

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
ESCOLA DE ENGENHARIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**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**

**ALTAIR FLAMARION KLIPPEL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Engenharia – opção Profissionalizante

Orientador: Prof. Luis Henrique Rodrigues, Ph D

Porto Alegre  
1999

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
ESCOLA DE ENGENHARIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**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**

**ALTAIR FLAMARION KLIPPEL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Engenharia – opção Profissionalizante

Orientador: Prof. Luis Henrique Rodrigues, Ph D

Porto Alegre  
1999

Esta dissertação foi analisada e aprovada pelo Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Engenharia – opção Profissionalizante.

A banca examinadora foi composta pelos seguintes professores:

Dr. Adriano Proença, (UFRJ)

Dr. José Antonio Valle Antunes Junior

Dr. Carlos Otávio Petter (Dep. Eng. Minas/UFRGS)

Dr. Paulo Ghinato (CNPq/UFRGS)

## AGRADECIMENTOS

A elaboração deste trabalho somente foi possível pela parceria realizada com a Mineração Floral Ltda., empresa que se tornou um laboratório de experimentos, no qual os conhecimentos teóricos adquiridos no curso de Pós-graduação em Engenharia de Produção da UFRGS tiveram aplicação prática. Desejo expressar o meu agradecimento a todas as pessoas que contribuíram para a sua realização:

- Ao Prof. Dr. José Antonio Valle Antunes Jr. pela sua efetiva orientação durante a elaboração deste trabalho, sugestões e discussões esclarecedoras.
- Ao Prof. Dr. Luis Henrique Rodrigues pela sua orientação para a apresentação deste trabalho à banca examinadora.
- Ao Eng. Mario Bavaresco Jr., superintendente da Cia. Nitro Química Brasileira, por ter viabilizado a minha participação neste mestrado.
- Ao corpo docente do Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção da UFRGS pela ampliação dos meus conhecimentos.
- Aos funcionários da Mineração Floral Ltda., Claudinei Luiz, Claudino Possamai, Clóvis Norberto Savi, Egidio Soratto, Francisco de Assis Lourenço, Geraldo Canarin, José Carlos Souza, Lindomar Fabro, Osmar Luis Casagrande, Ricardo Pieri, Sergio Gabriel Cancian e Vilson Paganini Bellettini, pela contribuição na elaboração deste trabalho e efetiva participação na aplicação prática dos princípios e técnicas do Sistema Toyota de Produção.
- À minha esposa Núbia e aos meus filhos Marcelo e Cristiane pelo apoio e incentivo.
- À todas as pessoas que não foram nominalmente mencionadas, mas que de alguma forma tornaram possível a elaboração deste trabalho.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
1.1	IMPORTÂNCIA DO TRABALHO .....	3
1.2	JUSTIFICATIVA DO TRABALHO.....	4
1.3	OBJETIVOS.....	5
1.3.1	<i>Objetivo principal.....</i>	5
1.3.2	<i>Objetivos específicos.....</i>	5
1.4	MÉTODO DE TRABALHO.....	6
1.5	DELIMITAÇÕES DO TRABALHO .....	10
1.6	ESTRUTURA DO TRABALHO.....	10
<b>2</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</b>	<b>12</b>
2.1	O PRINCÍPIO DA SUBTRAÇÃO DO CUSTO .....	12
2.2	A ESTRUTURA DA PRODUÇÃO .....	15
2.3	GERENCIAMENTO DE PROCESSOS.....	20
2.4	INDICADORES E ITENS DE CONTROLE.....	21
2.5	AS PERDAS NO PROCESSO DE PRODUÇÃO .....	23
2.6	O MECANISMO DO PENSAMENTO CIENTÍFICO .....	26
2.7	A CONSTRUÇÃO DO SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO.....	29
2.7.1	<i>O Just-in-Time.....</i>	30
2.7.2	<i>A Autonomia.....</i>	33
2.7.3	<i>Controle de Qualidade Zero Defeitos e Dispositivos Poka-Yoke .....</i>	35
2.7.4	<i>Multifuncionalidade e mudança de layout.....</i>	37
2.7.5	<i>A Troca Rápida de Ferramentas (TRF) e o tempo de setup.....</i>	39
2.7.6	<i>A melhoria dos processos pela Engenharia de Valor e Análise de Valor.....</i>	41
2.7.7	<i>Manutenção Produtiva Total .....</i>	43

2.7.8	<i>Padronização das operações e a operação-padrão</i> .....	44
2.8	ORGANIZAÇÕES DE APRENDIZAGEM .....	46
<b>3</b>	<b>CARACTERÍSTICAS GERAIS DAS MINAS DE FLUORITA DO ESTADO DE SANTA CATARINA</b> .....	<b>54</b>
3.1	HISTÓRICO.....	54
3.2	GÊNESE DA JAZIDA .....	56
3.3	ESTRUTURA ORGANIZACIONAL.....	57
3.3.1	<i>Processos internos</i> .....	58
3.4	MÉTODO DE MINERAÇÃO .....	59
3.4.1	<i>Shrinkage Stopping: o método de lavra</i> .....	59
3.5	MÉTODO DE BENEFICIAMENTO MINERAL.....	65
3.5.1	<i>Preparação de minério</i> .....	65
3.5.2	<i>Concentração de minério</i> .....	67
3.5.3	<i>Flotação de minério</i> .....	68
3.5.4	<i>Secagem</i> .....	70
3.6	A INFLUÊNCIA DA VARIABILIDADE NO RENDIMENTO EM $\text{CaF}_2$ .....	70
3.7	MERCADO .....	72
3.7.1	<i>Tipos de indústrias</i> .....	72
3.7.2	<i>Produtos e utilização</i> .....	73
3.8	ANÁLISE ESTRATÉGICA DO AMBIENTE DE MERCADO.....	74
3.9	BARREIRAS À ENTRADA .....	76
3.9.1	<i>Economias de escala</i> .....	76
3.9.2	<i>Diferenciação do produto</i> .....	77
3.9.3	<i>Necessidades de capital</i> .....	78
3.9.4	<i>Vantagens de custo independentemente de escala</i> .....	78
3.9.5	<i>Política governamental</i> .....	79
3.9.6	<i>Retaliação prevista</i> .....	79

3.9.7	<i>Nível de preços</i> .....	80
3.10	RIVALIDADE ENTRE OS CONCORRENTES .....	80
3.10.1	<i>Produção brasileira</i> .....	80
3.10.2	<i>Produção internacional</i> .....	81
3.11	PRESSÃO DE PRODUTOS SUBSTITUTOS .....	83
3.12	PODER DE NEGOCIAÇÃO DOS COMPRADORES .....	84
3.12.1	<i>Poder de barganha</i> .....	84
3.12.2	<i>Sensibilidade ao preço</i> .....	85
3.13	PODER DE NEGOCIAÇÃO DOS FORNECEDORES .....	85
3.14	AMEAÇAS ATUAIS .....	86
3.15	TECNOLOGIA E MEIO AMBIENTE .....	87
<b>4</b>	<b>CONSTRUÇÃO DA ESTRUTURA DE MUDANÇAS E DO PROCESSO DE MUDANÇAS</b> .....	<b>88</b>
4.1	CENÁRIO INICIAL .....	89
4.2	A ESTRUTURA DE MUDANÇAS .....	90
4.2.1	<i>Qualidade na gestão</i> .....	96
4.2.2	<i>Atividades de melhorias promovidas por pequenos grupos (APG's)</i> .....	97
4.2.3	<i>Clima organizacional</i> .....	98
4.2.4	<i>A segurança do trabalho e a ergonomia</i> .....	101
4.2.5	<i>A Autonomia</i> .....	102
4.2.6	<i>O Just-in-Time</i> .....	104
4.2.7	<i>Engenharia de valor/Análise de valor</i> .....	104
4.2.8	<i>O uso de dispositivos poka-yoke</i> .....	105
4.3	O PROCESSO DE MUDANÇAS .....	107
4.3.1	<i>O processo crítico</i> .....	109
4.3.2	<i>Perdas no processo de produção</i> .....	111
4.3.3	<i>A operação gargalo</i> .....	113

4.3.4	<i>Padronização das operações</i> .....	123
4.4	EM DIREÇÃO À UMA ORGANIZAÇÃO DE APRENDIZAGEM.....	124
4.5	ANÁLISE DOS RESULTADOS OBTIDOS .....	135
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS</b> .....	<b>138</b>
5.1	CONCLUSÕES .....	139
5.2	RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS .....	142
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>144</b>
	<b>ANEXOS</b>	
	Anexo A: Tipos de perdas na indústria de mineração de fluorita .....	147
	Anexo A1: Tipos de perdas na operação de mineração .....	148
	Anexo A2: Tipos de perdas na operação de beneficiamento mineral .....	152
	Anexo A3: Tipos de perdas na operação de transporte .....	156
	Anexo B: Documentos da padronização .....	161
	Anexo B1: Padronização do processo de mineração .....	163
	Anexo B2: Padronização das operações de <i>setup</i> .....	174
	Anexo C : Processo de produção de fluorita .....	181



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Estrutura da Produção .....	18
Figura 2. Simbologia das operações segundo Shingo .....	18
Figura 3. Estrutura das operações.....	19
Figura 4. Redução do nível de estoque (água).....	31
Figura 5. Subsistemas de uma organização de aprendizagem.....	47
Figura 6. Distrito fluorítico do Estado de Santa Catarina .....	56
Figura 7. Organograma funcional.....	57
Figura 8. Diagrama de afinidade de processos.....	58
Figura 9. Corte longitudinal de uma mina de fluorita.....	60
Figura 10. Bloco de lavra .....	61
Figura 11. Filão na galeria N150/S: 4,50 metros .....	64
Figura 12. Filão na galeria N300S: 25 centímetros .....	64
Figura 13. Fluxograma geral do beneficiamento mineral (valores médios 1998).....	66
Figura 14. Diagrama de Porter.....	75
Figura 15. Esquema básico das mudanças propostas .....	89
Figura 16. Estrutura do STP proposta por Ghinato .....	92
Figura 17. Sistema Floral de Produção – Estrutura de mudanças.....	94
Figura 18. Sistema Floral de Produção – Processo de mudanças .....	109
Figura 19. Processo de produção de fluorita .....	112
Figura 20. Dados coletados no bloco de lavra - 1a. medição .....	115
Figura 21. Operações no bloco de lavra segundo Shingo - 1a. medição .....	116
Figura 22. Dados coletados no bloco de lavra - 2a. medição .....	119
Figura 23. Operações no bloco de lavra segundo Shingo - 2a. medição .....	119
Figura 24. Dados coletados no bloco de lavra - 3a. medição .....	120

Figura 25. Operações no bloco de lavra segundo Shingo - 3a. medição.....	120
Figura 26. Dados coletados no bloco de lavra - 4a. medição .....	121
Figura 27. Operações no bloco de lavra segundo Shingo - 4a. medição .....	121

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Subsistemas de uma organização de aprendizagem .....	47
Tabela 2. Variabilidade anual do teor de CaF <sub>2</sub> (%).....	71
Tabela 3. Variabilidade mensal do teor de CaF <sub>2</sub> (%) em 1998 .....	71
Tabela 4. Produtores de fluorita.....	83
Tabela 5. Perdas identificadas no interior do bloco de lavra / ações realizadas .....	118
Tabela 6. Tempo de execução das operações no bloco de lavra (%).....	122
Tabela 7. Tempo de execução das operações segundo Shingo (%).....	122
Tabela 8. Nível de escolaridade mínimo .....	125
Tabela 9. Nível de escolaridade atual .....	125
Tabela 10. Cursos realizados .....	126
Tabela 11. Variação percentual MDD x produtos finais .....	135
Tabela 12. Evolução dos itens de controle .....	136

## RESUMO

O aumento da competitividade, ocasionado pelo fenômeno da globalização, tem forçado as organizações a realizarem um esforço para melhorias, como forma de assegurar a sua sobrevivência: não apenas novas tecnologias e métodos de trabalho são necessários mas também uma mudança comportamental por parte das pessoas é importante.

A utilização de modernos métodos de gestão da produção, como o Sistema Toyota de Produção, são atualmente estudados, copiados e adaptados por organizações em todo o mundo.

Este trabalho tem por objetivo estudar a implementação dos princípios e técnicas do Sistema Toyota de Produção na indústria de mineração de fluorita no Estado de Santa Catarina, Brasil, visando a redução dos seus custos de produção. O mesmo foi desenvolvido na Mineração Floral Ltda., uma empresa do Grupo Votorantim.

Após uma fundamentação teórica deste método de gestão e a apresentação das características gerais da mineração de fluorita neste trabalho, é proposta uma estrutura do processo de mudanças para a incorporação dos princípios e técnicas do Sistema Toyota de Produção nesta atividade, denominada *Sistema Floral de Produção*.

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

## ABSTRACT

The increasing competition, as result of “globalization phenomenon”, obliged organizations to make strong effort to improvement in order to assure its survival: not only new technologies and working methods are necessary but also a changing people behaviour is quite important.

The use of modern management production methods, such as the Toyota Production System, have been studied, acquired and adapted by organizations all over the world.

The present work aims to study the implementation of principles and techniques of the Toyota Production System to fluorspar mining industry in the state of Santa Catarina, in Brazil, in order to reduce its production costs. It was developed at Mineração Floral Ltda., a Votorantim Group organization.

After a theoretical fundamentation of this management method and a presentation of the general characteristics of the fluorspar mining in this work, it was proposed a changing process structure to incorporate the principles and techniques of the Toyota Production System in this activity, called *Floral Production System*.

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

“Existem quatro finalidades nas melhorias: mais fácil, melhor, mais rápido e mais barato. Estas quatro metas aparecem em ordem de prioridade. Assim, a primeira é tornar o trabalho mais fácil para os trabalhadores, melhorando, ao mesmo tempo, o resultado do seu trabalho.”

Shigeo Shingo (1996b, p.97)

# CAPÍTULO 1

## 1 INTRODUÇÃO

A globalização da economia e a revolução das relações comerciais com o surgimento da informática permitem que as organizações tenham acesso fácil a novos conhecimentos e busquem a inovação tecnológica através do uso de novas técnicas, mas também acirra a concorrência, obrigando-as a eliminarem desperdícios e reduzirem os seus custos para a obtenção de uma produção enxuta.

A partir da década de 90, com a queda das barreiras alfandegárias no Brasil, a abertura das fronteiras do país ao mercado internacional provocou uma mudança radical no comportamento das organizações: novos produtos e tecnologias surgiram ocasionando o desaparecimento de produtos consagrados; organizações sólidas se pulverizaram enquanto que outras, virtuais, floresceram; novas palavras como globalização e Internet foram incorporadas ao vocabulário e novos princípios e técnicas de gestão são discutidas e solidificadas.

Neste sentido os princípios e técnicas de gestão da produção desenvolvidas a partir da segunda metade do século XX, como o Sistema Toyota de Produção (STP) no Japão, se difundiram, sendo atualmente estudados, copiados e adaptados por organizações de todo o mundo, com vistas a manutenção de sua competitividade, porém de uma forma global e não mais apenas localmente.

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 radical mudança com relação ao mercado e no comportamento das pessoas que pertencem à organização.

As relações com o mercado, a partir da crise do petróleo no início da década de 70 foram profundamente modificadas pela mudança da relação entre a oferta e a demanda: antes dessa crise, as organizações realizavam a produção em massa, com o mercado comprando tudo o que se produzia; após a mesma, o mercado, pelo excesso da oferta, passou a ser exigente, fazendo com que as empresas buscassem a sua sobrevivência através da diferenciação ou variabilidade de seus produtos.

No caso da indústria de mineração, por se tratar de uma indústria que fornece matéria-prima mineral para outros segmentos industriais, o custo – e não a diferenciação, variabilidade ou inovação dos produtos – torna-se um diferencial muito mais importante e decisivo para a sobrevivência da organização.

Na mudança do comportamento das pessoas, o enfoque no gerenciamento por processos e não mais por departamentos assim como a ampliação do conceito de qualidade<sup>1</sup>, por exemplo, conduzem a uma maior participação e integração das pessoas em busca dos objetivos da organização, que convergem necessariamente para a sua missão.

Esta dissertação insere-se neste contexto e se fundamenta na análise da utilização dos princípios e técnicas do STP na indústria de mineração, mais precisamente nas minas de fluorita<sup>2</sup> do Estado de Santa Catarina, abordando-se a sua adaptação à este segmento industrial.

---

<sup>1</sup> O autor refere-se ao *Total Quality Control* (TQC), desenvolvido no Japão após a Segunda Guerra Mundial, e que considera como dimensões da qualidade, além da qualidade intrínseca do produto, o custo do mesmo, a entrega (quantidade certa, no prazo certo e na data certa), a moral (dos empregados) e a segurança (dos empregados e usuários). Fonte: Campos (1992, p.12)

<sup>2</sup> Fluoreto de cálcio, fórmula química  $\text{CaF}_2$



## 1.1 Importância do trabalho

A produção de matérias-primas minerais é feita através de métodos de mineração e beneficiamento consagrados mundialmente para cada tipo de jazida e minério. O acirramento da competição econômica com a globalização faz com que o conhecimento e o domínio desses métodos não sejam, por si só, suficientes para assegurar a sobrevivência das organizações deste ramo industrial.

É necessário, também, que os métodos de gestão utilizados estejam em consonância com os modernos conceitos de Engenharia da Produção.

A importância deste trabalho consiste no estudo da possibilidade de utilizar novas alternativas de gestão da produção na indústria de mineração, como o emprego da Engenharia de Produção através de suas principais abordagens, princípios e técnicas.

Este trabalho é voltado especificamente para a aplicação dos princípios e técnicas do STP na indústria de mineração e visa desenvolver, a partir de dados empíricos obtidos nas minas de fluorita do Estado de Santa Catarina, um método global de trabalho a ser empregado neste tipo de indústria, utilizando, simultaneamente, o conceito de organizações de aprendizagem.

Como contribuição prática, a aplicação dos princípios e técnicas do STP na mineração de fluorita do Estado de Santa Catarina, mais precisamente na Mineração Floral Ltda., que se constituiu em um efetivo laboratório de experimentos, demonstra ser este método utilizável não só na indústria automobilística, que lhe deu origem, mas também em outros ramos da atividade industrial.

## 1.2 Justificativa do trabalho

A competitividade internacional existente no país a partir do início dos anos 90, em todos os segmentos da indústria, é uma realidade que as empresas nacionais não podem ignorar.

Importar tornou-se uma prática comum. O país importa desde produtos de consumo supérfluos até produtos ou itens de tecnologia de ponta, passando pela importação de matérias-primas minerais quando esta se justifica economicamente.

As jazidas de minério de fluorita no Brasil localizam-se na região sul, sendo mais expressivas no Estado de Santa Catarina. Por se tratarem de jazidas subterrâneas, com filões estreitos, os custos de produção não são competitivos com os custos de produção de jazidas à céu aberto, com filões de grande possança<sup>3</sup>, localizadas no exterior. Estas, em contrapartida, possuem a desvantagem dos custos de transporte a partir das fontes de produção até os centros consumidores do país.

Por outro lado, a indústria de mineração apresenta como característica principal a produção de matérias-primas – minério bruto – que apresentam grande variabilidade em função da gênese das jazidas minerais, diferentemente do que ocorre na maioria das indústrias de manufatura onde as matérias-primas apresentam características diferentes, com o processamento e a montagem utilizando insumos e peças dentro de especificações e tolerâncias perfeitamente definidas.

A mudança freqüente das características geológicas do minério em exploração ocasiona a variabilidade das condições de lavra e do beneficiamento mineral. Este último tem como objetivo reduzir esta variabilidade, resultando deste processo produtos que são utilizados como matéria-prima em outros tipos de indústrias.

Este estudo se justifica para responder as seguintes questões: é possível utilizar os princípios e técnicas do STP - desenvolvidos na indústria automobilística – também na indústria de mineração de fluorita, contribuindo para a redução dos custos de produção e a competitividade das organizações que atuam neste ramo industrial? É possível desenvolver

---

<sup>3</sup> terminologia utilizada para indicar a largura de um filão

um método global de trabalho, a partir do STP, passível de generalização na indústria de mineração? A implementação de modernos métodos de gestão e suas técnicas podem, a exemplo de outras técnicas de mineração, minimizar os efeitos causados pela variabilidade intrínseca da matéria-prima mineral, contribuindo para o resultado das organizações?

### **1.3 Objetivos**

Os objetivos desta dissertação dividem-se em objetivos principal e específicos, conforme segue:

#### **1.3.1 Objetivo principal**

O objetivo principal deste trabalho consiste em desenvolver um modelo de gestão do ponto de vista da Engenharia de Produção para a aplicação dos princípios e técnicas do STP na indústria de mineração, através da formulação de uma estrutura de mudanças – compreendendo o conteúdo destas mudanças – e da construção de um processo de mudanças – compreendendo as ações gerais a serem realizadas.

#### **1.3.2 Objetivos específicos**

Os objetivos específicos dessa dissertação são os seguintes:

- demonstrar que a utilização de modernos métodos de gestão da produção originadas na indústria da manufatura, como o STP, podem se constituir em ferramentas eficazes em outros tipos de indústrias, como na indústria de mineração, apesar da variabilidade inerente da matéria-prima em função da gênese da jazida, não comum em outros ramos industriais;

- demonstrar que, além do conhecimento técnico, o clima organizacional é fator fundamental para o sucesso das organizações;
- evidenciar a importância da proposição de um modelo de gestão com base na busca incessante para a eliminação de perdas nas organizações;
- fundamentar a utilização do conceito de organizações de aprendizagem (*learning organization*) na agregação do conhecimento e na educação para o exercício da atividade profissional nas organizações;
- comprovar a importância da adoção da análise de processo no gerenciamento das organizações por parte de todos os funcionários, como forma de propiciar o atingimento dos objetivos formulados;
- apresentar os resultados econômicos e técnicos obtidos com a implementação dos princípios e técnicas do STP na indústria de mineração, que deram origem ao *Sistema Floral de Produção* na indústria de mineração de fluorita no Estado de Santa Catarina.

#### **1.4 Método de trabalho**

O método desenvolvido para a elaboração deste trabalho foi constituído de seis etapas sequenciais e interrelacionadas, descritas a seguir:

Primeiramente, a partir do conhecimento dos princípios e técnicas do STP e da idéia de sua adaptação à indústria mineral, foi realizada uma revisão bibliográfica em publicações com temas relacionados com modernos métodos de gestão, ferramentas da qualidade, *Just-in-Time*, liderança, métodos de identificação, análise e solução de problemas, organizações de aprendizagem, STP e mineração de fluorita, entre outras.

A segunda etapa compreendeu a análise do problema em si, com o objetivo de viabilizar a utilização dos princípios e técnicas do STP, através de sua adaptação na indústria de mineração de fluorita.

Uma vez concluída a etapa anterior, a proposição de um método de intervenção constituiu a terceira etapa, pela adaptação dos princípios e técnicas do STP à indústria de mineração, detalhado nesta dissertação.

A aplicação do método proposto na indústria de mineração de fluorita, mais especificamente na Mineração Floral Ltda, transformando esta empresa em um laboratório de experimentos, constituiu-se em uma etapa prática, correspondendo à quarta etapa do método de trabalho.

A continuidade de análise dos fatos e da coleta de dados bem como a realização de novos experimentos neste laboratório, trouxe como consequência o refinamento e a consolidação dos dados obtidos, possibilitando uma avaliação do método inicialmente proposto, constituindo-se esta na quinta etapa realizada.

A etapa final compreendeu a elaboração desta dissertação com a apresentação do trabalho desenvolvido e dos resultados obtidos.

Para que um processo de mudanças tenha possibilidade de sucesso dentro de um organização, é necessário que o método de trabalho utilizado para a sua implementação tenha um caráter motivacional, induzindo todos os funcionários a se envolverem e participarem efetivamente do mesmo.

Nos tempos modernos, a gestão nas organizações deve levar em consideração tanto os aspectos técnicos, relacionados com a hierarquia, os processos, os custos e a tecnologia, entre outros, como também os aspectos humanos, tais como a motivação para o trabalho, a criatividade, a liderança, as relações interpessoais e demais fatores envolvidos no relacionamento humano.

O método de trabalho proposto nesta dissertação considera estes dois aspectos: juntamente com a agregação do conhecimento técnico adquirido através dos princípios e técnicas do STP, também uma mudança comportamental das pessoas ocorre simultaneamente, pela sua efetiva participação, integração e envolvimento tanto na conceituação como na implementação do processo de mudanças.

Neste sentido, a proposta de “pesquisa-ação”, na opinião de Thiollent (1997), constitui um método de pesquisa no qual os aspectos acima mencionados são amplamente considerados.

O método, segundo Thiollent (1997), propõe a realização de uma pesquisa envolvendo pessoas ou grupos pertencentes aos vários níveis hierárquicos da organização que têm implicação com um problema para a obtenção de um diagnóstico que irá desencadear ações que provocam mudanças na organização

Desta forma, o método de “pesquisa-ação” possui um caráter participativo, pelo fato de promover a integração entre todas as pessoas envolvidas em uma determinada situação que se encontra em investigação.

A efetiva participação de pessoas ou grupos neste processo, de forma mais ampla possível, legitima o diagnóstico e as ações propostas: não se tratam de ações impostas de “cima para baixo”, de forma autoritária, mas de ações que contam com o apoio do corpo funcional da organização. Esta sai fortalecida em função da discussão construtiva sobre os seus problemas.

Afirma Thiollent (1997, p. 149) que a “cultura organizacional é considerada como importante fator de produtividade e criatividade nas organizações industriais...”

A “pesquisa-ação”, ainda segundo Thiollent (1997), é:

“Uma forma de questionamento de dada situação de modo a auxiliar os participantes na formulação de suas perguntas e na busca de respostas no seio da coletividade, o que poderá levá-los a uma tomada de consciência (ou forma de aprendizagem). O objetivo da pesquisa-ação consiste também em auxiliar na tomada de decisão a ser orientada em função dos valores ou objetivos coletivamente identificados.” (Thiollent, 1997, p. 86)

Esta visão, no entanto, não invalida a necessidade de, eventualmente, a direção assumir posições firmes, mesmo contrárias à maioria, com vistas a atingir os objetivos da

organização, como é a exigência de um nível mínimo de escolaridade em função da atividade a ser exercida.

Os conceitos apontados por Thiollent (1997) na “pesquisa-ação” coincidem com aqueles desenvolvidos durante a construção do STP. Com efeito, afirma Shingo (1996b, p.330) que “o STP, no qual se encoraja os trabalhadores a fazerem sugestões, conduz a um respeito maior pela dignidade humana”.

Shingo (1996b, p. 340) enfatiza, ainda, que “enquanto o respeito pela dignidade humana no trabalho é de máxima importância, também deverá ser dada atenção ao lado humano dos trabalhadores fora do trabalho”.

A participação de todos no processo de mudanças é fundamental para que elas se consolidem. Esta participação depende diretamente do diálogo entre liderança e liderados. Segundo Klippel (1998):

“O diálogo é o ponto de partida para que se crie em uma empresa um ambiente saudável. Os problemas existentes são melhor solucionados a partir desta atitude. Inúmeros exemplos podem ser citados, diariamente, de soluções encontradas a partir de opiniões expressadas por funcionários em todos os níveis hierárquicos. [...] Além de criar um ambiente saudável, o diálogo entre líder e liderados resulta em um comprometimento de todos com os objetivos a serem alcançados pela empresa” (Klippel, 1998, p. 15).

Ao considerar a proposta da “pesquisa-ação” na implementação dos princípios e técnicas do STP, o comprometimento de todos os funcionários da empresa com o processo de mudanças e seus resultados se torna uma realidade e, como consequência, suas possibilidades de sucesso se tornam maiores.

## 1.5 Delimitações do Trabalho

Este trabalho é restringido às seguintes delimitações:

- enfoca, especificamente, o STP e os princípios e técnicas utilizados na construção do mesmo e sua implementação no sistema produtivo das minas de fluorita do Estado de Santa Catarina. Este trabalho é limitado ao estudo da utilização do STP no processo de produção, denominado por Shingo de objeto do trabalho conforme o seu revolucionário conceito a respeito do Mecanismo da Função Produção;
- não são objetos desta dissertação analisar e propor melhorias nos fluxos dos demais processos da organização tais como administrativo, compras e pesquisa e desenvolvimento, entre outros, restringindo-se a mesma à área operacional, não tendo sido esgotado, também, a utilização das técnicas propostas pelo STP;
- limita-se a propor a construção de um modelo de gestão, através da formulação de uma estrutura de melhorias e da construção de um processo de mudanças, a ser utilizado nas minas de fluorita do Estado de Santa Catarina<sup>4</sup>, com base nos conceitos teóricos do STP e na utilização genérica deste modelo na indústria de mineração.

## 1.6 Estrutura do trabalho

O trabalho foi desenvolvido com a seguinte estrutura:

No Capítulo 1 é feita a *Introdução* deste trabalho. Nele estão incluídos a introdução propriamente dita, a importância, a justificativa, os objetivos, o método de trabalho, a delimitação e a estrutura desta dissertação.

---

<sup>4</sup> Esta dissertação objetiva apresentar uma proposta de implementação de um processo possível de ser generalizado na indústria de mineração. O fato do autor da mesma ser o superintendente da Mineração Floral Ltda., empresa que se constituiu em um laboratório de experimentos para a implementação dos princípios e técnicas do STP, propiciando a elaboração deste trabalho, deve ser considerado como fator relevante nas conclusões obtidas no trabalho.



No Capítulo 2 é apresentada a *Fundamentação teórica* do trabalho, através de apresentação dos princípios e técnicas do STP.

No Capítulo 3 são apresentadas as *Características gerais das minas de fluorita do Estado de Santa Catarina*, constituindo-se no detalhamento empírico do trabalho, com a apresentação dos dados de uma empresa de mineração de fluorita e das características desta atividade industrial, além de uma análise crítica dos principais pontos a serem abordados sob o ponto de vista da Engenharia de Produção.

No Capítulo 4, a partir das discussões apresentadas nos capítulos anteriores, propõe-se a *Construção da Estrutura de mudanças e do Processo de mudanças*, com a apresentação do conteúdo das mudanças e o planejamento das ações gerais do processo de mudanças para a empresa de mineração de fluorita analisada. É também apresentada uma análise dos resultados.

No Capítulo 5, denominado *Conclusões e recomendações para trabalhos futuros*, são apresentadas as principais conclusões do presente estudo, assim como sugestões para aplicação e/ou utilização do mesmo em outras áreas.

## CAPÍTULO 2

### 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo é apresentada a fundamentação teórica sobre a qual é desenvolvido o projeto de modelo de gestão nas minas de fluorita do Estado de Santa Catarina.

#### 2.1 O princípio da subtração do custo

No atual cenário da economia mundial, em nome da sobrevivência, as organizações realizam estudos e pesquisas visando a satisfação de seus clientes – uma das dimensões da qualidade total – através da redução de seus custos de produção e aumento da qualidade de seus produtos.

Antigamente, as organizações atuavam no mercado obedecendo a seguinte equação:

$$\text{Preço de venda} = \text{custo} + \text{lucro}$$

A interpretação da mesma indicava que era possível, dentro de certos limites, acrescentar ao preço de venda eventuais aumentos de custos de forma a assegurar uma margem de lucro preestabelecida, com o mercado absorvendo estes aumentos de custos.

Segundo Ohno (1997, p. 30) a aplicação desta equação faz com que o consumidor seja o responsável por todo o custo. A questão, conforme afirma Shingo (1996b, p. 43), é se o mercado tolerará ou não a lógica proposta por esta equação.

Com efeito, com a competitividade acirrada devido à globalização, o preço de venda não é mais definido pelos produtores mas sim pelo mercado, uma vez que ocorreu uma mudança na relação entre a oferta e a demanda: se antes a demanda era maior do que a oferta, fazendo com que o mercado adquirisse tudo o que fosse produzido, nos dias atuais esta relação se modificou com a oferta superando a demanda e tornando os consumidores cada vez mais exigentes no que diz respeito à qualidade dos produtos ofertados pelo mercado.

Neste cenário, o STP propõe a modificação da equação acima, surgindo o princípio da subtração do custo, alterando-a para:

$$\text{Lucro} = \text{preço de venda} - \text{custo}$$

A interpretação da mesma indica que o preço de venda é determinado pelo mercado e o lucro advém da subtração do custo obtido na produção. Segundo Shingo (1996a, p. 109): “Aplicando esta fórmula, que pressupõe que são os consumidores que decidem o preço de venda, o lucro é o que resta depois de subtrair o custo deste preço final. Portanto, a única forma de aumentar o lucro, consiste em reduzir os custos”.

Ao alterar esta última equação, uma nova abordagem da mesma é feita por Shingo (1996b, p. 44), através da fixação de um Custo-Alvo:

$$\text{Custo} = \text{preço de venda} - \text{lucro}$$

A respeito dessa abordagem, afirma Antunes (1998):

“ Nesta equação, observa-se que os custos não são mais pensados em termos de controle, mas sim entendidos como metas ou referenciais a serem atingidos. Trata-se da noção de Custo-Alvo (Target Cost). A partir de preços projetados pela Empresa no mercado, negocia-se o preço de custo a ser obtido pela organização. É necessário explicitar

que o Custo-Alvo é estipulado levando em conta toda a organização” (Antunes, 1998, p. 87).

Monden (1993) *apud* Antunes (1998, p. 114) relata que a preocupação central do STP consiste na redução de custos em todas as etapas do processo de produção, desde o desenvolvimento de novos produtos e respectivos projetos até as atividades diretamente relacionadas com a produção no chão-de-fábrica, através de um sistema de gerenciamento total de custos.

Este sistema tem dois pilares fundamentais conforme Monden (1993) *apud* Antunes (1998, p. 114): o Custo-Alvo (*Target Costing*), que tem como estratégia a redução dos custos já na fase de desenvolvimento de novos produtos e o Custo-Kaizen (*Kaizen Costs*), cuja estratégia é a redução dos custos durante o processo de produção e dos produtos já em fabricação, através da implementação de melhorias.

O STP foi construído sob esta premissa básica – a da redução dos custos de produção. Em Ohno (1997, p. 30) lê-se: “A redução de custos deve ser o objetivo dos fabricantes de bens de consumo que busquem sobreviver no mercado atual.” A análise desta última abordagem implica “na realização de esforços implacáveis para cortar custos, sem os quais uma empresa não sobrevive” (Shingo 1996 b, p. 44).

Sobreviver em um mercado globalizado significa ser competitivo através da redução dos custos de produção, sem alterar as demais dimensões da qualidade, constituindo-se este em um novo paradigma segundo o qual as organizações devem ser gerenciadas.

A redução de custos na *Toyota Motor Company* deu origem ao STP através da observação deste paradigma, pela busca incessante da eliminação de perdas. Como cita Shingo (1996b, p. 44): “O princípio da subtração do custo é o conceito mais básico do STP. Ele exige esforços extraordinários para eliminação da perda.”

Sob a mesma ótica afirma Ghinato (1996, p. 53): “ O STP é em essência a constante perseguição às perdas e sua completa eliminação. Contudo, isto só tem sentido caso esteja vinculado consistentemente ao objetivo de redução dos custos”.

Desta forma, o enfoque da redução dos custos de produção pela eliminação de perdas, conforme proposto no STP, faz com que o custo seja visto sob outro prisma. Como cita Antunes (1998):

“Dentro da lógica desenvolvida por Ohno e Shingo a idéia de **custo** toma um outro significado. O **custo** passa a ser visualizado como todo o valor realmente agregado ao produto (por exemplo: operações de montar, fresar, etc...). Já as atividades improdutivas (por exemplo: contar peças, inspecionar, retrabalhar peças, etc...) são vistas como **desperdícios** e como tal ‘custos’ que devem ser eliminados” (Antunes, 1998, p. 87).

Adotar uma meta de Custo-*Kaizen* (*Kaizen Costs*) é o desafio da indústria de mineração de fluorita. Isto porque, conforme será comentado no item 3.10.2, os efeitos da globalização já se fizeram sentir com a importação deste produto no final de 1998, a custos competitivos com os praticados pela indústria nacional.

Ao prever esta possibilidade, em meados de 1997, a Mineração Floral Ltda. iniciou estudos para a implementação dos princípios e técnicas do STP em seu processo produtivo, buscando a redução de seus custos, sob a ótica do Custo-*Kaizen*, com o objetivo de tornar os seus produtos competitivos com aqueles oriundos do exterior.

## 2.2 A estrutura da produção

O crescimento da indústria japonesa a partir da segunda metade do século XX ocasionou uma revolução na Administração da Produção, com a quebra de paradigmas criados com a Revolução Industrial no início do século.

O paradigma da análise da produção através da análise das operações que compõem um processo produtivo tornou-se ultrapassado. De acordo com este paradigma, o

processo era visto como um somatório de operações. Desta forma, melhorar uma operação significava melhorar o processo como um todo.

A partir do surgimento do STP, a análise do fenômeno da produção passou a ser visto de uma forma diferente, surgindo um novo paradigma. Afirma Shingo (1996a, p. 37) que: “Antes de estudar o STP, é necessário entender a função da produção como um todo.”

“Produção constitui uma *rede* de processos e operações, fenômenos que se posicionam ao longo de eixos que se interseccionam. Em melhorias de produção, deverá ser dada prioridade máxima para os fenômenos de processo” (Shingo 1996b, p. 29).

Com esta afirmação, Shingo revolucionou o conceito do que vem a ser o fenômeno da produção. De acordo com a mesma existem dois eixos: o primeiro, correspondendo ao fluxo das matérias-primas e dos materiais que se transformam em produtos finais, refere-se ao eixo do processo, enquanto que o segundo, correspondendo ao fluxo de homens e máquinas, que interagem sobre as matérias-primas e materiais, refere-se ao eixo das operações.

Shingo (1996b, p. 26) afirma que o processo pode ser entendido como sendo o fluxo de produtos de um trabalhador para outro, ou seja, os estágios pelos quais a matéria-prima se move até se tornar um produto acabado, pela sua transformação gradativa, enquanto que operação refere-se ao estágio distinto no qual um trabalhador pode trabalhar em diferentes produtos, isto é, um fluxo temporal e espacial, que é firmemente centrado no trabalhador.

Ao observar o *processo* da produção de fluorita nas minas do Estado de Santa Catarina, estaremos observando o que ocorre à um fragmento de minério de fluorita jacente na natureza desde a sua extração no subsolo até a sua transformação em fluorita grau ácido ou fluorita grau metalúrgico. É a observação da produção do ponto de vista do **objeto de trabalho** (materiais ou produtos).

Por outro lado, as *operações* podem ser visualizadas como o trabalho para efetivar este *processo*. Conforme citado anteriormente, a *operação* vem a ser a análise dos diferentes estágios nos quais os trabalhadores, as máquinas e equipamentos podem estar trabalhando ou sendo aplicados em diferentes produtos. É a observação da produção do

ponto de vista do **sujeito do trabalho** (máquinas e trabalhadores), com o foco dirigido e mantido em um ponto da estrutura de produção ocupado por um operador, uma máquina ou equipamento, ou ainda, como freqüentemente acontece, uma combinação de ambos.

Voltando às minas de fluorita, ao observar o trabalho realizado por um furador e sua perfuratriz no subsolo, está se observando a *operação* de furação no subsolo, operação esta que faz parte do *processo* de produção de fluorita.

Da conceituação acima, constata-se que o *processo* nada mais é do que o *fluxo do produto*, enquanto que *operação* vem a ser o *fluxo do trabalho*. Conforme já mencionado, estes dois fluxos não são fenômenos sobrepostos pertencentes a um mesmo eixo de análise, mas sim fenômenos pertencentes a eixos diferentes que, na sua interseção, constituem o mecanismo da produção. Por pertencerem a eixos diferentes, estes fenômenos devem ser analisados separadamente.

A análise da rede de *processos* e *operações* revela que um processo de otimização da produção deve perseguir a diminuição dos espaços existentes entre os pontos de interseção, tendendo a sua eliminação completa.

Cita Ghinato (1996) que:

“A otimização da produção é o próprio enxugamento da estrutura (rede), através da redução ou eliminação de atividades que não agregam valor ao produto pela implementação de melhorias. Desta forma não só os espaços entre as interseções devem ser diminuídos ou eliminados como também o número de interseções existentes” (Ghinato, 1996, p. 69).

A análise das operações contribui apenas para a redução dos custos de produção enquanto que a análise do processo permite o aumento da eficácia do mesmo, pela maior agregação de valor ao produto e eliminação das operações que só aumentam os custos, causando desperdícios. Na Figura 1 é apresentada a estrutura da produção segundo Shingo (1996 a).

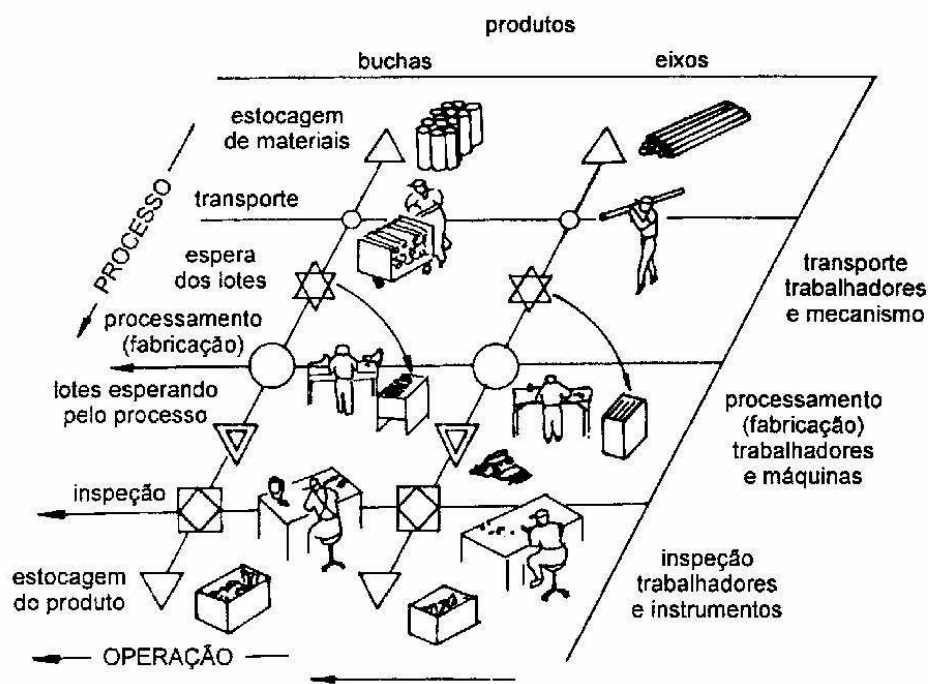


Figura 1. Estrutura da Produção

Fonte: Shingo, 1996a, p. 38

Shingo adotou a simbologia indicada na Figura 2 para representar os fenômenos que ocorrem em um processo.



