escolher o posto de trabalho a ser resgatado;
2. Fazer o levantamento das perdas e registrar;
3. Resolver todos os problemas de fácil solução;
4. Etiquetar os problemas não resolvidos;
5. Elaborar plano de ação para os problemas pendentes.



Na Figura 4.12 está representado um cartão de anomalias, que é onde se registra as anomalias que não foram resolvidas durante o resgate do posto de trabalho, que deve ser colocado no painel TPM do posto de trabalho, e só retirado após a solução definitiva do problema.



Quadro 4.4 Levantamento das perdas de um posto de trabalho.

LEVANTAMENTO DAS PERDAS				
DATA: _06_/_10_/_00_				
MÁQUINA/ POSTO DE TRABALHO: Transporte Horizontal - Nível 250 - Mina II				
IT.	PROBLEMA	SOLUÇÃO	RESP.	DATA
16	Emenda do cabo de energia presa contra madeira do chute	Tirar prego e amarrar rede	Anilson	Ok
17	Chave NH da rede de energia da bob cat presa na parede do chute nº 4	Colocar em local adequado e proteger	Anilson	Ok
18	Cabo de alimentação de energia para chave NH da bob cat, mal fixado e em contato com a rede de água e ar	Colocar novo taqueamento para fixação e afastar da rede de água e ar	Anilson	
19	Trilho soterrado próximo ao chute nº 1 e próximo à máquina de fazer tarugo	Limpar	Rosalino/Ailton	
20	Cabo de energia solto, da boca do poço até a máquina de fazer tarugos	Recolher	Anilson	Ok
21	Extensão da máquina de solda, ligada, amarrada na rede de água e ar	Recolher e guardar	Anilson	Ok
22	Desvios próximos à boca do poço acionados por cordão, pesados	Colocar roldanas como guias do cordão	Rosalino/Ailton	Ok
23	Cabo de alimentação de energia da bob cat sobre a rede de água e ar	Fixar na parede, afastado da rede de água e ar	Anilson	
24	Vazamentos nas conexões de entrada do comando da carregadeira a ar nº 5	Tirar vazamentos	Rosalino/Ailton	Ok
25	Vazamento de óleo no eixo dianteiro da carregadeira nº 509	Tirar vazamento	Rosalino/Ailton	Ok
26	Folga no pino de centro da mesa e esferas encavaladas na carregadeira nº 509	Tirar folga e ajeitar esferas	Rosalino/Ailton	Ok



Fonte: Dados do pesquisador

Neste cartão, identificado pelas cores amarela (manutenção do operador) ou vermelha (manutenção do mecânico ou eletricista), é anotado a anomalia pendente, a data e a hora em que foi registrada e por quem. Deve ser preenchido pelo executante que anotará a solução a ser dada ao problema e o possível prazo da sua execução.

Figura 4.12 Cartão de anomalias.

	<b>MÁQUINA :</b> Bob Cat nº 13 – Mina III
	
<b>CARTÃO DE ANOMALIAS</b> <b>MANUTENÇÃO</b>	
<b>SOLICITANTE</b>	
DEFEITO: Polia do motor com friso gasto, cortando correias	
<hr/> <hr/>	
DATA: 08/10/00	HORA: 9:25
TURNO: 1º	NOME: Anilson
<b>EXECUTANTE</b>	
PROVIDÊNCIA: Será trocada a polia, pois os frisos estão muito gastos e não permitem um passe de recuperação.	
<hr/> <hr/>	
NOME: Cledenir Carara	PRAZO: 08/10/00

	<b>MÁQUINA :</b> Vagonetas – Nível 250 – mina III
	
<b>CARTÃO DE ANOMALIAS</b> <b>OPERAÇÃO</b>	
<b>SOLICITANTE</b>	
DEFEITO: 6 vagonetas com parafusos dos rodelos frouxos e ganchos de engate gastos	
<hr/> <hr/>	
DATA: 08/10/00	HORA: 8:40
TURNO: 1º	NOME: Osmar Casagrande
<b>EXECUTANTE</b>	
PROVIDÊNCIA: Apertar ou substituir parafusos frouxos e trocar ganchos gastos	
<hr/> <hr/>	
NOME: Norvânlon (manobreiro)	PRAZO: 10/10/00

Fonte: Dados do pesquisador

Na Figura 4.13 é apresentado um formulário de plano de ação empregado para a programação de resolução das anomalias que são registradas nos cartões para serem resolvidas posteriormente. O plano de ação para resolução das anomalias pendentes deve ser exposto no painel TPM do posto de trabalho e só ser retirado após a solução de todas as pendências.

Após o resgate de todos os postos de trabalho, seguindo os passos propostos na metodologia, com o levantamento das perdas, a solução imediata das mais fáceis e rápidas de resolver, a etiquetagem das pendentes (cartão de anomalias) e a programação para resolvê-las (plano de ação), procedeu-se em

toda a empresa ao pilar seguinte da metodologia TPM, que é a manutenção planejada em todos os postos de trabalho, ao longo do fluxo de produção.