Figura 2. Simbologia das operações segundo Shingo

Fonte: Shingo 1996a, p. 39



Em uma empresa existem operações necessárias, que agregam ou não valor ao produto final, e operações desnecessárias, que se constituem em perdas ou desperdícios. Ao analisá-las, Shingo classificou-as segundo sua utilidade, resultando no quadro da Figura 3 abaixo:

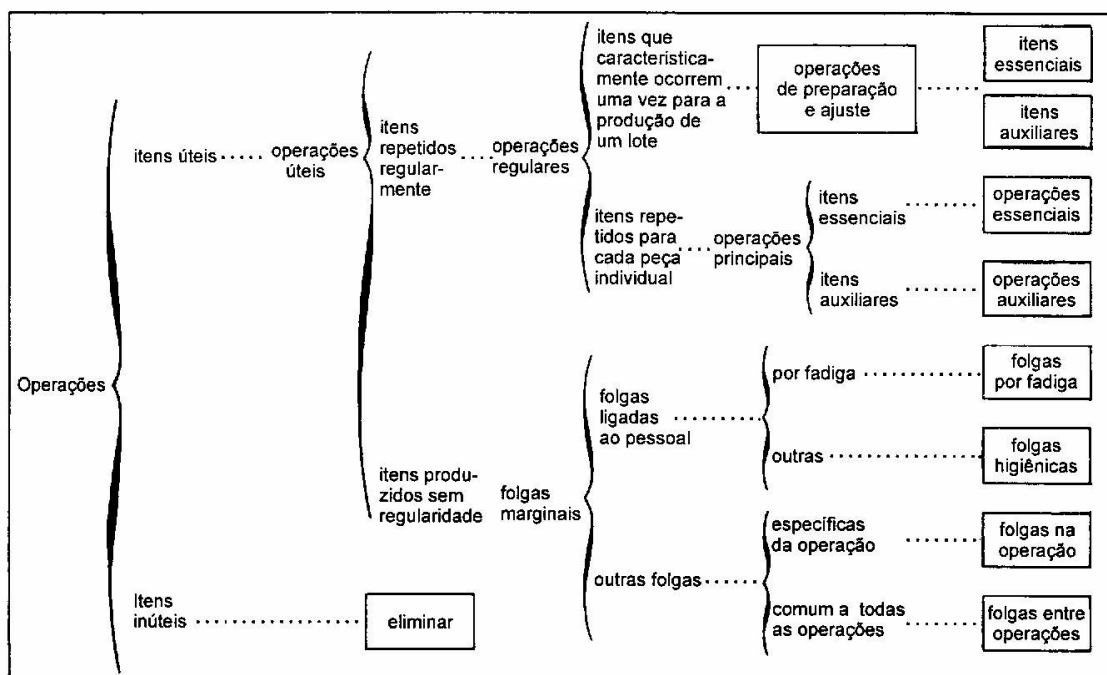


Figura 3. Estrutura das operações

Fonte: Shingo, 1996a, p. 76

Os itens inúteis correspondem às perdas ou desperdícios e devem ser eliminados, enquanto que os itens úteis subdividem-se, basicamente, em operações principais, operações de preparação e ajuste e folgas.

As *operações principais* subdividem-se em *operações essenciais*<sup>5</sup> – que realmente agregam valor ao produto – e *operações auxiliares* – necessárias para as operações essenciais mas que não agregam valor ao produto. Como operação essencial pode ser citado a execução de um furo para colocação de explosivos, enquanto que uma das operações auxiliares desta operação essencial é o transporte de explosivos da superfície para o subsolo.

<sup>5</sup> Correspondendo ao processamento em si, inspeção, transporte e espera conforme classificação de Shingo (1996 a, p.75) discutido posteriormente nesta dissertação.

As *operações de preparação e ajuste* referem-se as operações realizadas antes e depois das operações principais. A fixação da broca no equipamento de furação e sua posterior remoção é um dos exemplos a citar com relação à operação essencial acima mencionada.

Além das *folgas ligadas ao pessoal* e citadas na Figura 3, *existem folgas relacionadas com as operações*, ligadas diretamente à tarefa, como por exemplo a lubrificação de um equipamento e *folgas entre operações* – correspondendo ao trabalho indireto comum a várias operações, como é o caso da espera de comboio no subsolo para escoamento de minério.

### **2.3 Gerenciamento de processos**

A lógica *tradicional* de análise de uma organização sempre foi realizada sob a ótica do gerenciamento por departamento, através da análise vertical de seu organograma, visualizando-se a distribuição de poder exercidos pelas pessoas dentro da mesma, através da hierarquia funcional. Numa visão *moderna*, pela lógica do gerenciamento dos processos, a análise do organograma deve ser feita horizontalmente, possibilitando compreender as inter-relações existentes entre os departamentos da organização, o que vem de encontro à estrutura do fenômeno da produção proposto por Shingo.

Da mesma forma que a melhoria das operações não significa necessariamente a melhoria do processo, melhorar o desempenho dos departamentos de uma organização isoladamente não significa necessariamente que ocorrerá melhoria no desempenho da organização como um todo.

De acordo com Hronec (1994, p. 102, 104), dentro de uma organização existem três tipos de processos a saber:

- Processos primários: são aqueles que tocam o cliente. Se houver uma falha num processo primário, o cliente saberá imediatamente;

- Processos de apoio: são aqueles que suportam os primários e que são necessários para a execução destes. Se houver uma falha num processo de apoio o cliente não perceberá imediatamente;
- Processos de gestão: são necessários para coordenar as atividades de apoio e os processos primários.

Para assegurar a sobrevivência da organização, afirma Hronec (1994):

“É importante identificar os processos críticos, porque esta filtragem mantém todos focalizados naquilo que é verdadeiramente importante para a organização, ajudando a administração a desenvolver, instalar e utilizar as medidas de desempenho primeiramente nas áreas críticas para a sobrevivência da organização” (Hronec, 1994, p. 100).

No gerenciamento de processos deve-se utilizar indicadores e itens de controle para a sua monitoração.

## 2.4 Indicadores e itens de controle

As atividades de uma organização só podem ser corretamente avaliadas se houverem índices que informem quão bem ela está em relação às metas ou objetivos previamente estabelecidos.

Desta forma, a quantificação destes índices deve ser perfeitamente determinada, com base em fatos e dados, não sujeitos à julgamentos ou opiniões.

Conforme cita Hronec (1994, p. 1) estes índices, denominados por ele de medidas de desempenho, “são os *sinais vitais* da organização”, os quais, uma vez corretamente planejados e implementados, além de possibilitarem o exame dos processos dentro da organização, auxiliam na identificação de problemas, ajudando a todos os envolvidos a preverem e a evitarem a ocorrência dos mesmos.

Em uma organização existem dois tipos de indicadores: aqueles que informam o desempenho geral da mesma através do monitoramento de seus resultados e aqueles que informam o desempenho operacional dos seus setores ou postos de trabalho, controlando o processo e motivando o pessoal.

Goldratt (1997, p. 47) afirma que “a meta de uma empresa de produção é ganhar dinheiro hoje e no futuro”. Para que esta meta seja atingida, ele propõe três medidas fundamentais para saber se a empresa está atingindo esta meta: *o lucro líquido, o retorno sobre o investimento e o fluxo de caixa* (Goldratt, 1997, p.57), aos quais ele denomina de indicadores globais, assim definidos:

- *Lucro líquido*, um indicador absoluto, mede o quanto de dinheiro a empresa está gerando;
- *Retorno sobre o investimento*, um indicador relativo, que dimensiona o esforço necessário para atingir um determinado lucro;
- *Caixa*, um indicador de sobrevivência, que informa sobre a disponibilidade financeira da empresa.

Utilizando o conceito destes indicadores, Goldratt (1997, p. 68) afirma que “a meta de uma empresa é aumentar o lucro líquido, aumentando simultaneamente o retorno sobre o investimento e o fluxo de caixa”.

Além destes indicadores, Goldratt (1997, p. 69) sugere outras medidas, as quais denomina de indicadores locais, a saber:

- *Ganho*, que corresponde ao índice pelo qual o sistema gera dinheiro através das vendas;
- *Inventário*, que é todo o dinheiro que o sistema investiu na compra de coisas que ele pretende vender;
- *Despesa operacional*, que é todo o dinheiro que o sistema gasta a fim de transformar o inventário em ganho.

Utilizando o conceito destes indicadores, Goldratt (1997, p. 77) afirma que a meta de uma empresa é “aumentar o ganho e reduzir simultaneamente o inventário e as despesas operacionais”.

Estas medidas, no entanto, não permitem à um operário avaliar o seu desempenho no chão-de-fábrica: afirmar que o lucro líquido de sua organização teve um determinado acréscimo percentual ou que as despesas operacionais tiveram uma determinada redução nada significarão para o mesmo. Para que este funcionário possa quantificar o seu desempenho são necessárias outras medidas, denominadas de itens de controle e que indiquem, claramente, a evolução do seu desempenho na realização de suas tarefas.

Estes itens são relacionados com a tarefa exercida e expressos em função da atividade da mesma como, por exemplo, metros cúbicos de minério bruto desmontados por dia, etc., devendo estar diretamente relacionados com os indicadores locais. Os mesmos possibilitam, também, a identificação das perdas existentes nos processos.

## **2.5 As perdas no processo de produção**

O que é o Sistema Toyota de Produção? Conforme Shingo apenas algumas poucas pessoas compreendem realmente o objetivo deste sistema e responderão: “É um sistema que visa a eliminação total das perdas.” (Shingo, 1996a, p. 101)

Ao analisar o Mecanismo da Função Produção sob a ótica de melhorias do processo, Shingo (1996a, p. 39) identificou quatro fenômenos que constituem o fluxo do objeto para a transformação de matérias-primas em produtos:

- *Processamento*, que vem a ser as alterações da forma ou matéria, montagem e desmontagem;
- *Inspeção*, que é a comparação com um padrão;
- *Transporte*, correspondendo a mudança de localização;

- *Espera*, que é o espaço de tempo sem que ocorra alguma mudança. Ela pode ser *espera do processo*, com um lote inteiro aguarda que outro precedente seja processado, inspecionado ou transportado e *espera do lote*, que é o espaço de tempo sem que ocorra alguma mudança durante as operações de um lote: enquanto há o processamento, inspeção ou transporte de uma peça, matéria-prima ou produto, as demais ficam aguardando.

Observando estes fenômenos da produção, Ohno e Shingo identificaram 7 grandes tipos de perdas:

1. Perdas por superprodução;
2. Perdas por transporte;
3. Perdas por processamento em si;
4. Perdas por fabricar produtos defeituosos;
5. Perdas por espera;
6. Perdas por estoques;
7. Perdas no movimento.

As perdas por superprodução são aquelas devidas à produção antecipada de produtos, imobilizando-se recursos antes do necessário ou devido à produção excessiva, nas quais se produz mais do que a demanda, com o objetivo de “compensar” a produção de produtos defeituosos ou fazer estoque. Em ambos os casos há o desperdício.

Transportar é uma operação que nunca agregará valor ao produto uma vez que este estará da mesma forma no início e no fim do ciclo. Deve-se, portanto, buscar a eliminação desta operação pela mudança do *layout* das instalações. Mecanizar idealmente um transporte, por exemplo, pode eventualmente melhorar a eficiência desta operação mas no máximo ocasionará uma redução dos custos de transporte.

No processamento em si, inúmeras atividades podem ser realizadas sem que contribuam para a melhoria da qualidade do produto sendo, desta forma, desnecessárias. É

preciso um trabalho de investigação pela agregação de valor para a identificação das mesmas e eliminação deste tipo de perdas.

A produção de produtos defeituosos, ou seja, que não atendam às especificações de qualidade projetadas, constitui um desperdício que só faz aumentar os custos de produção. Para a sua eliminação deve-se realizar uma inspeção visando identificar e *prevenir* a ocorrência destes produtos. A simples identificação destes produtos não irá resolver o problema, uma vez que ele tenderá a se repetir.

A falta de balanceamento no processo de produção ocasiona a paralisação de postos de trabalho resultando em baixa taxa de ocupação de equipamentos e paralisação da atividade humana, caracterizando as perdas por espera. Elas podem ocorrer, também, quando ocorre o *setup* dos equipamentos. O estudo da redução deste, através da Troca Rápida de Ferramentas – TRF<sup>6</sup>, tem por finalidade a redução deste tipo de perda.

Um dos paradigmas derrubados pelo STP é o de que havia necessidade de formação de estoques no processo produtivo ou no almoxarifado. O desenvolvimento do *Just-in-Time* comprovou que a existência de estoques na realidade apenas encobre imperfeições, constituindo-se em desperdício. A eliminação de estoques tanto no almoxarifado como nos produtos em fabricação ou acabados deve ser perseguida.

As perdas por movimento são aquelas relacionadas com os movimentos feitos pelos trabalhadores sem que estes sejam necessários. É conhecido o fato de que um chefe, ao entrar na sala, provoca movimento de seus subordinados. O movimento provocado resulta, efetivamente, em valor agregado ao trabalho realizado?

Antunes (1998, p. 208) sugere a ampliação da noção de 7 Perdas, considerando a existência de outros tipos que prejudicam a eficácia de um processo de produção, tais como:

- Perdas ambientais, resultantes da agressão ao meio-ambiente;
- Perdas ergonômicas, que causam o afastamento dos trabalhadores devido à doenças profissionais, causadas por esforços repetitivos na execução das tarefas;

---

<sup>6</sup> Uma das técnicas do STP, analisada no item 2.7.5 desta dissertação

- Perdas energéticas, ocasionadas pelo desperdício das fontes de energia.

A eliminação de perdas no processo produtivo passa necessariamente pelo aprimoramento deste através da realização de melhorias contínuas, realizadas a partir de métodos científicos de identificação de problemas, como o Mecanismo do Pensamento Científico.

## 2.6 O Mecanismo do Pensamento Científico

A aplicação deste método possibilita a atuação sobre a causa raiz dos problemas, de forma a solucioná-los definitivamente. O método analisado nesta dissertação é o Mecanismo do Pensamento Científico (*Scientific Thinking Mechanism – STM*), desenvolvido por Shingo durante a construção do STP.

A construção do STP foi desenvolvido por Shingo com base na lógica dialética. Na obra de Shingo (1996b, capítulo 3), a abordagem adotada pelo autor na busca de melhorias, e que deu origem ao Mecanismo do Pensamento Científico, é detalhadamente analisada.

Para que melhorias significativas sejam feitas, é necessário seguir o seguinte fluxo de pensamento:

Observação => Formulação de Idéia => Julgamento => Sugestão => Execução
---

Pela ótica acima, a quebra de paradigmas proposta por Shingo para a análise e solução de um problema se apoia na *lógica dedutiva*, uma vez que a solução de um problema é encontrada pela observação dos fatos e dos dados existentes e que permitem determinar relacionamentos do tipo causa e efeito do problema analisado.

O primeiro passo na busca de melhorias é a identificação correta do problema. Shingo propõe a contestação do *status quo* sendo necessário para tanto que estejamos insatisfeitos com a situação atual. Pessoas satisfeitas não têm motivos para encontrar



problemas, quanto mais não seja porque freqüentemente elas não os enxergam. “O verdadeiro problema é pensar que não há problemas.” (Shingo 1996b, p. 79).

A identificação correta do problema nos permite determinar as tarefas que agregam valor ao produto e as tarefas que somente ocasionam custos e que devem ser eliminadas ou reduzidas. Identificado um problema, Shingo preconiza que “[...] devemos entender completamente as condições atuais antes de tentar apresentar soluções.” (Shingo 1996b, p. 80)

Um dos procedimentos que auxiliam no entendimento dos fatos é a técnica do **5W1H**. Conforme a mesma, um fenômeno é perfeitamente conhecido ao determinarmos o objeto (*what*), o sujeito (*who*), o método (*how*), o lugar (*where*), e o tempo, (*when*). Ao questionarmos o por quê (*why*) em todos estes componentes o fenômeno estará perfeitamente caracterizado.

A lógica dialética utilizada por Shingo e Ohno na construção do STP enfatiza a necessidade de se perguntar “*Por quê?*” cinco vezes como forma de identificar a real causa de um fenômeno. Este procedimento faz com que não se analise apenas as causas superficiais, visíveis, e que, numa primeira visão, parecem ser as responsáveis pelo fenômeno.

O exemplo apresentado no livro “O Sistema Toyota de Produção – além da produção em larga escala” (Ohno, 1997) demonstra a preocupação dos construtores do STP com a lógica dialética:

“Suponha, por exemplo, que uma máquina parou de funcionar.

1. Por que a máquina parou?  
Porque houve uma sobrecarga e o fusível queimou.
2. Por que houve uma sobrecarga?  
Porque o mancal não estava suficientemente lubrificado.
3. Por que não estava suficientemente lubrificado?  
Porque a bomba de lubrificação não estava bombeando suficientemente.
4. Por que não estava bombeando suficientemente?  
Porque o eixo da bomba estava gasto e vibrando.
5. Por que o eixo estava gasto?

Porque não havia uma tela acoplada e entrava limalha.” (Ohno, 1997, p. 37)

Adotando a *lógica dedutiva*, a análise do mecanismo da função produção para identificar as atividades que realmente agregam valor ao produto e eliminar as atividades que só geram desperdícios, sem agregar valor ao produto, levou Shingo e Ohno a identificarem 7 tipos de perdas, já comentadas neste capítulo, sobre as quais foram construídos o *Just-in-Time* e a Automação.

Para realizar melhorias é necessário que se tenha uma mentalidade aberta, admitindo que o *status quo* possa ser mudado. Este é o ponto inicial do processo de mudanças.

Uma vez observado e identificado um problema, a etapa seguinte na busca de melhorias vem a ser a formulação de idéias. Uma das práticas adotadas é o *brainstorming*, devendo-se coletar a maior quantidade possível de idéias, tomando-se o cuidado de, nesta fase, não formular julgamentos a respeito das mesmas.

Afirma Shingo (1996b, p. 165) que “o processo de formular e avaliar idéias é repetitivo até se chegar a uma idéia de melhoria verdadeiramente útil. Não é necessário dizer que, durante a etapa de avaliação, é vital envolver-se em julgamentos que tragam vida”. Por “julgamentos que tragam vida” Shingo define como sendo aqueles que contribuem para a adoção de um plano de melhoria específico, que esteja inserido no contexto da empresa e que considere a eficiência do investimento, isto é, que seja um plano de melhorias factível.

O passo final do Método do Pensamento Científico é a implementação do plano de melhorias, que deve ser buscada com a participação das pessoas envolvidas no processo. Certamente haverá confronto de idéias, mas a discussão de forma responsável e democrática permite a criação de um clima de cooperação e este é fundamental para o sucesso da melhoria.

Conforme menciona Klippel (1999, p. 29) em uma empresa há dois tipos de problemas: o problema técnico e o problema humano. O primeiro é resolvido com o auxílio

da experiência, com a análise dos dados e dos fatos, enfim, com o conhecimento. O segundo é resolvido pelas relações humanas praticadas entre as pessoas que trabalham na empresa e o bom relacionamento, que deve ser praticado por todos, independentemente do seu grau hierárquico.

O relacionamento do pessoal é um dos principais fatores determinantes do sucesso da construção e implementação do STP em uma empresa, uma vez que há a necessidade de uma mudança de mentalidade, com conseqüente mudança de comportamento, para que as pessoas possam entender e praticar os princípios do STP.

Neste sentido é importante que seja formada uma equipe de melhorias, multidisciplinar, diretamente comprometida com a implementação destes princípios e que tenha o apoio da alta gerência.

## **2.7 A construção do Sistema Toyota de Produção**

O STP, que revolucionou a Administração da Produção, foi construído com base na mudança de paradigma da função produção e no princípio da subtração do custo.

O estudo do Mecanismo da Função Produção, priorizando a implementação de melhorias nos processos e não nas operações, buscando a redução dos custos de produção, resultou no surgimento de princípios e técnicas revolucionários na Engenharia de Produção.

O *Just-in-Time*, buscando a sincronização da produção, e a Automação ou automação com um toque humano, libertando o homem da máquina, conforme será discutido neste capítulo, constituem os dois pilares que sustentam o STP.

Com base nestes dois conceitos, Shingo e Ohno construíram o STP, dando origem a novas técnicas que se tornaram mundialmente conhecidas, como:

- Controle de Qualidade Zero Defeitos e dispositivos *poka-yoke*;
- Multifuncionalidade e mudança de *layout*;

- Troca Rápida de Ferramentas (TRF) e o tempo de *setup*;
- A melhoria dos processos pela Engenharia de Valor / Análise de Valor;
- Manutenção Produtiva Total;
- Padronização das operações e a operação-padrão.

Estas técnicas surgiram com a utilização da lógica dialética e deram origem ao Mecanismo do Pensamento Científico, já comentado neste capítulo.

### **2.7.1 O *Just-in-Time***

O *Just-in-Time* tem sua origem nos supermercados americanos, que foram visitados por Ohno em 1956. Primeiramente ele observou que em um supermercado “o cliente pode obter (1) o que é necessário, (2) no momento em que é necessário, (3) na quantidade necessária” (Ohno, 1997, p. 45). A observação do funcionamento de um supermercado induziu Ohno a criar uma analogia com uma linha de produção. Conforme o mesmo, do supermercado foi pega a idéia de visualizar a linha de produção como se fosse uma loja: “o processo final (cliente) vai até o processo inicial (supermercado) para adquirir as peças necessárias (gêneros) no momento e na quantidade que precisa. O processo inicial imediatamente produz a quantidade recém retirada (reabastecimento das prateleiras)” (Ohno, 1997, p. 45).

Ohno (1997, p. 26) observa, ainda, que “para produzir usando o *Just-in-Time* de forma que cada processo receba o item exato necessário, quando ele for necessário, e na quantidade necessária, os métodos convencionais de gestão não funcionam bem”.

Ao considerar os métodos de gestão tradicionais, voltados para as operações e não para o processo como um todo, não é possível estabelecer o sincronismo necessário para que o *Just-in-Time* funcione a contento: haverá muito desperdício em função da perda por superprodução seja pela existência de estoques intermediários desnecessários entre as operações, seja pela produção excessiva ou antecipada de produtos finais.

A perda por estoque é uma das perdas identificadas por Shingo no processo de produção. A redução dos níveis de estoque possibilita o aparecimento dos problemas de produção, tais como operadores não treinados, furação deficiente, demanda de energia contratada em excesso, gargalo no transporte vertical da Mina III e baixa recuperação de contido em  $\text{CaF}_2$  nas instalações de flotação, entre outros, como ilustrado na Figura 4, antes “escondidos”.

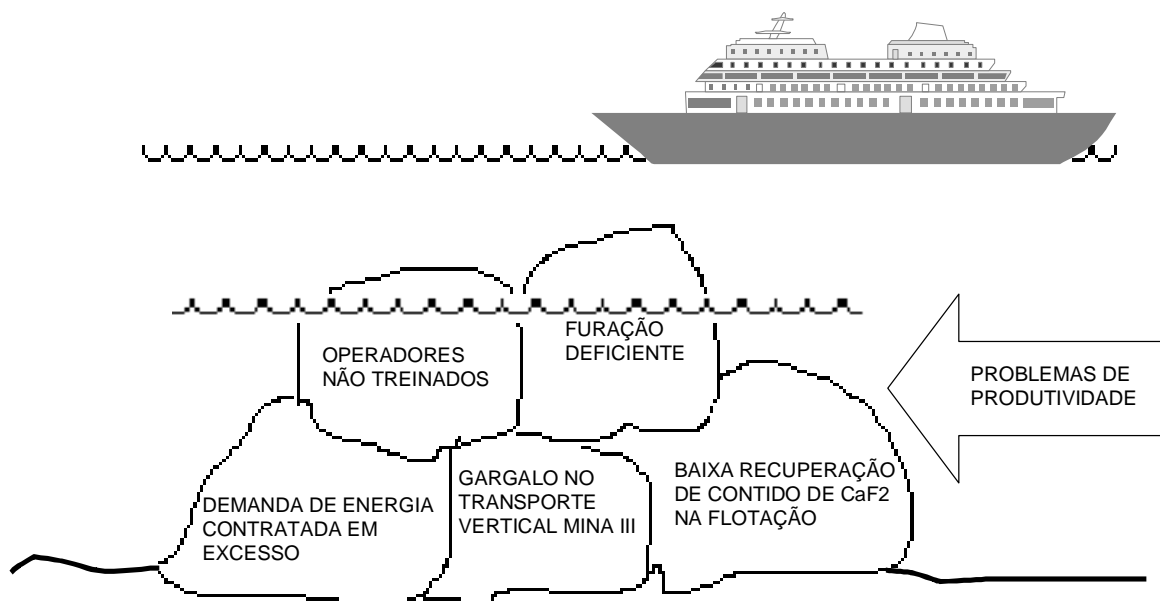


Figura 4. Redução do nível de estoque (água)

Fonte: Adaptado de Hay , 1992, p. 45

Nesta figura, se o nível da água, equivalente ao nível dos estoques, estiver muito alto não é possível enxergar as pedras no fundo do rio, que correspondem às perdas. Na medida que o nível da água baixa, as primeiras pedras (perdas) são encontradas. É preciso retirá-las (solucioná-las). Uma vez removidas estas pedras, é possível reduzir um pouco mais o nível do rio, surgindo novas pedras (novas perdas) que por sua vez devem ser retiradas (solucionadas), num permanente ciclo de melhorias.

A técnica utilizada para nivelar a produção, balanceando o fluxo, de forma a haver uma perfeita comunicação entre as operações, foi a criação do método *kanban*. Ohno (1997, p. 27) menciona que “o método *kanban* é o meio pelo qual o STP flui suavemente”.

O entendimento do método *kanban* é feito por um conjunto de seis funções/regras básicas propostas por Ohno *apud* Antunes (Antunes, 1998, p. 259 a 261):

1. O processo subsequente vem retirar do processo precedente as peças e materiais necessários nas quantidades necessárias;
2. O processo precedente produz itens na quantidade e na seqüência indicada pelo *kanban*;
3. Impedir a produção e os transportes excessivos;
4. O *kanban* deve funcionar como uma ordem de fabricação afixado diretamente nos itens (mercadorias);
5. Produtos com defeito não devem ser enviados ao processo seguinte;
6. O número de *kanbans* deve ser continuamente reduzido para aumentar a sensibilidade dos problemas existentes.

Um dos conceitos do *kanban* é o de ser uma ferramenta prática do *Just-in-Time*, representando um “sistema logístico de puxar” para o controle da produção e a movimentação do material em processo, existindo dois tipos de cartão *kanban*: (1) o *kanban* de transporte ou movimentação, utilizado para avisar o estágio anterior de que o material pode ser retirado do estoque e transferido para um posto de trabalho e (2) o *kanban* de produção, que sinaliza para o processo produtivo que ele pode começar a produzir um determinado item para que o mesmo seja colocado em estoque.

O cartão *kanban* indica visualmente:

- o que produzir;
- em que momento;
- em que quantidade;
- onde colocar o produzido;
- a seqüência de fabricação;
- a operação anterior/posterior

Uma dos pressupostos fundamentais para o funcionamento do *Just-in-Time* é a de que as matérias-primas e os materiais, quando introduzidos no processo, têm assegurada a sua qualidade de acordo com as especificações técnicas previamente definidas. Sem a observação deste pressuposto, a operação de inspeção indicará anormalidades, quando a matéria-prima ou o material não atenderem as especificações, parando o fluxo e ocasionando perdas.

Com o *Just-in-Time* foram revolucionados os métodos de trabalho tradicionais, aumentando o grau de envolvimento e responsabilidade dos funcionários. É necessário, assim, que os mesmos sejam treinados e motivados para que o sistema funcione adequadamente.

Hay (1992, p. 14) menciona que o envolvimento dos operários é um dos componentes do *Just-in-Time*, sendo “um dos pré-requisitos para a eliminação do desperdício. Cada membro da organização – desde os que ocupam os cargos mais modestos até a alta administração – têm seu papel no esforço de eliminação de desperdício e na solução dos problemas de produção que causam perdas”.

Isto exige uma mudança comportamental por parte de todos os funcionários de uma organização, desde o mais humilde até a alta direção. Neste sentido, Ohno (1997, p. 35) evidencia a necessidade de envolvimento da alta direção ao afirmar que “isso requer aquilo que eu chamo de revolução da consciência, uma mudança de atitude e ponto de vista por parte dos empresários”.

O *Just-in-Time* e a Autonomiação são os dois pilares do STP, conforme afirma Ohno (1997).

### **2.7.2 A Autonomiação**

O estudo comparativo realizado por Ohno entre a indústria textil *Toyoda Spinning and Weaving* e a indústria automobilística *Toyota Motor Company* o levou a questionar

porque na primeira uma funcionária cuidava de vários teares simultaneamente, enquanto que na segunda cada trabalhador cuidava de apenas uma máquina.

A conclusão deste estudo foi a de que os teares estavam preparados para pararem automaticamente quando o processamento estivesse concluído ou quando algo de anormal ocorresse, diferentemente das máquinas da Toyota. A adaptação destas máquinas deu origem à Automação – a automação com um toque humano – que corresponde a instalação de dispositivos de inspeção dotados de “inteligência” ao longo do fluxo de produção, de tal forma que estes interrompam automaticamente a produção ao findar o processamento ou impeçam a produção de produtos defeituosos ao eliminar automaticamente a causa que ocasiona um defeito.

Conforme Ghinato (1996, p. 83), a idéia central da Automação é impedir a geração e propagação de defeitos e eliminar qualquer anormalidade no processamento e fluxo de produção.

A Automação possibilitou desta forma que um funcionário se desvinculasse de sua máquina, passando a controlar um maior número de máquinas simultaneamente. Como afirma Ohno (1997, p. 28), “A Automação também muda o significado da gestão. Não será necessário um operador enquanto a máquina estiver funcionando normalmente. Apenas quando a máquina pára devido a uma situação anormal é que ela recebe atenção humana”.

A evolução histórica da relação entre o homem e a máquina, através da transferência das atividades manuais e mentais (inteligência) do homem para a máquina pode ser dividida em seis estágios conforme Shingo (1996a, p. 104):

- Estágio 1: trabalho manual; o homem utiliza as mãos e ferramentas manuais para dar forma aos produtos, sem auxílio de máquinas;
- Estágio 2: alimentação manual e processamento automatizado; o homem fixa e remove os produtos na máquina, aciona a máquina e alimenta a ferramenta manualmente com o material a ser processado; a máquina executa o processamento;
- Estágio 3: alimentação e processamento automático; o homem fixa e remove os produtos na máquina; aciona a máquina; a máquina executa a alimentação à



ferramenta e o processamento subsequente; a detecção de condições anormais é realizada pelo homem; (também realizada nos estágios 1 e 2);

- Estágio 4: semi-automático: instalação, remoção, alimentação e processamento automático; a máquina executa todas as operações desde a fixação da peça até o processamento automaticamente; o único trabalho executado manualmente é a detecção e correção de condições anormais;
- Estágio 5: pré-automatização; todas as funções, inclusive a detecção de defeitos, são executadas pela máquina; somente a correção dos defeitos é feita manualmente;
- Estágio 6: automação; as operações necessárias para o processamento são completamente automatizadas; a detecção e a correção de condições anormais são executadas pela própria máquina; este é o estágio da “plena automação”.

Utilizando a analogia de um time de beisebol, Ohno (1996, p. 29) faz uma comparação entre o *Just-in-Time* e a Autonomia que, conforme já mencionado, se constituem nos dois pilares do STP. Afirma ele que “a Autonomia corresponde à habilidade e ao talento dos jogadores individuais, ao passo que o *Just-in-Time* é o trabalho da equipe envolvida em atingir um objetivo preestabelecido”.

Desta forma, há uma sinergia entre o *Just-in-Time* e a Autonomia: uma linha de produção é muito mais eficiente ao unir a habilidade individual dos funcionários que trabalham na mesma com o trabalho coletivo de equipe, envolvendo a todos.

### **2.7.3 Controle de Qualidade Zero Defeitos e Dispositivos *Poka-Yoke***

A função mais importante da Autonomia é paralisar a linha de produção assim que alguma anormalidade for identificada, para que ela seja prontamente corrigida, eliminando, desta forma, a ocorrência da fabricação de produtos defeituosos e não permitindo a sua repetição. Ohno *apud* Ghinato (1996, p. 84) afirma que “[...] para nós, parar a linha significa garantir que ela se tornará uma linha mais forte, que não terá que ser paralisada novamente pelo mesmo motivo”.

Para que isto seja possível, o STP criou o conceito de Controle de Qualidade Zero Defeitos (CQZD) que se constitui, conforme Ghinato (1996, p. 91), em “um método racional e científico capaz de eliminar a ocorrência de defeitos através da identificação e controle das causas”.

Apesar de, como explica Antunes (1998, p. 20), no Japão a terminologia zero não ter um significado de nulidade, ao contrário do ocidente, mas sim da busca da perfeição, no CQZD o conceito significa realmente atingir a meta de zero defeitos.

Relata Ghinato (1996, p. 91) que são quatro os pontos fundamentais para a sustentação do CQZD:

1. Realização de inspeção na fonte, buscando prevenir (e não remediar) a ocorrência de defeitos. Desta forma, a inspeção é feita diretamente na origem;
2. substituição da inspeção por amostragem pela inspeção 100%, assegurando que todos os produtos são inspecionados;
3. redução do tempo decorrido entre a constatação de uma anormalidade e a sua correção;
4. reconhecer que os trabalhadores falham, implantando dispositivos a prova de erros na linha de produção que assegurem que a inspeção esteja sendo feita eficientemente.

A total ausência de defeitos é assegurada com a utilização de dispositivos de detecção automática acoplado a uma operação, a prova de erros, denominados *poka-yoke*, em substituição à inspeção humana.

A correção dos erros com estes dispositivos pode ser feita através de dois métodos: o de controle e o da advertência.

Pelo método de controle, quando o *poka-yoke* é ativado, a linha de produção paralisa e o problema é então corrigido. Com a paralisação da linha, o erro não se repete.

Pelo método da advertência, quando o *poka-yoke* é ativado, um sinal sonoro ou luminoso avisa sobre a ocorrência de um problema, para que sejam tomadas as providências de solucioná-lo. Caso elas não sejam tomadas, a linha continua a operar e o erro se repete.

Uma das características destes dispositivos é a de terem baixo custo de implantação. Ghinato (1996, p. 114) constatou que esse custo na utilização de 112 destes dispositivos em 14 empresas japonesas não foi superior a 50 dólares em quase 40% dos casos, sendo esta uma vantagem indiscutível destes dispositivos. Devido a esta condição, as máquinas da *Toyota Motor Company* têm, em média, 12 *poka-yoke* acoplados segundo este mesmo autor (Ghinato, 1996, p. 117).

Apesar da Automação ter possibilitado o desenvolvimento de dispositivos *poka-yoke* para prevenir defeitos, a sua utilização é possível em outros campos da atividade empresarial: por exemplo, conforme Antunes (1998, p. 242), para “projetar máquinas e sistemas dotados de autonomia para detectar problemas associados à segurança dos trabalhadores nos seus locais de trabalho e projetar mecanismos que permitam minimizar/eliminar desperdícios de energia nas Empresas”.

Para a construção dos dispositivos *poka-yoke* duas condições devem ser satisfeitas: é necessário o conhecimento detalhado da operação, para possibilitar uma análise das relações efeito-causa-efeito que ocasionam um problema e é preciso que haja criatividade, no sentido de que sejam construídos dispositivos eficientes e baratos que eliminem definitivamente a(s) causa(s) origem do problema analisado.

#### **2.7.4 Multifuncionalidade e mudança de *layout***

Ao desvincular o homem da máquina, a Automação tornou ultrapassado um dos princípios gerais da Administração Científica desenvolvida por Taylor (1995, p. 61) no início do século: o da Divisão do Trabalho a partir da lógica de que à cada homem deveria ser providenciado uma tarefa individual distinta.

Com a Automação um único operador passou a ter a possibilidade de realizar diversas tarefas simultaneamente, surgindo o conceito da multifuncionalidade.

A multifuncionalidade reduziu a perda por espera do trabalhador, visto que durante a operação de uma máquina, supervisionada por dispositivos *poka-yoke* que sinalizam qualquer ocorrência de anormalidade, ele pode concentrar sua atividade em outra em particular.

Ela propicia, também, o surgimento do *nagara*, que é uma “expressão japonesa que indica a simultaneidade de duas ações” (Shingo 1996a, p. 170). Segundo Ghinato (1996, p. 141), *nagara* é a “execução simultânea de operações secundárias ou selecionadas e a operação principal, utilizando-se os tempos de folga existentes”.

Shingo (1996a, p. 191) denomina a atividade simultânea de operações multimáquinas, caracterizando-as, conforme sua relação com o fluxo de produção, em operações multimáquinas *horizontais* e operações multimáquinas *verticais*.

As operações multimáquinas *horizontais* equivalem às operações multimáquinas propriamente ditas, quando o operador é responsável por uma determinada operação feita simultaneamente em várias máquinas, independentemente do fluxo de produção: neste caso ele opera  $n$  perfuratrizes, produzindo uma determinada quantidade de produtos perfurados.

As operações multimáquinas *verticais* equivalem às operações multiprocessos, quando o operador é responsável por diversas operações realizadas sucessivamente por várias máquinas acompanhando o fluxo de produção: neste caso, o operador acompanha um único produto em processo de produção.

Shingo (1996a, p. 196) afirma haver um aumento de produtividade correspondente a 30-50% nas operações multimáquinas e 50-100% nas operações multiprocessos, quando comparado com o paradigma da Divisão de Trabalho – um homem/um posto/uma tarefa.

Desta forma, com a multifunção e através do treinamento, um operador é qualificado para executar diversas tarefas, aumentando a sua produtividade: enquanto as máquinas sob sua responsabilidade realizam a operação principal (processamento), ele pode

realizar operações auxiliares, como o *setup*, em uma máquina específica, sem interromper o fluxo de produção.

Uma das condições para que isto seja possível, é a mudança do *layout* dos equipamentos e instalações possibilitando ao operador um acesso mais fácil às mesmas.

Uma das perdas identificadas por Shingo, já mencionadas neste capítulo, é a perda nos movimentos dos trabalhadores, sem que estes sejam necessários para a produção. No STP, com a autonomia, pessoas e máquinas estão separados, sendo o fluxo das pessoas, conforme Shingo (1996a, p. 189), inteiramente independente das máquinas e não tendo necessidade de seguir o fluxo do produto.

A mudança do *layout* faz-se então necessária para aproximar as máquinas do operador de maneira que ele se movimente o menos possível. A partir desta idéia surgiram os *layout* em V, L ou U que levam em consideração tanto o fluxo de pessoas como o fluxo dos produtos.

Além de favorecer a multifuncionalidade, a mudança de *layout* tem por objetivo reduzir ou eliminar, ao longo do fluxo de produção, a operação transporte, minimizando desta forma as perdas por transporte.

Como afirma Shingo (1996b, p. 273), “A abordagem de um problema de *layout* é reduzir o transporte a zero”. Neste caso, a terminologia “zero” significa buscar a perfeição e não a nulidade, conforme já citado, uma vez que a eliminação total do transporte em um processo produtivo não é possível.

### **2.7.5 A Troca Rápida de Ferramentas (TRF) e o tempo de *setup***

A importância da técnica desenvolvida no STP conhecida como TRF<sup>7</sup> é evidenciada por Shingo (1996a, p. xiii) no prefácio da edição japonesa de seu livro “O Sistema Toyota de Produção do ponto de vista da Engenharia de Produção”, onde se lê:

---

<sup>7</sup> Denominado originalmente, em inglês, de SMED – *Single-Minute Exchange of Die and Tools*.

“Qualquer um que analise cuidadosamente o STP chegará à seguinte conclusão: a redução dos tempos de *setup*, obtida com a ajuda do sistema TRF é essencial. É por esse motivo que podemos dizer que o sistema TRF é a condição *sine qua non* do STP”.

Na Toyota, devido à variabilidade de itens a serem fabricados, foi necessário encontrar uma maneira de reduzir os tempos de *setup*, no sentido de aumentar a produtividade e permitir o perfeito funcionamento do *Just-in-Time*.

Este estudo levou Shingo (1996a, p. 81) a formular a hipótese de que qualquer tempo de *setup* pudesse ser realizado em tempo não superior a dois dígitos, ou seja, no máximo em nove minutos e cinquenta e nove segundos, dando origem ao conceito de TRF.

A TRF desempenha um papel fundamental em função das vantagens principais que apresenta, em número de quatro, conforme Antunes & Rodrigues (1993) *apud* Antunes (1998, p. 222):

1. a redução dos tempos de preparação possibilita a produção econômica em pequenos lotes. Sendo assim, torna-se possível que as fábricas respondam mais rapidamente às variações da demanda de mercado;
2. a redução dos tempos de preparação, na medida em que permite trabalhar economicamente com pequenos lotes de fabricação, possibilita a redução dos estoques em processo e dos estoques de produtos acabados;
3. através das técnicas associadas ao método da TRF é possível simplificar as preparações, minimizando a possibilidade da existência de erros na regulagem de ferramentas e instrumentos;
4. as técnicas de conversão rápidas podem ser usadas para tornar disponível uma capacidade adicional de máquina. Esta perspectiva é especialmente importante quando a TRF for utilizada tendo como finalidade aumentar a capacidade dos gargalos produtivos.

Shingo (1996b, p. 308) relaciona algumas etapas básicas que conduzem à melhoria do *setup*, indicadas a seguir:

- etapa preliminar: *setups* internos e externos não estão separados. Isto ocasiona com que algumas preparações, externas ao equipamento, e que portanto poderiam ser realizadas sem a paralisação do mesmo, sejam feitas com o equipamento parado;
- primeira etapa: *setup* interno é claramente separado do *setup* externo. Nesta etapa é possível identificar as atividades que podem ser realizadas com o equipamento em operação e quais as atividades que necessitam a parada do equipamento;
- segunda etapa: elementos previamente considerados parte do *setup* interno são convertidos em *setup* externo. Com isto, o tempo de preparação com a paralisação do equipamento torna-se menor;
- terceira etapa: cada operação elementar de *setup* interno e externo é incansavelmente melhorada.

### **2.7.6 A melhoria dos processos pela Engenharia de Valor e Análise de Valor**

Uma das técnicas surgidas na construção do STP para a melhoria dos processos é a Engenharia de Valor, cujo objetivo é a redução dos custos desnecessários durante a fase de execução de projeto de um produto. Shingo (1996a, p. 41) afirma que o primeiro estágio na melhoria de um processo é feito através da seguinte pergunta: “Como este produto pode ser redesenhado para manter a qualidade e, ao mesmo tempo, reduzir os custos de fabricação?”

O segundo estágio de acordo com Shingo advém da pergunta: “Como a fabricação deste produto pode ser melhorada?”

Engenharia de valor é o nome dado à este processo de análise na fase do projeto, correspondendo a 1<sup>a</sup> pergunta, enquanto que Análise de valor é o nome dado ao mesmo processo, porém, após a elaboração do produto, correspondendo a 2<sup>a</sup> pergunta.

Desta forma, todos os itens de um produto que não agreguem valor devem ser eliminados. É o caso, por exemplo, de uma peça que necessite ser fixada em outra através

de parafusos: se ela foi projetada com quatro parafusos de fixação, sendo que apenas três seriam suficientes, a Análise de Valor irá detectar esta possibilidade e a Engenharia de Valor, através de um novo projeto, irá desenvolver uma nova peça, reduzindo o desperdício com material, horas de fabricação, custos de mão-de-obra, etc..

É fundamental que as organizações repensem o “valor” de seu produtos. Com o ciclo de vida dos produtos cada vez mais reduzido, um produto mal projetado corre o risco de não ser aceito pelo mercado devido ao seu custo, muitas vezes elevado em relação à concorrência somente devido a existência de funções secundárias e componentes desnecessários.

Womack (1998, p. 28) considera vital o desafio da redefinição do valor dos produtos, por ser este essencial ao sucesso do pensamento enxuto<sup>8</sup>.

Conforme cita Slack *et al.* (1997) é necessário verificar a relação entre o custo e a função dos componentes de um produto ou serviço:

“Uma análise reveladora de qualquer produto ou serviço pode ser obtida através da verificação de qual parte de seu custo é despendida em funções principais e nas secundárias. Componentes do produto ou serviço que parecem ter uma participação desproporcional no custo total, quando comparada à suas funções, exigiram atenção especial” (Slack *et al.*, 1997, p. 165).

Eliminação de funções desnecessárias, redução de peças e componentes, uso de matéria-prima mais barata, entre outras, são alternativas que a Engenharia de Valor/Análise de Valor se utiliza, sem no entanto diminuir a qualidade do produto.

---

<sup>8</sup> Pensamento enxuto é um das terminologias utilizadas para divulgar os princípios e as técnicas do STP



### 2.7.7 Manutenção Produtiva Total

A Automação, separando o homem da máquina, elimina a ocorrência de problemas ocasionados pelo erro humano. No entanto, além dos problemas manuais existem os problemas relativos às máquinas e equipamentos, tais como falta de manutenção e quebra de componentes, entre outros que, devido a sua gravidade, podem tornar eventuais estoques intermediários insuficientes para a não paralisação da linha de produção.

Face a isto, o STP, buscando a quebra “zero”, modificou a manutenção tradicional, buscando minimizar os efeitos ocasionados pela mesma: ao invés de um grande departamento de manutenção centralizada, a criação de diversos setores ou áreas de manutenção, com o envolvimento de todo o pessoal relacionado com os equipamentos da área, dando resposta mais rápida, como forma de assegurar a continuidade operacional. Este conceito foi definido como Manutenção Produtiva Total (MPT).