#### 4.3.7 Como saber se melhorou?

Para se saber se um processo de mudanças, ou de melhorias, está dando certo, não se pode esperar para analisar os resultados apenas no final. Conforme colocado no modelo proposto, os indicadores de performance e desempenho devem ser acompanhados em todas as etapas do processo de mudanças, para que as imperfeições e defeitos possam ser corrigidos ou eliminados de imediato.

Figura 4.13 Plano de ação.

<b>PLANO DE AÇÃO</b> <b>MÁQUINA/POSTO DETRABALHO: Bob Cat nº 13 – Mina III</b> <b>DATA : 06/10/00</b>					
Nº.	ANOMALIAS PENDENTES	AÇÃO	QUEM	QUANDO	OK
01	Motor da Bob cat sujo	Limpar com estopa e óleo diesel	operador Rosalino	Ao final do último turno da semana	
02	Polia do motor da Bob cat com frisos gastos cortando correias	Trocar polia	Mecânico Cidenir	Assim que a polia estiver pronta	

Fonte: Dados do pesquisador

Neste aspecto, dentro deste passo que fecha o círculo no diagrama de mudanças da Figura 4.1 se encaixa, após a implementação do resgate dos postos de trabalho (pilar I), a aplicação da manutenção planejada da

metodologia TPM (pilar II).

Para se proceder ao pilar II da manutenção planejada foram criados pela Equipe Autônoma, responsável por cada posto, *check list* de checagem dos principais pontos dos postos de trabalho para os operadores e para a estrutura de apoio (mecânicos e eletricitistas).

Na Figura 4.14 está colocado um exemplo de *check list* do operador, usado para verificação periódica dos principais pontos sujeitos à defeitos de uma locomotiva a diesel usada no transporte horizontal, em subsolo.

Figura 4.14 Check list do operador.

## PILAR II - FERRAMENTAS DE APOIO

CHECK LIST DO OPERADOR (ÍTEM DIÁRIOS)				NITRO QUÍMICA
MÁQUINA OU POSTO DE TRABALHO: LOCOMOTIVA DIESEL				
Nº	LOCALIZAÇÃO	PROCEDIMENTO	PARÂMETRO	FREQUÊNCIA
1	VOLANTE DE ACIONAMENTO DO FREIO	ENGRAXAR	APARECER GRAXA NOVA	SEMANAL
2	MANCAIS DO VOLANTE E AC. EMBRIAGEM	ENGRAXAR	APARECER GRAXA NOVA	SEMANAL
3	CORRENTE DE TRACÇÃO	ENGRAXAR	APARECER GRAXA NOVA	SEMANAL
4	MANCAIS DOS RODEIROS	ENGRAXAR	APARECER GRAXA NOVA	SEMANAL
5	ÓLEO DA CAIXA DE TRANSMISSÃO	VERIFICAR O NÍVEL	MARCA NA VARETA	INÍCIO DO TURNO
6	RESERVATÓRIO DO ÓLEO DIESEL	ABASTECER	TANQUE CHEIO	INÍCIO DO TURNO
7	ÓLEO DO MOTOR A DIESEL	VERIFICAR O NÍVEL	MARCA NA VARETA	INÍCIO DO TURNO
8	RESERV. FILTRAGEM GASES DESCARGA	ABASTECER C/ÁGUA LIMPA	TANQUE C/ÁGUA LIMPA	INÍCIO/MEIO DO TURNO
	LIMPEZA GERAL	COM ÁGUA E AR	MÁQUINA LIMPA	FIM DO TURNO
	REAPERTAR TANQUES	COM FERRAMENTAS DO OPERADOR	BEM FIXADOS	FIM DO TURNO
	REAPERTAR MANCAIS E BANCO	COM FERRAMENTAS DO OPERADOR	BEM FIXADOS	FIM DO TURNO
	REAPERTAR CORREIAS EM V	COM FERRAMENTAS DO OPERADOR	ESTICADAS	FIM DO TURNO

Fonte: Dados do pesquisador

Neste *check list* é colocado o ponto a ser verificado (localização), como se procede à verificação (procedimento), qual a situação ideal (parâmetro) e quando estes pontos devem ser verificados (frequência).

Este *check list* é colocado no painel TPM, no posto de trabalho, e junto dele

também é colocada uma foto plastificada do equipamento, no caso a locomotiva a diesel, e dos pontos de checagem para facilitar a visualização do operador.

Com as instruções sobre os pontos de checagem afixadas no painel TPM no posto de trabalho, os operadores preenchem uma tabela de anotações, conforme Tabela 4.6, referentes aos pontos vistoriados, que ficam também afixadas no painel TPM para serem consultadas a qualquer momento, sendo recolhidas mensalmente e arquivadas pelo supervisor ou encarregado do setor.

Tabela 4.6 Tabela de anotações dos pontos de checagem.

Tabela de Anotações: <u>LOCOMOTIVA A DIESEL</u> Nº8 O-OK N.250		<b>NITRO QUÍMICA</b>																													
Responsável NP1: <i>Caionel</i>		X - IRREGULAR																													
Responsável NP2:		Mês: <b>06</b>	Ano: 2001																												
ÍTEM	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
1	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	0	-
2	-	-	-	-	-	-	0	0	0	-	0	0	0	-	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	-
3	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	0	-
4	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	0	-
5	-	-	-	-	-	-	0	0	0	-	0	0	0	-	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	-
6	-	-	-	-	-	-	0	0	0	-	0	0	0	-	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	-
7	-	-	-	-	-	-	0	0	0	-	0	0	0	-	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	-
8	-	-	-	-	-	-	0	0	0	-	0	0	0	-	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	-
Limpeza geral	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	0	-	
rep. esteira/roda	-	-	-	-	-	-	0	0	0	-	0	0	0	-	0	0	-	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	-	
rep. Trolha	-	-	-	-	-	-	0	0	0	-	0	0	0	-	0	0	-	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	-	
rep. Mac/banco	-	-	-	-	-	-	0	0	0	-	0	0	0	-	0	0	-	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	-	
rep. eixos/entv	-	-	-	-	-	-	0	0	0	-	0	0	0	-	0	0	-	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	-	
Doca de/óleo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	
Observações: <i>Foi trocado o óleo do Motor dia 01.06.01;</i>																															
<i>Foi trocado o óleo do Motor dia 23.06.01.</i>																															
Motor diesel: Óleo SAE30 - 2,5 litros - Troca a cada 50 horas.																Caixa de transmissão: Óleo SP220 - +/- 10 litros - Troca a cada 1500 horas															

Visto Enc. Turno:

Visto Resp. Manutenção:

Fonte: Dados do pesquisador

Da mesma forma com que foram criados *check list* de checagem dos principais pontos dos equipamentos para serem feitos pelos operadores, também foram criados *check list* para os setores de apoio, nos mesmos modelos, com a diferença de que os setores de apoio preenchem as suas tabelas de anotações e apresentam-nas aos seus respectivos encarregados, dentro de um cronograma traçado pelo procedimento operacional para a

execução daquela tarefa.

Dentro do aspecto conscientização do pessoal, no que se refere aos pilares da metodologia TPM, é importante frisar que o pilar II da metodologia bem fundamentado elimina total ou parcialmente a necessidade de retorno ao pilar I naquele posto de trabalho, ou seja, se a manutenção planejada for bem executada, as condições básicas de operação do posto de trabalho serão mantidas e não mais haverá necessidade de resgatá-las.

Para conseguir que as Equipes Autônomas após o resgate dos postos de trabalho pudessem promover a manutenção planejada, foi fundamental a utilização de toda a estrutura de apoio disponível, que apesar de estar colocada na metodologia como pilar III, foi utilizada de forma plena e irrestrita em todos os momentos em que se pensou, falou ou fez TPM na empresa.

Até mesmo porque esta estrutura é constituída pela coordenação e multiplicadores de TPM; tabelas; formulários; *check list*; painéis; cartões e todo tipo de indicador de desempenho utilizado para monitorar o processo.

Para que a Equipe Autônoma esteja plenamente habilitada para promover a manutenção planejada, que significa em última instância a manutenção do posto de trabalho operando com eficiência e produtividade através da busca da quebra-zero, defeito-zero e acidente-zero, é que existe o pilar IV da TPM, que é o treinamento operacional.

Dentro dos objetivos do treinamento operacional para as equipes autônomas foram promovidos cursos e treinamentos visando conferir aos operadores os conhecimentos básicos de manutenção, processo de fabricação e qualidade; e aos setores de apoio desenvolver novas habilidades e conhecimentos relacionados com a produção dos postos de trabalho.

Na Tabela 4.7 são apresentados exemplos de treinamentos que são executados rotineiramente, dentro do pilar de treinamento operacional de TPM. No exemplo apresentado na Tabela 4.7, o treinamento operacional é para os operadores, no caso furadores do subsolo. Esse tipo de treinamento é feito

constantemente, em todos os postos de trabalho, sempre que apareça uma defasagem de informação ou habilitação de um operador em relação a outro.

Da mesma forma que os operadores são constantemente treinados e reciclados nos treinamentos, o pessoal de apoio também recebe treinamento básico sobre a operação e também sobre a manutenção básica de maneira geral; o que significa que o mecânico recebe noções básicas sobre eletricidade e o eletricitista sobre a mecânica operacional básica.

Tabela 4.7 Treinamento operacional.