Ghinato (1996, p. 145) cita que a MPT “pode ser definida como uma abordagem de parceria entre todas as funções organizacionais, mas particularmente entre a produção e a manutenção, para melhoria contínua da qualidade do produto, eficiência da operação, garantia da capacidade e segurança”.

Os objetivos básicos da MPT, definidos pela *Japan Institute for Plant Maintenance*, conforme Antunes (1998, p. 248) são os seguintes:

- Maximização do rendimento global dos equipamentos;
- Desenvolver um sistema de manutenção produtiva que leve em consideração toda a vida útil do equipamento;
- Envolver todos os departamentos, planejamento, projeto, utilização e manutenção, na implantação da MPT;
- Envolver, ativamente, todos os empregados – desde a alta gerência até os trabalhadores de chão-de-fábrica;
- Tornar a MPT um movimento visando à motivação gerencial, através do desenvolvimento de atividades autônomas de melhorias em pequenos grupos.

A parceria entre o setor de manutenção e o setor de produção, conforme citado por Ghinato anteriormente, possibilita que serviços como lubrificação, limpeza de máquinas, serviços básicos de manutenção elétrica e mecânica possam ser feitos pelos operadores, liberando os mecânicos e eletricitas para serviços de maior complexidade.

Esta parceria ocorre no sentido do gerenciamento por processo: o pessoal de ambos os setores se volta para a eficácia da operação de produção, deixando de se preocupar individualmente com a eficiência de cada setor e eliminando, desta forma, uma área tradicional de atrito em uma organização.

### **2.7.8 Padronização das operações e a operação-padrão**

A partir do instante em que a Qualidade Total se tornou uma preocupação constante nas organizações, a padronização de suas atividades passou a ser considerada um fator determinante para a sua obtenção.

É necessário manter o controle das atividades para que a qualidade seja assegurada. Segundo Campos (1992, p. 22): “Manter sob controle é saber localizar o problema, analisar o processo, *padronizar* e estabelecer itens de controle de tal forma que o problema nunca mais ocorra.”

Assim sendo, a padronização de um processo deve ser estabelecida *após* a realização de melhorias como forma de assegurar que elas serão mantidas, como propõe o *QC Story*, um dos métodos de solução de problemas da Qualidade Total que contém as seguintes fases, vinculadas ao ciclo PDCA da qualidade, conforme Campos (1992, p. 211):

1. Identificação do problema: definir claramente o problema e reconhecer sua importância;
2. Observação: investigar as características específicas do problema com uma visão ampla e sob vários pontos de vista;
3. Análise: descobrir as causas fundamentais;

4. Plano de ação: conceber um plano para bloquear as causas fundamentais;
5. Ação: bloquear as causas fundamentais;
6. Verificação: verificar se o bloqueio foi efetivo;
7. Padronização: prevenir contra o reaparecimento do problema;
8. Conclusão: recapitular todo o processo de solução do problema para trabalho futuro.

Com vistas à padronização, afirma Ohno (1997, p. 40) que na *Toyota Motor Company* foram afixadas “folhas de trabalho padrão” em locais bem visíveis, com informações do STP, desempenhando estas um papel importante no controle visual da empresa.

Ohno (1996, p. 41) afirma que “a folha de trabalho padrão combina eficazmente materiais, operários e máquinas para produzir com eficiência”.

A importância da mesma é evidenciada por Ohno (1997) ao afirmar que:

“Eliminamos o desperdício examinando os recursos disponíveis, reagrupando máquinas, melhorando processos de usinagem, instalando sistemas autônomos, melhorando ferramentas, analisando métodos de transporte e otimizando a quantidade de material disponível para processamento. A alta eficiência da produção também foi mantida pela prevenção de produtos defeituosos, erros operacionais, acidentes e pela incorporação de idéias dos trabalhadores. Tudo isto é possível por causa da imperceptível folha de trabalho padrão.” (Ohno, 1997, p.41)

Com relação ao estabelecimento de operações-padrão, Shingo (1996a) afirma que:

“ Uma verdadeira operação-padrão é executada em um cenário onde as condições de trabalho tenham sido otimizadas através da busca contínua dos objetivos por trás de cada uma das questões abaixo:

- O que – o objeto da produção. Que produto?
- Quem – o sujeito da produção. Que pessoas e que máquinas?
- Como – o método. Como fazer?

- Onde – o espaço. Onde devem ser colocados os itens. Por que método de transporte?
- Quando – em que janela de tempo? Em que momento?” (Shingo, 1996a, p. 179)

Durante a elaboração da padronização é importante a participação de todas as pessoas envolvidas, notadamente os trabalhadores do chão-de-fábrica, de forma a tornar a execução das tarefas a mais fácil e eficiente possível.

A construção do STP foi possível pela agregação do conhecimento, feito através da resolução de problemas existentes; da inovação e da criatividade dos colaboradores; da divulgação do mesmo internamente e pela prática de *benchmarking*, transformando a *Toyota Motor Company* em uma organização de aprendizagem.

## 2.8 Organizações de aprendizagem

A acirrada competitividade atual faz com que a sobrevivência das empresas dependa fundamentalmente do conhecimento que ela detém, tanto de seus processos internos como do ambiente no qual ela se insere e, ainda, de quão preparado ela está para agregar conhecimento com vistas ao futuro. As organizações que se preocupam com o conhecimento são denominadas de organizações de aprendizagem.

Leonard-Barton (1992) afirma que a próxima fronteira da produção é operar empresas como laboratórios de aprendizagem. Um laboratório de aprendizagem é uma organização dedicada à criação, acúmulo e controle do conhecimento.

Numa organização deste tipo, mais importante que os aspectos técnicos, afirma a autora, são as práticas gerenciais, os valores fundamentais que renovam e dão suporte à base do conhecimento e um sistema de gestão voltado para a aprendizagem constante.

Trata-se de um conceito revolucionário na medida em que a criatividade e as habilidades do ser humano passam a ser consideradas como fundamentais para o sucesso das organizações.

Em uma organização de aprendizagem, cita Leonard-Barton (1992), quatro são as atividades consideradas críticas, expressadas pelo seu valor fundamental e apoiadas fortemente em um sistema gerencial compatível em procedimentos e incentivos com este valor. Conforme ela, cada atividade, valor e sistema gerencial funciona como um subsistema internamente consistente, mutuamente alinhado e interrelacionado com os demais que se fundamentam e se apoiam entre si. A Figura 5 correlaciona estes subsistemas que formam os ativos de conhecimento da empresa, resumidos na Tabela 1 e comentados a seguir.

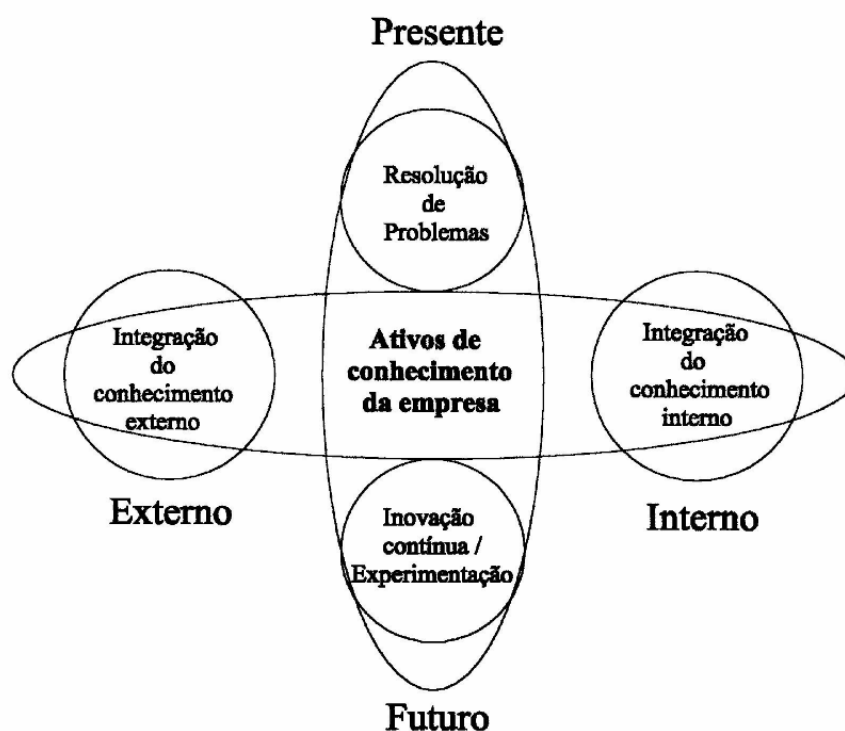


Figura 5. Subsistemas de uma organização de aprendizagem

Fonte: Leonard-Barton, 1992

Tabela 1. Subsistemas de uma organização de aprendizagem

	Subsistema	Atividade	Valor fundamental	Sistema gerencial
Presente	1	Solução de problemas atuais	Igualitarismo	Premiação visível e mensurável
Interno	2	Reconhecer o valor do conhecimento	Conhecimento compartilhado	Fornecer educação e aprendizado contínuo
Futuro	3	Criatividade e experimentação contínua	Assumir os riscos da inovação	Mecanismos para seleção e retenção de funcionários
Externo	4	Rastreamento de novas idéias	Aprender com a experiência dos outros	Fornecer recursos para redes e alianças

### Subsistema um: Resolução de problemas nas operações atuais

*Atividade:* Este subsistema relaciona-se a busca de solução para os problemas existentes na organização, identificados nesta empresa pela busca incessante para a eliminação de perdas no processo de produção, visando ao melhoramento contínuo do mesmo. Para que este objetivo seja atingido em uma organização de aprendizagem é necessário que os seus funcionários apresentem as seguintes características:

- Serem investidos de poder, obtidos através da delegação de autoridade e responsabilidade, para poderem tomar as providências que se fizerem necessárias para a rápida solução dos problemas que ocorrerem;
- Terem uma visão sistêmica da organização, com a eliminação de barreiras entre departamentos e setores, de tal forma a conhecer todo o fluxo de produção, contribuindo, desta maneira, para a solução de problemas não só em seus respectivos departamentos ou setores mas nos demais;
- Serem próativos, prevenindo problemas antes mesmo de que eles ocorram, aumentando desta maneira o desempenho da organização;
- Terem uma cultura voltada para a aprendizagem contínua, buscando constantemente melhorar a resolução dos problemas existentes.

*Valor fundamental:* Para que os funcionários tenham as características anteriormente descritas, o valor fundamental que este subsistema preconiza é o igualitarismo, considerando o respeito ao indivíduo, independentemente de seu nível hierárquico dentro da

organização, observando-se, no entanto, que este respeito não significa falta de disciplina ou igualdade de responsabilidades. Este valor é identificado pelas seguintes atitudes:

- Considerar que todos tem potencial. Apesar de haver diferença de escolaridade entre os cargos e mesmo entre os funcionários de uma mesma função, a experiência de cada um pode contribuir para a solução dos problemas que ocorrem normalmente dentro de uma organização;
- Dar liberdade de expressão para todos a qualquer tempo. Como forma de possibilitar a participação de todos na busca de soluções, permitindo que aflore o potencial acima citado, a liberdade de expressão deve ser estimulada;
- Dar motivação pelo reconhecimento do grupo. Uma vez que todos podem se expressar, o trabalho em equipe multidisciplinar é estimulado e a motivação deve reforçar este fato;
- Não possibilitar a existência de artefatos que diferenciem as pessoas. Se o trabalho em grupo é estimulado, artefatos que gerem diferenciação entre os funcionários, como é o caso de lugares especiais no refeitório da empresa para a diretoria, devem ser evitados.

*Sistema gerencial:* Como suporte das atitudes acima referenciadas, é de fundamental importância que o gerenciamento deste subsistema as recompense de alguma forma visível e mensurável, tais como:

- Recompensar pelas habilidades individuais e não pelos cargos. Considerando que o potencial de cada um é diferente, assim como a experiência vivida (conhecimento tácito), em uma organização de aprendizagem, mesmo que funcionários exerçam a mesma função, a premiação deve ser individual de acordo com a capacidade de cada um;
- Dar participação coletiva nos lucros. Quanto maior for o lucro que uma organização de aprendizagem obtiver, maior deverá ser a participação de seus funcionários no mesmo. Esta é uma das formas de incentivo que ocasiona um sentimento de parceria entre a organização e os seus funcionários, uma vez que quanto maior for o esforço

que os mesmos dedicarem ao atingimento das metas da organização, maior será o seu ganho;

- Participação no patrimônio da organização. Além da remuneração propriamente dita, a premiação através do ganho de ações da organização em função do desempenho individual, além de se constituir em uma forma de incentivo, faz com que os funcionários permaneçam na empresa e, com eles, o seu conhecimento.

#### Subsistema dois: integração do conhecimento interno, através das funções e projetos

*Atividade:* Este subsistema gira em volta do valor do conhecimento. Em uma organização de aprendizagem, cita Leonard-Barton (1992), o gerenciamento deve investir na educação de todos os funcionários, não apenas no lado técnico, com o conhecimento fluindo livremente entre as fronteiras e se mantendo dentro da organização.

*Valor fundamental:* A divulgação do conhecimento interno é o valor fundamental deste subsistema. Uma organização de aprendizagem tem consciência de que o conhecimento deve ser partilhado por todos os funcionários, que desta maneira estarão mais comprometidos com os objetivos da mesma. De uma forma geral, não há segredos entre os participantes de uma organização de aprendizagem.

*Sistema gerencial:* A organização de aprendizado que valoriza o conhecimento deve fornecer os mecanismos para a educação e o aprendizado contínuo, tais como:

- Escolaridade. Condição básica para uma organização de aprendizado é o nível de escolaridade de seus funcionários. A agregação do conhecimento, tanto interno como externo, será tanto maior quanto maior for esta escolaridade;
- *Layout* aberto na organização, com eliminação de divisórias. A eliminação de salas individuais e divisórias em uma organização tende a aproximar as pessoas, fazendo-as interagirem mais freqüentemente entre si e possibilitando a agregação de conhecimento por parte de todos;
- Descentralização horizontal (funções) e vertical (hierarquia). A descentralização horizontal através da multifuncionalidade é encorajada em uma organização de aprendizagem como forma de torná-la mais flexível. A redução de níveis



hierárquicos possibilita que a informação (ou conhecimento) flua mais fácil e rapidamente entre os mesmos, facilitando o relacionamento entre os funcionários da organização;

- Estímulo ao encontro de funcionários. A integração do conhecimento interno em uma organização de aprendizagem só é possível caso a convivência entre os funcionários seja estimulada;
- Divulgação de melhorias realizadas. A realização de melhorias dentro de uma organização de aprendizagem deve ser de conhecimento de todos os funcionários, como forma de agregação de conhecimento;
- *Workshops*, *CCQ's*, apresentação de relatórios de visitas, feiras, etc.. Em uma organização de aprendizado, qualquer conhecimento adquirido por um determinado setor deve ser, de acordo com o subsistema em análise, divulgado aos demais.

#### Subsistema três: desafiando o estado atual

*Atividade:* Este subsistema está relacionado com a experimentação contínua e a criatividade. Para estimular estas características em seus funcionários uma organização de aprendizagem deve assim proceder:

- Criar programa de incentivo à experimentação. Através da dotação de um percentual sobre o seu faturamento anual, uma organização de aprendizagem reserva um valor destinado ao desenvolvimento de novos produtos, processos e serviços;
- Criar programas de difusão interna de experimentos. Com programas internos de estímulo à criatividade, uma organização de aprendizagem busca fazer com que seus funcionários contribuam para melhorar os resultados da mesma, através da implementação de melhorias;
- Implantar um banco de idéias. A finalidade é incentivar aos funcionários para que façam sugestões dentro da organização, mesmo que elas não estejam diretamente relacionadas com o seu setor. Esta participação faz com que dentro de uma organização de aprendizagem todos se sintam comprometidos com os resultados da

mesma, e não apenas com o do seu local de trabalho, estimulando a visão sistêmica de toda a organização.

*Valor fundamental:* Neste subsistema a aceitação de forma ampla e positiva dos riscos para a inovação se constitui no seu valor fundamental.

*Sistema gerencial:* A organização de aprendizagem que estimula a inovação e a criatividade deve estabelecer mecanismos de incentivo para a seleção e retenção dos funcionários certos, tais como:

- Política de remuneração adicional por práticas inovadoras. Através da distribuição de cotas de participação para todos. Esta política tem como finalidade premiar – através do reconhecimento – e estimular para que a prática da criatividade e inovação sejam permanentes entre os funcionários de uma organização de aprendizagem. Visa, também, retê-los na organização;
- Política de contratação priorizando o potencial criativo e a capacidade de propagar o conhecimento. Considerando que a inovação e a criatividade são importantes em uma organização de aprendizagem, a contratação de novos funcionários deve ser direcionada no sentido de selecionar candidatos com este potencial;
- Clima organizacional. Em uma organização de aprendizagem a retenção de seus funcionários é importante como forma de assegurar que o conhecimento agregado permaneça dentro da organização. Para tanto, além da remuneração compatível com o mercado e os benefícios recebidos, os funcionários devem ser tratados com consideração e respeito.

#### Subsistema quatro: criando uma organização de pesquisa virtual

*Atividade:* Este subsistema tem por objetivo criar uma organização de pesquisa com o constante rastreamento de novas técnicas, visando a integração do conhecimento externo, assegurando o acesso às informações mais recentes, incorporadas nas melhores cabeças e nos melhores equipamentos disponíveis, através dos seguintes fatores:

- Tecnológico. Com vistas a obter a melhoria de seus processos, produtos e serviços, através da prática de *benchmarking*, visitas técnicas, convênios e estágios com universidades, palestras, seminários e treinamentos;
- Legal. Os aspectos legais relacionados com as áreas de atuação de uma organização de aprendizado devem estar sempre atualizados, com o conhecimento das novas alterações na legislação vigente, através de consultoria jurídica, participação de palestras e seminários e acesso à publicações especializadas;
- Econômico. Uma organização de aprendizagem deve ter conhecimento das tendências do mercado, lançamentos de produtos pela concorrência e situação econômica dos países nas quais ela está estabelecida, através da análise de indicadores econômicos, consultorias externas, pesquisa de mercado e palestras.

*Valor fundamental:* A abertura ao conhecimento externo em uma organização de aprendizagem faz com que a mesma aprenda com a experiência dos outros. O conhecimento é valorizado pela sua utilidade dentro da organização, independentemente de sua origem. O constante aprendizado é uma ferramenta chave para a agregação do conhecimento.

*Sistema gerencial:* A busca do conhecimento externo exige da organização de aprendizagem a disponibilidade de recursos para viagens de aprimoramento e para a participação de cursos externos, entre outras formas de agregação deste conhecimento.

O método de Leonard-Barton preconiza que todos os quatro subsistemas sejam totalmente integrados, facultando desta forma a agregação do conhecimento por todos os funcionários da organização de aprendizagem. A citação inicial de que estas organizações são “laboratórios de aprendizagem” é bem apropriada.

## **CAPÍTULO 3**

### **3 CARACTERÍSTICAS GERAIS DAS MINAS DE FLUORITA DO ESTADO DE SANTA CATARINA**

Neste capítulo são apresentadas as características específicas das minas de fluorita, a partir do histórico da mineração deste bem mineral no país, passando pela gênese de suas jazidas, seu método de lavra e beneficiamento mineral e análise de seu mercado. É apresentado, também, a estrutura organizacional da Mineração Floral Ltda.

#### **3.1 Histórico**

A fluorita ou fluoreto de cálcio, cuja fórmula química é  $\text{CaF}_2$ , é um mineral composto, quando puro, de 51,1% a 51,3% de cálcio e 48,7% a 48,9% de flúor, sendo por isto a maior fonte comercial deste elemento químico.

Segundo Bevilacqua (1973, p. 1), a fluorita já era conhecida pelos povos antigos – gregos, romanos, chineses e índios americanos – que a utilizavam na forma de adornos e como placas ornamentais, mas a sua utilização para auxiliar na fusão de metais ferrosos teve início por volta de 1500.

A mineração de fluorita, cita Bevilacqua (1973), teve seu ponto de partida na Inglaterra em 1779 e nos Estados Unidos por volta de 1820 a 1840. A produção deste minério teve um desenvolvimento de vulto somente no final do século passado e início do

século XX, quando houve um grande avanço na industrialização do aço. Com isso, vários setores da indústria passaram a utilizar compostos de flúor ocorrendo, entre 1920 e 1942, grandes avanços nos processos de flotação<sup>9</sup> para a separação e concentração de minério de baixo teor.

A fluorita é conhecida no Brasil desde 1911, ganhando importância após a descoberta de algumas ocorrências minerais nos estados da Bahia e Minas Gerais. Neste último, em 1941 na cidade de Januária, ocorreu a primeira produção regular de fluorita, encontrada como ganga<sup>10</sup> na obtenção do zinco.

No início da década de 40 foram encontradas novas jazidas nos estados da Paraíba, Rio Grande do Norte, Ceará e Paraná.

Outra data importante é o ano de 1953, quando foi descoberto fluorita na Serra do Ramalho, estado da Bahia e na localidade de Bom Jesus, município de Armazém, estado de Santa Catarina.

Mais tarde, no início dos anos 60, aconteceu a que seria a maior e mais importante descoberta de fluorita no Brasil. No sudeste catarinense, em Linha Torrens, município de Morro da Fumaça, foi identificada mineralização de fluorita.

A partir desta data, coincidindo com a necessidade deste minério para as indústrias metalúrgicas, houve a corrida em busca de novas jazidas na região, que se transformou no pólo produtor de fluorita do país. 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 6, 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.

---

<sup>9</sup> Processo físico-químico de beneficiamento mineral

<sup>10</sup> Porção não aproveitável da massa mineral

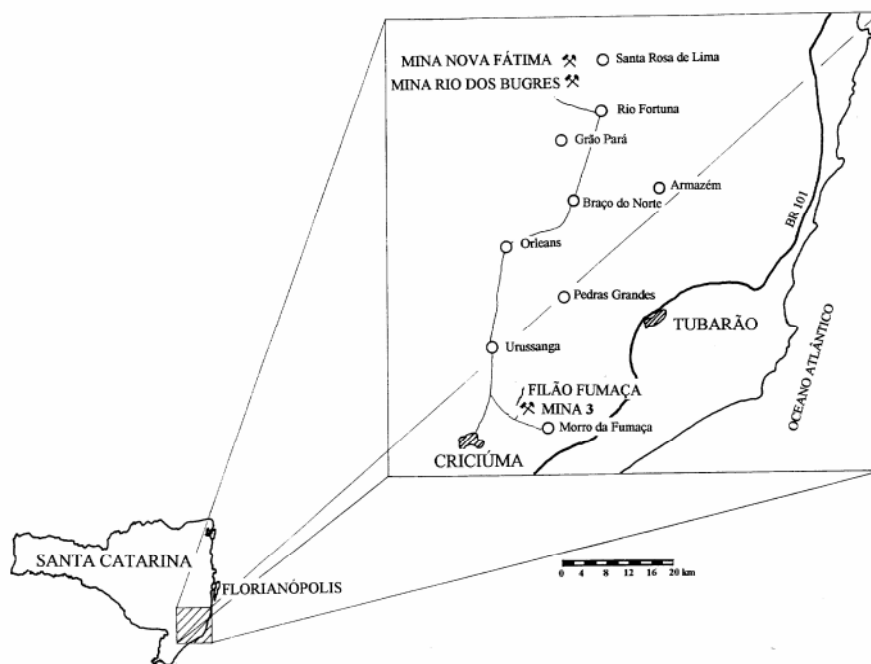


Figura 6. Distrito fluorítico do Estado de Santa Catarina

### 3.2 Gênese da jazida

A geologia é constituída de granitos, com tonalidades que variam de acordo com a composição mineralógica, recortados por diques<sup>11</sup> de rochas ácidas denominadas de riolito. Sobre estes granitos e riolitos foram depositados os sedimentos da Bacia do Paraná, caracterizados por arenitos, siltitos e folhelhos. Toda a seqüência está coberta por basaltos e recortada por diques de diabásio. Os filões<sup>12</sup> de fluorita cortam todas as litologias acima, encaixam-se preferencialmente nos granitos e estreitam-se ao penetrarem as rochas sedimentares e os basaltos.

As mineralizações de fluorita do Estado de Santa Catarina ocorrem na forma de filões formados pelo preenchimento de falhas preexistentes reativadas durante o período Juro-Cretáceo (120 a 80 milhões de anos), geralmente inclinados e com possança<sup>13</sup> e comprimento variáveis.

<sup>11</sup> Massa rochosa de forma tabular discordante, preenchendo uma fenda aberta em outra rocha

<sup>12</sup> Massa mineral tabuliforme que preenche as fendas de uma rocha encaixante

<sup>13</sup> Terminologia utilizada para indicar a largura de um filão

Os filões de fluorita estão encaixados em granitos e são caracterizados por uma variação de tonalidade que vai desde o verde escuro, nas laterais, passando para verde claro, roxo, amarelo e incolor até o centro. Esta variação de cores é determinada pela composição química e temperatura do fluido mineralizante, cuja origem é hidrotermal.<sup>14</sup>

### 3.3 Estrutura organizacional

Este trabalho é restrito à mineração de fluorita no Estado de Santa Catarina, feito pela Mineração Floral Ltda., empresa pertencente ao Grupo Votorantim que, a partir do primeiro semestre de 1999, é a única empresa de porte a produzir fluorita no território nacional.

No ramo industrial da mineração, esta empresa é considerada de pequeno porte, com uma produção anual em torno de 85.000 toneladas de minério bruto, e com um efetivo de 150 pessoas, distribuídas em departamentos conforme a Figura 7.

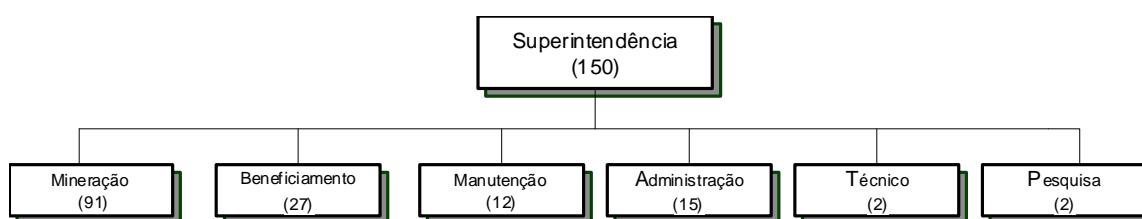


Figura 7. Organograma funcional

<sup>14</sup> Originado pelas soluções aquecidas ascendentes, provenientes do interior da crosta terrestre

### 3.3.1 Processos internos

A análise do organograma funcional permite distribuir os processos existentes na empresa em um Diagrama de Afinidades de acordo com a classificação de Hronec (1994, p. 102, 104), já comentada no item 2.3 e demonstrado na Figura 8.

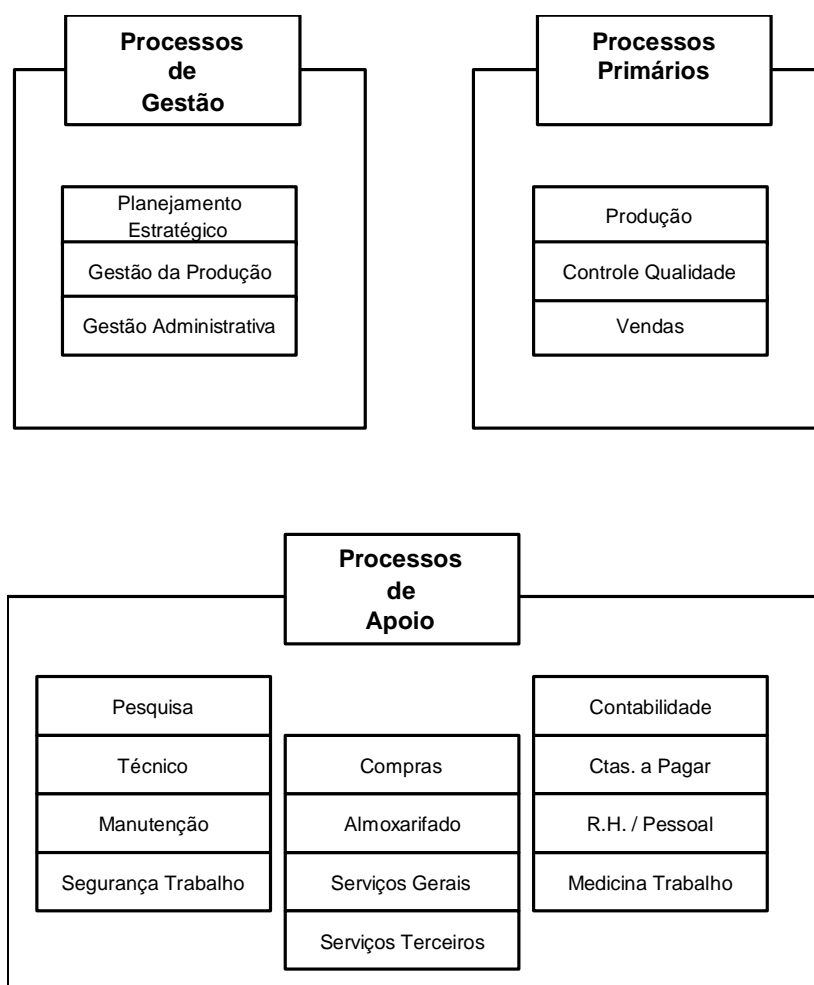


Figura 8. Diagrama de afinidade de processos

Entre os processos primários, o processo de produção é definido como crítico, devendo-se atuar sobre o mesmo prioritariamente para assegurar a sobrevivência da empresa. Por esta razão, este trabalho é restrito à implementação do STP no processo de produção.



### 3.4 Método de mineração

A indústria de extração mineral é uma atividade em desenvolvimento constante, que utiliza equipamentos que podem ser desde artesanais – no caso de garimpos – até equipamentos de última geração, que acompanham o desenvolvimento tecnológico.

Os métodos de lavra, por outro lado, são função principalmente das características de gênese da jazida e de seu minério, sendo de domínio público e constando detalhadamente da bibliografia universal especializada.

Considerando que as jazidas minerais podem ser a céu aberto ou subterrâneas, estes métodos diferenciam-se entre si, mas, sob determinadas condições de jazimento, eles são considerados clássicos por não apresentarem grande variabilidade.

As mineralizações de fluorita no Estado de Santa Catarina ocorrem em jazidas subterrâneas. A sua exploração é feita de acordo com o método de lavra denominado *shrinkage stoping*.

#### 3.4.1 *Shrinkage Stopping*: o método de lavra

O acesso ao corpo de minério é feito através de um poço vertical utilizado para transporte de pessoal e equipamentos bem como para escoamento de minério para a superfície.

A cada cinquenta (50) metros de profundidade são desenvolvidas galerias horizontais que acompanham a direção do filão de fluorita. Estas galerias constituem-se nos níveis de exploração, nas quais ocorre o trânsito de pessoal e dos comboios de escoamento de minério e onde estão instaladas as redes de ar comprimido, água e energia elétrica. Elas são utilizadas, também, para a circulação da ventilação no subsolo. A Figura 9 mostra esquematicamente, em seção vertical, o desenvolvimento de uma mina que utiliza este método de lavra.

Após o desenvolvimento da galeria horizontal, a cada oitenta (80) metros, é preparado um bloco de lavra que se constitui em uma unidade de desmonte<sup>15</sup> de minério, individualizado por duas chaminés<sup>16</sup>.

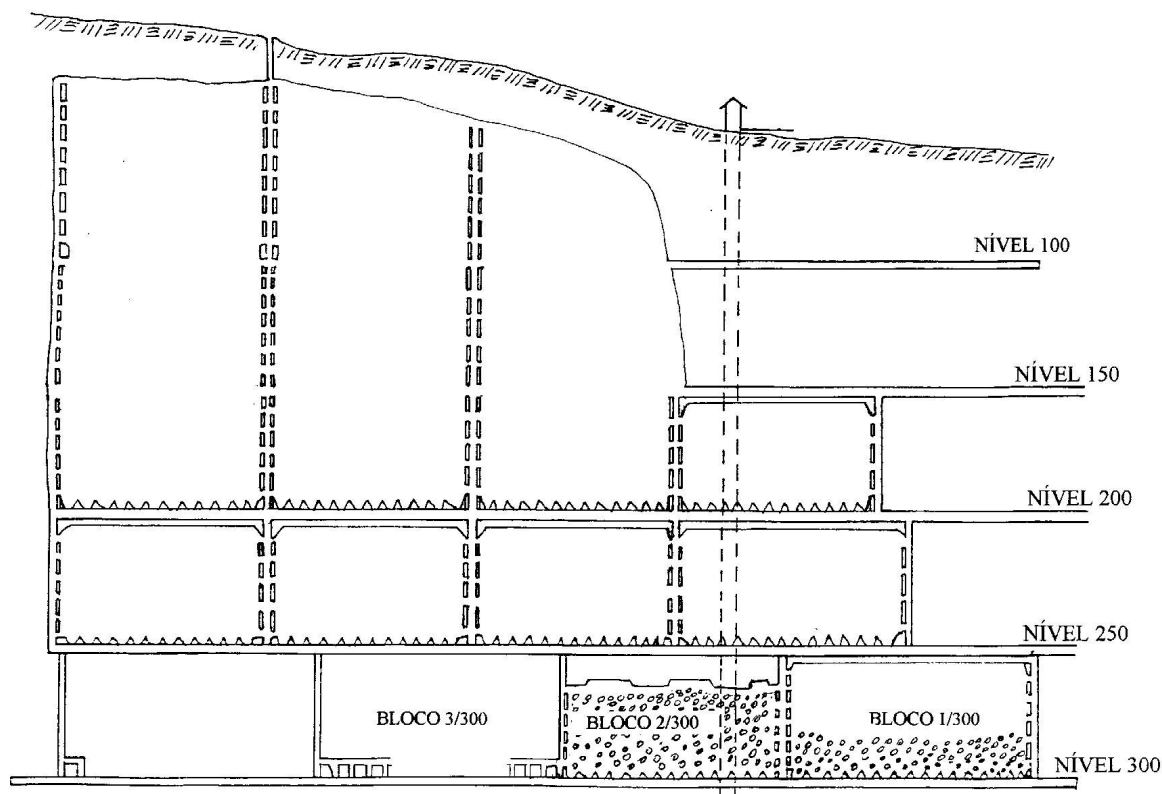


Figura 9. Corte longitudinal de uma mina de fluorita

Na Figura 10 está representado em detalhe um bloco de lavra. No nível em atividade, entre as chaminés, é feita uma abertura a cada seis (6) metros denominada de chute, na qual é instalado um dispositivo metálico com comporta, destinado a controlar o escoamento do minério desmontado do bloco para enchimento das vagonetas do comboio.

O desmonte do minério é feito de maneira ascendente entre os dois níveis que delimitam o bloco. Com a detonação ocorre o empolamento<sup>17</sup> do minério em 30,0%, sendo este volume retirado do bloco e escoado para a superfície.

<sup>15</sup> Operação de fragmentação do minério *in situ*

<sup>16</sup> Ligação vertical entre dois níveis distintos, destinada a circulação de pessoal, material e a ventilação

<sup>17</sup> Aumento de volume originado pela fragmentação do minério detonado

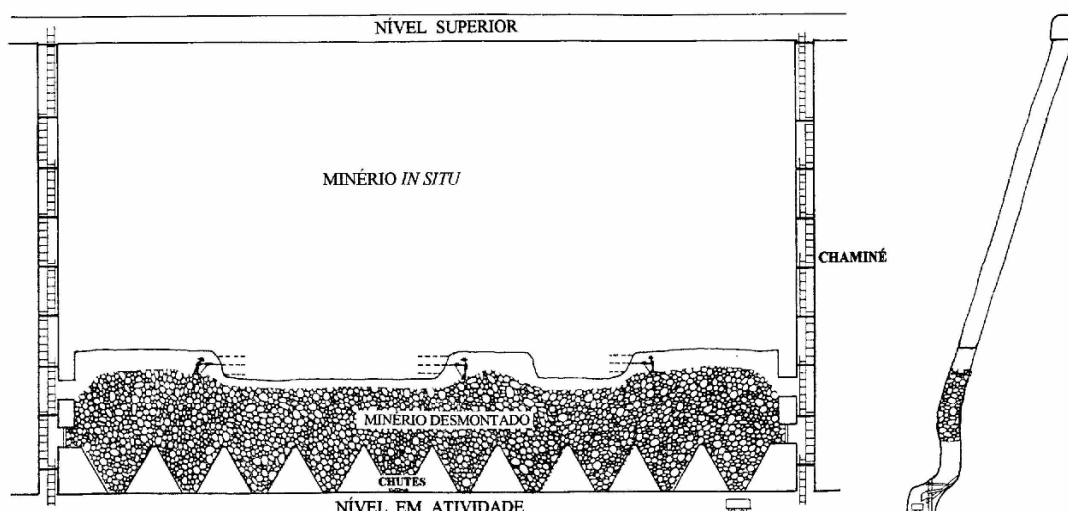


Figura 10. Bloco de lavra

O espaço vazio criado em função do escoamento desse empolamento é utilizado para circulação do pessoal. O volume restante do minério desmontado, que permanece armazenado no interior do bloco, serve de piso para que os mineiros possam dar continuidade aos trabalhos de furação, carregamento de explosivos e detonação, repetindo-se o ciclo de operações sucessivamente.

Ao se aproximar do nível superior, o desmonte de minério é finalizado, mantendo-se um pilar de minério *in situ* entre a face do desmonte e o nível superior com cerca de dois (2) metros de espessura. Este minério forma o piso do nível de exploração superior e delimita o bloco de lavra em desmonte na sua parte superior.

Ao concluir o desmonte de minério no bloco de lavra, ou seja, do minério existente entre as duas chaminés e entre o pilar do nível em atividade e o pilar superior, o minério estocado no mesmo, correspondendo a 70,0% do volume do minério *in situ*, fica disponível para produção e escoamento para a superfície uma vez que não há mais necessidade de mantê-lo como piso para circulação de pessoal.

A produção é composta pelo escoamento do minério proveniente do empolamento dos blocos de lavra em desmonte e pelo escoamento do minério proveniente dos blocos de lavra disponíveis, acrescida do minério resultante do avançamento das galerias que deve ser escoado imediatamente após cada detonação para possibilitar o desenvolvimento das mesmas.

Do ponto de vista da Engenharia de Produção, ao considerarmos o *Just-in-Time*, surgido durante a construção do STP, devemos produzir somente o necessário, nas quantidades necessárias e nos prazos necessários, eliminando-se todas as formas de estoques, sejam eles de produtos em fabricação, sejam eles de produtos acabados.

A adaptação da atividade de mineração acima descrita ao *Just-in-Time* não é total pela necessidade de se manter em estoque, no subsolo, 70,0% do minério desmontado nos blocos de lavra, pela própria característica do método de lavra *shrinkage stopping*.

Dessa forma, a questão a desenvolver é: É possível modificar o método de lavra em minas filoneanas de fluorita, de tal forma a minimizar, ou mesmo eliminar, a necessidade de estoques de minério desmontado em subsolo?

O escoamento de minério do subsolo, feito horizontalmente por comboios tracionados por locomotiva a diesel nos níveis de extração e verticalmente por um guincho no poço de extração, deve ser tanto quanto possível sincronizado para minimizar perdas.

Uma das técnicas desenvolvidas na criação do *Just-in-Time* para controlar a produção e a movimentação de materiais durante o processo de produção é o cartão *kanban*. Assim, outra questão a considerar é a viabilidade de sua utilização para sincronizar o escoamento de minério no subsolo, eliminando as perdas por espera existentes nesta operação.

O STP busca a eliminação de todos os tipos de perdas que ocorrem no fenômeno da produção. A sua aplicação na mineração de fluorita conduz, necessariamente, à busca das mesmas em todas as atividades de subsolo acima descritas.

Uma das principais características observadas na indústria de mineração de fluorita é a variabilidade da matéria-prima – o minério bruto – em função da gênese da jazida mineral.

Esta variabilidade ocasiona mudanças frequentes nas características geológicas do minério em exploração bem como nas condições de lavra e beneficiamento mineral, não assegurando, dessa forma, a qualidade da matéria-prima.

Assim, durante o desenvolvimento das galerias de subsolo e dos blocos de lavra ocorre a alteração das condições físico-químicas do filão, representada pela variação dos teores do minério de fluorita: o filão passa de uma condição favorável, com grande possança e alto teor, para uma condição desfavorável de ausência de minério e vice-versa, em poucos metros. Esta alteração ocorre tanto horizontal como verticalmente.

Devido ao planejamento da lavra, esta alteração não pode ser desconsiderada. Há a necessidade de se desenvolver galerias em trechos de ausência ou baixo teor de minério no filão para se atingir trechos mais favoráveis indicados pela pesquisa mineral feita através de furos de sonda.

Nas figuras 11 e 12 observa-se a variabilidade do filão. Na primeira, numa condição favorável, o filão apresenta uma possança de 4,5 metros, fazendo com que a galeria em desenvolvimento seja larga para abranger todo o minério, havendo pouca produção de material estéril. Na segunda, numa condição inversa, o filão está reduzido a poucos centímetros, ocasionando a produção de material estéril pela exigência mínima de uma largura de 2,20 metros da galeria em desenvolvimento para circulação de pessoal e comboios de vagonetas.



Figura 11. Filão na galeria N150/S: 4,50 metros

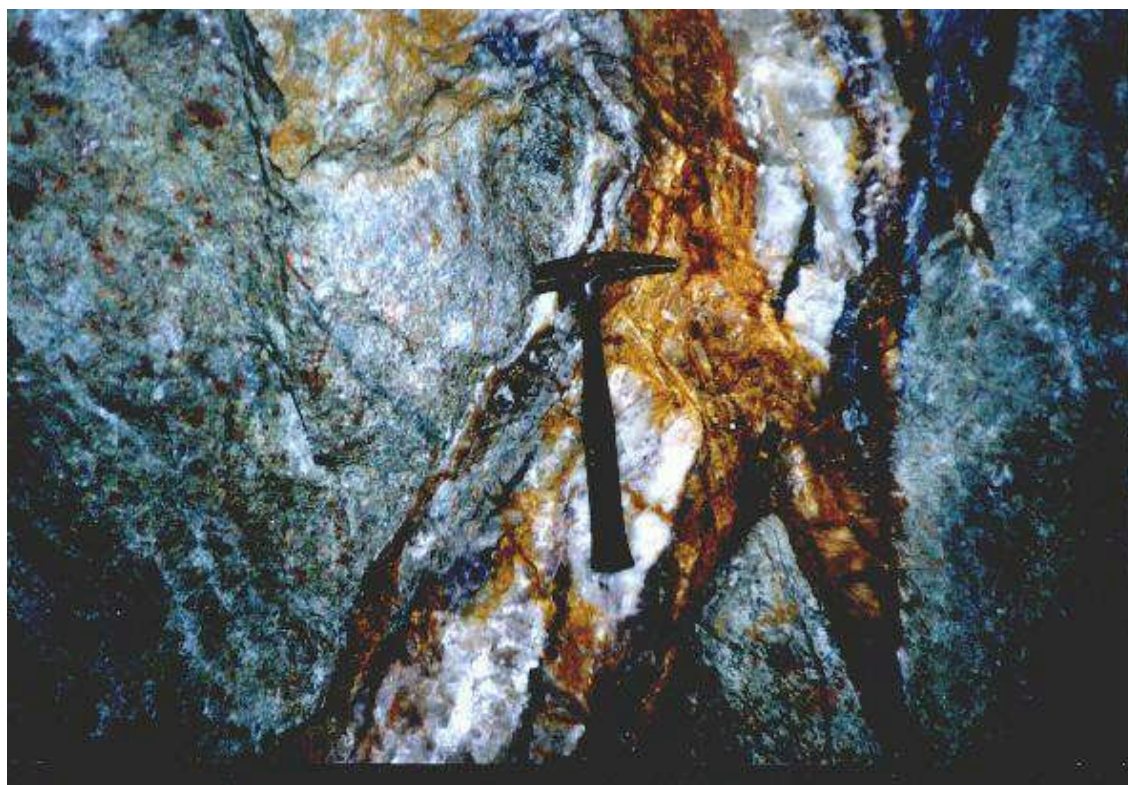


Figura 12. Filão na galeria N300S: 25 centímetros



### 3.5 Método de beneficiamento mineral

Assim como os métodos de lavra, os métodos de beneficiamento mineral são consagrados para cada tipo de minério, com tecnologia bem conhecida, constando, também, da bibliografia especializada.