<b>PILAR IV - FERRAMENTA DE APOIO</b>					
<b>TREINAMENTO DA EQUIPE AUTONOMA</b>					
<b>OPERADOR - Furador de frente e blocos em subsolo</b>					
<b>N°</b>	<b>Descrição</b>	<b>Assunto Abordado</b>	<b>Duração</b>	<b>Instrutor</b>	<b>Prazo</b>
1	<b>Manuseio de explosivos</b>	Manuseio prático de explosivos para transporte em subsolo	45 minutos	Enc. Turno de subsolo	
2	<b>Mecânica básica da Bob cat</b>	Nível de óleo da Bob cat	3 horas	Mecânico do equipamento	
		Nível de óleo lubrificante corrente			
		Regular embriagem			
		Ajustar correias em V			
		Verificar vazamentos do cilindro			
		Limpeza no comando			
		Bombas e base do motor			
		Engraxar			
		Apertar prisioneiros da roda			
		Verificar gaxetas das bombas			
3	<b>Elétrica básica</b>	Verificar painel elétrico	3 horas	Eletricista da Sede	
		Trocar fusíveis e isolar cabos			
		Isolar fiação atingida pela detonação			

Fonte: Dados do pesquisador

Com relação ao pilar V da metodologia TPM, que é a implantação da cultura TPM, ele apenas começou. Os primeiros passos foram dados ao mostrar para as pessoas a necessidade da TPM como modelo de gestão inovadora neste processo de mudanças que ora ocorre; e também ensinando a fazer TPM.

Os primeiros resultados bastante positivos demonstram que o modelo tem grandes probabilidades de atingir um alto grau de rendimento operacional com a efetivação da cultura TPM.

Com praticamente um ano e meio de vida, o processo TPM na empresa está apenas engatinhando. As bibliografias mais otimistas, baseadas em experiências conhecidas, estabelecem um prazo mínimo de 3 anos para se fazer uma avaliação criteriosa dos resultados de um programa TPM, em qualquer tipo de atividade produtiva.

Cabe porém ressaltar que a cultura TPM está diretamente vinculada ao empenho da estrutura de apoio do programa TPM, que envolve a direção da empresa, coordenação, multiplicadores e as equipes autônomas que não podem vacilar nem desanimar com as contradições e obstáculos naturais em qualquer processo de transformação ou mudanças.

Resumindo, a cultura TPM começou a ser implantada no primeiro momento em que se começou a falar em aplicar o modelo TPM na empresa, e continuará a ser implementada enquanto não forem alcançados a quebra-zero, o defeito-zero e o acidente-zero.

#### **4.4 Considerações Finais**

O modelo proposto teoricamente no capítulo 3 quando aplicado na CNQB/SC confirmou boa parte das expectativas quanto à aceitação das pessoas e o envolvimento substancial do efetivo com o processo de mudanças.

Confirma também a resistência das pessoas com relação às transformações, em muitos casos sem qualquer justificativa, simplesmente pelo fato de não querer mudar o "*Status Quo*", mesmo que seja para melhorar sob todos os aspectos.

A aplicabilidade da TPM como estrutura central de apoio no processo de mudanças está vinculado à mesma base filosófica do Sistema Toyota de



Produção, num verdadeiro modelo “*Kaizen*” (Melhorias Contínuas) sem o qual o processo não sobrevive aos primeiros percalços.

É preciso ter consciência também de que os modelos geometricamente desenhados nas propostas teóricas precisam, não raras vezes, ser arredondados na prática para se adaptarem ao chão de fábrica num sadio processo de endogenia.

Para garantir a manutenção dos postos de trabalho, operando com qualidade e produtividade, buscando a quebra-zero, defeito-zero e acidente-zero, é preciso que a metodologia TPM se direcione em termos finais para tornar o trabalho *mais fácil, melhor, mais rápido e mais barato*, nesta ordem de prioridade, conforme definida por Shingo (1996), como finalidade principal de qualquer processo de melhorias com chances de obter sucesso.

Dentro dos objetivos propostos no início deste trabalho, pode-se dizer que:

- Na CNQB/SC a implantação da metodologia TPM continua, porque embora os pilares estejam rigidamente enraigados, a cultura TPM precisa ser amplamente disseminada, num processo que apenas começou;
- A aplicação prática confirma a teoria de que a TPM não tem raízes fortes para sobreviver como uma simples ferramenta, mas pode alcançar sucesso como modelo de gestão porque o “rompimento da definição funcional”, que é a mudança mais drástica no comportamento das pessoas da área operacional, tem que ser uma realidade, e não uma simples formalidade;
- Isto significa que o mecânico, o eletricista, o carpinteiro, o técnico de processo, o técnico de segurança ou qualquer outro profissional de apoio, rompe o cordão umbilical com seu habitual supervisor e passa a fazer parte das equipes autônomas dos postos de trabalho, num processo de co-gestão, formando verdadeiros times de atuantes profissionais;

- A TPM, através do treinamento operacional, valorização das capacidades individuais e o desenvolvimento de novas habilidades, proporciona ambientes de trabalho (postos) mais limpos, organizados e substancialmente mais produtivos que os habitualmente existentes na indústria extrativa mineral, administrados de forma tradicionalmente obsoleta e relapsa, principalmente com relação aos cuidados ambientais;
- As máquinas e equipamentos, após o resgate que recuperou as condições básicas de operação e uma eficiente manutenção planejada, se apresentam em muito boas condições de uso, desde a aparência física até o rendimento operacional, diminuindo significativamente o tempo de paradas para manutenções corretivas que era um dos principais problemas no início deste processo de mudanças;
- O número efetivo de pessoas na manutenção especializada não aumentou, embora a manutenção planejada tenha aumentado significativamente o número de homens/hora dedicados à manutenção das máquinas e equipamentos;
- Os operadores que passaram a fazer as manutenções (enfermeiros) das máquinas, substituem os mecânicos e eletricitas (médicos) nestas atividades; que podem dedicar boa parte do tempo a serviços de recondicionamento e melhorias, antes considerados impossíveis de realizar por falta de tempo;
- Os custos de manutenção que num primeiro momento por ocasião da aplicação do Pilar I da metodologia (resgate dos postos de trabalho), chegaram a ter um aumento de 80% nos primeiros 4 meses, já se apresentam reduzidos no 2º trimestre de 2001, com a efetivação da *manutenção planejada* em todos os postos de trabalho;
- Não houve redução nem acréscimo do efetivo em razão da aplicação

da TPM como sistema ou modelo de gestão na empresa, percebendo-se claramente os seguintes resultados até o presente momento:

- a. As máquinas e equipamentos quase não quebram mais;
- b. As manutenções preventivas e preditivas passaram a fazer parte da rotina dos postos de trabalho;
- c. A manutenção feita pelo operador passou a fazer parte do Procedimento Operacional (PO) para todas as atividades de produção;
- d. As recuperações de contido no processo de beneficiamento do minério (concentração e flotação) melhorou significativamente de 88/89 a 89/91%, incidindo sobre o custo final do produto acabado e no aumento da vida útil da jazida.

Após a apresentação da aplicação prática do modelo do processo de mudanças na Cia Nitro Química Brasileira, centrada na Manutenção Produtiva Total como metodologia, no próximo capítulo serão apresentadas as conclusões referentes aos objetivos e resultados do processo de transformação, bem como as sugestões para trabalhos futuros.

## CAPÍTULO 5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Com intuito de incrementar o ambiente de mudanças na indústria extrativa mineral, em particular na CNQB/SC, se buscou desenvolver um modelo para direcionamento destas mudanças focalizado no problema de conservação das máquinas e equipamentos da área operacional produtiva da empresa, principal formador dos custos produtivos.

A literatura consultada, bem como as informações técnicas adquiridas a partir da implantação do STP, formaram um consenso junto ao corpo técnico operacional da empresa em torno dos conceitos, objetivos, características e finalidades da TPM, e de que ela poderia ser aplicada em qualquer atividade produtiva, independente do processo, natureza ou nacionalidade da produção.

Através do conhecimento da implantação da TPM em diversos ramos da atividade produtiva, como nos setores metalmeccânico, geração de energia, metalurgia, químico e petroquímico, e bebidas entre outros, tanto no Brasil quanto no exterior, citados no capítulo 2 desta dissertação, foi reforçada a convicção da viabilidade da aplicação da TPM na indústria extrativa mineral como ferramenta central deste processo incremental de mudanças.

Baseado neste aprendizado, inclusive com um curso específico de TPM na empresa, acrescido da experiência profissional adquirida durante muito tempo na indústria da mineração de fluorita, especialmente com a equipe de melhorias formada por experientes profissionais na área de manutenção mecânica, elétrica, lavra subterrânea, beneficiamento mineral e operação multifuncional em subsolo, foi possível confirmar a hipótese básica proposta para a questão de pesquisa levantada, de que *é viável implementar um modelo para o gerenciamento do processo de mudanças na indústria extrativa mineral com base na manutenção produtiva total.*

A partir desta confirmação pôde-se levantar algumas conclusões e recomendações para trabalhos futuros que serão apresentadas dentro deste capítulo.

## 5.1 Conclusões

A seguir estão listadas as conclusões a que se chegou ao final deste trabalho no sentido de desenvolver um modelo para o gerenciamento do processo de mudanças na indústria extrativa mineral com base na manutenção produtiva total.

Resgatando o primeiro objetivo específico citado no capítulo 1, como o de confirmar que ferramentas da qualidade e produtividade podem ser adaptadas a diferentes processos produtivos, em particular ao processo de extração mineral, pode-se inicialmente concluir como verdadeira, por experiência, esta afirmação desde que tenham sua origem no próprio interior da empresa, ou seja por endogenia. Esta afirmação não é nenhuma novidade, mas sem dúvida o presente trabalho permitiu verificar que sua origem interna permite uma adequação perfeita da ferramenta ao modelo ou sistema de gestão vigente, bem como, uma adaptação específica e particular ao tipo de atividade produtiva aplicada.