O beneficiamento do minério de fluorita é feito pela redução, classificação granulométrica e lavagem, seguido pela separação densimétrica através do processo de meio denso e concluído com a separação físico-química pelo processo de flotação e posterior secagem. Na Figura 13 está representado o fluxograma geral do beneficiamento mineral realizado na mineração de fluorita no Estado de Santa Catarina. Os teores indicados correspondem aos valores médios obtidos durante o ano de 1998.

#### 3.5.1 Preparação de minério

A etapa inicial do processo de beneficiamento mineral, executada nas instalações de preparação, consiste na britagem, classificação e lavagem do minério bruto oriundo do subsolo e transportado para as proximidades dessas instalações. O objetivo desta etapa é a redução e classificação granulométrica do minério e a eliminação de lamas<sup>18</sup> estéreis.

A alimentação dessas instalações é feita após o *blending*<sup>19</sup> do minério bruto proveniente das frentes de lavra. Este processo é necessário devido à variabilidade existente entre as jazidas que apresentam diferentes características físico-químicas tais como teor de  $\text{CaF}_2$ , granulometria e dureza<sup>20</sup>.

---

<sup>18</sup> Partículas com granulometria inferior a 20 micra

<sup>19</sup> Atividade de misturar os diferentes tipos de minério

<sup>20</sup> Resistência à fragmentação em função do teor de sílica. Quanto maior este teor, maior a dureza do minério

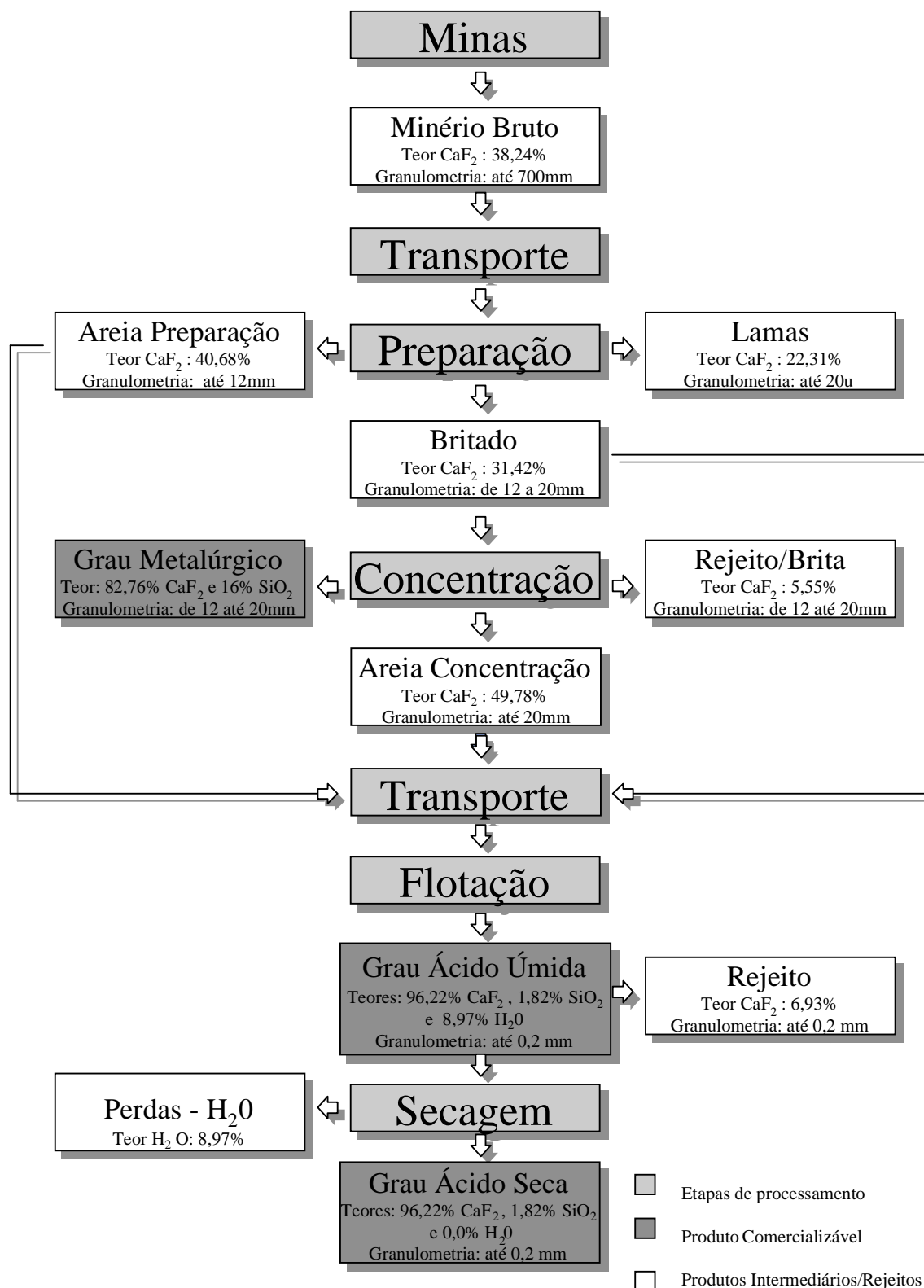


Figura 13. Fluxograma geral do beneficiamento mineral (valores médios 1998)



Os produtos obtidos nesta etapa são os seguintes:

- *Minério britado*, com granulometria entre 12 e 20 mm e teor médio variando entre 27,71% e 36,90% de  $\text{CaF}_2$  (1998), em função da variabilidade do teor do minério bruto produzido. Esta fração se destina à alimentação das instalações de concentração e, eventualmente, à alimentação das instalações de flotação;
- *Areia de preparação*, com granulometria entre 20 micra e 12 mm e teor médio variando entre 35,23% e 47,02% de  $\text{CaF}_2$  (1998), também em função da variabilidade do teor do minério bruto produzido. A totalidade desta fração é destinada às instalações de flotação;
- *Lamas*, na granulometria inferior a 20 micra, corresponde as partículas com teor médio variando entre 17,72% e 27,50% de  $\text{CaF}_2$  (1998), não possíveis de coletar.

### 3.5.2 Concentração de minério

A etapa subsequente do beneficiamento mineral é a separação densimétrica realizada nas instalações de concentração. O processo utilizado, denominado meio denso, tem por objetivo o enriquecimento do minério de alimentação dessas instalações com o aumento do teor de  $\text{CaF}_2$ .

O processo de separação densimétrica utiliza uma polpa<sup>21</sup> de ferro-silício com densidade *superior* a dos minerais estéreis encontrados no minério bruto (feldspato, micas, quartzo, etc.) e *inferior* a da fluorita. O minério britado, ao fluir por um equipamento que contenha esta polpa, é separado de acordo com sua densidade.

O equipamento utilizado nas instalações de concentração contém dois estágios, os quais separam o minério passante em três frações, sendo por isto denominado de Tri-Flo.

O minério britado atravessa este equipamento em sentido descendente, enquanto que em sentido inverso, injetada tangencialmente e sob pressão, circula a polpa de ferro-

---

<sup>21</sup> Mistura de água e sólido

silício. Pela composição de forças resultantes no interior do equipamento é formado um fluxo de polpa e minério cuja característica é a de ser mais denso na periferia – e portanto conter uma maior quantidade de fluorita – e menos denso no núcleo – onde se concentram os minerais estéreis. O fluxo periférico é ascendente enquanto que o fluxo do núcleo é descendente.

Em um primeiro estágio do equipamento é separado a fração mais densa, enquanto que em um segundo estágio é separado a fração de densidade intermediária. A fração de menor densidade, não separada, flui através do equipamento até a sua extremidade inferior e se constitui no rejeito do equipamento.

Como resultado deste processo, os produtos obtidos, todos na granulometria de 12 a 20 mm, são os seguintes:

- *Fluorita grau metalúrgico*, com teor médio variando entre 81,00% e 84,21% de  $\text{CaF}_2$  (1998). Esta fração é comercializável;
- *Areia de concentração*, correspondendo à fração intermediária e contendo um teor médio entre 41,52% e 61,90% de  $\text{CaF}_2$  (1998). Esta fração é destinada às instalações de flotação;
- *Rejeito/brita*, correspondendo à fração mais leve, com teor médio entre 4,39% e 7,48% de  $\text{CaF}_2$  (1998), se constitui no rejeito desta etapa do processo de beneficiamento. Devido à sua granulometria, o mesmo é comercializado como brita para revestimento de pátios e leito de drenagem.

### **3.5.3 Flotação de minério**

A etapa final do beneficiamento mineral propriamente dito é realizada nas instalações de flotação. A alimentação destas instalações é composta de *Areia de preparação* e *Areia de concentração* obtida na etapa anterior e, eventualmente, *Minério britado* obtidos na etapa inicial.

Estas instalações distam cerca de 1,5 km das instalações de preparação e concentração, sendo estes produtos transportados por caminhões. Antes de serem processados, estes produtos são homogeneizados.

Uma das perdas indicadas no STP – a perda por transporte – só aumenta os custos de produção sem agregar nenhum valor ao produto. A melhoria do *layout* permite eliminar ou, pelo menos, reduzir este tipo de perda. Assim, outra questão que se impõe é: Em função da localização imutável das reservas e, conseqüentemente das minas, como administrar a perda por transporte?

O processo de flotação é basicamente composto de uma polpa de minério finamente moído através da qual circula uma corrente de ar ascendente. A separação das partículas minerais é feita utilizando-se as características superficiais das mesmas, previamente condicionadas por reagentes adicionados à polpa de minério.

O processo de separação utiliza-se da interface ar/água. Algumas partículas minerais, em função do condicionamento dos reagentes, apresentam uma superfície hidrofílica, sendo portanto aderentes à água e precipitando-se nas células (partículas estéreis) enquanto que outras apresentam uma superfície hidrofóbica, repelindo a água e sendo arrastadas pelas bolhas de ar para a superfície através da aeração ocasionada por uma corrente ascendente de ar (partículas de fluorita). Estas partículas são coletadas na superfície.

Didaticamente, tudo acontece como se as partículas de fluorita, não se molhando, são arrastadas para a superfície pelas bolhas de ar enquanto que as partículas estéreis, ao se molharem, são carregadas pela água para o fundo das células de flotação.

Além dos coletores utiliza-se no processo de flotação outros reagentes como espumantes para aumentar a quantidade de bolhas de ar na polpa de minério, depressores para realizar o efeito inverso dos coletores deprimindo partículas de minerais estéreis e reguladores de pH da polpa.

Os produtos obtidos nesta etapa são:

- *Fluorita grau ácido úmida*, correspondendo ao concentrado de fluorita, na granulometria 40,0% menor do que 325 mesh<sup>22</sup>, com teor entre 95,83% e 96,44% de CaF<sub>2</sub> e máximo de 2,07% de SiO<sub>2</sub> (1998). A umidade deste produto situa-se em torno de 9,0%. É o principal produto comercializável na mineração de fluorita.
- *Rejeito*, com teor médio entre 4,30% e 9,68% de CaF<sub>2</sub> (1998) e na mesma granulometria da fluorita grau ácido úmida. Esta fração é bombeada para uma barragem de deposição de rejeitos.

### 3.5.4 Secagem

Algumas indústrias utilizam a fluorita grau ácido como matéria-prima em seus processos, porém sem umidade.

Dessa forma, a fluorita grau ácido úmida produzida na etapa anterior é secada em um forno rotativo e posteriormente embalada. As características físico-químicas da fluorita grau ácido seca são as mesmas da fluorita grau ácido úmida, sem no entanto conter umidade.

## 3.6 A influência da variabilidade no rendimento em CaF<sub>2</sub>

A variabilidade existente nas frentes de lavra, analisada anteriormente e representada pelos teores de CaF<sub>2</sub> do minério bruto produzido e dos produtos intermediários e finais do processo de beneficiamento mineral, pode ser avaliada através da recuperação em contido de CaF<sub>2</sub> obtido após este processo. Na Tabela 2 são apresentados os valores médios obtidos nos últimos três anos.

---

<sup>22</sup> Unidade de medida em peneiras correspondendo a quantidade de fios por polegada quadrada

Tabela 2. Variabilidade anual do teor de CaF<sub>2</sub> (%)

Setor	Material	1996	1997	1998
Preparação	Alimentação Minério Bruto	43,88	36,80	38,24
	Minério Britado	47,40	32,13	31,43
	Areia Preparação	43,12	38,93	40,68
	Lamas	16,49	17,51	22,31
	Recuperação em contido	95,96	97,88	97,99
Concentração	Alimentação	43,46	32,13	31,42
	Fluorita Grau Metalúrgico	85,10	82,62	82,76
	Areia Concentração	41,40	38,35	49,78
	Rejeito/brita	6,18	5,42	5,55
	Recuperação em contido	96,50	91,27	90,19
Flotação	Alimentação	45,06	38,90	41,17
	Fluorita Grau Ácido	96,35	95,93	96,22
	Rejeito	8,50	5,77	6,93
	Recuperação em contido	87,60	90,62	89,62

Na Tabela 3 a variabilidade existente no processo mineral fica mais evidente, caracterizando a influência que as condições do filão em exploração tem no resultado final do mesmo, relacionada diretamente com os resultados da empresa.

Analisando-se comparativamente os meses de fevereiro e novembro, que correspondem aos meses nos quais os teores do minério bruto produzido registraram os valores de 33,68% (mínimo) e 43,20% (máximo) de CaF<sub>2</sub>, a influência da variabilidade da jazida fica bem evidenciada:

Tabela 3. Variabilidade mensal do teor de CaF<sub>2</sub> (%) em 1998

Setor	Material	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Preparação	Alimentação Minério Bruto	39,66	33,68	36,75	35,19	35,43	34,37	39,02	37,73	38,83	43,71	43,20	40,52
	Minério Britado	36,90	28,68	31,75	35,03	31,48	27,71	34,67	31,23	33,32	29,98	28,46	31,57
	Areia Preparação	41,05	35,23	39,15	36,14	37,06	40,00	40,90	38,77	40,81	45,79	47,02	44,77
	Lamas	22,93	18,77	19,40	17,72	21,92	25,79	22,14	24,85	20,88	21,74	27,50	23,00
	Recuperação em contido	97,21	98,33	98,41	97,99	97,83	96,63	98,30	97,69	98,39	98,51	98,09	98,32
Concentração	Fluorita Grau Metalúrgico	81,09	83,67	82,25	83,47	81,00	84,21	82,91	82,28	83,26	82,83	83,43	83,46
	Areia Concentração	41,52	47,67	44,50	45,87	48,21	49,19	56,69	55,18	61,90	59,59	48,68	48,45
	Rejeito/brita	4,88	4,53	4,90	4,80	5,30	5,55	4,39	5,86	7,48	6,18	5,92	6,39
	Recuperação em contido	94,01	90,31	91,56	93,03	90,48	88,74	93,42	88,97	86,31	86,96	87,77	89,25
Flotação	Alimentação	41,07	35,59	39,55	36,64	37,71	41,57	41,91	39,07	41,69	46,04	47,11	45,18
	Fluorita Grau Ácido	95,83	96,09	96,15	96,33	96,12	96,01	96,32	96,37	96,27	96,44	96,29	96,26
	Rejeito	5,62	4,30	5,37	4,99	5,28	6,76	8,63	7,89	7,75	9,68	9,26	7,45
	Recuperação em contido	91,70	92,04	91,53	91,09	91,00	90,08	87,22	86,93	88,54	87,78	88,89	90,52

- em fevereiro, para uma alimentação nas instalações de flotação de 6.363 toneladas com um teor médio de 35,59% de  $\text{CaF}_2$ , foi obtido uma produção de 2.388 toneladas de fluorita grau ácido úmida correspondendo a um rendimento em massa de 37,5%;
- em novembro, para uma alimentação nas instalações de flotação de 6.456 toneladas com um teor médio de 47,11% de  $\text{CaF}_2$ , foi obtido uma produção de 3.092 toneladas de fluorita grau ácido úmida correspondendo a um rendimento em massa de 47,9%.

Considerando que o STP foi construído buscando a Qualidade Total, a variabilidade da matéria-prima na indústria de mineração de fluorita, diferentemente do que ocorre na indústria metal-mecânica, se constitui em uma característica específica a ser analisada. Até que ponto esta característica prejudica o uso dos princípios e técnicas do STP? É possível a aplicação do STP apesar da variabilidade da matéria-prima mineral?

### **3.7 Mercado**

O mercado de fluorita é subdividido de acordo com a sua utilização, função de seu teor em  $\text{CaF}_2$ , como segue:

#### **3.7.1 Tipos de indústrias**

- Indústria química na fabricação de ácido fluorídrico na qual a fluorita participa da reação química do processo;
- Indústria siderúrgica na fabricação do aço, na qual a fluorita grau metalúrgico é utilizada com a função de diluir a escória;
- Indústria de fabricação do alumínio, onde o flúor é usado sob forma de criolita e fluoreto de alumínio obtidos a partir do ácido fluorídrico;

- Indústria de fundição de ferro-ligas especiais, zinco, magnésio e outros metais onde é utilizada a fluorita como fundente;
- Indústria de fabricação de soldas onde é usada a fluorita grau ácido em revestimento de hastes;
- Indústria de fabricação de eletrodos onde a fluorita grau ácido é usada no revestimento;
- Indústria de fabricação de vidro onde é utilizada a fluorita grau cerâmico (85,0% a 96,0% de  $\text{CaF}_2$ ) como fundente;

### 3.7.2 Produtos e utilização

A análise das necessidades do mercado deve ser feita visando os processos tecnológicos que utilizam a fluorita como matéria-prima. Por se tratar de um produto com características físico-químicas bem definidas, a sua utilização deve atender as especificações técnicas estabelecidas para cada processo.

- Indústria química na fabricação de ácido fluorídrico e alumínio

As necessidades dos fabricantes destes produtos são a de ter uma matéria-prima com alto teor de  $\text{CaF}_2$  (acima de 96,0%), baixo teor de  $\text{SiO}_2$  (menos de 2,0%) porque este reduz o rendimento do processo, e traços de S (enxofre) e P (fósforo) no que se refere às características químicas. No tocante às características físicas, as necessidades são de uma matéria-prima fina, na ordem de 100,0% passante em malha 65 mesh.

- Indústria de fabricação de soldas e eletrodos

O mercado necessita de uma matéria-prima com alto teor de  $\text{CaF}_2$  (acima de 95,0%), baixo teor de  $\text{SiO}_2$  (menos de 2,5%), com teores de S e P inferiores a 0,1% e Mn (manganês) inferior a 1,0%, com granulometria 100,0% passante na malha 30 mesh e no máximo 65,0% passante na malha 325 mesh.

- Indústria de fundição

Quando esta matéria-prima se destina a diluir a escória, agindo como fundente em diversos processos como a fabricação do aço e obtenção de ferro-ligas especiais, a mesma deve ter uma composição química com teores acima de 82,0%  $\text{CaF}_2$ , máximo de 14,0%  $\text{SiO}_2$ , traços de S e P. As características físicas são variáveis dependendo da tecnologia (tipo de forno, etc.) empregada. Atualmente o mercado utiliza diversas granulometrias, quais sejam, 90,0% (mínimo) contido entre 05 e 20 mm e 20 a 40 mm quando se trata de fluorita granulada (em pedras). Ao se utilizar uma matéria-prima fina (semelhante a granulometria da fluorita grau ácido), a mesma deve ser aglomerada em briquetes<sup>23</sup> de 30 x 40 mm.

- Indústria do vidro

Este mercado absorve matéria-prima tanto do tipo grau ácido como do tipo grau cerâmico, dependendo das características do produto a ser obtido.

### **3.8 Análise estratégica do ambiente de mercado**

De acordo com Porter (1986, p.23), em qualquer indústria as regras da concorrência são estabelecidas pelas cinco forças abaixo relacionadas, conforme a Figura 14:

- entrada de novos concorrentes
- a rivalidade entre os concorrentes existentes
- a ameaça de produtos substitutos
- poder de negociação dos compradores
- poder de negociação dos fornecedores

---

<sup>23</sup> Grânulos prensados constituídos de fluorita moída, cal e melão



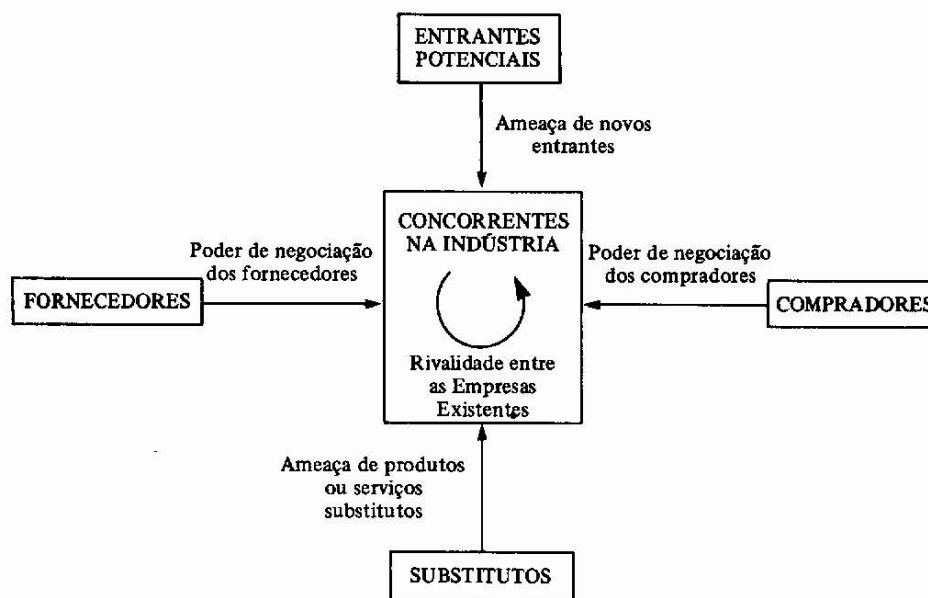


Figura 14. Diagrama de Porter

Fonte: Porter, 1986, p. 23

Os modernos modelos de gestão da produção, tais como o STP, preconizam a análise global de *todo* o processo de produção em substituição à análise de segmentos do mesmo, como forma de otimizar o desempenho geral.

Neste contexto, o modelo acima apresentado vem de encontro aos modernos modelos de gestão: ao analisar o mercado globalmente, considerando o ambiente no qual a indústria está inserida, e não somente o seu desempenho interno, a sua competitividade e a sua sobrevivência estarão melhor asseguradas.

Um fluxo de produção não se encerra na venda do produto final de uma empresa. Há a necessidade de se acompanhar a satisfação do cliente com o produto adquirido – uma das dimensões da qualidade.

Assim, no caso da indústria de mineração de fluorita no Estado de Santa Catarina, por se tratar basicamente de uma produção verticalizada, o fluxo de produção deve ser considerado como iniciando na mineração e concluindo apenas na obtenção do produto químico final, envolvendo dois tipos de indústrias: a indústria de mineração e a indústria química.

Em um mercado competitivo e globalizado como o atual, o ingresso de novas empresas em um segmento industrial traz como consequência o aumento da capacidade de produção e o desejo dessas empresas em absorverem uma fatia do mercado, acirrando a competição e ocasionando uma queda nos preços e a necessidade de redução dos custos de produção das empresas já instaladas.

### **3.9 Barreiras à entrada**

Dessa forma, a ameaça da entrada de um novo concorrente depende das barreiras existentes que dificultam esta entrada e da capacidade de reação do novo concorrente à mesma. Conforme o modelo utilizado, na indústria de mineração de fluorita elas são as seguintes:

#### **3.9.1 Economias de escala**

A respeito de economias de escala cita Porter (1986):

“Economias de escala referem-se aos declínios nos custos unitários de um produto (ou operação ou função que entra na produção de um produto), a medida que o volume absoluto por período aumenta. Economias de escala detêm a entrada forçando a empresa entrante a ingressar em larga escala e arriscar-se a uma forte reação das empresas existentes ou a ingressar em pequena escala e sujeitar-se a uma desvantagem de custo; duas opções indesejáveis.” (Porter, 1986, p. 25)

A mineração de fluorita no Estado de Santa Catarina está vinculada principalmente à produção de ácido fluorídrico (HF) através de uma produção verticalizada. O maior

produtor de HF no país e, conseqüentemente, o maior consumidor de fluorita, possui a concessão das principais jazidas do Estado e controla a produção das mesmas.

Nesta condição, um novo concorrente terá na economia de escala uma forte barreira à sua instalação no mercado de produção de fluorita por falta de comprador.

### **3.9.2 Diferenciação do produto**

Muitos produtos confundem-se com uma determinada marca devido à campanha de *marketing* realizada por uma empresa em um segmento industrial. Isto faz com que o seu produto seja diferenciado em relação aos similares de seus concorrentes.

A mineração, por se tratar de uma indústria cujo produto é uma matéria-prima mineral, têm suas especificações bem definidas, não existindo grandes diferenças de teores entre os produtores. Os processos tecnológicos, tanto de exploração como de beneficiamento mineral, são tradicionais e de conhecimento geral. A barreira à entrada de novos concorrentes está muito mais vinculada às condições das jazidas minerais que irão ser exploradas.

A mineração de fluorita no Estado de Santa Catarina se constitui em uma barreira à novos concorrentes pelo fato de que a sua matéria-prima mineral apresenta ausência de elementos químicos não desejáveis, como é o caso do fósforo (P) e do arsênio (As). Isto é devido a não presença – ou apenas a presença de traços – destes elementos químicos na gênese de suas reservas minerais, resultando em um produto com especificações físico-químicas favoráveis para o mercado consumidor.

### **3.9.3 Necessidades de capital**

Realizar grandes investimentos ou gastos com propaganda, pesquisa e desenvolvimento se constituem em barreiras à entrada devido ao elevado montante necessário para instalação ou devido ao retorno incerto do investimento.

A indústria de mineração é um setor que exige vastos recursos financeiros, constituindo-se em uma forte barreira à entrada de novos concorrentes. Além da necessidade de recursos iniciais para a realização de pesquisas minerais, que são de alto risco com relação ao retorno do investimento, uma vez comprovada a existência de reservas economicamente exploráveis, os recursos para a compra de equipamentos de mineração e construção de instalações industriais para o beneficiamento mineral são elevados.

### **3.9.4 Vantagens de custo independentemente de escala**

As empresas estabelecidas podem ter vantagens de custos difíceis de serem igualadas por novos concorrentes independentemente da escala de produção, como é o caso da localização estratégica e do domínio tecnológico.

No caso da indústria de mineração, a posse das principais reservas de minério se constitui em uma forte barreira para novos entrantes no mercado. Conforme citado anteriormente, a eventual descoberta de novas reservas de fluorita próximas aos centros consumidores, melhores localizadas do que aquelas situadas no Estado de Santa Catarina, pode se tornar uma ameaça pela queda desta barreira.

### **3.9.5 Política governamental**

O controle exercido pelo governo pode limitar ou mesmo impedir a entrada de novas indústrias em um determinado segmento devido à práticas protecionistas ou estratégias políticas.

O acesso à reservas minerais no país é regulado pelo Código de Mineração. Somente em casos considerados estratégicos, como é o do petróleo, o governo exerce algum tipo de controle. Na mineração de fluorita a entrada de novos mineradores não se constitui em uma barreira, bastando para tanto que estes novos entrantes se estabeleçam de acordo com a legislação vigente.

### **3.9.6 Retaliação prevista**

Considerando que o mercado de ácido fluorídrico, principal consumidor da fluorita, é um mercado restrito, com crescimento lento, um novo entrante certamente irá tomar o mercado de uma empresa já estabelecida, ocorrendo uma retaliação. Como as atuais empresas de mineração de fluorita detém o controle das principais jazidas conhecidas no país, a entrada de um novo concorrente só pode ocorrer através da descoberta de novas jazidas ou da importação do produto.

O principal produtor de ácido fluorídrico, integrante da cadeia verticalizada de produção de fluorita no Estado de Santa Catarina, detentor das reservas minerais conforme já mencionado, por decisão estratégica pode optar entre importar ou aumentar a produção para atender a sua necessidade de matéria-prima. Por não se tratar de um novo entrante, a ameaça de retaliação não existe atualmente.

### 3.9.7 Nível de preços

Um novo entrante deve, necessariamente, condicionar seus preços de venda aos praticados pelo mercado, buscando sua competitividade. Neste sentido, com a redução do chamado “Custo Brasil”, a importação de fluorita torna-se uma forte ameaça às empresas já estabelecidas. A entrada pode ser dissuadida caso os preços praticados pelas empresas estabelecidas tenham condições de competir com aqueles decorrentes da importação.

Este é o foco principal dessa dissertação: Para ter competitividade em níveis internacionais e assegurar a sobrevivência, é possível, sob o ponto de vista da Engenharia de Produção, aplicar os princípios e as ferramentas do STP na indústria de mineração de fluorita no Estado de Santa Catarina, desenvolvendo um modelo próprio de gestão? Este modelo é passível de generalização na indústria de mineração?

### 3.10 Rivalidade entre os concorrentes

Na conjuntura econômica atual, com a globalização dos mercados, a mineração de fluorita pode ter como concorrentes a indústria nacional e a importação de fluorita de países produtores.

#### 3.10.1 Produção brasileira

Na região sul do Estado de Santa Catarina, no município de Morro da Fumaça, a Mineração Floral Ltda. produz a *fluorita grau ácido* utilizada na indústria química para a fabricação de ácido fluorídrico e alumínio e na indústria de fabricação de soldas e eletrodos e também a *fluorita grau metalúrgico* utilizada na indústria de fundição.

Considerando que cerca de 85,0% do volume de produção corresponde a fluorita grau ácido úmida para utilização na CNQB, empresa que detém o controle acionário da

Mineração Floral Ltda., para a fabricação de ácido fluorídrico, este mercado é considerado cativo.

Além da Mineração Floral Ltda., a fluorita era produzida no Brasil pela Mineração Nossa Senhora do Carmo, no Estado de Santa Catarina, e pela Mineração Del Rey no Estado do Paraná. A primeira encerrou suas atividades no final de 1998, enquanto que a segunda desativou sua produção durante o primeiro semestre de 1999.

O mercado predominante da Mineração Nossa Senhora do Carmo era o da fluorita grau metalúrgico. A Mineração Del Rey, além de produzir fluorita grau metalúrgico em forma de briquetes para o mercado siderúrgico, produzia fluorita grau ácido para consumo próprio e para fornecimento à CNQB.

A desativação destas duas empresas demonstra de forma real como o fenômeno da globalização atinge o setor de mineração de fluorita no país. O setor siderúrgico há bastante tempo vem importando fluorita grau metalúrgico através de um *pool* de empresas, enquanto que a fluorita grau ácido passou a ser importada recentemente pela CNQB, no segundo semestre de 1998, para complementar suas necessidades de matéria-prima, não totalmente supridas pela Mineração Floral Ltda.

O lento crescimento da indústria, a falta de perspectiva para a existência de novos consumidores, os altos custos fixos de instalação e, principalmente, a não descoberta de novas jazidas minerais no país, não estimula a entrada de novos produtores de fluorita no mercado, sendo mais um fator de inexistência de pressão de concorrência interna.

### **3.10.2 Produção internacional**

Devido as características das jazidas internacionais, muitas a céu aberto, e também à qualidade da fluorita produzida, a importação constitui uma ameaça permanente à produção brasileira. Para se manter competitiva, a indústria nacional, reduzida à mineração de fluorita no Estado de Santa Catarina, deve praticar preços compatíveis com esta concorrência.

As jazidas de fluorita encontram-se disseminadas em várias partes do globo terrestre. Conforme Burger (1991) e Miller (1997) a Ásia é a maior fonte mundial de produção de fluorita, sendo os principais produtores a nível internacional a China, México, Mongólia, Rússia e África do Sul. Cita Burger (1991, p. 17): “Quando alguma mina de fluorita em alguma parte do mundo fecha, a importação competitiva de fluorita chinesa é quase sempre citada como uma causa importante.” Tal afirmativa é devido a grande participação chinesa no mercado de fluorita e ao volume considerável de suas reservas. Segundo Miller (1997, p. 4) a indústria de mineração de fluorita chinesa é baseada em mais de 1.000 minas, sendo as reservas medidas de 23 milhões de toneladas e as reservas estimadas em 94 milhões de toneladas (em termos de 100,0% de  $\text{CaF}_2$ ).

Na China existem três grandes províncias fluoríticas, com mais de vinte províncias e regiões autônomas, sendo que a Província de Zhejiang sozinha produz entre um terço e a metade da produção nacional. O consumo interno é estimado em mais de 1,1 milhão de toneladas por ano e as exportações atingem a 1,3 milhões de toneladas por ano.

Na África do Sul, segundo Miller (1997), a *Vergenoeg Mining Company*, uma subsidiária da Bayer AG da Alemanha, desenvolveu um projeto para expandir a produção de fluorita grau ácido passando de uma produção de 110.000 toneladas por ano para 135.000 toneladas por ano, a partir do final de 1997 ou início de 1998.

O aumento da capacidade desta planta, associada aos efeitos da globalização e a falta de capacidade a curto prazo da mineração de fluorita no Estado de Santa Catarina em atender às necessidades da CNQB, concessionária das principais reservas deste mineral no Estado conforme já mencionado, levaram esta empresa a importar fluorita a partir do segundo semestre de 1998. A fluorita importada é procedente da África do Sul, adquirida da empresa acima mencionada e é consumida em conjunto com a fluorita produzida no Estado de Santa Catarina.

Na Tabela 4 estão indicadas as produções dos principais produtores mundiais, comparadas com a produção nacional no período de 1995 a 1997, de acordo com Miller (1997).



Tabela 4. Produtores de fluorita

País	1995	1996	1997
China	2.000.000	2.150.000	2.400.000
México	522.000	523.971	552.840
Mongólia	239.000	254.000	250.000
Rússia	250.000	250.000	250.000
África do Sul	195.866	203.018	217.000
Sub-total	3.206.866	3.380.989	3.669.840
Brasil	89.258	58.774	60.100
Outros	1.073.134	939.011	950.160
Total	4.280.000	4.320.000	4.620.000

### 3.11 Pressão de produtos substitutos

A identificação de produtos substitutos é obtida através das pesquisas na busca de outros produtos que possam desempenhar a mesma função do que aquele atualmente produzido e consumido.

Considerando que a fluorita faz parte da reação química para a produção de ácido fluorídrico, principal produto obtido da fluorita, enquanto houver produção de HF pela indústria química haverá necessidade de produção de fluorita. A pressão de produtos substitutos pode ocorrer na eventual substituição dos produtos que utilizam o HF.

Não obstante, para os demais usos da fluorita, como produção de alumínio e na fabricação de eletrodos e soldas e, ainda, como redutor do ponto de fusão de altos fornos, atualmente não são conhecidos produtos que possam substituí-la, não ocorrendo, portanto, pressão de curto prazo neste sentido.

### 3.12 Poder de negociação dos compradores

O poder de negociação dos compradores na indústria, forçando a redução dos preços, pode ser exercido em função de vários fatores. Um destes fatores é o fato de adquirir grandes volumes em relação às vendas de um determinado produtor, fato que ocorre na indústria de mineração de fluorita no Estado de Santa Catarina.

#### 3.12.1 Poder de barganha

Conforme já mencionado anteriormente, cerca de 85,0% da produção de fluorita é comercializada dentro do mesmo grupo empresarial, numa produção verticalizada. O poder de barganha da empresa compradora é utilizado para monitorar e administrar os custos de produção da empresa fornecedora. A estratégia empresarial adotada é a redução destes custos equiparando-os aos custos de importação de fluorita.

Por outro lado, a qualidade da fluorita produzida pela empresa produtora, com ausência de elementos químicos não desejáveis no processo de fabricação de ácido fluorídrico, coloca esta empresa em uma posição favorável com relação ao seu principal comprador.

A fluorita recentemente importada pelo comprador não é utilizada isoladamente no processo químico, sendo feito um *blending* com a fluorita fornecida pelo produtor nacional para otimizar o rendimento da atual planta de produção de HF. Isto é devido ao fato de que a fluorita importada, com um teor maior de  $\text{CaF}_2$ , gera menos água no pré-reator da planta, dificultando o escoamento da massa dentro do mesmo.

Para a utilização exclusiva da fluorita importada, o comprador teria que realizar investimentos de vulto, que não se justificam pelo fato dela dispor das principais reservas de fluorita no país, não ficando, desta forma, dependente exclusivamente de terceiros.

### 3.12.2 Sensibilidade ao preço

A única empresa do mercado sensível aos preços praticados pela mineração de fluorita no Estado de Santa Catarina é a própria empresa detentora das reservas minerais.

Os preços praticados pela mineração de fluorita no Estado de Santa Catarina eram utilizados até o final de 1998 como referencial para o mercado interno, influenciando, assim, nos preços praticados pelos concorrentes. Apesar de não ter nenhuma influência nos preços de importação, este referencial permite à CNQB realizar estudos comparativos com os preços praticados no mercado internacional.

### 3.13 Poder de negociação dos fornecedores

Os fornecedores de um segmento industrial podem exercer poder de negociação elevando o preço de seus produtos ou reduzindo a disponibilidade dos mesmos, influenciando dessa maneira na rentabilidade das empresas que não podem repassar eventuais aumentos de custos para seus preços.

O único insumo utilizado na produção de fluorita e que é concentrado em poucos fornecedores é o *explosivo*, sem o qual não é possível a atividade de mineração. À este fato deve ser acrescentado a dificuldade de importação devido ao controle exercido pelo governo sobre o mesmo. Porém, considerando que o percentual de participação deste produto no custo total não é significativo, o poder exercido pelos fornecedores de explosivo não chega a ser expressivo.

Em Porter (1986, p .44) lê-se: “... mas a mão-de-obra também deve ser reconhecida como um fornecedor e que exerce grande poder em muitas indústrias”. Apesar desta afirmativa ser correta, especialmente no caso de uma mão-de-obra organizada, nos tempos atuais, onde o temor de qualquer empregado é a palavra *desemprego*, este poder se encontra adormecido, não se constituindo em uma ameaça para as empresas.

Independentemente desta situação particular, a moderna gestão empresarial preconiza que a mão-de-obra deve ser parceira das empresas, sendo responsabilidade destas criar um clima organizacional que possibilite esta situação.

Sob o ponto de vista da Engenharia de Produção, nenhuma melhoria terá possibilidade de sucesso, como é o caso da implementação dos princípios e técnicas do STP, caso este clima organizacional não exista de forma efetiva e transparente.

### **3.14 Ameaças atuais**

A principal ameaça atual para a indústria de mineração de fluorita no Estado de Santa Catarina é o chamado “*Custo Brasil*”: com o processo de privatização dos portos em andamento, os custos de estiva tendem a cair significativamente, equiparando-se aos praticados pelos demais portos no mundo. Com isto, haverá uma redução dos custos de importação de fluorita, devendo a produção nacional ser competitiva não mais a nível interno, mas a nível internacional, sendo esta, necessariamente, a estratégia a ser adotada na indústria de mineração de fluorita.

A indústria de mineração de fluorita no Estado de Santa Catarina, consciente de sua posição no mercado, busca a redução de seus custos de produção para se manter competitiva com os custos de importação de fluorita. A implementação do STP, através de seus princípios e ferramentas, tem por objetivos, entre outros, a eliminação de perdas, redução dos tempos de *setup* e aumento da densidade de trabalho e da produtividade.

### **3.15 Tecnologia e Meio Ambiente**

Conforme já mencionado anteriormente, os métodos de lavra utilizados na atividade de mineração são tradicionais, adaptados às condições da jazida mineral e do minério bem como às condições de segurança. Estes métodos constam da bibliografia especializada, que trata do tema.

Também a tecnologia do beneficiamento mineral de fluorita é mundialmente consagrada, tanto para a produção de fluorita grau metalúrgico como para a produção de fluorita grau ácido.

Independentemente das condições da jazida, o beneficiamento mineral da fluorita é composto das etapas descritas neste capítulo. As diferenças existentes são função das características químicas do minério, exigindo diferentes tipos de reagentes de flotação para a obtenção da fluorita grau ácido.

Com relação ao controle ambiental, por se tratar de uma mina filoneana de subsolo, cuja rocha encaixante é um granito não alterado, a agressão ao meio ambiente é reduzida. Os blocos de lavra vazios são, normalmente, preenchidos com rejeitos na própria atividade de mineração ou rejeitos oriundos do beneficiamento mineral.

Na superfície, os efluentes do beneficiamento mineral são depositados em barragens construídas para esta finalidade, restringindo a área de influência da atividade extrativa na superfície.

## CAPÍTULO 4

### 4 CONSTRUÇÃO DA ESTRUTURA DE MUDANÇAS E DO PROCESSO DE MUDANÇAS

A partir de um cenário inicial, correspondente ao 2º semestre de 1997, a Mineração Floral Ltda. deu início a um processo de mudanças desenvolvendo um modelo de gestão com o objetivo de implementar os princípios e técnicas do STP em seu processo produtivo, como forma de manter sua competitividade no mercado.

Neste capítulo<sup>24</sup> são apresentados a estrutura de mudanças, correspondendo ao conteúdo de mudanças para a implementação dos princípios e técnicas do STP, e o planejamento das ações gerais da empresa com vistas à este objetivo, correspondendo ao processo de mudanças propriamente dito, ambos objetos desta dissertação, apresentados esquematicamente na Figura 15.

---

<sup>24</sup> O desenvolvimento deste capítulo é feito através da formulação de três perguntas: *O que mudar?* correspondendo ao cenário inicial da indústria de mineração de fluorita no Estado de Santa Catarina no 2º semestre de 1997; *Para o que mudar?* correspondendo à estrutura de mudanças proposta nesta dissertação para a implementação dos princípios e técnicas do STP nesta indústria e *Como realizar a mudança?* correspondendo ao método de mudanças proposto nesta dissertação. Estas três perguntas constituem o Processo de Pensamento da Teoria das Restrições (*Theory of Constraints*), detalhadamente analisada em Alvarez (1996).

Conforme Noreen (1996, p. 59), “Shigeo Shingo sugere um processo lógico semelhante para resolver impasses no método dialético (Mecanismo do Pensamento Científico). Da mesma forma que Goldratt, ele rejeita soluções conciliatórias e defende a idéia de remover os pressupostos subjacentes ao conflito aparente. Também sugere os rudimentos de um controle de fábrica tipo Tambor-Pulmão-Corda. Shingo e Goldratt parecem estar pensando ao longo de linhas bastante similares, embora Shingo tenda a enfatizar as táticas detalhadas do aprimoramento como tempo de *setup* e redução de defeitos, enquanto Goldratt tende a salientar os aspectos estratégicos de onde concentrar os esforços de aperfeiçoamento”.

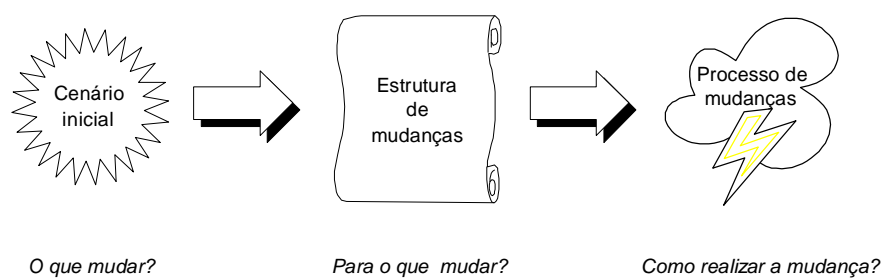


Figura 15. Esquema básico das mudanças propostas

## 4.1 Cenário inicial

Preocupada com a possibilidade de importação de fluorita em função do fenômeno da globalização – fato que se concretizou posteriormente – a Mineração Floral Ltda. iniciou, a partir do segundo semestre de 1997, um processo de mudanças com o objetivo de assegurar a sua sobrevivência.

Agentes motivadores deste processo foram a queda das barreiras alfandegárias e a redução dos preços praticados pela estiva nos portos brasileiros, fruto de sua parcial privatização, e que até então se constituiu em uma barreira para a entrada da fluorita no país.