Na caso da CNQB/SC, os indicadores de desempenho habituais do processo é que determinaram o progresso positivo da TPM como uma metodologia ao longo de todo o programa, e não o chamado *Índice de Rendimento Operacional*, que é o principal indicador de desempenho na aplicação da TPM na indústria metalmeccânica de onde ela é oriunda e grandemente aplicada.

Quanto ao segundo objetivo específico de verificar se a valorização do ser humano é fundamental para qualquer mudança, seja ela radical ou incremental, na filosofia ou sistema de gestão de uma empresa, dentro da aplicação do programa TPM, na metodologia proposta na presente dissertação, destacam-se dois pilares especialmente relativos à valorização do ser humano, como base fundamental, de como fazer TPM:

- a estrutura de apoio que é formada principalmente pelo grupo coordenador, escolhido pelas características relacionadas com o

conhecimento tácito, envolvimento com os assuntos da empresa, responsabilidade operacional, confiança, habilitação e senso técnico administrativo;

- e o grupo de multiplicadores, todos escolhidos por suas qualidades relacionadas à facilidade de comunicação, boa aceitação por parte dos colegas, envolvimento com os problemas da empresa e competência profissional.

Uma das características do programa TPM, é a valorização da Equipe Autônoma, ou seja, valorizar o envolvimento e a capacidade das pessoas, em todos os níveis das atividades produtivas, proporcionando treinamentos para o desenvolvimento de novas habilidades, acatando opiniões e idéias e recompensando, se não de forma financeira pelo menos de maneira formal, a dedicação e o desempenho dos mais competentes e envolvidos.

O terceiro objetivo específico relacionado a comprovar a evidência da importância da mudança de cultura, através do treinamento, conscientização e capacitação do efetivo humano também foi atendido, ou seja, a aplicação com sucesso da metodologia proposta baseada na mudança de atitude das pessoas confirmou a comprovação da importância da mudança de cultura, através do treinamento e conscientização do efetivo humano.

Para se propiciar um processo de mudanças dentro do ambiente da empresa, é fundamental que as lideranças da organização utilizem literaturas e metodologias próprias, que ajudem a conduzir de forma segura o processo de transformação.

A necessidade de mudança da cultura, começa com a conscientização do corpo executivo, ou da alta administração da empresa, que deve manter-se bem preparado, cauteloso e humilde em relação ao que ocorre à sua volta, aceitando, se for o caso, a necessidade de mudar o próprio perfil profissional.

O aspecto mais evidente da importância da mudança da cultura na organização está no fato de que a alta administração precisa mudar, em

primeiro plano, em relação à valorização do efetivo menos qualificado, proporcionando condições para a sua qualificação e auto valorização, criando assim o ambiente propício para a mudança de cultura em todos os níveis, direcionada para os interesses e objetivos da organização.

Em relação ao quarto e último objetivo específico pretendido por este trabalho, o de demonstrar a viabilidade de aplicação do modelo proposto para a indústria extrativa mineral, em particular na CNQB/SC, pode-se concluir que o modelo mostrou-se viável na indústria extrativa mineral, no caso da CNQB/SC. Conforme apresentado no capítulo 2, a TPM já era reconhecida na indústria metalmeccânica (Álbarus/Dana), na geração de energia (Eletronorte), na metalurgia (Alumar), no setor químico e petroquímico (Tintas Renner, COPENE, Petroquímica União), além de diversos outros ramos da atividade produtiva, confirmando a viabilidade da aplicação do modelo TPM a qualquer ramo de atividade de produção, desde que adaptado por seu próprio pessoal.

Além de atender aos objetivos propostos inicialmente no trabalho, a forma como foi implantada a metodologia permitiu que os esforços da indústria extrativa mineral, em particular da CNQB/SC, no sentido de se redimir da fama de poluente, agressiva e atrasada, fossem incrementados a partir do momento em que se optou por modelos e ferramentas novos de qualidade e produtividade, que levam em consideração as perdas causadas pelos descuidos relacionados com o meio ambiente, independente do cumprimento da legislação ambiental, que muitas vezes proporciona o mínimo básico necessário em termos de cuidados com a natureza.

Ao final destas conclusões, cabe ressaltar que apesar de se poder considerar viável, e até agora com muito bons resultados na CNQB/SC, o programa TPM como foco principal do processo de mudanças na empresa, também existiram restrições, ou anomalias, que tiveram que ser contornadas ou eliminadas para dar prosseguimento ao processo, destacando-se:

- A oposição aberta de determinadas pessoas, sem justificativa palpável, a não ser pelo simples fato de não querer mudar;

- A falta de vontade e apatia de outras pessoas, colocando dificuldades em tudo relacionado com as mudanças;
- O cinismo de alguns colegas que faziam questão de dar ênfase às dificuldades e tropeços;
- O ceticismo daqueles que não acreditavam que daria certo;
- A preocupação dos mais conservadores, temerosos de resultados negativos;
- A raiva e frustração dos pessimistas de plantão que tiveram suas ponderações e contestações rejeitadas em benefício do andamento do processo;
- A oposição velada, e quase sabotagem, de poucos que faziam absoluta questão que o programa não desse certo, mas não tinham coragem suficiente para exporem seu ponto de vista publicamente.

Como forma de contornar estes obstáculos, foi usada a técnica conforme citado no capítulo 3 desta dissertação (3.8 Como implementar a mudança?), de não gastar energia com as pessoas que faziam oposição ao processo; e sim reforçando positivamente as pessoas que aderiram e se entusiasmaram com o processo de transformação.

O resultado da tática deu certo, pois com muito raras exceções, não foi necessária a exclusão de pessoas do quadro de efetivo da empresa para que o modelo fosse implantado com sucesso.

Não se pode afirmar que todos os envolvidos no processo estejam plenamente convencidos e alinhados com o modelo implantado, mas com certeza, quem não faz parte do grupo dos mais entusiasmados, também não está atrapalhando.



## 5.2 Recomendações para trabalhos futuros

Levando em conta a experiência adquirida com a realização deste trabalho no sentido de desenvolver um modelo para o gerenciamento do processo de mudanças na indústria extrativa mineral com base na manutenção produtiva total, e da observação e participação efetiva na implantação do modelo na indústria de mineração de fluorita do Estado de Santa Catarina, pode-se citar alguns tópicos que seriam interessantes de se observar em trabalhos futuros, entre eles:

- Incluir na metodologia uma ampliação do treinamento de todo o efetivo operacional da empresa sobre as ferramentas de qualidade a serem utilizadas no processo de mudanças, antes de iniciar o processo propriamente dito;
- Incentivar estudos sobre uma aplicação mais intensa, em todos os níveis da atividade produtiva, de ferramentas técnicas de qualidade, como PDCA, Diagrama de Causa e Efeito, Árvore da Realidade Atual, etc., que ainda são pouco usadas para a solução de problemas na indústria extrativa mineral;
- Proporcionar a ampliação do modelo, inicialmente proposto para a área produtivo-operacional da empresa, para todo o fluxo do processo, desde a etapa do requerimento do Alvará de Pesquisa da Ocorrência Mineral, até a etapa final de *Supply Chain* (cadeia de suprimentos) responsável pela comercialização do produto final;
- Estudar a aplicação da TPM, como metodologia de um modelo de gestão, na indústria de mineração do carvão, no sul do Estado de Santa Catarina, visando além de resultados de produtividade também a valorização do ser humano e o respeito ao meio ambiente, tão degradado nesta região;
- Incentivar a implementação do modelo de mudanças baseado na

metodologia TPM, aplicado na CNQB/SC, nas indústrias cerâmicas da região do extremo sul do Estado de Santa Catarina, tendo em vista que há grande possibilidade de melhorarem seu desempenho competitivo em relação ao parque cerâmico internacional por terem elas mais afinidade com a indústria metalmeccânica do que a indústria extrativa mineral, onde o modelo já teve sucesso:

- Analisar a possibilidade de adaptação do modelo de mudanças, implementado na indústria extrativa, baseado na Manutenção Produtiva Total, para a área da saúde, especificamente nos hospitais, onde os equipamentos e ferramentas de uso cirúrgico, habitualmente não estão sujeitos à programas de manutenção preventiva, preditiva ou mesmo autônoma, sendo sucateados prematuramente.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADIZES, Ichak. É preciso mudar antes. **HSM Management**. Dossiê, ano 2, número 11, p.64, novembro 1998.

AZLANT, Jonh. "Brasil, a maior oportunidade mineral da América Latina". **The Wall Street Journal**, January 22, 1.997.

CAMPOS, Vicente Falconi. **TQC: Controle da Qualidade Total** (no estilo japonês). Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, Escola de Engenharia da UFMG, 1992, p.30.

CARTER, Rick . Falando sobre a aplicação da TPM na Indústria da construção naval americana . Editor chefe da **Revista IMPO Magazine (*Industrial Maintenance and Plant Operation*)** de setembro de 1999. (on line) 2001. Disponível na Web: <http://www.tpmonline.com/articles>.

GHINATO, Paulo. **Sistema Toyota de Produção: mais do que simplesmente just-in-time**. Caxias do Sul: Universidade de Caxias do Sul, 1996, p.145.

GOLDRATT, Eliyahu M. **Mais que sorte**. Um processo de raciocínio. São Paulo: Educator, 1994.

INSTITUTO JAPONÊS DE PLANEJAMENTO DE MANUTENÇÃO . **Empresas premiadas com o PM Award, baseado na TPM** . (On line) 27/04/2001. Disponível na Web: <http://www.geocites.com>.

KIRCHHOFT, Jeffrey. "O momento do Brasil no meio mineral". **The Wall Street Journal**, January 22, 1.997.