No caso específico da Mineração Floral Ltda., por se tratar de uma produção verticalizada, não existem problemas de mercado: cerca de 85,0% de seu volume de produção é utilizado na produção de ácido fluorídrico pela CNQB, empresa que detém o controle acionário da mesma, sendo o restante da produção destinada ao mercado de terceiros.

Considerando as condições de mercado, a Missão desta organização é “assegurar o maior fornecimento possível de matéria-prima mineral (fluorita grau ácido úmido) à empresa *holding* (CNQB), de tal modo que o seu produto tenha as especificações técnicas definidas pela mesma, garantindo um bom rendimento em seu processo de fabricação de ácido fluorídrico, e cujo preço seja compatível com os praticados pelo mercado, sem agressão ao meio ambiente.”

Por se constituir em uma matéria-prima mineral, o produto obtido nesta empresa – fluorita grau ácido ou fluorita grau metalúrgico – tem características físico-químicas bem definidas, não havendo possibilidades de inovação. Assim, a maneira de assegurar a competitividade da empresa consiste em reduzir os custos de produção destes produtos.

Conforme mencionado no item 3.10.1, a partir do primeiro semestre de 1999, o único produtor de fluorita de porte no país é a Mineração Floral Ltda., cuja capacidade de produção não atende as necessidades de demanda da CNQB. Considerando a importação de fluorita da África do Sul a partir do segundo semestre de 1998 por parte desta empresa, a competitividade da Mineração Floral Ltda. deve ser analisada em relação aos custos de importação deste produto.

Nestas condições, um processo de mudanças para implementação de melhorias deve atuar prioritariamente na eficiência da organização, buscando a melhor utilização de seus recursos e a conseqüente redução de seus custos de produção.

## **4.2 A estrutura de mudanças**

A estrutura de mudanças apresentada nesta dissertação, correspondendo ao conteúdo das mudanças, tem por objetivo estabelecer como as mesmas serão implementadas na organização para que o objetivo de “redução dos custos da matéria-prima (fluorita) na cadeia produtiva de ácido fluorídrico pela eliminação de perdas” seja atingido.

A estrutura de mudanças proposta para a mineração de fluorita corresponde a uma adaptação da estrutura do STP proposta por Ghinato (1996, p. 132), que tem por objetivo “proporcionar uma idéia mais clara do STP para fins de pesquisa acadêmica, servindo também como um instrumento de orientação às iniciativas de implantação do sistema” (Ghinato, 1996, p. 127).



Conforme menciona Ghinato (1996, p. 127), “Monden foi um dos primeiros autores a tentar representar o modelo de gerenciamento da Toyota”. Afirma Ghinato, entretanto, que este modelo não apresentava os “elementos fundamentais para o equilíbrio do sistema, assim como diversas relações importantes entre os mesmos não se faziam presentes”. (Ghinato, 1996, p. 127).

Com o objetivo de preencher esta lacuna, Ghinato propõe a estrutura apresentada na Figura 16, buscando estabelecer estas relações, existentes entre os diversos elementos que compõem o STP.

Menciona este autor (Ghinato, 1996, p. 128) que as diferenças entre a estrutura proposta por Monden e a sua se tornam evidentes através de uma simples comparação entre elas, ressaltando, ainda, como diferença fundamental, a ampliação das relações da Autonomia dentro de sua proposta, na qual esta é caracterizada como um dos pilares de sustentação do STP, juntamente com o *Just-in-Time*.

Conforme comentado no item 2.7.2, a Autonomia se serve da instalação de dispositivos de inspeção que evitam a produção de produtos defeituosos e eliminam a causa que ocasiona um defeito, sendo este o motivo pelo qual o CQZD é fortemente relacionado com a Autonomia na proposta de Ghinato.

Atuando diretamente na eliminação de perdas por fabricação de produtos defeituosos e, ainda, na eliminação das perdas por espera e por superprodução, paralizando o equipamento após o processamento, a proposta de Ghinato relaciona a Autonomia com a redução de custos pela eliminação de perdas.

As “Atividades de melhorias por pequenos grupos – APG’s”, conforme denominação de Monden *apud* Ghinato (1996, p. 131), também foi considerada por Ghinato (1996, p. 138) ao afirmar que esta relação parece ser mantida através da participação dos trabalhadores no estudo dos processos e operações para identificar anormalidades e no esforço de solucionar os problemas detectados.

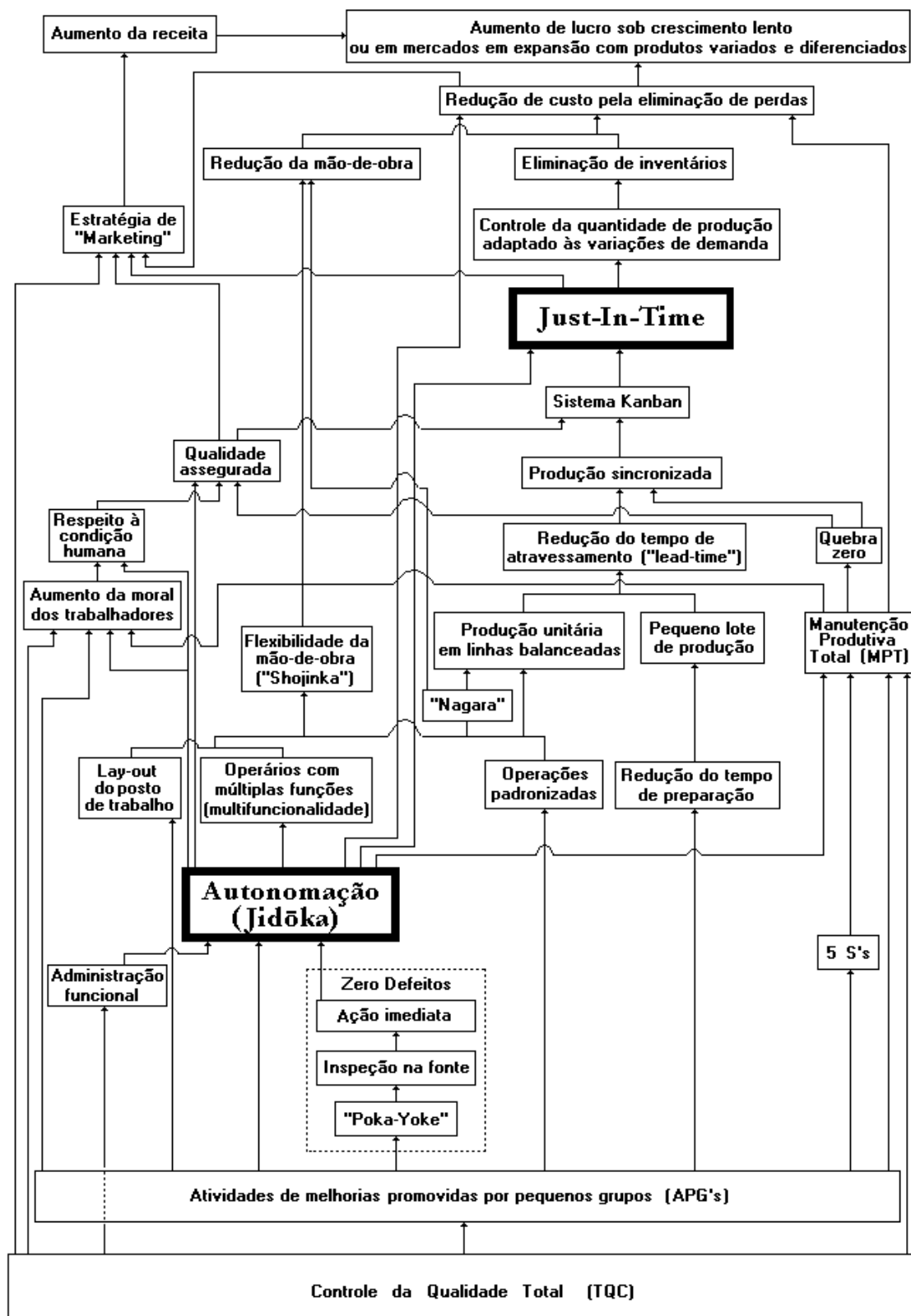


Figura 16. Estrutura do STP proposta por Ghinato

Fonte: Ghinato, 1996, p. 132

A multifuncionalidade é uma consequência direta da Autonomia, razão pela qual elas se interrelacionam na proposta de Ghinato.

Ao evitar a fabricação de produtos defeituosos, a Autonomia assegura a qualidade dos produtos, estando desta forma à ela vinculada, conforme consta na estrutura proposta por Ghinato.

Este autor correlaciona, também, a Autonomia com a administração funcional, baseada em grupos funcionais que, segundo Monden *apud* Ghinato (1996, p. 138), “são unidades formalmente constituídas, tomadoras de decisão, cujo poder atravessa linhas e controle departamentais para amplas funções de cooperação.” Segundo Ghinato (1996, p. 139), a relação entre ambas assegura a qualidade em todo o processo pela preocupação de cada departamento com a garantia da qualidade em todas as atividades.

Por fim, Ghinato (1996, p. 143) correlaciona o *Just-in-Time* com a Autonomia via CQZD, uma vez que “o objetivo de “zero defeitos”, essencial para o *Just-in-Time*, é perseguido e alcançado através da aplicação da Autonomia em todos os processos de fabricação”.

Conforme comentado anteriormente, a estrutura de mudanças proposta por esta dissertação para a mineração de fluorita se constitui em uma adaptação da estrutura proposta por Ghinato, construída a partir desta e apresentada na Figura 17. As diferenças entre ambas são comentadas a seguir.

Segundo Ghinato, os dois pilares que sustentam o STP são a “Autonomia” e o *Just-in-Time*. Tanto um como o outro estão presentes na estrutura apresentada nesta dissertação que, no entanto, considera como pilares de sustentação da implementação do STP na indústria de mineração de fluorita as “Atividades de melhorias promovidas por pequenos grupos – APG’s” e o “clima organizacional”.

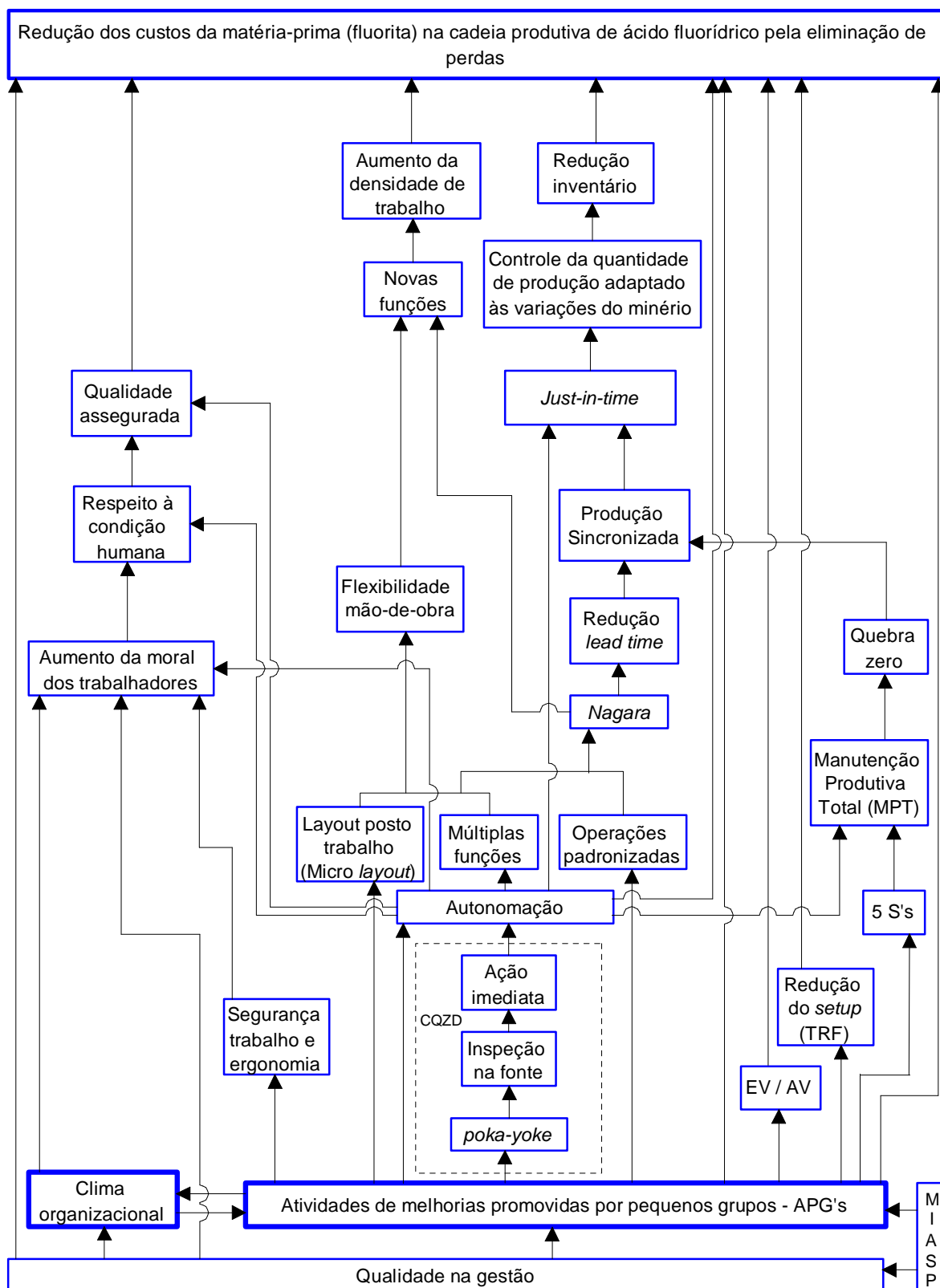


Figura 17. Sistema Floral de Produção – Estrutura de mudanças

Adaptado de Ghinato (1996, p. 132)

As “APG’s” têm como função básica a agregação do conhecimento pela implementação dos princípios e das técnicas do STP, buscando a adaptação dos mesmos, desenvolvidos na indústria automobilística, à atividade de mineração da empresa, enquanto que o “clima organizacional” tem como função promover esta implementação considerando o fator humano, ou seja, propiciando um ambiente favorável para a motivação e a participação das pessoas no processo de mudanças. Ambos os pilares são, desta forma, intimamente relacionados.

O Controle de Qualidade Total (TQC) é a base da estrutura proposta por Ghinato, que, segundo o mesmo, está em sintonia com a interpretação de Shingo (1996, p.131). A base da estrutura proposta nesta dissertação é denominada de “qualidade na gestão”, na qual se inserem as dimensões da qualidade propostas no TQC, a manutenção de um clima voltado para melhorias e o conceito de organização de aprendizagem.

Alguns elementos da estrutura proposta por Ghinato não aparecem na estrutura proposta nesta dissertação, quais sejam, a “estratégia de *marketing*”, o “sistema *kanban*”, a “produção unitária em linhas balanceadas”, o “pequeno lote de produção” e a “administração funcional”. A “estratégia de *marketing*” não é apresentada em função da particularidade do mercado da empresa, cuja produção é verticalizada em quase sua totalidade; o “sistema *kanban*” não se adapta à indústria de mineração de fluorita devido a variabilidade de sua matéria-prima – o minério bruto; a “produção unitária em linhas balanceadas” e o “pequeno lote de produção” não se aplicam neste tipo de indústria pela necessidade de continuidade operacional das instalações de beneficiamento mineral, enquanto que a “administração funcional” tem suas atividades incorporadas nas APG’s.

A “redução de mão-de-obra” é substituída pelo aparecimento de “novas funções”, que ocasionam o “aumento da densidade de trabalho”. Quatro novos elementos são incluídos: o “clima organizacional”, os “MIASP”, a “segurança do trabalho e ergonomia”, e a “Engenharia de valor/Análise de valor”.

### 4.2.1 Qualidade na gestão

A mudança comportamental da alta gerência na gestão dos negócios de uma organização, com o seu total comprometimento e envolvimento, com vistas à adoção de modernos métodos de gerenciamento, possibilita que um processo de mudanças seja iniciado e, através de um constante monitoramento, seja mantido. Esta mudança comportamental, a qual denominamos de “qualidade na gestão”, lidera a implementação dos princípios e técnicas do STP e conduz à mudança de mentalidade acima referida voltada para a realização de melhorias, sustentando os dois pilares anteriormente mencionados. Sem o comprometimento e envolvimento da alta gerência nenhum processo de mudanças terá possibilidade de sucesso.

A “qualidade na gestão” considera, *além* das dimensões da qualidade propostas no TQC – (1) qualidade intrínseca do produto, (2) custo, (3) entrega (quantidade certa, no prazo certo e na data certa), (4) moral (dos empregados) e (5) segurança (dos empregados e usuários) – a manutenção de um clima voltado para a implementação de melhorias, e a agregação do conhecimento, como formas de assegurar a busca incessante para a eliminação de perdas no processo produtivo, conforme preconizado no STP, com o objetivo de reduzir continuamente os custos de produção.

Intimamente correlacionado com a “qualidade da gestão” está a agregação do conhecimento através do conceito de organização de aprendizagem. A mudança comportamental de todos os funcionários no sentido de assimilar o processo de mudanças só se concretizará caso a empresa se transforme em uma “*learning organization*”, de tal forma a assegurar que o conhecimento obtido com o processo de mudanças, através da implementação dos princípios e técnicas do STP, seja permanente.

A necessidade de transformação da empresa em uma organização de aprendizagem decorre do fato de que, de uma forma geral, a qualificação do pessoal na indústria de mineração, particularmente no nível operacional, é muito baixa, dificultando a assimilação de novos conhecimentos.

A única maneira de modificar esta situação, para que novos conhecimentos sejam adquiridos e um novo comportamento propício às mudanças seja incorporado por parte dos funcionários, é a realização de investimentos tanto na área da educação como no treinamento, razão pela qual o conceito de organização de aprendizagem é incluído na “qualidade da gestão”.

#### **4.2.2 Atividades de melhorias promovidas por pequenos grupos (APG's)**

Um processo de mudanças para a implementação de melhorias em uma organização é um processo de agregação de conhecimento. Para que este conhecimento seja implantado, monitorado e, num estágio final, incorporado às atividades da organização, é preciso modificar a estrutura do organograma existente, com a constituição de um grupo de pessoas que assumam a responsabilidade de assegurar que este conhecimento seja efetivamente adquirido pela organização.

Este grupo, multidisciplinar, denominado Equipe de Melhorias, se constitui em uma APG de caráter permanente. Quando alguma área específica estiver sendo objeto de estudos com vistas à implementação de melhorias, ela irá se assessorar de funcionários desta área, com mais conhecimento e experiência, formando-se uma APG provisória que se dissolve uma vez concluída esta implementação. Hay (1997, p. 213) denomina estes grupos provisórios de Força-Tarefa, que “têm um foco específico e são organizados em função de um problema específico”.

Com a constituição de um grupo permanente voltado para melhorias (Equipe de Melhorias) e a constituição de grupos provisórios (Força-Tarefa) o processo de mudanças tem maior probabilidade de sucesso, tendo em vista que ele se processará com o envolvimento daqueles que o irão executar.

Na mineração de fluorita, a primeira providência para o desencadeamento do processo de mudanças para a implementação dos princípios e técnicas do STP foi a

constituição da Equipe de Melhorias. Sua atuação compreende todos os setores envolvidos no fluxo de produção.

O processo de mudanças para a implementação de melhorias é realizado de forma estudada e planejada, tendo por base a análise científica proposta pelos métodos de identificação, análise e solução de problemas – MIASP, entre os quais se destaca o Mecanismo do Pensamento Científico, buscando identificar as causas raiz dos problemas através do sucessivo questionamento do *Por que?* elas acontecem. Por esta razão, na estrutura de mudanças apresentada para a mineração de fluorita, os MIASP dão suporte à “qualidade na gestão” e às “APG’s”.

### **4.2.3 Clima organizacional**

O segundo pilar que sustenta o SFP é o “clima organizacional”, que deve propiciar a implementação dos princípios e técnicas do STP através da aceitação e participação dos funcionários da empresa no processo de mudanças, desenvolvendo e incentivando, desta forma, o trabalho em equipe.

Na formação e manutenção do clima organizacional de uma empresa a liderança desempenha um papel fundamental. Afirmo Klippel (1998) que:

“A liderança só é obtida caso se estabeleça uma relação de comprometimento, parceria e entusiasmo entre dirigente e dirigidos. É importante e necessário que a equipe adquira uma personalidade una, que pode ser definida como personalidade de grupo. Esta ocorre em um ambiente democrático, uma vez que a todos é dado o direito de exporem suas opiniões na busca dos objetivos traçados. Há a liberdade, mas a ela está intimamente correlacionada a responsabilidade” (Klippel, 1998, p. 25).



Desta forma, uma das características fundamentais é a delegação de autoridade e conseqüente responsabilidade aos funcionários, de forma a reconhecer a capacidade dos mesmos em atuar sobre o processo de produção. Afirma Ghinato (1996, p.144) que “este reconhecimento proporciona um alto nível de motivação e moral, atuando como propulsor das iniciativas dos trabalhadores em introduzir melhorias”.

A “pesquisa-ação” detalhada no item 1.4, segundo Thiollent (1997), propõe da mesma forma, a formação de um ambiente participativo no seio da organização, como forma de promover a integração e o envolvimento dos funcionários na busca de soluções para os problemas da organização.

Um processo de mudanças com a amplitude do SFP proposto nessa dissertação só tem possibilidades de sucesso com o efetivo envolvimento e participação dos funcionários, uma vez que sua proposta corresponde a uma mudança comportamental com vistas à realização de melhorias.

A decisão de desencadear este processo foi de responsabilidade da superintendência, mas a partir do início de sua implementação, o envolvimento e a participação gradativa dos funcionários se tornou uma realidade: a técnica de *brainstorming*, praticada freqüentemente na empresa vem de encontro à proposta de “pesquisa-ação” segundo Thiollent (1997), que propõe a realização de uma pesquisa para a obtenção de diagnóstico sobre problemas que ocorrem em uma organização.

Uma das questões fundamentais para a motivação dos funcionários em propor melhorias é: Como eliminar o receio de que, com a implementação de melhorias e a conseqüente redução da necessidade de pessoal, o seu emprego não está ameaçado?

A maneira de assegurar a motivação dos funcionários é, através do diálogo, tranquilizá-los de que ninguém será demitido em função de melhorias realizadas, mas sim realocá-los para outras atividades diretamente relacionadas com o aumento de produção, aumentando, desta forma, a produtividade, ou utilizando-os em novas funções que o processo de mudanças irá gerar e que irão, da mesma forma, contribuir para o aumento da produtividade.

Este procedimento coincide com a proposta de “pesquisa-ação” segundo Thiollent (1997, p. 57). Como ele afirma: “Éticamente, os partidários da pesquisa-ação em organizações não devem assumir objetivos de lucro a qualquer custo, *demissão de pessoal*, uso privativo de informação gerada, etc.”

Por outro lado, isto significa aumentar a densidade de trabalho, ou seja, conforme Antunes (1998, p.206), “aumentar o percentual do tempo que os trabalhadores realizam tarefas que agregam valor relativamente ao tempo total onde permanecem na fábrica. Isto não implica em trabalhar mais tempo [...] mas sim em melhorar a qualidade do trabalho do ponto de vista econômico-financeiro da empresa”.

Obviamente, a adequação deste funcionário às novas atividades deve ser precedido de uma fase de treinamento e desenvolvimento. O não aproveitamento do funcionário ocorre quando ele não se adapta às novas funções ou não deseja realizá-las.

Este procedimento contempla um dos valores importantes na formação e manutenção do clima organizacional: o respeito ao ser humano que, pelo diálogo franco, aberto e honesto – praticado em todos os níveis hierárquicos da organização, tanto vertical como horizontalmente – motiva a participação de todos no processo de mudanças.

Entre os indicadores do clima organizacional de uma organização, que permitem avaliar o grau de satisfação dos funcionários, pode-se citar o índice de absentéismo e o *turnover*, entre outros.

Na empresa objeto de análise desta dissertação, apesar da atividade de mineração ser considerada como de risco grau 4 pelo Ministério do Trabalho – portanto de alto risco – houveram 134 dias perdidos por acidente de trabalho no ano de 1998 para um universo de 152 funcionários, correspondendo a menos de um dia por ano por funcionário. No mesmo período, o *turnover* foi de 0,79%, calculado pela divisão da soma de funcionários admitidos e demitidos, incluído nestes últimos as aposentadorias por tempo de serviço.

A preocupação com a segurança do trabalho e a ergonomia também contribui para o estabelecimento de um clima organizacional favorável nas organizações.

#### 4.2.4 A segurança do trabalho e a ergonomia

No conteúdo de mudanças proposto, o aumento da moral dos funcionários, que sustenta a qualidade assegurada pelo respeito à condição humana conforme Ghinato (1996, p. 132), tem como suporte, além do clima organizacional e a qualidade na gestão, a segurança do trabalho e a ergonomia.

A atividade de mineração é considerada uma atividade de risco elevado e, portanto, os aspectos relacionados com a segurança do trabalho e com a ergonomia na execução das tarefas devem merecer atenção especial, fortalecendo o relacionamento entre os níveis hierárquicos e contribuindo para o aumento da moral dos funcionários. O uso de dispositivos *poka-yoke* de segurança, conforme sugerido por Antunes (1998, p.242), é aqui considerado. A Comissão Interna de Prevenção de Acidentes – CIPA, nesta proposta, é considerada uma APG permanente, responsável pelos aspectos relacionados com a segurança do trabalho e com a ergonomia.

Devido ao ambiente de trabalho da atividade de mineração ser normalmente agressivo, os aspectos relacionados com a ergonomia tornam-se cada vez mais importantes por influenciarem diretamente na saúde do trabalhador e no seu rendimento profissional. Conforme Savi (1999, p.68), ao se analisar a atividade de furação “constatou-se fatores de desconforto, como: ambiente confinado e, principalmente, ruído contínuo do martelete em operação, juntamente com o impacto da broca na rocha no momento da perfuração. Portanto, o operador está exposto à tais agentes, durante toda a atividade, suportando níveis de pressão sonora da ordem de 120 dB(A) a 125 dB(A), atenuados para 93 dB(A) com o uso de abafadores de ruído”. Isto ilustra as razões pela qual a ergonomia tem destaque na estrutura proposta por esta dissertação.

#### 4.2.5 A Autonomiação

Um dos pilares na estrutura proposta por Ghinato, a Autonomiação, está relacionada com dez elementos, três dos quais a suportam – “CQZD”; “administração funcional” e “APG’s” – e outros sete os quais ela sustenta – “aumento da moral dos trabalhadores”, “respeito à condição humana”; “qualidade assegurada”; “multifuncionalidade”; “redução de custo pela eliminação de perdas”; “*Just-in-Time*” e “manutenção produtiva total”. Na proposta dessa dissertação esta relação se mantém, com exceção da “administração funcional”, exercida pelas Forças-Tarefa (APG’s provisórias).

No *layout* geral da mineração de fluorita ocorre a separação geográfica entre vários setores, como é o caso das unidades de mineração e as instalações de beneficiamento, ficando a Autonomiação restrita internamente à cada setor: caso haja paralisação no subsolo de uma das unidades de mineração, as instalações de beneficiamento mineral e as outras unidades de mineração permanecem operando; caso haja uma paralisação nas instalações de beneficiamento, as unidades de mineração não interrompem sua atividade de exploração.

O conceito de micro *layout* nesta proposta é incluído no “*layout* do posto de trabalho” devido à esta separação: é possível realizar melhorias de *layout* localmente, por setor, mas os benefícios destas se limitam ao setor envolvido.

Um dos estudos de micro *layout* realizado resultou em mudanças no fluxograma das instalações de preparação, com a inserção de um circuito adicional de peneiramento de minério para retirada dos “finos” na alimentação do britador secundário, resultando em um acréscimo na capacidade de alimentação destas instalações (ver Tabela 11).

Localmente, a análise dos postos de trabalho possibilita a realização de melhorias que levam um único colaborador a realizar múltiplas tarefas, ou seja, a multifunção, resultando na flexibilidade da mão-de-obra.

A ocorrência do *nagara*<sup>25</sup> é função desta multifuncionalidade, conforme comentado no item 2.7.4.

Além da flexibilidade no próprio local de trabalho, o surgimento de novas funções, conforme anteriormente comentado, aumenta a densidade de trabalho da empresa.

O CQZD possibilita que a Autonomia cumpra o seu papel de detectar anormalidades e paralisar a linha de produção para que seja feita a correção do defeito de forma imediata e diretamente na fonte, atingindo-se a meta de defeito zero.

Conforme Ghinato (1996, p.144), a relação entre a Autonomia e o aumento da moral dos trabalhadores e o respeito à condição humana advém do fato de que “a delegação de autonomia para a paralisação de uma linha de operação é uma forma de reconhecer a capacidade dos trabalhadores do chão-de-fábrica em identificar e agir sobre as anormalidades”.

Enquanto que no STP a Autonomia assegura a qualidade dos produtos face a não produção de produtos defeituosos pela imediata paralisação da linha de produção quando eles ocorrem, na indústria de mineração, mais especificamente na atividade de extração, a Autonomia não impede esta ocorrência devido a variabilidade da matéria-prima – o minério bruto. Em circunstâncias geológicas nas quais há um enriquecimento da fratura mineralizada, o teor do minério aumenta, enquanto que no fechamento da mesma, este diminui, exigindo uma quantidade variável de minério bruto para uma mesma quantidade de produto acabado.

Esta variabilidade é corrigida nas instalações de beneficiamento mineral, com a obtenção de um produto com teor em  $\text{CaF}_2$  dentro das especificações. A Autonomia, com a utilização de dispositivos *poka-yoke*, é utilizada para assegurar a qualidade dos produtos obtidos.

---

<sup>25</sup> Exemplo do *nagara* no SFP é a função de manobreiro da superfície: a principal atividade desta função é a retirada de vagonetas cheias da gaiola para remoção do minério e colocação de vagonetas vazias com destino ao subsolo. Enquanto as vagonetas são transportadas verticalmente, do subsolo para a superfície e vice-versa, o manobreiro de superfície realiza a lubrificação dos mancais e vistoria as vagonetas estacionadas no silo da superfície.

#### **4.2.6 O *Just-in-Time***

A ênfase do *Just-in-Time* é a incessante busca, identificação e eliminação das perdas que ocorrem em um processo de produção, nas quais se inclui a existência de estoques de produtos em processo ou produtos acabados ao longo do fluxo de produção – um dos 7 grandes tipos de perdas identificadas por Shingo e Ohno.

Em uma indústria automobilística, o sincronismo da produção com a aplicação do *Just-in-Time* reduz ou elimina os estoques ao longo da linha de produção.

Na indústria de mineração a eliminação de estoques intermediários – minério bruto no subsolo - é mais difícil, conforme já comentado no item 3.4.1: a utilização de um método de lavra que não obriga a formação de um estoque depende das condições do jazimento, sendo que o método utilizado na empresa – *shrinkage stoping* – exige um estoque de 70,0% do minério desmontado nos blocos de lavra. A manutenção do *Just-in-Time* na estrutura proposta objetiva a redução dos estoques de produtos intermediários ou acabados ao longo do processo de produção.

#### **4.2.7 Engenharia de valor/Análise de valor**

Um dos elementos incluídos na estrutura proposta por esta dissertação é a “engenharia de valor / análise de valor”, que se relaciona diretamente com a redução de custos pela melhoria dos processos.

Conforme comentado no item 4.3.2, uma das perdas identificadas na operação de furação, relacionada com o processamento em si, é o excessivo número de furos realizados para cada detonação no interior dos blocos de lavra.

O estudo para a melhoria do processamento em si, através da análise de valor, possibilitou a eliminação de 5 furos, reduzindo a quantidade total de furos para 7.

#### 4.2.8 O uso de dispositivos *poka-yoke*

Estes dispositivos, desenvolvidos para evitar a fabricação de produtos defeituosos através da inspeção 100% realizada na fonte e garantir a continuidade operacional, têm aplicação, também, como dispositivos de segurança, conforme comentado no item 2.7.3.

A seguir são apresentados quatro exemplos destes dispositivos em operação, desenvolvidos a partir da implementação dos princípios e técnicas do STP:

1. Operação de escoamento vertical da Mina III: o acesso de pessoal ao interior da mina e o escoamento de minério em vagonetas é feito por gaiolas<sup>26</sup> através de um guincho de extração, cujo operador tem visão apenas da torre na superfície. Nos diversos níveis do subsolo são efetuadas manobras de embarque e desembarque;

- Situação anterior: a comunicação entre o operador do guincho e o mineiro do subsolo para colocação e retirada de vagonetas ou para a entrada e saída de pessoal na gaiola era feito através de sinais sonoros, devidamente codificados, ou por contato telefônico, sem visão do operador do guincho;
- Situação atual: foram instaladas câmeras de vídeo nos diversos níveis do subsolo, conectados à um monitor na sala do guincho, de tal forma a possibilitar ao operador do mesmo uma visão completa das áreas de manobra no subsolo. Desta forma, visualmente este operador tem condições de operar o guincho com total segurança e com maior rapidez;
- Custo: US\$ 798,00 por unidade.
- Ganho: A velocidade do tempo de manobra em subsolo aumentou em 40,0%, reduzindo o tempo médio de 21 segundos para 15 segundos e propiciando o aumento da capacidade de escoamento vertical. O nível de segurança desta operação atingiu a 100,0% devido a visão obtida pelo guincheiro durante a movimentação da gaiola.

---

<sup>26</sup> Elevador de mina para acesso ao subsolo

2. Transporte de minério: o transporte entre as minas e as instalações de beneficiamento mineral é feito com caminhões com caçamba basculante;

- Situação anterior: após a descarga do minério nos locais previstos, o motorista muitas vezes movimentava o veículo sem aguardar que a caçamba retornasse à posição horizontal, atingindo redes elétricas e telefônicas e, até, correias transportadoras;
- Situação atual: foi instalado um dispositivo com chave de fim de curso junto ao chassi dos caminhões, cuja função é acionar um alarme sonoro enquanto a caçamba não estiver na posição horizontal;
- Custo: US\$ 51,00 por unidade.
- Ganho: O nível de segurança com relação a descargas elétricas e a danificação das redes elétricas e telefônicas por circulação de veículos atingiu a 100,0%.

3. Alimentação de minério nas instalações de preparação: esta operação é feita através de um silo, por caminhão basculante que traz o minério diretamente das minas ou por uma carregadeira quando o minério é levantado do estoque. A partir do silo, o minério segue o fluxo das instalações (alimentador vibratório, britador, correia transportadora, peneira lavadora, ...);

- Situação anterior: para regular a taxa de alimentação era necessário a presença de um operador com a função de ligar/desligar o alimentador ou a peneira. Na ausência deste operador (folgas higiênicas) a operação era paralisada;
- Situação atual: foi instalado um sensor que, de acordo com o maior ou menor flexionamento da correia transportadora devido à maior ou menor quantidade de material transportado, desliga ou aciona o alimentador, mantendo uma taxa uniforme de alimentação e a continuidade da operação, dispensando a presença de um operador;
- Custo: US\$ 65,00 por unidade.
- Ganho: A capacidade de alimentação horária das instalações de preparação aumentou de 27 para 35 toneladas/hora, disponibilizando o operador para realizar outras atividades durante 80,0% de seu tempo (6 horas/dia).



4. Alimentação de areia nas pilhas de homogeneização das instalações de flotação: esta operação é feita por caminhão basculante em um silo que alimenta as correias transportadoras até a plataforma das pilhas de homogeneização;

- Situação anterior: necessidade de acompanhamento do escoamento da areia do silo por um operador, que acionava o funcionamento das correias e o interrompia quando o material escoava do silo, recomeçando a operação a cada transporte. Esta operação é necessária para assegurar a continuidade da homogeneização;
- Situação atual: foi instalado um sensor de massa que mantém o sistema operando enquanto houver material no silo e paralisa a operação na falta deste, reiniciando a operação com o novo carregamento de material no silo. Foi eliminado a necessidade do operador para acompanhamento da operação;
- Custo: US\$ 263,00 por unidade.
- Ganho: Melhoria na homogeneização das pilhas, reduzindo a variação dos teores da mesma de 2,0% para, no máximo, 1,0% e disponibilizando o operador para exercer outras atividades durante o tempo de carregamento das pilhas, correspondente a 4,5 horas/dia.

### **4.3 O processo de mudanças**

A estrutura de mudanças proposta corresponde ao conteúdo das mudanças com vistas a implementação dos princípios e técnicas do STP na indústria de mineração de fluorita. Face as considerações realizadas no item 4.1, a análise das condições de concorrência feita de acordo com o princípio da subtração do custo proposto por Shingo e detalhado no item 2.1 dessa dissertação constitui o início do processo de mudanças para a implementação de melhorias na Mineração Floral Ltda, tendo sido denominado de *Sistema Floral de Produção* (SFP), apresentado na Figura 18.

Assim como o objetivo do STP é a eliminação total das perdas, é na identificação destas e sua posterior eliminação que se fundamenta o SFP.

O conceito revolucionário sobre o Mecanismo da Função Produção, definindo a mesma como uma rede de processos e operações, detalhado no item 2.2, aliado ao Método do Pensamento Científico para a busca de solução de problemas, analisado no item 2.6, ambos desenvolvidos por Shingo, constituem o cerne do SFP: o primeiro através da análise dos processos da empresa e o segundo pela identificação das perdas existentes nestes processos e sua posterior eliminação.

A agregação de conhecimento que um processo de mudanças desta amplitude ocasiona em uma organização pela introdução de novos conceitos, novas ferramentas e novos métodos de gestão, ocasionando uma mudança comportamental, obriga a mesma a investir na educação e treinamento de seus funcionários como forma de assegurar que este conhecimento seja incorporado à organização de forma permanente, transformando-a desta maneira em uma “organização de aprendizagem”, conforme analisado no item 2.8.

O questionamento constante como forma de identificar a real causa de um problema, proposto pelo Mecanismo do Pensamento Científico, e a agregação do conhecimento, que caracteriza uma organização de aprendizagem, são intimamente relacionados: quanto maior for a busca das causas de um problema, maior é a necessidade do conhecimento e quanto maior for o conhecimento, mais facilmente se identificam as causas de um problema.

A análise dos resultados obtidos, pela avaliação dos indicadores globais e indicadores locais (itens de controle), possibilita verificar a eficiência do planejamento das ações realizadas com vistas a redução dos custos de produção.

A redução dos custos durante o processo de produção através da implementação de melhorias constitui a estratégia do Custo-*Kaizen*, conforme comentado no item 2.1. Ao adotar esta estratégia, o SFP se torna um processo de mudanças dinâmico e contínuo: após a análise dos resultados obtidos pela avaliação dos indicadores, o planejamento de novas ações realimenta o processo para a implementação de novas melhorias que possibilitarão a obtenção de resultados mais favoráveis e assim sucessivamente.

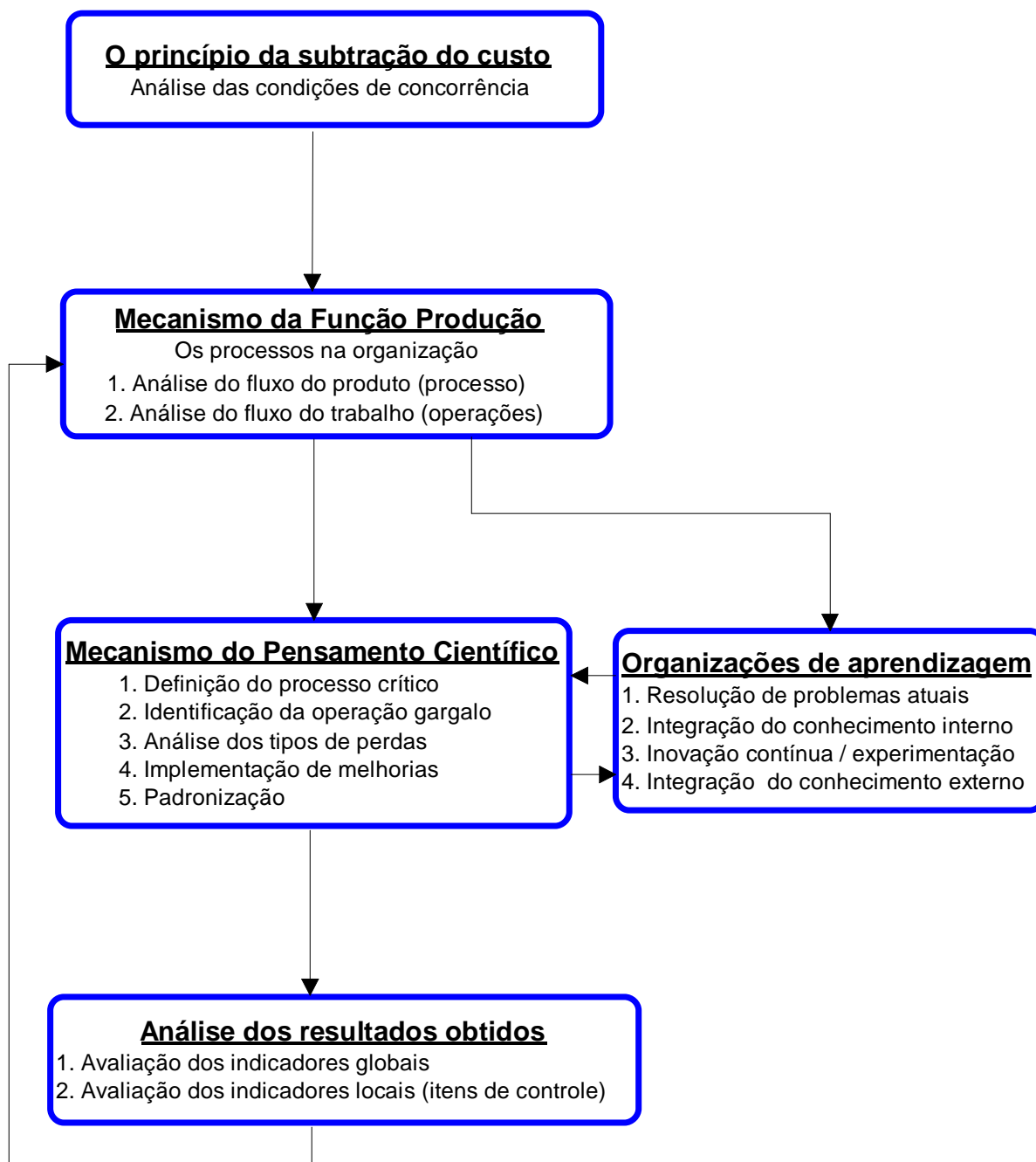


Figura 18. Sistema Floral de Produção – Processo de mudanças

### 4.3.1 O processo crítico

A análise das condições de concorrência, indicando a necessidade da redução dos custos de produção, levaram a empresa a concentrar suas ações sobre o processo de

produção de fluorita visando a redução de seus custos, constituindo-se este no processo crítico. O estudo desta dissertação está limitado ao mesmo, conforme mencionado no item 1.5.

Com o uso da técnica do *brainstorming*, o problema selecionado para análise foi a necessidade de aumentar a produção de fluorita, mantendo-se os custos compatíveis com o mercado.

Uma vez identificado o problema, foram formuladas as seguintes idéias gerais para a sua solução:

1. aumentar a produção de minério bruto nas minas localizadas em Morro da Fumaça;
2. aumentar a produção de minério bruto na mina localizada em Nova Fátima;
3. aumentar a participação do mercado de fluorita grau metalúrgico.

Devido à proximidade das instalações de administração e do beneficiamento, e também à necessidade de acompanhamento constante para a implementação dos princípios e melhorias do STP, *o aumento da produção de minério bruto nas minas localizadas em Morro da Fumaça* foi a alternativa julgada mais interessante para a solução do problema analisado.

A identificação das operações que compõem o processo de produção, desde a extração do minério *in situ* na natureza até a sua transformação em produto vendável e expedição aos clientes da empresa, foi realizada de acordo com a ótica do Mecanismo da Função Produção proposto por Shingo sobre o fenômeno da produção: a observação do ponto de vista do *objeto do trabalho* (minério de fluorita) e do *sujeito do trabalho* (máquinas e trabalhadores).

De acordo com a simbologia proposta por Shingo e apresentada na Figura 2, as operações que constituem o fluxo de produção nas atividades de mineração, beneficiamento e transporte de fluorita são apresentadas na Figura 19, destacando-se as relacionadas com os produtos finais do processo.

### 4.3.2 Perdas no processo de produção

Uma vez determinadas as diversas operações que compõem o mecanismo da produção da mineração de fluorita e considerando os quatro fenômenos identificados por Shingo (1996a, p. 39) – processamento, inspeção, transporte e espera – e analisando-os sob a ótica de melhorias do processo, é possível identificar os tipos de perdas existentes no mesmo.

Na análise realizada na empresa, além dos 7 grandes tipos de perdas identificadas por Shingo, outras 4 foram incluídas (perdas ergonômicas, perdas ambientais, perdas energéticas e perdas por falta de padronização) dando origem às planilhas constantes no Anexo A.

O Anexo A compreende três planilhas, adaptadas da construção proposta por Shingo (1996a, p. 227) e elaboradas pelo agrupamento das operações que constituem o processo de produção sob a ótica de uma atividade específica: mineração, beneficiamento mineral e transporte.

No sentido horizontal destas planilhas estão relacionadas as operações, identificadas como essencial, auxiliar ou correspondendo à folgas existentes, conforme a classificação de Shingo (1996a, p. 76). No sentido vertical, à esquerda, correspondendo aos fenômenos do processo, estão relacionadas as técnicas propostas pelo STP que possibilitam a eliminação dos diversos tipos de perdas, relacionadas verticalmente à direita da planilha.

As flechas correlacionam entre si as operações, as técnicas e os tipos de perdas.

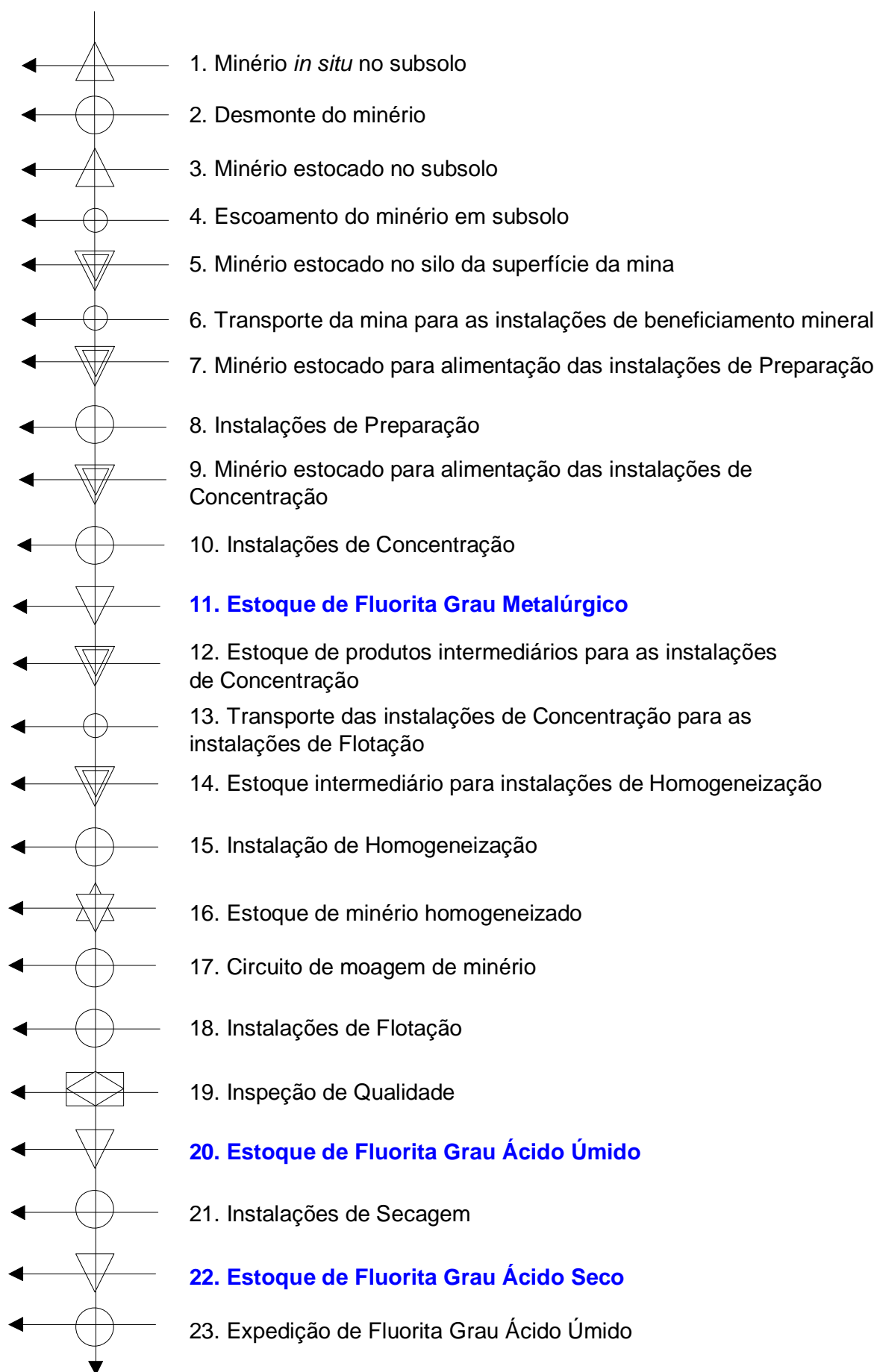


Figura 19. Processo de produção de fluorita

No Anexo A1 estão exemplificados tipos de perdas relacionadas com a operação de mineração – a seta vermelha a partir da operação essencial de furação e relacionada à técnica Engenharia de Valor / Análise de Valor indica a existência de uma perda por processamento em si: o plano de lavra contém um número excessivo de furos.

No Anexo A2 estão exemplificados tipos de perdas relacionadas com a operação de beneficiamento mineral: a seta tracejada verde, a partir da operação concentração e relacionada ao *poka-yoke*, indica a existência de uma perda por fazer produtos defeituosos – a densidade da polpa de meio denso fora da especificada causa a produção de fluorita metalúrgica fora das especificações de mercado.

No Anexo A3 estão exemplificados tipos de perdas relacionadas com a operação de transporte: a seta pontilhada azul, a partir da operação escoamento do subsolo e relacionada à sincronização, indica a existência de uma perda por espera do processo – a utilização de chutes com bocas metálicas nos blocos dificulta o escoamento devido ao trancamento do minério no interior dos mesmos.

As perdas indicadas nestas planilhas se constituem em exemplos obtidos através da utilização do Mecanismo do Pensamento Científico no processo de produção. A análise de todas as operações do processo de produção possibilita a identificação das perdas existentes no mesmo. A identificação destas perdas, a sua eliminação através da implementação de melhorias e a posterior padronização das operações, com a conseqüente redução dos custos de produção, se constitui no objetivo do processo de mudanças.

### **4.3.3 A operação gargalo**

O acompanhamento visual de todo o processo de produção possibilitou identificar a sua operação gargalo, correspondendo esta ao ponto em que o fluxo de produção é interrompido pela falta de minério. Considerando ainda, que as instalações de beneficiamento têm capacidade superior à produção da mina, este acompanhamento teve seu foco dirigido para as atividades de subsolo.

Sequencialmente, as atividades de subsolo se constituem no desmonte de minério nos blocos de lavra através da furação, no escoamento horizontal no interior da mina feito por comboio de vagonetas tracionadas por uma locomotiva e no escoamento vertical realizado no poço de extração por um guincho. A análise destas três atividades permitiu constatar que as duas últimas apresentaram excessiva perda por espera por falta de vagonetas carregadas de minério, concluindo-se, desta forma, ser o desmonte de minério nos blocos de lavra a operação gargalo.

A operação gargalo é aquela que limita o processo de produção por ser a atividade de menor desempenho ao longo do mesmo. Ohno compara a velocidade desta atividade com a velocidade de uma tartaruga, enquanto que as demais atividades são comparadas à velocidade da lebre. Em Ohno (1997), lê-se:

“Em uma fábrica onde as quantidades necessárias realmente ditam a produção, eu gosto de mostrar que a lenta, porém consistente tartaruga, causa menos desperdício e é muito mais desejável que a rápida lebre, que corre à frente e então pára ocasionalmente para tirar uma soneca. O STP só pode ser realidade quando todos os trabalhadores se tornarem tartarugas (Ohno, 1997, p. 78).”

De nada adianta aumentar o ritmo de produção de operações não-gargalo em um processo de produção pois a única consequência será a formação de estoques de produtos intermediários ou de produtos acabados, sem melhoria do processo em si. Para que haja a melhoria do processo é necessário aumentar o ritmo da operação gargalo, uma vez que: “O que quer que os gargalos produzam em uma hora, é o equivalente ao que a fábrica produz em uma hora. Por isso ... uma hora perdida em um gargalo é uma hora perdida no sistema inteiro.” (Goldratt 1997, p.181)

Identificada a operação gargalo, foi realizado o acompanhamento das atividades em um bloco de lavra durante 15 dias, com o registro dos dados e dos fatos, sem se efetuar qualquer tipo de interferência. A Figura 20 é o resultado deste acompanhamento, o qual passa a ser analisar.



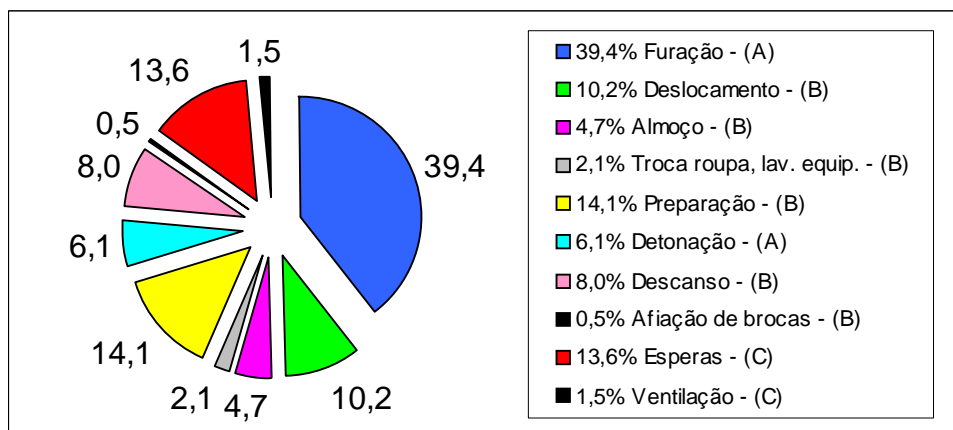


Figura 20. Dados coletados no bloco de lavra - 1a. medição

Bloco 4/100 da Mina IV

De acordo com a Figura 3, Shingo classifica as operações em úteis e inúteis. Entre as operações úteis encontram-se as operações principais (que se repetem) e que se classificam em operações *essenciais* (A) e operações *auxiliares* (B). As operações essenciais referem-se ao trabalho real, enquanto que as operações auxiliares auxiliam na conclusão da operação essencial. As operações inúteis correspondem às *perdas* de processo (C) e devem ser eliminadas.

No interior de um bloco de lavra a furação e a detonação se constituem, segundo esta classificação, em operações *essenciais* devendo, portanto, serem otimizadas. Na 1ª medição apenas 45,5% do tempo total foi gasto em sua execução.

A preparação compreende a derrubada de pedras soltas no teto, a movimentação manual de minério no interior do bloco, e o engate das mangueiras de ar comprimido, entre outras, constituindo-se em uma operação *auxiliar*. Foram gastos 14,1% do tempo total em sua execução. A operação de afiação de brocas é também uma operação *auxiliar*, tendo sido gasto 0,5% do tempo total em sua execução.

As operações de troca de roupa (incluindo a limpeza das lanternas de mina), deslocamento e almoço, por serem de ordem legal, são consideradas operações *auxiliares*, tendo sido gastos, respectivamente, 2,1%, 10,2% e 4,7% do tempo total em sua execução.

O descanso (8,0%) é considerado como folga por fadiga ligada ao pessoal e faz parte das operações consideradas úteis. São consideradas perdas de processo as esperas (13,6%) e a paralisação por falta de ventilação (1,5%).

Ao reagrupar as operações realizadas na atividade de *desmonte de minério no bloco de lavra*, de acordo com a classificação de Shingo, obtemos a Figura 21.

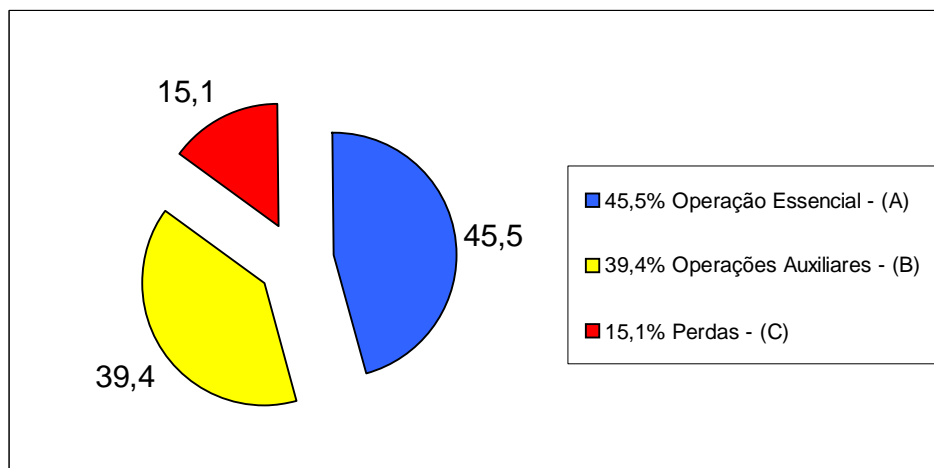


Figura 21. Operações no bloco de lavra segundo Shingo - 1a. medição

Bloco 4/100 Mina IV

A análise dos dados coletados possibilitou a identificação das causas principais do baixo aproveitamento das operações realizadas no interior do bloco de lavra, constatando-se as perdas mencionadas a seguir, de acordo com a classificação dos 7 tipos de perdas identificadas por Shingo:

As operações essenciais de furação e detonação eram executadas individualmente pelo furador, ficando sob responsabilidade do mesmo, além das próprias operações, a afiação das brocas, a busca de explosivos no paiol e bananas de barro para tamponamento<sup>27</sup>, a instalação de mangueiras de ar comprimido e água, entre outras.

Durante o período no qual o furador executava estas tarefas, a perfuratriz não estava operando, caracterizando *perda pelo processamento em si*, uma vez que ele executava tarefas que não agregavam nenhum valor.

<sup>27</sup> Atividade de fechamento dos furos para aumentar a eficiência da detonação

Novamente adotando o Mecanismo do Pensamento Científico, em conjunto com os furadores, foram formuladas e avaliadas diversas idéias, sendo a mais significativa a de constituir equipes de furadores para a execução das operações essenciais, passando-se a executar a furação não mais individualmente mas com uma equipe de três furadores: enquanto dois executam a furação, o terceiro, denominado apoiador, realiza todas as demais tarefas de apoio, possibilitando, desta maneira, que o tempo de furação se torne maior do que na situação anterior. Considerando o fato de que a função do apoiador é cansativa pela necessidade de subir e descer do bloco de lavra diversas vezes por turno, foi instituído um rodízio a cada dois dias entre os membros da equipe.

A operação de afiação de brocas, por estar incluída na atividade dos furadores, causava, também, *perda por processamento em si*. A mesma foi transformada em *setup* externo, deslocando-se um funcionário da mina para realizar esta tarefa. A atribuição do mesmo é afiar as brocas para os furadores de todos os turnos, providenciando, ainda, na confecção das bananas de barro para tamponamento dos furos e limpeza diária das perfuratrizes.

A falta de lubrificação dos filtros de ar comprimido, o comprimento excessivo das mangueiras e o diâmetro reduzido das mesmas contribuíam, também, para a *perda por processamento em si* na operação essencial.

Os registros nas mangueiras de ar comprimido e de água eram fixados muito distantes da extremidade engatada na perfuratriz. Desta forma, toda a vez que o furador necessitava fechar ou abrir os registros, ele tinha que interromper a furação, deslocar-se através do piso do bloco constituído de pedras soltas até os registros e retornar à perfuratriz, caracterizando uma *perda por movimento*. Por outro lado, a falta de alavancas no interior do bloco, utilizadas para derrubar pedras soltas no teto e a falta de ferramentas causava, também, *perda por movimento*.

A correção desta situação, pela mudança da posição dos registros mais próxima da perfuratriz e pelo aumento da quantidade de alavancas no interior do bloco e fornecimento de ferramentas, fez com que, além do tempo perdido ser transformado em tempo útil pela operação da furação, o furador cansasse menos. Com efeito, ele substituiu o movimento pela atividade de segurar a perfuratriz enquanto esta realiza o furo. Conforme Shingo

(1996b, p.97), “ Existem quatro finalidades nas melhorias: mais fácil, melhor, mais rápido e mais barato. Estas quatro metas aparecem em ordem de prioridade. Assim, a primeira é tornar o trabalho mais fácil para os trabalhadores, melhorando, ao mesmo tempo, o resultado do seu trabalho.”

Após a detonação, por falta de ventilação eficiente no bloco, os furadores deviam se retirar do mesmo aguardando a saída da fumaça, caracterizando-se uma *perda por espera*. Da mesma forma a falta de uma perfuratriz reserva no interior do bloco e a distância do paiol de explosivos, localizado em outro nível da mina, ocasionavam *perda por espera*. A Tabela 5 relaciona as perdas identificadas na atividade de desmonte de minério no bloco de lavra e as ações realizadas para eliminá-las.

Tabela 5. Perdas identificadas no interior do bloco de lavra / ações realizadas

Tipo de perda segundo Shingo	Identificadas	Ações
1. Superprodução		
2. Transporte		
3. Processamento em si	x	1. Formação de equipe de furadores 2. Transferir para <i>setup</i> externo: afiação de brocas confeção de bananas para tamponamento limpeza das perfuratrizes 3. Padronizar mangueiras de ar e água 4. Treinamento interno
4. Produtos defeituosos		
5. Espera	x	1. Disponibilizar jogo de brocas afiadas 2. Colocar perfuratriz reserva no bloco 3. Aumentar número de alavancas no bloco 4. Treinamento interno
6. Estoque		
7. Movimento	x	1. Colocar perfuratriz reserva no bloco 2. Aumentar número de alavancas no bloco 3. Fazer jogo de ferramentas para furador 4. Treinamento interno

Uma vez implementadas as melhorias previamente discutidas e analisadas com os furadores, uma nova medição foi realizada, obtendo-se os dados registrados na Figura 22.

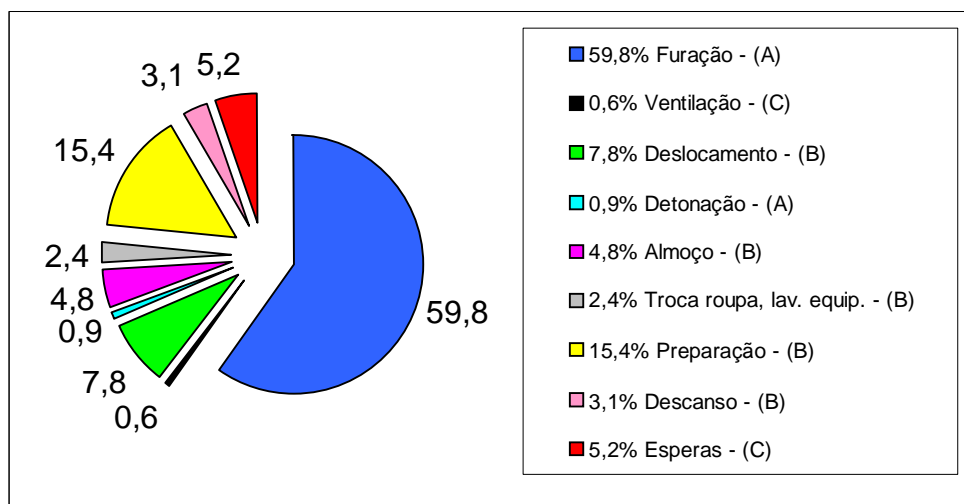


Figura 22. Dados coletados no bloco de lavra - 2a. medição

Bloco 4/100 Mina IV

Novamente, reagrupando as operações realizadas na atividade de desmonte de minério no bloco de lavra de acordo com a classificação de Shingo, obtemos a Figura 23.

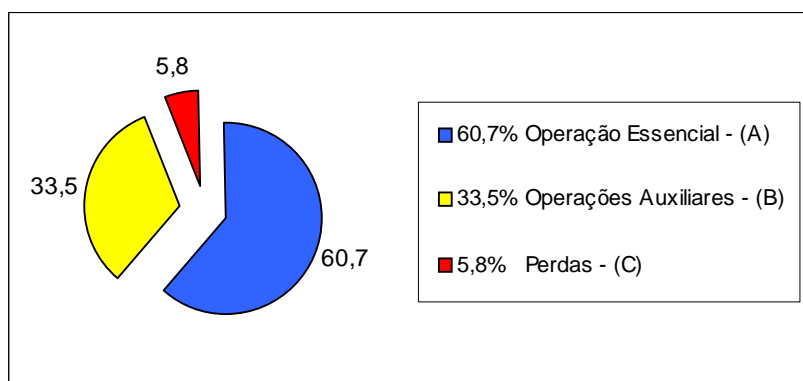


Figura 23. Operações no bloco de lavra segundo Shingo - 2a. medição

Bloco 4/100 Mina IV

O acompanhamento das atividades realizadas no interior dos blocos de lavra, com implementação de melhorias para a redução das perdas e a consequente variação do percentual das operações essenciais e auxiliares foi feito durante 18 meses. Entre as alterações ocorridas, houve a eliminação da perda ocasionada pela ventilação pela mudança dos horários de detonação para o final dos turnos ou no intervalo de refeições. Por outro lado, foi acrescentado um percentual de tempo destinado à orientação e treinamento dos trabalhadores.

Durante o período mencionado realizaram-se duas outras medições. Os dados registrados na terceira medição estão apresentados na Figura 24.

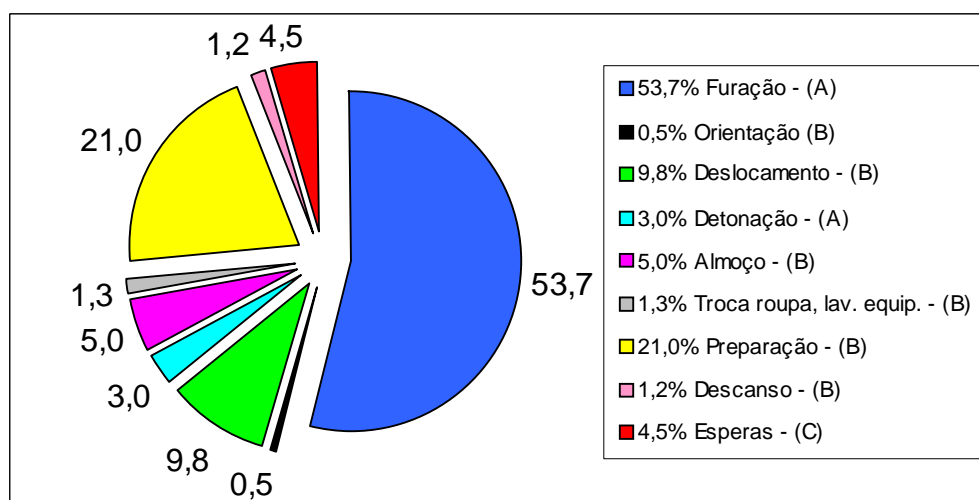


Figura 24. Dados coletados no bloco de lavra - 3a. medição

Bloco 2/300S Mina III

Ao analisar as atividades essenciais e auxiliares e também as perdas, segundo a classificação de Shingo, obtém-se a Figura 25.

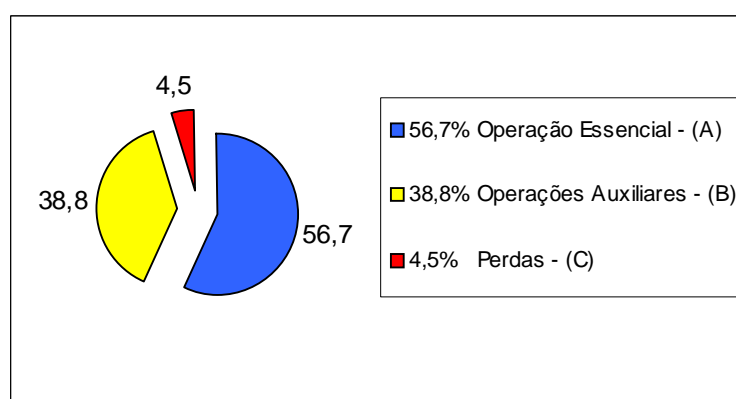


Figura 25. Operações no bloco de lavra segundo Shingo - 3a. medição

Bloco 2/300S Mina III

A última coleta de dados, correspondente à quarta medição, é representada na Figura 26.

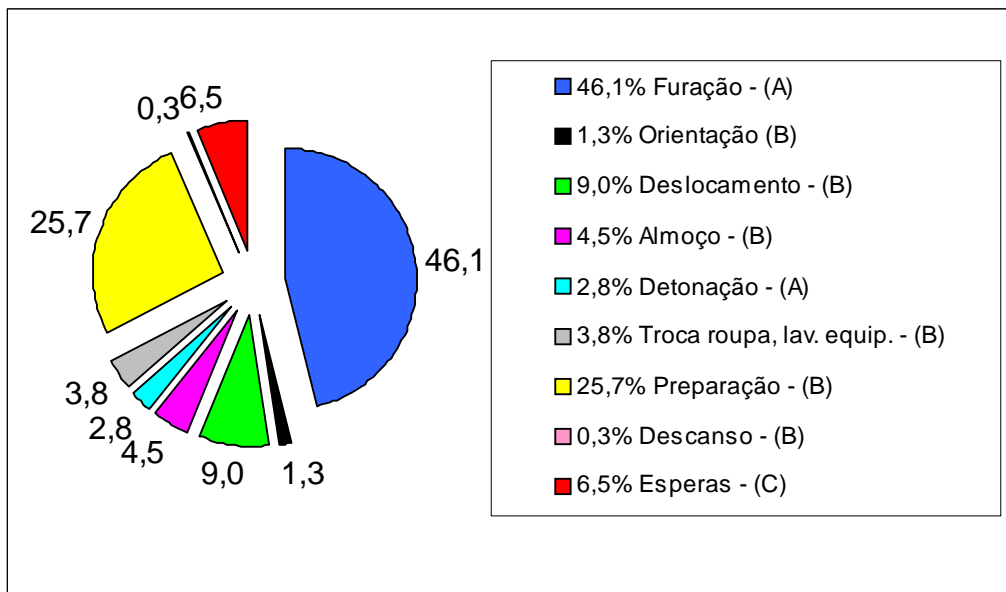


Figura 26. Dados coletados no bloco de lavra - 4a. medição

Bloco 1/250 Mina IV

Da mesma forma, o agrupamento das operações segundo a classificação de Shingo resulta na Figura 27.

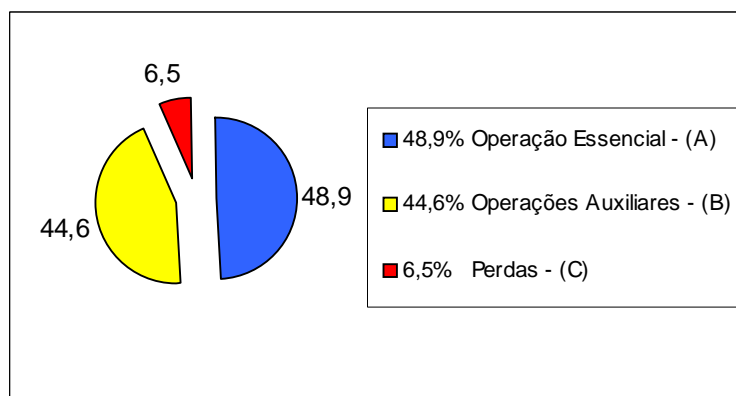


Figura 27. Operações no bloco de lavra segundo Shingo - 4a. medição

Bloco 1/250 Mina IV

O tempo de execução de cada operação, registrado durante as quatro medições, com a variação final entre a primeira e a quarta medição, é indicado na Tabela 6.

Tabela 6. Tempo de execução das operações no bloco de lavra (%)

Operações	Tipo	1ª Medição	2ª Medição	3ª Medição	4ª Medição	Variação final
Furação	A	39,4	59,8	53,7	46,1	6,7
Orientação	B			0,5	1,3	1,3
Deslocamento	B	10,2	7,8	9,8	9,0	-1,2
Almoço	B	4,7	4,8	5,0	4,5	-0,2
Troca roupa, lavagem equip.	B	2,1	2,4	1,3	3,8	1,7
Preparação	B	14,1	15,4	21,0	25,7	11,6
Detonação	A	6,1	0,9	3,0	2,8	-3,3
Descanso	B	8,0	3,1	1,2	0,3	-7,7
Afiação de brocas	B	0,5				-0,5
Esperas	C	13,6	5,2	4,5	6,5	-7,1
Ventilação	C	1,5	0,6			-1,5

Na Tabela 7 estão registrados os tempos de execução das operações, dispostos de acordo com a classificação de Shingo. Ao analisá-la, observa-se que as operações essenciais (A) e as auxiliares (B) tiveram ao longo do tempo variação positiva (aumento de tempo) e negativa (redução de tempo). Este fato se explica pelo relacionamento existente entre estas operações: por exemplo, uma das melhorias realizada foi a redução do número de furos executados em cada frente de furação, passando de 11 para 7 unidades. Isto significou a redução do tempo da atividade essencial de furação, mas ao mesmo tempo significou o aumento da atividade auxiliar de preparação, pela necessidade de se preparar uma maior quantidade de locais para furação.

As perdas (C) tiveram variação negativa entre a 1ª e a 3ª medição, que vem a ser o objetivo da implementação de melhorias. Entre a 3ª e a 4ª medição houve um acréscimo do tempo de perdas porque o acesso ao bloco de lavra do nível 250 passou a ser feito pelo nível 200, aumentando um nível de parada no transporte vertical e, portanto, o tempo de espera.

Tabela 7. Tempo de execução das operações segundo Shingo (%)

Tipo de operação	1ª Medição	2ª Medição	3ª Medição	4ª Medição	Variação final
Essencial (A)	45,5	60,7	56,7	48,9	3,4
Auxiliar (B)	39,4	33,5	38,8	44,6	5,2
Perdas (C)	15,1	5,8	4,5	6,5	-8,6



#### 4.3.4 Padronização das operações

Para que melhorias implementadas em um processo de mudanças sejam efetivadas, não retornando a operação à níveis anteriores com o passar do tempo mas, pelo contrário, sendo aprimorada constantemente, é necessário a sua padronização, conforme comentado no item 2.7.8.

Desta forma, após a realização do estudo apresentado no item anterior, que resultou na aumento da produtividade na operação de desmonte de minério bruto nos blocos de lavra, foram elaborados documentos padronizando as operações no setor de mineração, os quais foram devidamente consensados com os trabalhadores.

Os documentos elaborados para a padronização da operação de mineração fazem parte do Anexo B1 dessa dissertação.

Conforme citado no item 2.7.5, a variabilidade de itens da Toyota levou ao desenvolvimento da TRF. No entanto, também em empresas que produzem um ou poucos produtos o conceito da TRF é importante, uma vez que a redução dos tempos de *setup* de acordo com as etapas mencionadas neste item, contribui para a continuidade operacional do fluxo de produção.

Nestes casos, apesar de normalmente não haver um tempo de *setup* para troca de ferramental no fluxo de produção para a produção de um novo produto, as paralisações para a realização de manutenção preventiva de equipamentos, por exemplo, podem ser programadas reduzindo-se o tempo de paralisação do equipamento.

Os documentos elaborados para a padronização de redução do tempo de *setup* fazem parte do Anexo B2 dessa dissertação.

A elaboração destes padrões possibilita que as operações seja efetuadas de forma correta e da mesma maneira por todos os trabalhadores. Considerando a ótica do Custo-*Kaizen*, estes padrões se tornam o ponto de partida para que novas melhorias sejam implementadas nas operações, com a eliminação das perdas e a conseqüente redução dos custos de produção.

A implementação da padronização implica em uma mudança comportamental por parte dos funcionários, da mesma forma que a implementação de melhorias, transformando a empresa em uma organização de aprendizagem.

#### **4.4 Em direção à uma organização de aprendizagem**

Conforme comentado no item 4.2.1, a baixa qualificação do pessoal de nível operacional na indústria de mineração faz com que seja necessário, para a agregação do conhecimento com vistas à implementação do SFP, que a empresa se torne uma organização de aprendizagem.

O objetivo desejado é a execução das tarefas com pleno conhecimento e domínio, após uma análise prévia sobre a melhor maneira de executá-las. É o caso, por exemplo, da atividade de furação: antes de simplesmente iniciar a execução dos furos, deseja-se que o furador analise a situação, minimizando a quantidade de furos a executar, de tal forma a tornar o seu trabalho mais fácil, com menor custo, porém com a mesma eficiência. Para isto é necessário informação: com ela o funcionário adquire maior conhecimento, trabalha melhor e elimina as perdas na sua atividade.

O primeiro foco analisado foi o nível de alfabetização dos funcionários. Em 1998, em convênio com o governo do Estado de Santa Catarina, através do programa “Mutirão da Cidadania”, os funcionários não alfabetizados iniciaram um curso de alfabetização.

De acordo com a função exercida, a partir de 1998 passou a ser exigido um nível mínimo para ingresso na empresa, indicado na Tabela 8. Aos atuais funcionários, que não atendam à esta exigência, a empresa estabeleceu um tempo hábil para que os mesmos obtenham a escolaridade estabelecida, com o apoio da empresa.

Tabela 8. Nível de escolaridade mínimo

Função	Escolaridade
afiador de brocas, ajudante de subsolo, auxiliar de beneficiamento, carpinteiro	4ª série do 1º grau
furador, guincheiro, manobreiro, operador de locomotiva	1º grau
eletricista I, mecânico I, motorista, porteiro, encarregados de mineração, flotação e preparação I	1º grau
eletricista II, mecânico II, torneiro II, auxiliar de laboratório, apontador, encarregados de mineração e beneficiamento II, encarregados de manutenção mecânica e elétrica	2º grau
auxiliar de contabilidade I, encarregado de laboratório, técnico de segurança trabalho	2º grau nível técnico
assistente administrativo, auxiliar de pessoal e contabilidade, chefe setor contabilidade e pessoal, comprador, encarregado almoxarifado, contas a pagar, topógrafo, geólogo, engenheiro de minas, secretária	3º grau
superintendente, gerente administrativo	3º grau
médico do trabalho e engenheiro de segurança	nível especialização

A situação atual do quadro de funcionários com relação ao atendimento da escolaridade mínima exigida é demonstrada na Tabela 9, observando-se que há casos em que os funcionários têm um nível de escolaridade acima do exigido.

Tabela 9. Nível de escolaridade atual

Nível de escolaridade	Exigência do cargo	Sim	Não	Acima
4ª série do 1º grau	88	51	13	24
1º grau	18		16	2
2º grau	23	3	18	2
2º grau nível técnico	4	4		
3º grau	13	4	4	5
3º grau especialização	4	4		
Total	150	66	51	33

A partir do segundo semestre de 1997, quando foi iniciado o processo de mudanças com a implementação do STP, vários cursos foram realizados para os funcionários da empresa, abrangendo diversas áreas, relacionados na Tabela 10.

Tabela 10. Cursos realizados

Tipo	Área	Quantidade	Participantes
Mestrado Profissional	Engenharia de Produção	1	1
Especialização	Gestão Empresarial, Engenharia de Segurança do Trabalho, Contabilidade Gerencial	3	5
Extensão Universitária	Sistema Toyota de Produção, Padronização, Gerenciamento de RH	3	4
Consultoria Externa	Logística Integral, Gestão da Qualidade Total, Liderança, Padronização, Sistema Toyota de Produção, Mecânica Básica e Manutenção, Atualização ICMs, AutoCad, Intranet 4.11, Manuseio Explosivos, etc.	27	390
Internos	Mecânica Operacional e Eletricidade Básica, Controle de Qualidade, Processo de Beneficiamento, Encontros Integração	16	256
Congressos/Seminários	Aspectos Teóricos e Práticos ICMs, IX Congresso Catarinense RH, Seminário Atualização Pessoal, etc.	9	13
Palestras	Qualidade Total em Relações Humanas, Introdução à TOC, Novos Tempos, novas Idéias Competitivas, etc.	6	51
<b>Total</b>		<b>65</b>	<b>720</b>

A realização destes cursos tem por objetivo a agregação de conhecimento relacionados com métodos modernos de gestão, como por exemplo os cursos de Sistema Toyota de Produção, Padronização, Logística Integral e Gestão da Qualidade Total, bem como a atualização de conhecimentos em funções específicas, como os cursos de Mecânica Operacional e Eletricidade Básica e AutoCad, entre outros.

Conforme abordado no item 2.8, o modelo desenvolvido por Leonard-Barton considera que em uma organização de aprendizagem existem quatro subsistemas que se fundamentam e apoiam entre si, compostos cada um por uma atividade, um valor fundamental e um sistema gerencial.

Ao aplicar este modelo de organização de aprendizagem na Mineração Floral Ltda., a análise de cada subsistema permite constatar que:

#### Subsistema um: resolução de problemas atuais

As características dos funcionários de uma organização de aprendizagem, para realizar a atividade deste subsistema são:

- Serem investidos de poder: existem basicamente três níveis hierárquicos na empresa, quais sejam: 1) superintendência, 2) gerência administrativa, industrial e responsáveis por setor, 3) encarregados de turnos nos setores de mineração e beneficiamento. Os dois primeiros níveis compõem o “*staff*” da organização, sendo delegado autoridade aos gerentes e responsáveis por setor para a execução das tarefas de rotina e implementação de melhorias nas mesmas, como por exemplo na elaboração de um plano de fogo<sup>28</sup>: o encarregado do turno e o furador podem alterá-lo sem o prévio consentimento do encarregado do setor de mineração desde que assim o entendam. Posteriormente é comunicado à este último a modificação realizada e as razões pelas quais o plano de fogo foi alterado. Na solução de problemas de maior amplitude, como é o caso do desenvolvimento geral da mineração em subsolo, são realizadas reuniões com os setores envolvidos (superintendência, pesquisa, encarregados dos setores de mineração e técnico) na busca do consenso para a escolha da solução mais indicada.
- Terem uma visão sistêmica da organização: com a implementação dos princípios e técnicas do STP, uma das mudanças radicais ocorridas na empresa é o gerenciamento por processos e não mais por departamentos, assegurando desta maneira uma visão sistêmica do processo de produção. Face à mesma, constatou-se a partir do segundo semestre de 1997 a eliminação de disputas entre setores, como acontecia, com frequência, entre o setor de mineração e o setor de manutenção. Esta é uma disputa clássica, normalmente observada em organizações que não possuem uma visão sistêmica, na qual os operadores procuravam culpar os mecânicos pelo mau funcionamento dos equipamentos, enquanto que estes culpavam aqueles pela má utilização dos equipamentos.
- Serem próativos: para que a cultura de uma organização se torne próativa é necessário um longo tempo de aprendizagem e conscientização. Fruto da implementação do STP, esta cultura vem se difundindo gradativamente, mas ainda não atingiu *plenamente* todos os níveis da organização. Como exemplo a ser citado, o persistente trabalho realizado ao longo do ano de 1998 para a eliminação de perdas no processo de produção visando a redução dos custos, face a ameaça

---

<sup>28</sup> esquema de furação que indica a quantidade de furos e explosivos e seqüência de detonação

existente de importação do produto, assegurou a sobrevivência da empresa mesmo quando esta ameaça se concretizou no final de 1998. Devido a falta de capacidade de produção para atender as necessidades de consumo da CNQB, mas considerando a pouca diferença de custos de importação e da produção nacional, esta última optou por importar apenas a quantidade necessária para completar suas necessidades, assegurando, desta maneira, a sobrevivência da mineração de fluorita no Estado de Santa Catarina.

- Terem uma cultura voltada para a aprendizagem contínua: o processo de implementação dos princípios e técnicas do STP é longo e exige o aprimoramento contínuo. Uma vez identificada a atividade gargalo no processo de produção, conforme abordado neste capítulo, a busca incessante pela eliminação de perdas, conforme preconiza Shingo, vem aumentando o desempenho desta atividade.

O valor fundamental deste subsistema é o igualitarismo, identificados pelas seguintes atitudes:

- Considerar que todos tem potencial: a prática de estimular idéias e sugestões para a busca de solução de problemas é um fato na empresa e tem evitado desperdícios. Por exemplo, uma das discussões realizadas foi a necessidade de se construir uma nova locomotiva, mais potente, para aumentar o fluxo de minério no subsolo, visando aumentar a produção. Por sugestão de um funcionário, o foco de análise para a solução do problema deslocou-se para as condições das linhas de subsolo. Como resultado, as mesmas foram refeitas, eliminando-se os pontos de atrito – que forçavam as atuais locomotivas, reduzindo sua capacidade de tração – e a necessidade de realizar novos investimentos para a aquisição de equipamentos. Por outro lado, a instalação de diversos dispositivos *poka-yoke* na empresa demonstra e estimula a criatividade dos funcionários.
- Dar liberdade de expressão para todos a qualquer tempo: o exemplo anteriormente citado demonstra ser esta atitude uma realidade. O acesso à sala da superintendência e demais setores é facultado a todos os funcionários como forma de estimular o diálogo, a integração e a participação de todos.

- Dar motivação pelo reconhecimento do grupo: na busca da solução de um problema, raramente a primeira sugestão é a adotada. Normalmente, após uma discussão em grupo, a sugestão inicial é aprimorada, sendo a solução final freqüentemente bastante diferente da inicialmente sugerida. O mérito da solução encontrada é concedido à todo o grupo.
- Não possibilitar a existência de artefatos que diferenciem as pessoas: a diretriz da empresa é no sentido de não criar diferenciação entre funcionários. Um dos exemplos a mencionar é o fato de que a refeição oferecida é a mesma para todos, independentemente do nível hierárquico.

Para dar suporte às atitudes acima, o sistema gerencial deste subsistema utiliza algumas formas para as mensurar, tais como:

- Recompensar pelas habilidades individuais e não pelos cargos: esta prática não faz parte da cultura da empresa nem da região. As empresas de mineração localizadas no sul do Estado de Santa Catarina remuneram os seus funcionários de acordo com o cargo ou a função exercida, sendo estas remunerações constantes, inclusive, em acordos coletivos celebrados com os Sindicatos. A premiação individual tem como característica a de provocar desconforto e ciúmeira entre os demais funcionários, razão pela qual ela não é praticada.
- Dar participação coletiva nos lucros: fruto do trabalho desenvolvido por todos e dos resultados obtidos a partir de 1997 com o início de implementação do processo de mudanças, a empresa foi precursora na região para a prática de distribuição, no final do exercício, de uma participação nos lucros e resultados obtidos, fatos ocorridos nos exercícios de 1997 e 1998. Em função das metas estabelecidas no início de cada exercício, foi definido um valor relacionado com o salário individual de cada funcionário, estabelecendo-se um percentual do mesmo a ser pago em função do percentual de atingimento das metas fixadas. Uma vez que, em ambos os exercícios, as metas foram plenamente atingidas, o valor pago correspondeu a 100,0% do valor inicialmente estabelecido.
- Participação no patrimônio da organização: esta prática não é realizada na empresa.

### Subsistema dois: integração do conhecimento interno, através das funções e projetos

A atividade deste subsistema reconhece o valor do conhecimento, devendo uma organização de aprendizagem investir na educação e no treinamento de todos os funcionários. Assim, a exigência de um nível mínimo de escolaridade para cada função exercida, conforme já comentado neste capítulo, vem de encontro à esta atividade.

O valor fundamental deste subsistema é a divulgação do conhecimento interno. Conhecer a organização de uma forma sistêmica é um dos objetivos existentes em relação aos funcionários. Para tanto, a prática da multifuncionalidade (que possibilita a aquisição do conhecimento), a visita à outros setores, a participação em seminários internos e a divulgação de melhorias realizadas com a implementação do STP são ferramentas utilizadas pela organização na busca deste objetivo.