KLIPPEL, Altair F. **Liderança: o desafio do futuro**. Criciúma, 1998. Monografia de Especialização em Gestão Empresarial, Universidade do Extremo Sul Catarinense.

KLIPPEL, Altair F. **O Sistema Toyota De Produção e a Indústria de**

**Mineração:** uma experiência de gestão da produtividade e da qualidade nas minas de fluorita do estado de Santa Catarina. Porto Alegre, 1999. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul

KOTTER, John P. "Oito erros fatais". **HSM Management** . Dossiê, ano 2, número 11, p. 70, novembro 1998.

MEYERSON, Mort. "Eu mudei". **HSM Management**. Alta gerência, Ano 1, número 6, p. 34, janeiro-fevereiro 1998.

MIRSHAWKA, Victor, OLMEDO, Napoleão L. **TPM À Moda Brasileira**. São Paulo: Makron Books, 1994.

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

PALADINI, Edson Pacheco. **Gestão da Qualidade**. Teoria e Prática. São Paulo: Atlas, 2000, p. 146.

ROBERTS, Jack. "A Manutenção Produtiva Total – sua Definição e História". (on line) 2001. Disponível na Web: <http://www.tpmonline.com/articles>.

SALTORATO, Patrícia , CINTRA Caio T. **Implantação de Um Programa de Manutenção Produtiva Total em Uma Indústria Calçadista de Franca** . Trabalho publicado no 19º Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Rio de Janeiro, 1999. Anais Enegep 99 (CD-ROM).

TAKAHASHI, Yoshikazu, OSADA, Takashi. **Manutenção Produtiva Total**. São Paulo: Instituto IMAN, 1993, p. 7.

**TPM AO REDOR DO MUNDO PIRELLI. Informações a respeito da implantação da TPM na Pirelli**. (on line) 08/12/2000. Disponível na Web: <http://www.pirelli.com.br>.

TPM EM EMPRESAS DIVERSAS. **Informações sobre a implantação de TPM em empresas diversas.** (on line) 09/12/2000. Disponível na Web: <http://www.imci.com.br>.

TUBINO, Dálvio Ferrari. **Manual de Planejamento e Controle de Produção.** São Paulo: Atlas, 1997, p. 16, 27-30.

TUBINO, Dálvio Ferrari. **Sistemas de Produção: A PRODUTIVIDADE NO CHÃO DE FÁBRICA.** Porto Alegre: Bookman, 1999, p.20.

VALE, Eduardo. Pequena e média mineração no Brasil. **Brasil mineral**, ano XVII, p.14-15, nº 189, novembro/2000.

VAZ, José Carlos. **Gestão da Manutenção Preditiva.** In *Gestão de Operações*. Fundação Vanzolini. Ed, Edgard Blücher, 1997.

WILLMOTT, P. (1995). **TPM – The Western Way.** (on line) 08/01/2001. Disponível na Web: [http://www.sqibrasil.br/SQL-RCM2-ttec\\_integracaombrcmtpm.html](http://www.sqibrasil.br/SQL-RCM2-ttec_integracaombrcmtpm.html).

XENOS, Harilaus G. **Gerenciando a Manutenção produtiva.** O caminho para eliminar falhas nos equipamentos e aumentar a produtividade. Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento Gerencial, 1998, p. 295.

## **BIBLIOGRAFIA**

BEVILACQUA, Clovis. T. **Perfil analítico da fluorita**. Boletim nº 14. Rio de Janeiro: DNPM – MME, 1973

GOLDRATT, Eliyahu M., COX, Jeff. **A meta**. 12.ed. São Paulo: Educator, 1997

HAY, Edward J. **Just-in-Time**. São Paulo: Maltese, 1992

KLIPPEL, Altair F. **Rumo à modernidade: aplicando o Mecanismo do Pensamento Científico na mineração de fluorita de Santa Catarina**. Porto Alegre: Revista Produto & Produção, volume 3, número 1, p.26-37, 1999

OHNO, Taiichi. **O Sistema Toyota de Produção – Além da produção em larga escala**. Porto Alegre: Bookmann, 1997.

PORTER, Michael E. **Estratégia Competitiva – Técnicas para análise de indústrias e da concorrência**. 15 ed. Rio de Janeiro: Campus, 1986

SAVI, Clovis N. **Análise ergonômica do trabalho de um operador de martelete pneumático em mina subterrânea de fluorita**. Tubarão, 1999. Monografia de Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho, Universidade do Sul de Santa Catarina.

SHINGO, Shigeo. **O Sistema Toyota de Produção – Do ponto de vista da engenharia de produção**. Porto Alegre: Bookmann, 1996a.

SHINGO, Shigeo. **Sistemas de produção com estoque zero: O sistema Shingo para melhorias contínuas**. Porto Alegre: Bookmann, 1996b.

WOMACK, James P., Jones, Daniel T. **A mentalidade enxuta nas empresas: elimine o desperdício e crie riqueza**. Rio de Janeiro: Campus, 1998.