Neste subsistema, o sistema gerencial busca oferecer mecanismos para estimular a educação e o aprendizado contínuo, tais como:

- Escolaridade: conforme citado neste capítulo, a partir de 1997 com o início do processo de mudanças, a empresa tem se preocupado em estimular seus funcionários para o aumento do seu nível de escolaridade.
- *Layout* aberto na organização, com eliminação de divisórias: por se tratar de uma organização distribuída geograficamente, com minas distantes cerca de 100 km uma da outra, a integração por redefinição do *layout* não é possível de forma ampla nesta empresa. O único espaço em que esta possibilidade existe é o setor administrativo: esta prática, porém, foi realizada apenas *parcialmente* pela junção dos setores de almoxarifado e compras, que se transformou em um único setor denominado de suprimentos. No restante da organização esta prática não está sendo analisada.
- Descentralização horizontal (funções) e vertical (hierarquia): sendo a multifuncionalidade uma das principais técnicas do STP, a empresa vem atuando para que esta prática seja difundida de forma mais ampla possível (descentralização horizontal). No setor de beneficiamento mineral, por exemplo, existem duas instalações distintas, produzindo, uma, a *fluorita grau metalúrgico* e a outra, a *fluorita grau ácido*. Uma das experiências em curso é o treinamento de todo o



pessoal do beneficiamento visando a capacitá-los a operar qualquer uma das plantas, tornando o mesmo multifuncional, com agregação de conhecimento aos funcionários envolvidos. Estes funcionários também estão sendo treinados na realização de serviços de manutenção básica, integrando-os desta forma também com o setor de manutenção. A existência de apenas três níveis hierárquicos na organização, por sua vez, possibilita a integração vertical.

- Estímulo ao encontro de funcionários: neste sentido, através de uma visão sistêmica, a empresa promove *visitas* de funcionários de um determinado setor para os demais. Esta prática surgiu após uma reunião no setor de mineração, quando um funcionário questionou sobre o destino dado ao minério produzido por ele e o que era feito com o mesmo, demonstrando, desta forma, a falta de visão sistêmica que existia na organização. Em complemento à estas visitas, foi promovido um seminário interno envolvendo todos os setores da empresa, no qual foram transmitidas informações que versaram desde a gênese das jazidas de fluorita até as características dos produtos comercializados pela organização e sua utilização. Como resultado, o conhecimento a respeito da matéria-prima da empresa tornou-se amplo e disseminado em toda a organização: o próprio setor administrativo, não envolvido diretamente no fluxo de produção, tem familiaridade com o subsolo e com a atividade principal da empresa – a produção e o beneficiamento do minério de fluorita.
- Divulgação de melhorias realizadas: são realizados seminários internos e reuniões parciais com todos os funcionários, para divulgação das melhorias realizadas e buscando-se o comprometimento de todos. Uma das atividades da equipe de melhorias é justamente a divulgação das melhorias realizadas em toda a organização para todos os setores.
- Workshops, CCQ's, apresentação de relatórios de visitas, feiras, etc: a empresa tem como prática comum a realização de seminários internos para a divulgação do processo de mudanças para toda a organização. As metas estabelecidas anualmente pela organização tem como base as melhorias realizadas em função do processo de mudanças e são por todos conhecidas, sendo de responsabilidade da Equipe de

Melhorias, uma APG de caráter permanente constituída para o monitoramento das mesmas, a sua divulgação.

#### Subsistema três: desafiando o estado atual

Para estimular em seus funcionários a atividade deste subsistema – a experimentação contínua e a criatividade – uma organização deve proceder conforme segue:

- Criar programa de incentivo à experimentação: esta prática não é adotada na empresa sob a forma de um programa previamente estabelecido. No entanto, o estímulo à experimentação faz parte do clima organizacional, como forma de incentivar os funcionários para a melhoria contínua.
- Criar programas de difusão interna de experimentos: o processo de mudanças em curso é o melhor exemplo que a organização pode apresentar com relação à inovação e à criatividade. A própria organização tornou-se um grande experimento que, uma vez bem sucedido, pode ser transmitido à outras organizações do grupo empresarial da qual ela faz parte. Por outro lado, com a difusão do STP, a criatividade é intensamente estimulada. A construção de diversos dispositivos *poka-yoke* ao longo do fluxo de produção, como os já apresentados nesta dissertação, teve em sua origem idéias geradas por seus funcionários.
- Implantar um banco de idéias: um processo de mudanças em uma organização não tem possibilidade de sucesso se a visão sistêmica não for uma realidade para os seus funcionários. Decorridos vários meses após o início deste processo, muitos funcionários já possuem esta visão. Os seminários internos realizados estimulam o surgimento de idéias que, após registradas, são analisadas e implementadas ou não, conforme a sua validade. De qualquer forma, o retorno é sempre dado ao funcionário, de maneira a estimulá-lo constantemente à esta prática. Não existe um banco formal de idéias, mas a sugestão de idéias é estimulada.

O valor fundamental deste subsistema é assumir de forma positiva os riscos decorrentes da inovação.

A decisão de realizar um processo de mudanças na empresa implica necessariamente na aceitação de riscos. Obviamente são riscos calculados, uma vez que ele vem sendo realizado de forma parcial e gradativa, concentrando-se atualmente apenas no fluxo de produção.

Neste subsistema, o sistema gerencial de uma organização deve adotar procedimentos para a seleção e a retenção de seus funcionários, como:

- Política de remuneração adicional por práticas inovadoras: o processo de mudança em curso premia seus funcionários através da participação de lucros e resultados – PLR, comentada anteriormente, em função dos resultados anuais obtidos pela mesma, não sendo adotada a prática de premiação individual.
- Política de contratação priorizando o potencial criativo e a capacidade de propagar o conhecimento: uma vez que o *turnover* é baixo, a contratação de novos funcionários é restrita praticamente às funções operacionais, nos setores de mineração e beneficiamento mineral, em função, principalmente, da saída de funcionários por completarem o tempo de aposentadoria. Por se tratarem de funções básicas, a organização não considera estas habilidades para a seleção de candidatos.
- Clima organizacional: Sendo este um dos pilares da estrutura do processo de mudanças apresentado nesta dissertação, pode-se creditar à existência deste a não existência de funcionários sindicalizados na empresa.

#### Subsistema quatro: Criando uma organização de pesquisa virtual

Integrar o conhecimento externo, aumentando o conhecimento global de uma organização, é a atividade relacionada com este subsistema. Esta integração é feita considerando vários aspectos, tais como:

- Tecnológico: o processo de mudanças em curso é resultado de um *benchmarking* realizado sobre os modernos métodos de gestão da produção. A sua implementação envolve todos os funcionários, razão pela qual são realizados discussões técnicas, consultoria externa e treinamentos na organização. Também a disponibilidade de dados da empresa para a realização de um trabalho acadêmico por parte de alunos

da disciplina de Avaliação Econômica do curso de Engenharia de Minas da UFRGS, que por sua vez trazem ao conhecimento da empresa *softwares* da área de mineração, contribui para a agregação de conhecimento de ambas as partes.

- Legal: os aspectos legais relativos à legislação de mineração são feitas através do acompanhamento do setor de pesquisa aos órgãos oficiais, como o Diário Oficial da União. Na área trabalhista, o setor administrativo é assessorado por um escritório de advocacia especializado, através de um contrato de prestação de serviços, sendo também assessorado pelo setor jurídico da CNQB para todas as questões legais.
- Econômico: conforme já comentado no item 3.10.1, a situação confortável da empresa com relação ao mercado é devido ao fato de que cerca de 85,0% de sua produção se destina ao principal acionista, a CNQB. No entanto, o planejamento visando a redução dos custos de produção como forma de assegurar a competitividade da organização com a importação – objetivo deste processo de mudanças – faz com que a superintendência e as gerências busquem informações sobre os preços propostos pelos concorrentes à CNQB, no sentido de estabelecer as metas da empresa.

Este subsistema tem como valor fundamental o aprendizado com a experiência dos outros. A implementação dos princípios e técnicas do STP no processo de produção da fluorita tem demonstrado à toda a organização o valor do conhecimento externo. Por que não utilizar princípios e técnicas desenvolvidos por outros – por exemplo pela indústria automobilística – na busca da agregação de conhecimento para atingir os objetivos de sobrevivência e competitividade de uma organização? O processo de mudanças ora em curso tem estimulado a inovação dentro da organização e valorizado a criação e a agregação contínua do conhecimento.

Como forma de agregar conhecimento, o sistema gerencial deste subsistema estimula a participação dos funcionários em eventos externos, tais como cursos, seminários, visitas técnicas, entre outros. O *input* inicial para o processo de mudanças na empresa foi a participação do autor desta dissertação em um Curso de Especialização em Engenharia Econômica e da Produção, no qual foi ministrado uma disciplina denominada “Sistema Toyota de Produção”.

## 4.5 Análise dos resultados obtidos

Em um processo de mudanças, a definição do que medir e onde medir é importante para possibilitar o monitoramento do mesmo ao longo de sua implementação.

No processo de implementação dos princípios e técnicas do STP na mineração de fluorita, este acompanhamento é feito utilizando-se a lógica de indicadores globais<sup>29</sup> e indicadores locais, derivando-se para o conjunto de itens de controle apresentados neste item.

A Tabela 11 apresenta a variação percentual dos gastos totais de produção, constantes no Mapa Demonstrativo de Despesas (MDD) da Mineração Floral Ltda., em relação aos produtos finais obtidos (fluorita grau ácido úmido e fluorita grau metalúrgico), tomando como parâmetro de referência o valor médio do ano de 1996, no qual não houve influência do processo de mudanças posto em prática a partir do segundo semestre do ano de 1997, coletando-se os dados até o final de 1998.

Tabela 11. Variação percentual MDD x produtos finais

MDD/Produtos finais	1996	1997	1998
US\$ / ton (%)	Base Inicial	-9,4	-18,90

A implementação dos princípios e técnicas do STP vêm sendo realizada na empresa de forma gradual, sendo atualmente restrita ao processo de produção. Como se observa, houve uma redução dos gastos totais a partir do início desta implementação.

Uma vez que o processo de mudanças se restringe ao fluxo de produção, foram definidos ao longo do mesmo alguns itens de controle a saber:

<sup>29</sup> Estes indicadores são de caráter confidencial, restritos ao âmbito da empresa. Nesta dissertação é apresentado na Tabela 11, em substituição aos mesmos, a variação dos gastos totais em relação aos produtos obtidos, em termos percentuais, uma vez que esta é diretamente relacionada com a evolução dos indicadores globais e com o objetivo principal da empresa – a redução dos custos de produção.

1. produtividade do desmonte de minério nos blocos de lavra, de caráter quantitativo, é relacionado com a atividade de furação na operação gargalo;
2. produtividade do escoamento do subsolo, de caráter quantitativo, é relacionado com o escoamento do minério desde as frentes de produção até o silo de superfície;
3. alimentação das instalações de preparação, de caráter quantitativo, é relacionada com a capacidade de beneficiamento de minério bruto na etapa inicial do processo de beneficiamento;
4. teor da fluorita grau ácido úmida, de caráter qualitativo, é relacionada à qualidade do produto final.

Na Tabela 12 são apresentados os valores coletados simultaneamente com a realização das medições feitas durante o estudo da operação gargalo, apresentado no item 4.3.3.

Tabela 12. Evolução dos itens de controle

Item de controle	1ª Medição	2ª Medição	3ª Medição	4ª Medição	Varição (%)
<b>Produtividade do desmonte de minério nos blocos de lavra</b>					
tonelada/homem-dia	15,72	21,04	23,30	26,26	67,05
<b>Produtividade do escoamento do subsolo</b>					
vagonetas/horas trabalhadas	5,46	7,73	12,44	13,08	139,56
<b>Alimentação das instalações de preparação</b>					
toneladas/horas trabalhadas	27,04	32,97	34,50	47,96	77,37
<b>Teor da fluorita grau ácido úmido</b>					
% de CaF <sub>2</sub> na fluorita grau ácido	95,76	95,75	96,27	96,05	x-x-x

O aumento de 67,05% na produtividade do desmonte de minério é devido, basicamente, ao trabalho realizado no interior dos blocos de lavra para a eliminação de perdas, discorrido no item 4.3.3, e não à redução de pessoal.

O acréscimo de 139,56% na produtividade do escoamento do subsolo é creditado ao aumento do volume desmontado no interior dos blocos de lavra em função das melhorias realizadas nos mesmos e também às melhorias realizadas tanto no escoamento horizontal como no vertical: no primeiro, a reformulação das linhas de subsolo e manutenção preventiva das vagonetas possibilitaram o aumento da quantidade escoada por comboio, enquanto que, no segundo, a colocação de uma gaiola adicional e a instalação de um

dispositivo *poka-yoke* (câmera de vídeo) no poço aumentaram a sua capacidade de extração.

Nas instalações de beneficiamento, a mudança no *layout* das instalações de preparação, com a instalação de um circuito adicional para peneiramento de minério para retirada de “finos” na alimentação do britador secundário e a instalação de dispositivos *poka-yoke* para normalização e regulagem da taxa de alimentação foram responsáveis pela redução de um turno de produção e pelo acréscimo de 77,37% na capacidade de produção.

A manutenção do teor de  $\text{CaF}_2$  na fluorita grau ácido úmida em torno de 96,0%, valor exigido pelos compradores, assegura a qualidade do produto da empresa.

Conforme comentado no item 4.3, adotando a estratégia do Custo-*Kaizen* o SFP se constitui em um processo dinâmico e contínuo. Desta forma, a realização de novas melhorias com base nos princípios e técnicas do STP possibilitam que estes indicadores apresentem dados mais favoráveis, indo ao encontro do objetivo estabelecido: a redução dos custos de produção.

## CAPÍTULO 5

### 5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

A aplicação prática de conceitos mundialmente conhecidos de gestão empresarial na indústria de mineração, utilizados em outros tipos de indústrias, se constitui no escopo dessa dissertação.

Para tanto, a empresa alvo – a Mineração Floral Ltda. – transformou-se em um laboratório de experimentos, na qual os princípios e técnicas do STP vêm sendo aplicados de forma contínua e crescente desde o segundo semestre de 1997.

O processo de transferência deste conhecimento vem sendo realizado no sentido de utilizar a pesquisa e o desenvolvimento gerados durante a construção do STP, adaptando este conhecimento às características particulares da empresa.

Assim procedendo, além da agregação do conhecimento externo, houve a ampliação do conhecimento interno, similarmente ao ocorrido durante o crescimento da *Toyota Motor Company*. Com efeito, cita Ohno (1997, p.103) que Toyoda Kiichiro, presidente desta companhia em 1933, anunciou o objetivo de desenvolver carros produzidos nacionalmente para o público em geral com as seguintes palavras: “Nós aprenderemos técnicas de produção do método americano de produção em massa. Mas nós não iremos copiá-las como são. Usaremos as nossas próprias pesquisa e criatividade para desenvolver um método de produção que seja adequado à situação do nosso país”. Com o mesmo enfoque está sendo construído o *Sistema Floral de Produção*.



O objetivo principal deste trabalho, conforme comentado no item 1.3.1, foi desenvolver um método de gestão do ponto de vista da Engenharia de Produção para a aplicação dos princípios e das técnicas do STP na indústria de mineração, através da formulação de uma estrutura de mudanças – compreendendo o conteúdo destas mudanças – e da construção de um processo de mudanças – compreendendo as ações gerais a serem realizadas.

Conforme comentado no item 2.5, Shingo (1996a, p. 101) afirmou que para compreender o objetivo do STP é necessário entender que ele “é um sistema que visa a eliminação total das perdas”. Da mesma forma, o desenvolvimento deste trabalho foi feito buscando a eliminação das perdas no processo de produção de fluorita na indústria de mineração. Com este enfoque, a estrutura de mudanças e o processo de mudanças propostos podem ser aplicados não só neste tipo de indústria, como também em outros ramos industriais.

Os resultados obtidos, demonstrados no item 4.5 através das Tabelas 11 e 12 respectivamente, comprovam a redução dos custos de produção pela redução dos gastos totais em relação aos produtos obtidos bem como a melhoria significativa dos itens de controle, permitindo concluir que a estrutura de mudanças e o processo de mudanças propostos neste trabalho contribuíram para assegurar a sobrevivência da empresa em um mercado altamente competitivo. Ao adotar a estratégia de Custo-*Kaizen*, discutido no item 2.1, os resultados da empresa tendem a melhorar continuamente

## 5.1 Conclusões

As conclusões gerais deste trabalho, obtidas desde o início do processo de mudanças, são as seguintes:

- A análise dos resultados obtidos, através da avaliação dos indicadores globais e locais, demonstra que a proposta de utilização dos princípios e técnicas do STP não se restringem à indústria automobilística mas, pelo contrário, é passível de ser

utilizada em outros ramos industriais, como no caso de indústrias de mineração, contribuindo para a redução de seus custos de produção.

- O trabalho realizado durante a construção do *Sistema Floral de Produção* para a eliminação de perdas no processo de produção visando a redução dos custos, face a ameaça existente de importação do produto, aliado à posse das jazidas no Estado de Santa Catarina, assegurou a sobrevivência da empresa quando esta ameaça se concretizou no final de 1998, conforme comentado no item 4.4. Devido a falta de capacidade de produção para atender as necessidades de consumo da CNQB, mas considerando a pouca diferença de custos de importação e da produção nacional, esta última optou por importar apenas a quantidade necessária para completar suas necessidades, assegurando, desta maneira, a sobrevivência da mineração de fluorita no Estado de Santa Catarina;
- A proposição de uma estrutura de mudanças e de um processo de mudanças teve como ponto de partida a identificação e a eliminação de perdas no processo produtivo – dando origem ao Anexo A – constituindo-se este num princípio básico para a redução dos custos de produção em todos os ramos industriais;
- Nenhum processo de mudanças na amplitude do proposto neste trabalho tem possibilidade de sucesso se não contar com a efetiva participação de *todos* os seus funcionários. Esta participação somente é obtida com a existência de um clima organizacional construído através de um bom relacionamento humano em todos os níveis hierárquicos, que motive o envolvimento, a criatividade e o compromisso para com os objetivos da organização. Esta preocupação é inerente ao próprio STP: afirma Shingo (1996b, p.176) que “não importa quão bom seja um sistema de administração, ele não funcionará apropriadamente a não ser que seja permeado por boas relações humanas”.
- Há a necessidade de se adaptar a proposta de implementação do STP às características particulares de cada indústria. No caso da indústria de mineração, por exemplo, a variabilidade da matéria-prima mineral não se constitui em um impasse para a utilização das técnicas do STP, mas ela impossibilita o uso de cartão *kanban* pela falta de garantia de sua qualidade. No caso específico da empresa analisada,

estratégias de marketing não fazem parte da proposta apresentada pelo grau de verticalização de seu mercado;

- Uma das questões levantadas por essa dissertação relaciona-se com a redução dos estoques de matéria-prima, um dos objetivos insistentemente perseguido pelos construtores do STP. A busca deste objetivo na empresa analisada conduz ao estudo da mudança do método de mineração, de forma a reduzir a necessidade de manutenção de minério bruto desmontado no interior dos blocos de lavra, surgindo como alternativa possível o desmonte vertical em substituição ao desmonte horizontal. Da mesma forma, a análise dos efeitos causados pela variabilidade da matéria-prima conduz à instalação de dispositivos *poka yoke* nas instalações de beneficiamento de forma a neutralizá-los. Estes fatos demonstram que o uso dos princípios e das técnicas do STP, particularmente com a aplicação do Mecanismo do Pensamento Científico, questionando sucessivamente “*Por quê?*”, resulta na quebra de paradigmas solidamente enraizados nas organizações;
- Como consequência da implementação dos princípios e técnicas do STP na organização, ampliou-se significativamente a visão sistêmica da mesma por parte dos funcionários, fato que possibilitou a redução dos custos de produção conforme a avaliação dos indicadores globais e locais;
- Na implementação de um processo de mudanças como o discorrido nessa dissertação é necessário que as pessoas sejam devidamente preparadas e treinadas para que elas se sintam motivadas a solucionar problemas, ter criatividade e realizar inovações, através da busca de conhecimento interno e externo, transformando a organização em um organização de aprendizagem (*learning organization*);
- No Brasil, o nível de escolaridade das funções operacionais em todos os segmentos industriais é, de forma geral, muito baixo. Esta, muito provavelmente, é uma das causas principais que contribui com o volume de desperdício existente nas organizações e que trazem prejuízos à economia nacional, sendo o investimento na educação a única forma possível para reverter esta situação. Um processo de mudanças como o STP tem na educação um aliado para o sucesso de sua implementação, devendo para tanto ocorrer uma mudança comportamental a nível empresarial para que investimentos nesta área sejam realizados.

- Um processo de mudanças semelhante ao que vem sendo realizado na Mineração Floral Ltda., além de trazer novos conhecimentos técnicos, implica, também, na necessidade de uma mudança comportamental por parte de *todos* os membros da organização. Além do baixo nível de escolaridade, o elevado nível de desemprego existente no país ocasiona um sentimento de insegurança quando da implementação de mudanças desta magnitude. Desta maneira, estas mudanças devem ser implementadas de forma segura, constante e gradual, acompanhadas com uma mudança comportamental para a realização de melhorias por parte dos funcionários, a qual deve ser constantemente monitorada.

## 5.2 Recomendações para trabalhos futuros

Com base na observação prática da implementação dos princípios e técnicas do STP na indústria de mineração de fluorita do Estado de Santa Catarina, alguns tópicos podem propiciar novos estudos, a saber:

- Realizar estudo de caso nas minerações de carvão localizadas no extremo sul do Estado de Santa Catarina, buscando verificar e ampliar o grau de generalização da estrutura de mudanças e do processo de mudanças propostos pela dissertação na mesma região e no mesmo tipo de indústria, porém em um cenário com vários concorrentes;
- Realizar estudo de caso em outros tipos de indústrias, com foco na estrutura de mudanças e no processo de mudanças propostos nesta dissertação;
- Realização de estudos para a implementação de outros métodos de gestão nas organizações, em consonância com o processo de mudanças proposto nesta dissertação;
- Aprofundar estudos sobre a relação existente entre a implementação dos princípios e técnicas do STP e o conceito de organizações de aprendizagem, possibilitando a análise do objeto dessa dissertação a partir do enfoque de organizações de aprendizagem;

- Aprofundar o estudo sobre APG's – Atividades de melhorias de pequenos grupos – como forma de fomentar o trabalho em equipe nas organizações.
- Estudar e ampliar a pesquisa sobre a utilização de dispositivos *poka-yoke* de segurança nas organizações, no sentido de reduzir os custos com acidentes de trabalho no país;
- Ampliar a construção do modelo proposto envolvendo outras ferramentas do STP não utilizadas no trabalho realizado na Mineração Floral Ltda., tais como 5S's e TPM.
- Propiciar o estudo da legislação trabalhista vigente no país, objetivando propor alterações na C.L.T., visando a preservação e o crescimento do efetivo existente nas organizações, como forma de assegurar a continuidade operacional e reduzir a taxa de desemprego no país;

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVAREZ, R. R. **Desenvolvimento de uma análise comparativa de métodos de identificação, análise e solução de problemas.** Porto Alegre, 1996. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul
- ANTUNES, José A.V. **Em direção a uma teoria geral do processo na administração da produção:** Uma discussão sobre a possibilidade de unificação da teoria das restrições e da teoria que sustenta a construção dos sistemas de produção com estoque zero. Porto Alegre, 1998. Tese de Doutorado em Administração, Universidade Federal do Rio Grande do Sul
- BEVILACQUA, Clovis. T. **Perfil analítico da fluorita.** Boletim nº 14. Rio de Janeiro: DNPM – MME, 1973
- CAMPOS, Vicente Falconi. **TQC: Controle da Qualidade Total (no estilo japonês).** Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, Escola de Engenharia da UFMG, 1992
- GHINATO, Paulo. **Sistema Toyota de Produção:** mais do que simplesmente *just-in-time*. Caxias do Sul: Universidade de Caxias do Sul, 1996
- GOLDRATT, Eliyahu M., COX, Jeff. **A meta.** 12.ed. São Paulo: Educator, 1997
- HNOREC, Steven M. **Sinais vitais:** usando medidas de desempenho da qualidade, tempo e custo para traçar a rota para o futuro de sua empresa. São Paulo: Makron Books, 1994.
- HAY, Edward J. **Just-in-Time.** São Paulo: Maltese, 1992
- KLIPPEL, Altair F. **Liderança:** o desafio do futuro. Criciúma, 1998. Monografia de Especialização em Gestão Empresarial, Universidade do Extremo Sul Catarinense.
- 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

- LEONARD-BARTON, D. **A empresa como um laboratório de aprendizagem.** Artigo traduzido por Nayron Bulhões Jr., revista Sloan Management Review, spring, 1992 incluso na apostila da disciplina de Análise Organizacional do curso de Mestrado Profissional da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: 1998
- MILLER, M. Michael. **Fluorspar.** [online] Disponível na Internet via www. <http://minerals.er.usgs.gov/pubs/commodity/fluorspar>. Arquivo capturado em 15 de dezembro de 1998.
- MOURA, Eduardo C. **As sete ferramentas gerenciais da qualidade** – implementando a melhoria contínua com maior eficácia. São Paulo: Makron Books, 1994
- NOREEN, Eric, SMITH, Debra e MACKEY, James T. **A Teoria das Restrições e suas implicações na contabilidade gerencial.** São Paulo: Educator, 1996
- 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.
- SLACK, Nigel *et al.* **Administração da Produção.** São Paulo: Atlas, 1997
- TAYLOR, Frederick W. **Princípios de Administração Científica.** São Paulo: Atlas, 1995
- THIOLLENT, Michel. **Pesquisa-Ação nas organizações.** São Paulo: Atlas, 1997

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



## **Anexo A: Tipos de perdas na indústria de mineração de fluorita**

Este anexo é composto de três planilhas, nas quais são exemplificados os tipos de perdas que ocorrem no fluxo de produção da mineração de fluorita, relacionadas à uma atividade específica, com base na proposta construída por Shingo (1996a, p. 227).

Além dos 7 tipos de perdas identificados por Shingo, são relacionadas perdas ergonômicas, ambientais, energéticas e por faltar padronização.

As planilhas que compõem este Anexo são as seguintes:

- Anexo A1: tipos de perdas relacionadas com a operação de mineração;
- Anexo A2: tipos de perdas relacionadas com a operação de beneficiamento mineral;
- Anexo A3: tipos de perdas relacionadas com a operação de transporte.

As planilhas foram construídas correlacionando-se as diversas atividades existentes em cada uma destas operações com os tipos de perdas possíveis, os quais são exemplificados. Os números indicados em cada tipo de perda correspondem à numeração apresentada por Shingo na identificação dos 7 tipos de perdas, seguindo-se das perdas identificadas para a mineração de fluorita.

O processo de mudanças e a estrutura organizacional de melhorias propostos nesta dissertação têm como origem a identificação e eliminação das perdas existentes no fluxo de produção, constituindo-se estas planilhas, portanto, no ponto de partida para a construção do *Sistema Floral de Produção*.

## **Anexo A1: Tipos de perdas na operação de mineração**

Neste Anexo são apresentadas os tipos de perdas identificados e exemplificados com relação à operação de mineração, observando-se que as perdas por transporte (3) e por superprodução (1) não se aplicam à empresa quando analisadas sob a ótica desta operação.

Os tipos de perdas identificadas por Shingo e pela empresa objeto desta dissertação, indicadas nesta planilha são as seguintes:

### 4. Perdas por processamento em si:

- *Furação (C)*: Plano de lavra para desmonte de peitos<sup>30</sup> no interior dos blocos de lavra com elevado número de furos (11);

### 7. Perdas por fazer produtos defeituosos:

- *Furação (C)*: Execução de furos com orientação fora de padrão (desalinhados) ocasionando matacões<sup>31</sup> ou minério desmontado muito fino assim como excesso de material estéril desmontado devido a plano de furação mal planejado reduzindo o teor do minério bruto;
- *Detonação (D)*: Distribuição mal feita na iniciação da queima do acessório, não desmontando o minério;

### 2. Perdas por espera de processo:

- *Deslocamento (A)*: Tempo de espera da gaiola<sup>32</sup> na superfície por parte dos colaboradores no início do turno;
- *Preparação (B)*: Tempo de espera para escoamento do empolamento do interior dos blocos de lavra para início dos trabalhos;

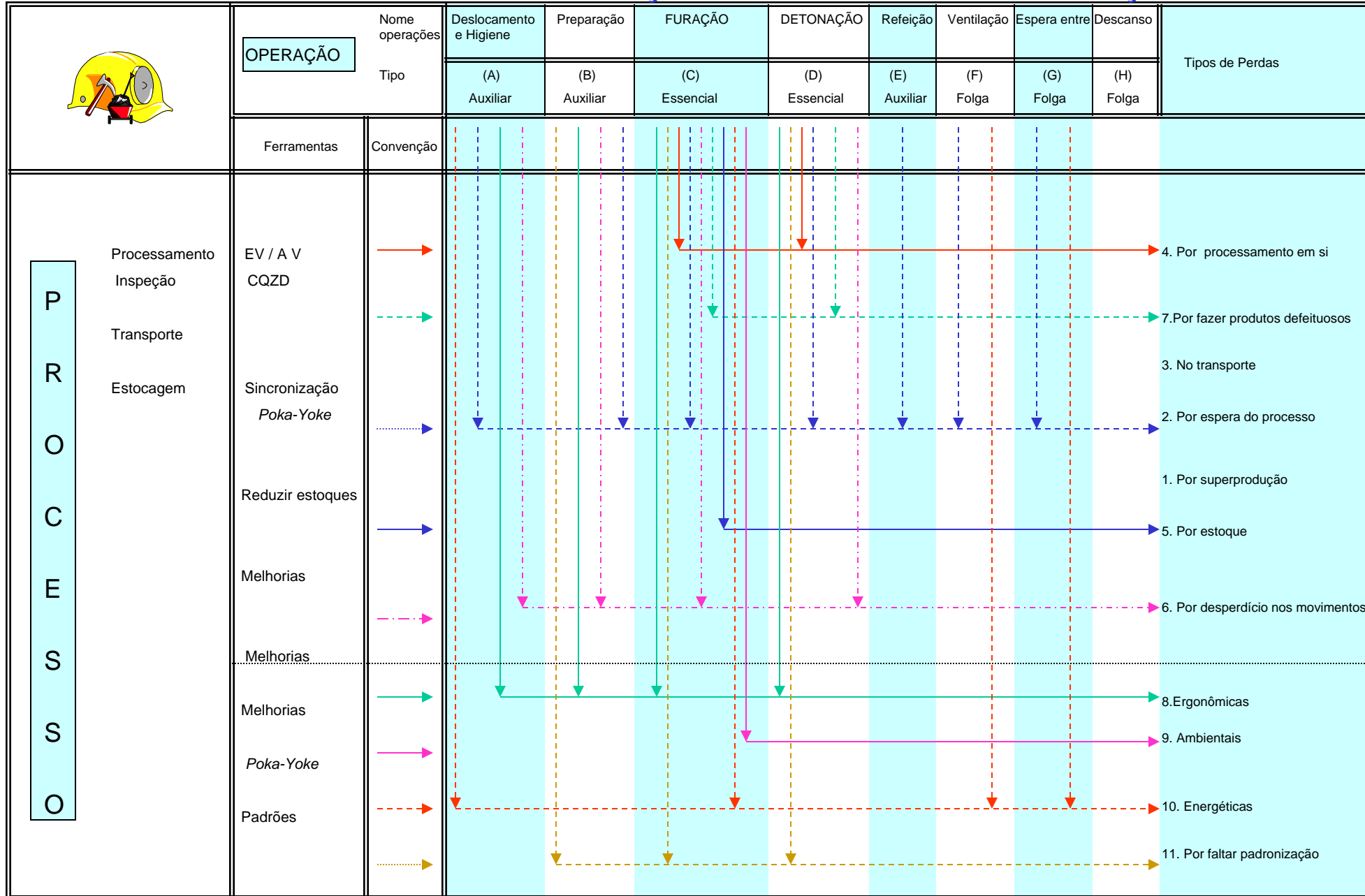
---

<sup>30</sup> frente de furação no interior de um bloco de lavra

<sup>31</sup> blocos de minério com grande volume

<sup>32</sup> elevador de mina para acesso ao subsolo

# Sistema Floral de Produção - SFP Perdas na mineração



- *Furação (C)*: Paralisação da operação por falta de ar comprimido por defeito no compressor ou vazamento na tubulação;
- *Detonação (D)*: Atraso na detonação por espera de conclusão da preparação de outra frente ou por espera de materiais necessários;
- *Refeição (E)*: Atraso na entrega de refeição ao local destinado;
- *Ventilação (F)*: Demora na saída da fumaça devido ao mal dimensionamento da ventilação do bloco;
- *Espera entre operações (G)*: Falta de sincronização durante as trocas de turno;

#### 5. Perdas por estoque:

- *Furação (C)*: Manutenção de 70% do minério desmontado no interior dos blocos de lavra devido ao método de desmonte utilizado (*shrinkage stoping*);

#### 6. Perda por desperdício nos movimentos:

- *Deslocamento (A)*: Não deslocamento de colaboradores direto ao local de trabalho no início do turno por falta de orientação;
- *Preparação (B)*: Falta de equipamentos, ferramentas e materiais próximo ao local de trabalho;
- *Furação (C)*: Localização de registros de água e ar comprimido distantes dos equipamentos de furação;
- *Detonação (D)*: Atividade de amarração e corte do feixe de mantopim<sup>33</sup> antes da queima.;

#### 8. Perdas ergonômicas:

- *Deslocamento (A)*: Esforço para acesso aos blocos de lavra e trânsito no interior dos mesmos devido a irregularidade do piso;

---

<sup>33</sup> acessório utilizado na detonação composto de estopim e espoleta

- *Preparação (B)*: Atividade de recheço<sup>34</sup> e desganche<sup>35</sup> para a preparação do local de trabalho;
- *Furação (C)*: Esforço devido ao peso do equipamento de furação utilizado em posições incômodas;
- *Detonação (D)*: Situação de ansiedade durante a iniciação da queima do acessório;

#### 9. Perdas ambientais:

- *Furação (A)*: Contaminação da água de subsolo pelo óleo utilizado na lubrificação dos equipamentos de furação, posteriormente bombeada para a superfície;

#### 10. Perdas energéticas:

- *Deslocamento (A)*: Uso excessivo do transporte vertical para movimentação de pessoal;
- *Furação (C)*: Perda de carga devido a vazamentos na rede de ar comprimido e nos equipamentos de furação;
- *Ventilação (F)*: Vazamento nas mangas de ventilação e circuito de ventilação com dimensionamento inadequado;
- *Espera entre operações (G)*: Gasto de energia devido iluminação do subsolo entre turnos;

#### 10. Perdas por faltar padronização:

- *Preparação (B)*: Falta de equipamentos e ferramentas necessárias nos locais de trabalho;
- *Furação (C)*: Falta de plano de fogo<sup>36</sup> padronizado;
- *Detonação (D)*: Perda pela mesma causa da operação anterior.

---

<sup>34</sup> atividade de remover pedras soltas preparando o piso do local de furação

<sup>35</sup> atividade de derrubar pedras instáveis no teto do local de furação

<sup>36</sup> esquema de furação que indica quantidade de furos e explosivos e seqüência de detonação

## **Anexo A2: Tipos de perdas na operação de beneficiamento mineral**

Neste Anexo são apresentadas os tipos de perdas identificados e exemplificados com relação à operação de beneficiamento mineral, observando-se que as perdas por transporte (3) e por superprodução (1) não se aplicam à empresa quando analisadas sob a ótica desta operação.

Os tipos de perdas identificadas por Shingo e pela empresa objeto desta dissertação, indicadas nesta planilha são as seguintes:

### 4. Perdas por processamento em si:

- *Preparação (A):* Imperfeição no peneiramento ocasionando rebritagem de produto fino, gerando ultrafinos e reduzindo a capacidade das instalações;
- *Preparação ferro-silício<sup>37</sup> - FeSi (B):* Remoagem de FeSi de granulometria grossa;
- *Concentração (C):* Coleta manual de amostras dos produtos intermediários obtidos nas instalações de concentração;
- *Homogeneização das pilhas (D):* Acionamento manual das correias de alimentação e retomada das pilhas de homogeneização<sup>38</sup>;

### 7. Perdas por fazer produtos defeituosos:

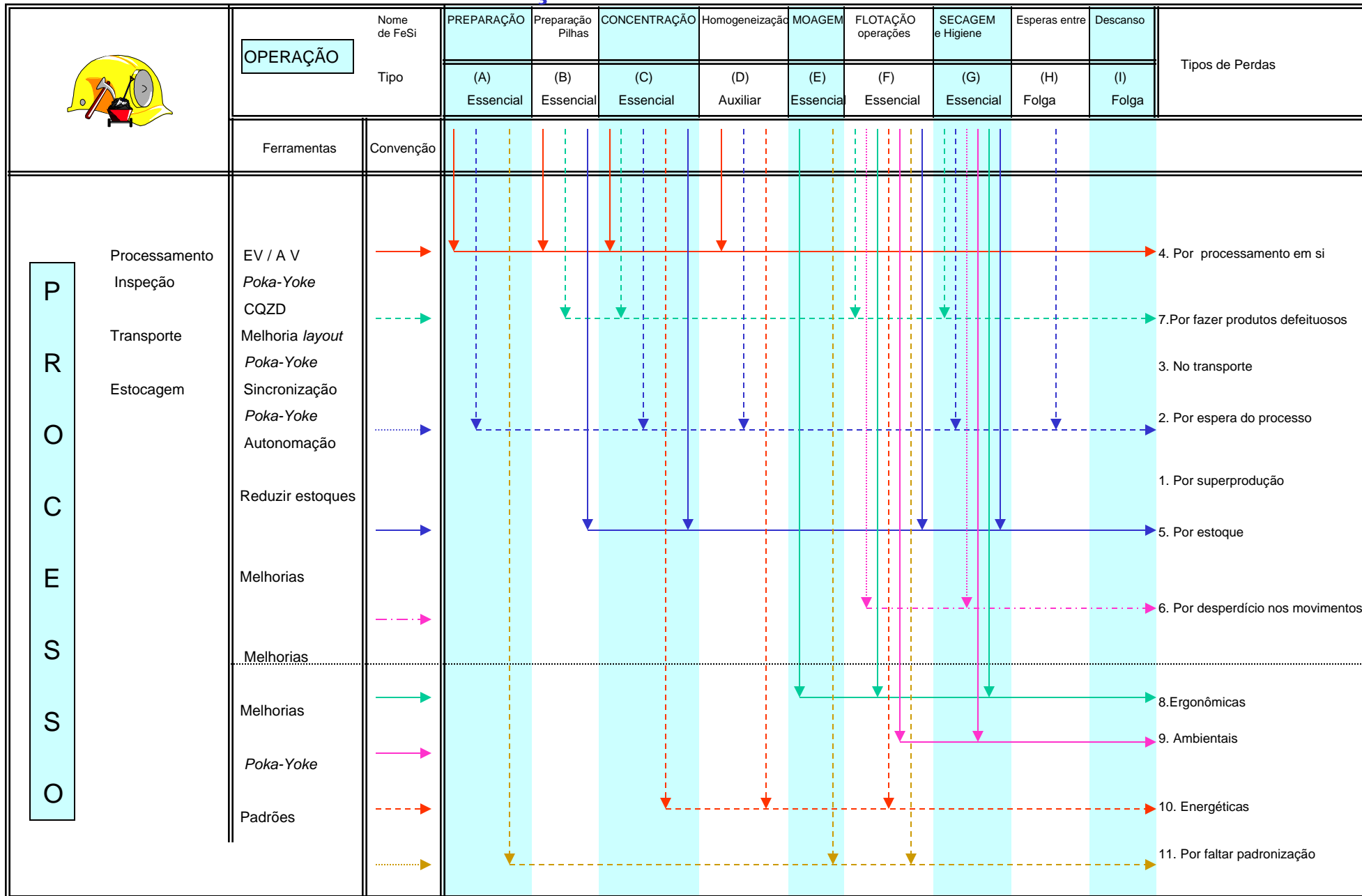
- *Preparação ferro-silício – FeSi (B):* Granulometria inadequada de FeSi, gerando produtos com teores fora de especificações;
- *Concentração (C):* Densidade do meio denso fora da especificada, gerando fluorita grau metalúrgico com teor fora de especificações;
- *Moagem (E):* Granulometria inadequada para o processo de flotação ocasionando perda de rendimento operacional com a redução da capacidade de moagem;

---

<sup>37</sup> Insumo utilizado para produzir meio denso, composto de FeSi e água, com densidade preestabelecida

<sup>38</sup> pilhas formadas antes do processo de flotação para homogeneizar o teor do minério a ser processado

# Sistema Floral de Produção - SFP Perdas no beneficiamento mineral



- *Flotação (F)*: Dosagem inadequada de reagente, gerando produto com teores fora de especificações;
- *Secagem (G)*: Material com umidade acima da especificada por falta de controle da temperatura do forno;

## 2. Perdas por espera de processo:

- *Preparação (A)*: Paralisação das instalações por falta de minério bruto.;
- *Concentração (C)*: Paralisação das instalações por falta de minério britado no silo de alimentação;
- *Homogeneização das pilhas(D)*: Falta de minério para construção das pilhas;
- *Secagem (G)*: Falta de fluorita grau ácido úmido com teor de enxofre dentro das especificações;
- *Esperas entre operações (H)*: Espera durante a transferência do retomador<sup>39</sup> de uma pilha para outra;

## 6. Perda por desperdício nos movimentos:

- *Flotação (F)*: Deslocamentos nas instalações de flotação devido ao *layout* mal projetado dos tanques de reagentes. ;
- *Secagem (G)*: Observações constantes no silo de material seco para verificação do nível;

## 8. Perdas ergonômicas:

- *Moagem (E)* : Reposição manual da carga de bolas do moinho;
- *Flotação (F)*: Preparação manual da batelada de reagentes;
- *Secagem (G)*: Manuseio de sacos de 50 kg;

---

<sup>39</sup> equipamento integrante do processo de homogeneização das pilhas de minério para a flotação



### 9. Perdas ambientais:

- *Flotação (F)*: Sólidos ultrafinos em suspensão nos efluentes das instalações;
- *Secagem (G)*: Emissões sólidas para a atmosfera;

### 10. Perdas energéticas:

- *Concentração (C)*: Operação contínua de bombas de polpa para manter o FeSi em suspensão;
- *Homogeneização das pilhas (D)*: Operação de equipamentos em vazio sem existência de minério no silo de alimentação;
- *Flotação (F)*: Motores das células de flotação super dimensionados;

### 11. Perdas por faltar padronização:

- *Preparação (A)*: Variabilidade da granulometria e do teor do minério bruto, ocasionando oscilações no rendimento operacional das instalações de beneficiamento;
- *Moagem (E)*: Oscilação da densidade da polpa de minério, causando variação na recuperação em massa;
- *Flotação (F)*: Oscilação na dosagem de reagentes da flotação, modificando as características químicas da fluorita grau ácido.

### **Anexo A3: Tipos de perdas na operação de transporte**

Neste Anexo são apresentadas os tipos de perdas identificados e exemplificados com relação à operação de transporte, observando-se que as perdas por fazer produtos defeituosos (7); perdas por superprodução (1) e perdas energéticas (10) não se aplicam à empresa quando analisadas sob a ótica desta operação.

Os tipos de perdas identificadas por Shingo e pela empresa objeto desta dissertação, indicadas nesta planilha são as seguintes:

#### 4. Perdas por processamento em si:

- *Escoamento do subsolo (A):* Utilização de chutes<sup>40</sup> com boca metálica nos blocos, dificultando escoamento devido ao trancamento do minério desmontado;
- *Alimentação da preparação (D):* Depósito de minério bruto no pátio com posterior retomada para alimentação do silo das instalações de preparação;
- *Transporte Concentração/Flotação (E):* Depósito de produtos intermediários no pátio das instalações de concentração com posterior carregamento de caminhões com uso de carregadeira;

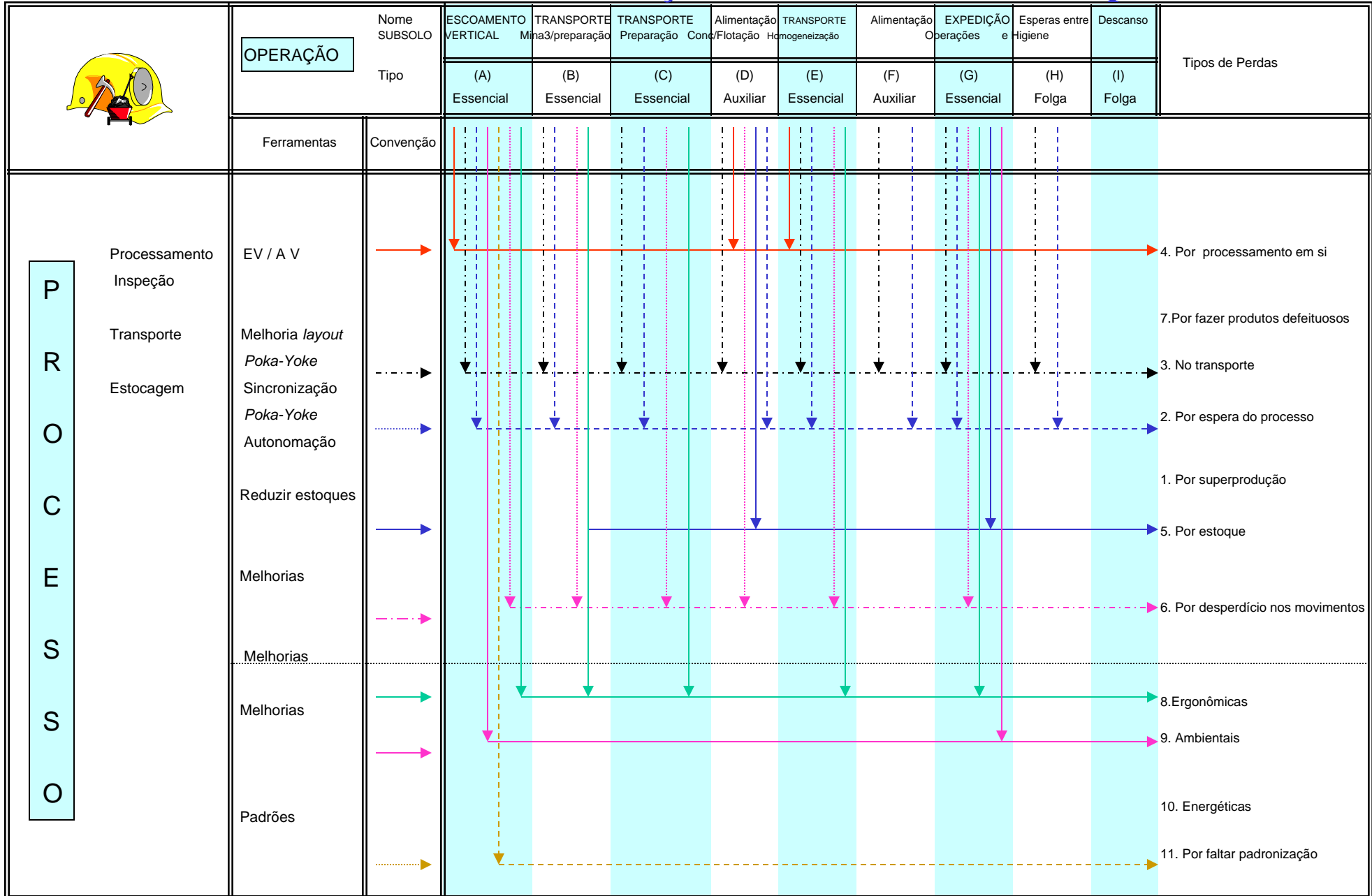
#### 3. Perdas no transporte:

- *Escoamento do subsolo (A):* Comboio com número de vagonetas inferior a capacidade da locomotiva;
- *Transporte vertical (B):* Transporte de vagonetas com carga incompleta;
- *Transporte Mina3-Preparação ( C ):* Transporte com carga inferior a capacidade;
- *Alimentação da Preparação (D):* Separação de matacões para posterior quebramento;

---

<sup>40</sup> Dispositivo de descarga de minério do bloco de lavra

# Sistema Floral de Produção - SFP Perdas no transporte



- *Transporte concentração/flotação (E)*: Transporte de minério com umidade excessiva, reduzindo carga efetiva de viagem;
- *Alimentação da homogeneização (F)*: Descarga de minério no pátio das instalações de flotação com posterior retomada quando o silo de alimentação está cheio;
- *Expedição (G)*: Retorno do caminhão da balança ao ponto de carregamento para completar ou retirar carga;
- *Espera entre operações (H)*: Paralisação de transporte por falta de minério;

## 2. Perdas por espera de processo:

- *Escoamento subsolo (A)*: locomotiva de subsolo aguardando formação do comboio de vagonetas cheias no bloco em produção ou vagonetas vazias na boca do poço;
- *Transporte vertical (B)*: operador da manobra de superfície aguardando chegada de vagoneta cheia;
- *Transporte Mina3-Preparação (C)*: motorista aguardando enchimento do silo da superfície da mina para completar carga para transporte;
- *Alimentação Preparação (D)*: Operação paralisada por falta de minério bruto para alimentação das instalações de preparação;
- *Transporte Concentração/Flotação (E)*: Operação paralisada por falta de produtos intermediários para transporte às instalações de flotação;
- *Alimentação Homogeneização (F)*: Silo das pilhas de homogeneização cheios, ocasionando espera do caminhão para descarga;
- *Expedição (G)*: Operador aguardando chegada de caminhões retardatários durante a expedição;
- *Espera entre operações (H)*: Falta de minério bruto para as instalações de beneficiamento;

#### 5. Perdas por estoque:

- *Alimentação Preparação (D)*: Estoque de minério bruto aguardando operação das instalações de preparação;
- *Expedição (G)*: Estoque de fluorita grau ácido úmida depositada no pátio, sujeita a ação das intempéries;

#### 6. Perda por desperdício nos movimentos:

- *Escoamento subsolo (A)*: Deslocamento de carregador para buscar alavanca para destrancamento de chutes metálicos;
- *Transporte vertical (B)*: Movimento não sincronizado para colocação de vagoneta na gaiola;
- *Transporte Mina3-Preparação (C)*: Movimentação do motorista entre silo e veículo para distribuição da carga no mesmo;
- *Alimentação Preparação (D)*: Deslocamento do operador das instalações de preparação para o pátio de alimentação e retorno;
- *Transporte Concentração/Flotação: (E)*: Perda pela mesma causa da operação *Transporte Mina3-Preparação*;
- *Expedição (G)*: Movimentação da carregadeira entre os pátios das instalações de preparação/concentração e das instalações de flotação para realizar o carregamento dos caminhões;

#### 8. Perdas ergonômicas:

- *Escoamento subsolo (A)*: Esforço de destrancamento de matacões nos chutes metálicos com uso de alavancas;
- *Transporte vertical (B)*: Esforço de manobrar vagonetas cheias no silo da superfície;
- *Transporte Mina3-Preparação (C)*: Esforço de destrancamento de material no silo da superfície para enchimento de caminhões;

- *Transporte Concentração/Flotação (E)*: Atividade de dirigir caminhões em estradas esburacadas;
- *Expedição (G)*: Manuseio de sacos de 50 kg para carregamento de caminhões;

#### 9. Perdas ambientais:

- *Escoamento subsolo (A)*: Descarga de óleo diesel na drenagem de subsolo, posteriormente bombeada para a superfície;
- *Expedição (G)*: Produção de poeira de fluorita para a atmosfera;

#### 11. Perdas por faltar padronização:

- *Escoamento subsolo (A)*: Falta de sincronização do trânsito de comboio entre a boca<sup>41</sup> do poço e as frentes de produção, resultando em queda de produtividade.

---

<sup>41</sup> local no subsolo ao redor do poço

## Anexo B: Documentos da padronização

Neste anexo são apresentados dois conjuntos de documentos de padronização a saber:

- Anexo B1: Padronização do processo de mineração;
- Anexo B2: Padronização de operações de *setup* – troca do revestimento do moinho das instalações de flotação.

Conforme mencionado no item 4.3.4, a padronização das operações deve ser feita após a conclusão de melhorias para que estas sejam efetivamente incorporadas ao processo em análise.

Assim, após o aumento da produtividade na operação de desmonte de minério bruto nos blocos de lavra, foram elaborados documentos padronizando as operações no setor de mineração, os quais foram devidamente consensados com os trabalhadores.

Os documentos elaborados nesta padronização, e que constituem o Anexo B1, são os seguintes:

- *Definição da função*: documento que define a Missão do setor, denominado de Unidade Gerencial Básica, com determinação das áreas de autoridade e responsabilidade e no qual constam os processos, fornecedores, insumos, produtos e clientes;
- *Padrão de sistema*: documento que define o fluxo de todo o processo, através das relações interfuncionais, indicando *o que, por quem, quando, onde e como* o mesmo é realizado;
- *Procedimento operacional*: documento que indica os recursos necessários, as ações críticas e complementares, os resultados esperados e as ações corretivas;
- *Instrução de treinamento*: documento que indica as ações críticas, como realizá-las e o risco existente, assim como as providências para a sua neutralização;

- *Especificação do produto*: documento que informa as especificações do produto considerando as dimensões da qualidade;
- *Padrão de inspeção do produto*: documento que informa os elementos a serem controlados, os fatores de controle e como executar o controle, indicando o método, o instrumento e quem o realizará.

Tendo em vista as etapas básicas relacionadas por Shingo (1996b, p.308) para a melhoria do *setup*, descritas no item 2.8.5, e o fato de que a indústria de mineração se caracteriza pela produção de poucos produtos, é possível considerá-las para a redução do tempo de *setup* em circunstâncias específicas, no sentido de minimizar os tempos de paralisação do fluxo de produção.

A troca de revestimento do moinho das instalações de flotação corresponde a uma dessas situações de melhoria de *setup*. Esta atividade foi padronizada, minimizando-se o tempo de parada do equipamento. O Anexo B2 contém os documentos originados desta padronização, quais sejam:

- *Especificação de material*: documento que define as características do material a ser adquirido, considerando as dimensões da qualidade;
- *Padrão de inspeção de material*: documento que informa os elementos a serem controlados, os fatores de controle e como executar o controle, indicando o método, o instrumento e quem o realizará.
- *Procedimento operacional*: documento que indica os recursos necessários, as ações críticas e complementares, os resultados esperados e as ações corretivas;



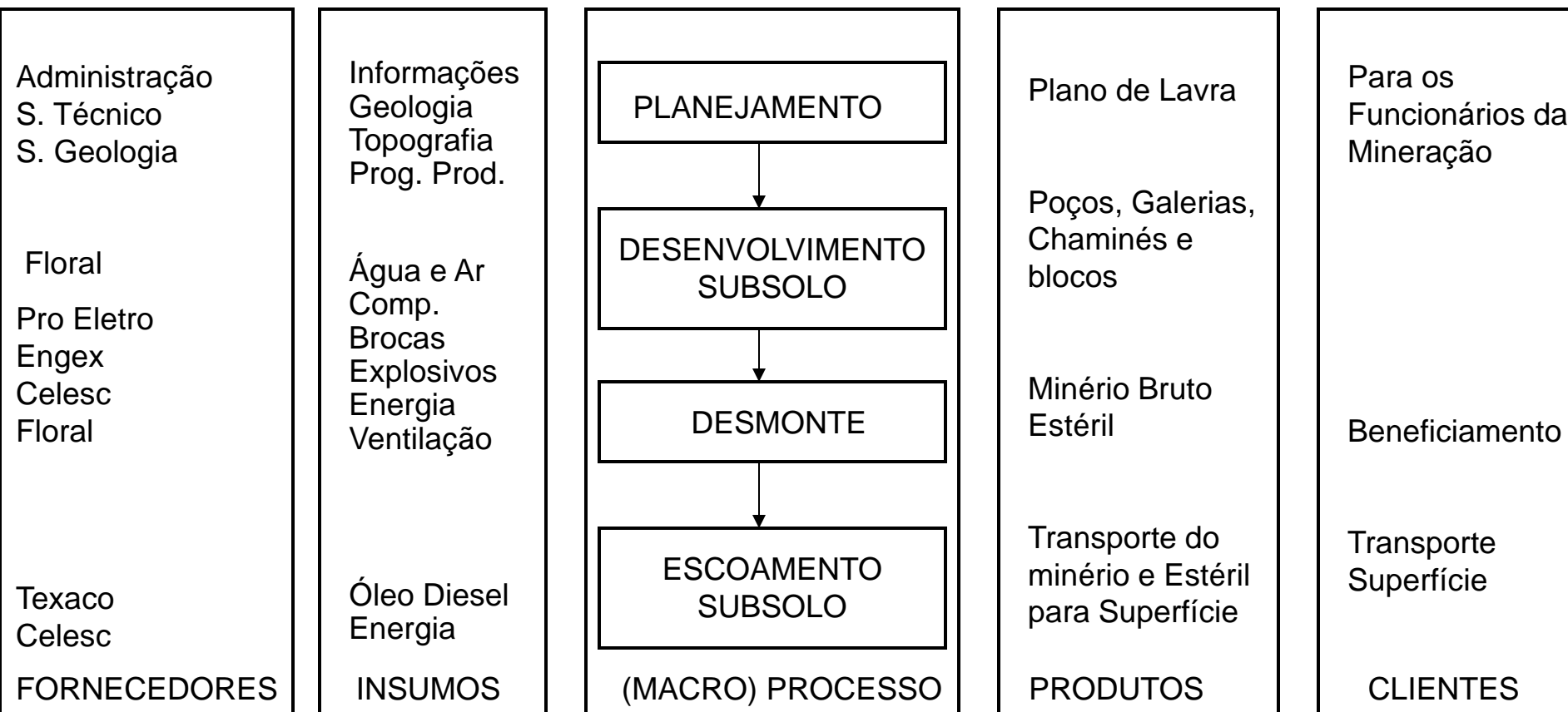
# MISSÃO



Unidade Gerencial Básica

## MINERAÇÃO

***Fornecer minério bruto na maior quantidade possível, com o maior teor de CaF<sub>2</sub> possível para o beneficiamento, a custos competitivos com o mercado, contribuindo para a missão da Floral.***



## DEFINIÇÃO DA FUNÇÃO

# PADRÃO DE SISTEMA



**Processo:** Escoamento de Minério Bruto do Bloco em Subsolo

**Data:** 27/10/98

**Padrão:** PSMi-001

**Versão:** 1.0

**Pág.:** 1 de 2

**Responsável:** Encarregado de Turno

Floral

FASE	QUEM						QUANDO	ONDE	COMO
	Furador	Serv. Subsolo	Op. Locomotiva	Man.Subsolo	Guincheiro	Manob.Sup.			
	O QUE								
<pre> graph TD     Start([Min. Bruto]) --&gt; Boca[Boca chute]     Boca --&gt; Tem{Tem Minério?}     Tem -- Não --&gt; Boca     Tem -- Sim --&gt; Car[Car. Vag.]     Car --&gt; Bem{Bem Carregada?}     Bem -- Não --&gt; Car     Bem -- Sim --&gt; Comboio{Comboio Completo?}     Comboio -- Não --&gt; Car     Comboio -- Sim --&gt; Transporte[Transporte Boca Poço]     Transporte --&gt; End((A))         </pre>							<p>No início do turno</p> <p>Antes Carregamento</p> <p>Depois da Inspeção</p> <p>Após carreg. Vag.</p> <p>Após carreg. Vag.</p> <p>Após Insp.Comboio</p>	<p>Frente de Esc.</p> <p>Boca de Chute</p> <p>Boca de Chute</p> <p>Nas Vagonetas</p> <p>Nas Frente Esc.</p> <p>Nas Galerias</p>	<p>Transp. Vertical. Andando</p> <p>Insp. Visual</p> <p>Abrindo/Fech.</p> <p>Insp. Visual</p> <p>Insp. Visual</p> <p>Locom. Diesel</p>



## PROCEDIMENTO OPERACIONAL

**Tarefa:** Furação nos blocos em subsolo

**Data:** 17/08/98

**Padrão:** PO- 001

**Versão:** 1.0

**Pág.:** 1 de 2

**Responsáveis:** Furadores



Floral

### RECURSOS NECESSÁRIOS

1 pç- Martelo pneumático	1 pç - Calibrador de brocas
1 pç- Coluna para martelo	12 m- Mangueira de ar de 1”
1 jg- Broca afiada (1,60 e 2,40m)	1 cj - Rede de ar alta pressão (7 kg/cm2)
1 pç- Chave de broca	1 cj - Rede de água alta pressão (5kg/cm2)
1 pç- Alavanca de broca de 1,60m	1 pç - Registro de 1” (ar)
3 pç- Atacador de pvc de 1/2”	1 pç- Registro de 1/2”(água)
1 pç- Pistola de cano galvanizado de 1/2”	1 pç- Martelo pneumático de reserva
1-pç- Picareta/enxadão	1 pç- Coluna para martelo de reserva
1 pç- Lubrificador de linha	

### AÇÕES CRÍTICAS

- 1- APANHAR JOGO DE BROCAS NO SETOR DE AFIAÇÃO DE BROCAS.
- 2- DESLOCAR-SE ATÉ O LOCAL DE TRABALHO.
- 3- VERIFICAR LOCAL PRIORITÁRIO PARA FURAR.
- 4- FAZER “**DESGALHE**” DO TETO E LATERAIS PRÓXIMOS AO LOCAL A SER FURADO.
- 5- PREPARAR PISO PARA INSTALAR EQUIPAMENTO DE FURAÇÃO.
- 6- INSTALAR MANGUEIRA D`ÁGUA.
- 7- LAVAR FRENTE A SER FURADA.
- 8- FAZER INSPEÇÃO VISUAL DO QUEIXO (PUNHO), BUCHA DE ROTAÇÃO E AGULHA DO MARTELO.
- 9- POSICIONAR O MARTELO COM COLUNA NA FRENTE A SER FURADA.
- 10-ABASTECER O LUBRIFICADOR DE LINHA.
- 11-INSTALAR LUBRIFICADOR NA RÉDEA DO MARTELO, OBSERVANDO LADO DE ENTRADA E SAÍDA.
- 12-INSTALAR MANGUEIRA DE AR. SOPRAR ANTES DE ENGATAR NO LUBRIFICADOR.
- 13-ENGATAR MANGUEIRAS DE ÁGUA E AR NAS RÉDEAS DO MARTELO.
- 14-COLOCAR DEMAIS RECURSOS NECESSÁRIOS ACIMA CITADOS PRÓXIMOS AO LOCAL DE FURAÇÃO.
- 15-TESTAR PASSAGEM DE ÁGUA E AR E LUBRIFICAÇÃO DO MARTELO.
- 16-ENCAIXAR BROCA DE 1,60m NO MARTELO.
- 17-PLANEJAR FURAÇÃO. SEM APROVEITAMENTO DE RESTOS DE FUROS DA DETONAÇÃO ANTERIOR.
- 18-COMEÇAR A FURAR DE BAIXO PARA CIMA EM FILEIRAS HORIZONTAIS.
- 19-USAR ATACADOR A CADA FURO FEITO PARA DIRECIONAR O PRÓXIMO.
- 20-COMPLETAR TODA A FURAÇÃO COM BROCA DE 1,60m.

BLOCO1

## PROCEDIMENTO OPERACIONAL



**Tarefa:** *Furação nos blocos em subsolo*

**Data:** 17/08/98

**Padrão:** *PO- 001*

**Versão:** *1.0*

**Pág.:** *2 de 2*

Floral

**Responsáveis:** *Furadores*

### AÇÕES CRÍTICAS

- 21- TROCAR A BROCA DE 1,60M PELA DE 2,40m.
- 22- RETOCAR TODA A FURAÇÃO DE 1,60m COM BROCA DE 2,40m.

### AÇÕES COMPLEMENTARES

- 01- FECHAR REGISTRO DE ÁGUA E AR APÓS A FURAÇÃO.
- 02- DESENGATAR MANGUEIRAS, APÓS A FURAÇÃO.
- 03- SOPRAR COM AR TODOS OS FUROS PARA LIMPEZA.
- 04- RETIRAR EQUIPAMENTO COLOCANDO EM LOCAL SEGURO E ADEQUADO.
- 05- LAVAR TODO O EQUIPAMENTO.
- 06- AO FINAL DO TURNO LEVAR O JOGO DE BROCAS AO SETOR DE AFIAÇÃO.

### RESULTADOS ESPERADOS

- 01- QUE OS FUROS ESTEJAM BEM DISTRIBUÍDOS E ALINHADOS.
- 02- QUE TODOS OS FUROS ATINJAM A MESMA LINHA DE ENFRAQUECIMENTO.

### AÇÕES CORRETIVAS

- 01- CASO SE VERIFIQUE QUE ALGUM FURO NÃO FOI RETOCADO, PROVIDENCIAR A RETOCAGEM.

## PROCEDIMENTO OPERACIONAL



**Tarefa:** Carregamento e detonação no bloco

**Data:** 17/08/98

**Padrão:** PO- 002

**Versão:** 1.0

**Pág.:** 1 de 1

Floral

**Responsáveis:** Furadores

### RECURSOS NECESSÁRIOS

2 pç- Bolsa de lona

3 ou 4 pç/furo- Espaçador de madeira

1 pç- Atacador de pvc

4 ou 5 pç/furo- Dinamite 7/8"

1 pç- Isqueiro a gás

1 pç/furo-Tarugo de barro de 20cm

1 pç- Canivete sem ponta

1 pç/furo-Estopim de 2,5m

1 pç- Iniciador

### AÇÕES CRÍTICAS

- 01- VERIFICAR QUANTIDADE DE FUROS A SEREM CARREGADOS.
- 02- APANHAR BOLSAS DE LONA NA ESTUFA.
- 03- APANHAR DINAMITE NO PAIOL DIÁRIO EM SUBSOLO EM UMA BOLSA DE LONA.
- 04- APANHAR ESTOPIM NO PAIOL DIÁRIO DE ACESSÓRIOS EM SUBSOLO NA OUTRA BOLSA DE LONA.
- 05- APANHAR ESPAÇADORES DE MADEIRA E TARUGOS DE BARRO EM DEPÓSITO EM SUBSOLO.
- 06- APANHAR INICIADOR EM ESTUFA PRÓPRIA.
- 07- LEVAR OS RECURSOS ATÉ A FRENTE DE CARREGAMENTO NO BLOCO.
- 08- ESCORVAR UMA BANANA E COLOCAR NO FURO, USANDO O ATACADOR DE PVC.
- 09- COLOCAR EM SEQUÊNCIA UM ESPAÇADOR E UMA BANANA ATÉ COMPLETAR A CARGA NO FURO.
- 10- REPETIR A OPERAÇÃO EM TODOS OS FUROS.
- 11- FAZER TAMPONAMENTO DE CADA FURO COM TARUGO DE BARRO (NO MÍNIMO 20cm).
- 12- FAZER ESCALA DE FOGO NA SEQUÊNCIA DE BAIXO PARA CIMA.
- 13- RECOLHER ATACADOR E SOBRA DE MATERIAIS A LOCAL SEGURO E ADEQUADO.
- 14- CERTIFICAR-SE DE QUE NÃO PERMANECEM PESSOAS PRÓXIMAS AO LOCAL.
- 15- ACENDER O INICIADOR.
- 16- INICIAR A QUEIMA OBEDECENDO A ESCALA DE FOGO DE BAIXO PARA CIMA.
- 17- AFASTAR-SE PARA LOCAL SEGURO.

### AÇÕES COMPLEMENTARES

- 01- DEVOLVER AOS RESPECTIVOS LOCAIS AS SOBRAS DE MATERIAIS.
- 02- LAVAR AS BOLSAS DE LONA E COLOCÁ-LAS NA ESTUFA PARA SECAR.

### RESULTADOS ESPERADOS

- 01- QUE A DETONAÇÃO TRABALHE 100% DA FURAÇÃO.

### AÇÕES CORRETIVAS

- 01- CASO FIQUE ALGUM FURO PARCIAL OU TOTALMENTE CARREGADO, RECARREGAR COM NOVO ESTOPIM E DETONAR.
- 02- CASO FIQUE ALGUM FURO COM RESTO DE BANANA SEM ESPOLETA, LIMPAR COM ÁGUA.

## PROCEDIMENTO OPERACIONAL

**Tarefa:** *Escoamento no bloco*

**Data:** 17/08/98

**Padrão:** PO- 003

**Versão:** 1.0

**Pág.:** 1 de 1

**Responsáveis:** *Furadores, oper. carregadeira/locomotiva e serventes subsolo*



Floral

### RECURSOS NECESSÁRIOS

1 pç- Vagoneta	1 pç- Cano galvanizado de 1.1/2" por 70cm
1 pç- Alavanca de broca de 1,60m	1 pç- Martelo pneumático
1pç- Alavanca de broca de 2,40m	1 pç- Coluna para martelo.
5 pç- Banana de dinamite de 7/8"	2 pç- Pá de juntar
10m- Mangueira de ar de 1"	5 pç- Estopim de 50cm de comprimento
1 cj- Rede de ar de alta pressão	5 pç- Tarugo de barro de 20cm
1 cj- Rede de água de alta pressão	1 pç- Broca de aço de 1,20m
1 pç- Lubrificador de linha	

### AÇÕES CRÍTICAS

- 01- APANHAR EQUIPAMENTOS E FERRAMENTAS E LEVAR AO LOCAL DE ESCOAMENTO.
- 02- VERIFICAR BOCAS DE CHUTE A SEREM ESCOADAS.
- 03- POSICIONAR VAGONETA EM BAIXO DA BOCA DE CHUTE.
- 04- ABRIR BOCA DE CHUTE COM AUXÍLIO DE CANO PROLONGADOR.
- 05- DEIXAR ESCORRER O MINÉRIO ATÉ ENCHER A VAGONETA.
- 06- FECHAR A BOCA DE CHUTE.
- 07- REPETIR A OPERAÇÃO QUANTAS VEZES FOR NECESSÁRIO.

### RESULTADOS ESPERADOS

- 01- QUE O ESCOAMENTO PROPORCIONE UM PISO NO INTERIOR DO BLOCO O MAIS HORIZONTAL POSSÍVEL.
- 02- QUE SE CONSIGA CARREGAR A VAGONETA DE MINÉRIO SEM INTERRUPÇÕES POR OBSTRUÇÃO DA BOCA DE CHUTE COM MATAÇÕES.

### AÇÕES COMPLEMENTARES

- 01- RECOLHER O MINÉRIO CAÍDO SOBRE A LINHA FÉRREA.
- 02- RECOLHER OS EQUIPAMENTOS E FERRAMENTAS, LIMPAR E GUARDAR.

### AÇÕES CORRETIVAS

- 01- CASO TRANQUE COM MATAÇÃO A BOCA DE CHUTE, FAZER "TACOS" NO MESMO PARA QUEBRÁ-LO.
- 01- CASO NÃO ESCOE O MINÉRIO POR COMPACTAÇÃO, USAR ALAVANCA PARA LIBERAR O ESCOAMENTO.

**INSTRUÇÃO DE TREINAMENTO****Tarefa:** Escoamento no Bloco**Código:****Padrão:** IT-OO1**Data:** 24/09/9**Responsáveis:** Furad. , Oper. Carregad./Locom. e Serv Subsolo**Versão:** 1.0**Pág.:** 1 de 1

Floral

<b>AÇÕES CRÍTICAS</b>	<b>COMO FAZER</b>	<b>RISCO</b>	<b>NEUTRALIZAÇÃO</b>
1-Apanhar equipamentos e ferramentas e levar ao local de escoamento.	1-Apanhar: Alavancas e demais ferramentas no armário, vagonetas no desvio próximo à manobra do subsolo; martelo, coluna e broca de 1,20m na oficina em superfície ou na frente de escoamento; estopim, dinamite e tarugo de barro nos paióis diários em subsolo.	Transporte do estopim e dinamite.	Levar em bolsas separadas.
2-Verificar as bocas de chute a serem escoadas.	2-Subir no bloco e verificar o empolamento.		
3-Posicionar a vagoneta embaixo da boca de chute.	3-Puxando com locomotiva ou com as mãos.	Prensar pés e mãos contra boca de chute, trilhos ou vagonetas.	Posicionamento inverso ao avanço da vagoneta.
4-Abrir a boca de chute com auxílio de cano prolongador.	4-Embutir o cano prolongador no cabo da boca de chute e forçar para abrir.		
5-Deixar escorrer o minério até encher a vagoneta.	5-Abrindo e fechando total ou parcialmente a boca de chute até encher a vagoneta. Caso tranque, soltar o material com alavanca.	Ser atingido por pedra ou alavanca quando estiver soltando material trancado.	Conservar-se fora da trajetória da pedra e possível golpe da alavanca durante a operação.
6-Fechar a boca de chute.	6-Com cano prolongador forçar a tampa até fechar a passagem de material.		



# ESPECIFICAÇÃO DE PRODUTO

**Material:** Minério Bruto

**Código:**

**Aplicação:** Indústria Química e metalúrgica

**Data:** 04/03/99

**Padrão:** EPMi-001

**Versão:** 1.0

**Pág.:** 1 de 1



Floral

Q  
U  
A  
L  
I  
D  
·

Composição Química

CaF<sub>2</sub> mínimo :35%

Granulometria

< ou = 80cm

Umidade:

H<sub>2</sub>O < ou = 5%

C  
U  
S  
T  
O

A  
T  
E  
N  
D

280 a 320 t/dia entregues no pátio da planta de preparação, ou no silo de alimentação da planta, das 05 as 18 horas de 2<sup>a</sup> a 6<sup>a</sup> feira.

**SEGURANÇA:**

O minério bruto deverá chegar ao pátio da planta de britagem, isento de restos de explosivos e outros materiais como: madeira, lixo e ferro.

**ACONDICIONAMENTO/ARMAZENAMENTO/TRANSPORTE:**

O minério bruto deverá ser transportado em caminhão caçamba basculante, até o local de estocagem da planta I da Floral.

**OBSERVAÇÕES:**

**PADRÃO DE INSPEÇÃO DE PRODUTO**



Floral

**Material:** Minério Bruto de Fluorita

**Código:**

**Aplicação:** Indústria Química e Metalúrgica

**Data:** 04/03/99

**Padrão:** PIPMi-001

**Versão:** 1.0

**Pág.:** 1 de 1

ELEMENTOS BÁSICOS	FATORES DE CONTROLE		EXECUÇÃO		
	PARÂMETROS DE INSPEÇÃO:	VALOR PADRÃO	MÉTODO	INSTRUMENTO	QUEM
CaF2	Teor	> ou =35%	Análise Química	Balança Analítica	Enc.Lab.
Granulometria:	Comprimento Largura	< ou =80cm < ou =80cm	Medição	Trena	Enc. Ben
Umidade:	Quantidade de Água	< ou = 5%	Sec. do Material	Estufa Ventilada	Enc.Lab.

**Observações:**

**ESPECIFICAÇÃO DO MATERIAL****Material:**Revestimento de aço para moinho**Código:**REVMO**Aplicação:**Moinho de bolas Denver 7 x 7' da flotação**Data:** 17/02/99**Padrão:** EMBE-011**Versão:** 1.0**Pág.:** 1 de 1

Floral

**Q  
U  
A  
L  
I  
D  
A  
D  
E**

Dimensões de acordo com desenhos nºs 158/159/160/162 e168 das peças H3699B, H3699C, H3699E, H3699F e B7332A.

Dureza acima de 300 HB (Brinell).

Liga metálica: aço DIN 17006 GS 58 MnCrMo4 ou similar.

Garantia de vida útil mínima de 85000 t moídas .

**C  
U  
S  
T  
O**

No máximo preço igual ao pago pelo revestimento anterior.

**A  
T  
E  
N  
D**

Entrega no máximo 15 dias após o prazo estipulado, no pátio da usina de beneficiamento, flotação,planta II das 08:00 as 16:00 horas de 2ª a 6ª feira.

**SEGURANÇA:****ACONDICIONAMENTO/ARMAZENAMENTO/TRANSPORTE:**

1-Acondicionar sobre palets em lote máximo de 6 peças

2-Transportar em veículo de carroceria aberta, não caçamba.

**OBSERVAÇÕES:**

Peças com defeitos ou trincadas serão devolvidas e deverão ser repostas.

**PADRÃO DE INSPEÇÃO DE MATERIAL**



Floral

**Material:** *Revestimento de aço para moinho*

**Código:**

**Aplicação:** *Moinho de bolas Denver 7 x7 ‘*

**Data:** *03/06/98*

**Padrão:** *PI-RM001*

**Versão:** *1.0*

**Pág.:** *1 de 1*

ELEMENTOS BÁSICOS	FATORES DE CONTROLE		EXECUÇÃO	
	PARÂMETROS DE INSPEÇÃO	VALOR PADRÃO	MÉTODO	INSTRUMENTO
Dureza	dureza brinell (HB)	>300	laudo de laboratório apresentado pelo fornecedor, na entrega do lote	- X -
Dimensões	comprimento largura espessura	conforme desenhos nºs 158, 159, 160, 162 e 168 (tolerância de +/- 1 mm)	medição peça por peça (100%)	trena milimétrica
Aspecto físico	trincas falhas de fundição rebarbas	controle visual e tato (100%)	- X -	- X -

**Observações:** - X -

## PROCEDIMENTO OPERACIONAL



**Tarefa:** Descarga de bolas do moinho

**Data:** 03/06/98

**Padrão:** PO- 002

**Versão:** 1.0

**Pág.:** 1 de 1

Floral

**Responsáveis:** Operadores

### RECURSOS NECESSÁRIOS

2 pç- Chave de boca e estrela de 47 mm

2 pç- Calha de madeira

2 pç- Alavanca de broca de 1,20m

1 mq.- Retroescavadeira

1 pç- Escada de 3 m

25 pç- Tambor vazio de 200 litros

12m- Cabo de aço de 1/2"

1 mq.- Empilhadeira

1,5m- corrente de aço

4 pç- Pá retangular

### AÇÕES CRÍTICAS

01- PARAR O MOINHO.

02- COLOCAR CALHAS PARA DESCARGA DE BOLAS, EMBAIXO DO MOINHO.

03- INVERTER ROTAÇÃO DO MOINHO.

04- COLOCAR UMA TAMPA NA POSIÇÃO SUPERIOR DO MOINHO.

05- ABRIR A TAMPA SUPERIOR.

06- GIRAR O MOINHO COM A TAMPA ABERTA, LENTAMENTE, PARA DESCARREGAR TODA A CARGA. REPETIR A OPERAÇÃO ENQUANTO NECESSÁRIO.

07- RETIRAR AS BOLAS DE AÇO DE DEBAIXO DO MOINHO.

### AÇÕES COMPLEMENTARES

01- LAVAR INTERNAMENTE O MOINHO.

02- RECOLHER AS BOLAS DE AÇO EM TAMBORES DE 200 LITROS

03- RECOLHER FERRAMENTAS, LIMPAR E GUARDAR

### RESULTADOS ESPERADOS

01- DESCARGA E LIBERAÇÃO PARA DESMONTAGEM DO REVESTIMENTO EM NO MÁXIMO DUAS HORAS.

### AÇÕES CORRETIVAS

01- CASO FIQUE ALGUM EQUIPAMENTO OU MATERIAL ATRAPALHANDO O ACESSO DA MANUTENÇÃO AO MOINHO, PROVIDENCIAR DE IMEDIATO A REMOÇÃO DO MESMO.

## PROCEDIMENTO OPERACIONAL



**Tarefa:** *Carga de bolas do moinho*

**Data:** 03/06/98

**Padrão:** PO- 004

**Versão:** 1.0

**Pág.:** 1 de 1

Floral

**Responsáveis:** Operadores

### RECURSOS NECESSÁRIOS

2 pç- Chave de boca e estrela de 47 mm

2 pç- Calha de madeira

2 pç- Alavanca de broca de 1,20m

1 mq.- Retroescavadeira

1 pç- Escada de 3 m

25 pç- Tambor vazio de 200 litros

12m- Cabo de aço de 1/2"

1 mq.- Empilhadeira

1,5m- corrente de aço

4 pç- Pá retangular

### AÇÕES CRÍTICAS

- 01- COLOCAR TAMPA ABERTA DO MOINHO PARA CIMA.
- 02- FIXAR VIRADOR DE TAMBORES SOBRE O MOINHO.
- 03- ANCORAR A RETRO ESCAVADEIRA.
- 04- COLOCAR COM EMPILHADEIRA O TAMBOR DE BOLAS AO ALCANCE DA RETRO.
- 05- ELEVAR O TAMBOR DE BOLAS ATÉ O VIRADOR SOBRE O MOINHO.
- 06- VIRAR TAMBOR DE BOLAS DENTRO DO MOINHO.
- 07- RETIRAR TAMBOR VAZIO PELO LADO OPOSTO À RETRO.
- 08- REPETIR OPERAÇÃO ATÉ COMPLETAR A CARGA.
- 09- RETIRAR O VIRADOR DE TAMBOR DE SOBRE O MOINHO.
- 10- FECHAR A TAMPA DO MOINHO.

### AÇÕES COMPLEMENTARES

- 01- RETIRAR MATERIAIS E EQUIPAMENTOS QUE ESTIVEREM EM VOLTA DO MOINHO
- 02- RECOLHER FERRAMENTAS E EQUIPAMENTOS, LIMPAR E GUARDAR.

### RESULTADOS ESPERADOS

- 01- CARREGAMENTO E LIBERAÇÃO PARA OPERAÇÃO DO MOINHO EM NO MÁXIMO DUAS HORAS.

### AÇÕES CORRETIVAS

- 01- CASO FALTE ALGUMA FERRAMENTA OU NÃO FUNCIONE ALGUM EQUIPAMENTO, PROVIDENCIAR DE IMEDIATO A FERRAMENTA OU A SUBSTITUIÇÃO DO EQUIPAMENTO DANIFICADO.

**PROCEDIMENTO OPERACIONAL****Tarefa:** Troca do revestimento do moinho**Data:** 03/06/98**Padrão:** PO- 003**Versão:** 1.0**Pág.:** 1 de 2**Responsáveis:** Mecânicos e ajudantes

Floral

**RECURSOS NECESSÁRIOS**

80 pç- Revestimento de aço p/moinho	1 pç- Máquina de solda
160pç-Parafuso de aço de 1.1/4"	1 pç- Talha de corrente
160pç-Arruela Dubo de 1.1/4"	1 pç- Lixadeira rotativa
160pç-Porca de aço de 1.1/4"	1 pç- Desparafusadeira
2 pç- Chave de boca e estrela de 47 mm	2 pç- Calha de madeira
2 pç- Alavanca de broca de 1,20m	1 mq.- Retroescavadeira
1 pç- Escada de 3 m	25 pç- Tambor vazio de 200 litros
12m- Cabo de aço de 1/2"	1 mq.- Empilhadeira
1,5m- Corrente de aço	4 pç- Pá retangular
1 pç- Maçarico	

**AÇÕES CRÍTICAS**

- 01-SOLTAR PARAFUSO DE FIXAÇÃO DO REVESTIMENTO DAS CABECEIRAS.
- 02- RETIRAR REVESTIMENTO DAS CABECEIRAS.
- 03- COLOCAR REVESTIMENTO DAS CABECEIRAS PARA FORA DO MOINHO.
- 04- SOLTAR PARAFUSOS DE FIXAÇÃO DO REVESTIMENTO DO CILINDRO, PRIMEIRA METADE.
- 05- CHANFRAR UMA PEÇA DO CILINDRO PARA LIBERAR O ARRANJO DO CONJUNTO.
- 06- RETIRAR PEÇAS DA PRIMEIRA METADE DO CILINDRO PARA FORA DO MOINHO.
- 07- DAR MEIA VOLTA NO MOINHO. (TOMBO)
- 08- SOLTAR PARAFUSOS DE FIXAÇÃO DO REVESTIMENTO DO CILINDRO, SEGUNDA METADE.
- 09- RETIRAR PEÇAS DA SEGUNDA METADE DO CILINDRO PARA FORA DO MOINHO.
- 10- LAVAR AS PAREDES INTERNAS DO MOINHO.
- 11- COLOCAR COM RETROESCAVADEIRA AS PLACAS, UMA A UMA DENTRO DO MOINHO, PELA TAMPA SUPERIOR, DE ACORDO COM O AVANÇAMENTO DA MONTAGEM.
- 12- COMEÇAR O ARRANJO COM AS PEÇAS DO CILINDRO, COLOCADAS SOBRE O LENÇOL INDUSTRIAL.CADA PEÇA COLOCADA DEVE SER FIXADA COM PARAFUSO, ARRUELA E PORCA.
- 13- MONTAR TRÊS OU MAIS FILEIRAS DE PEÇAS DO CILINDRO.

## PROCEDIMENTO OPERACIONAL

**Tarefa:** Troca do revestimento do moinho

**Data:** 03/06/98

**Padrão:** PO- 003

**Versão:** 1.0

**Pág.:** 2 de 2

**Responsáveis:** Mecânicos e ajudantes



Floral

### RECURSOS NECESSÁRIOS

80 pç- Revestimento de aço p/moinho	1 pç- Máquinq de solda
160pç-Parafuso de aço de 1.1/4"	1 pç- Talha de corrente
160pç-Arruela Dubo de 1.1/4"	1 pç- Lixadeira rotativa
160pç-Porca de aço de 1.1/4"	1 pç- Desparafusadeira
2 pç- Chave de boca e estrela de 47 mm	2 pç- Calha de madeira
2 pç- Alavanca de broca de 1,20m	1 mq.- Retroescavadeira
1 pç- Escada de 3 m	25 pç- Tambor vazio de 200 litros
12m- Cabo de aço de 1/2"	1 mq.- Empilhadeira
1,5m- Corrente de aço	4 pç- Pá retangular
1 pç- Maçarico	

### AÇÕES CRÍTICAS

- 14- COLOCAR PEÇAS NAS CABECEIRAS DE ENTRADA E SAÍDA COMPLETANDO AS FILEIRAS DO CILINDRO.
- 15- GIRAR O MOINHO DE ACORDO COM O AVANÇAMENTO DA MONTAGEM.
- 16- MONTAR EM SEQUÊNCIA PEÇAS DO CILINDRO E DAS CABECEIRAS ATÉ O FINAL DO ARRANJO.
- 17- APERTAR COM A DESPARAFUSADEIRA TODAS AS PORCAS DE FIXAÇÃO DO REVESTIMENTO.

### AÇÕES COMPLEMENTARES

- 01- RETIRAR TODO O MATERIAL QUE ESTIVER EM VOLTA DO MOINHO.
- 02- RECOLHER FERRAMENTAS E EQUIPAMENTOS, LIMPAR E GUARDAR.

### RESULTADOS ESPERADOS

- 01- RETIRADA E MONTAGEM DO CONJUNTO EM NO MÁXIMO 20 HORAS.

### AÇÕES CORRETIVAS

- 01- CASO SE VERIFIQUE DEFEITOS EM PEÇAS DURANTE A MONTAGEM, CONTACTAR O FORNECEDOR PARA REPOSIÇÃO EM NO MÁXIMO DEZ DIAS.



### **Anexo C : Processo de produção de fluorita**

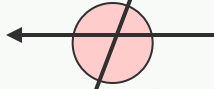
Neste Anexo o processo de produção de fluorita no Estado de Santa Catarina, constituído de uma rede de processos e operações conforme proposto por Shingo e detalhado na Figura 19 desta dissertação, é documentado fotograficamente.

# Estrutura da Produção - Rede de processos e operações

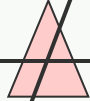
1. Minério *in situ* no subsolo



2. Desmonte do minério



3. Minério estocado no subsolo



4. Escoamento de minério em subsolo



5. Minério estocado no silo da superfície da mina'



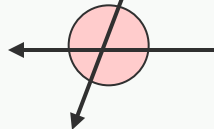
6. Transporte da mina para as instalações de beneficiamento mineral



7. Minério estocado para alimentação das instalações de Preparação



8. Instalações de Preparação

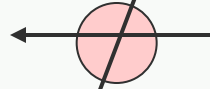


# Estrutura da Produção - Rede de processos e operações

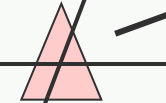
1. Minério *in situ* no subsolo



2. Desmonte do minério



3. Minério estocado no subsolo



4. Escoamento do minério em subsolo



5. Minério estocado no silo da superfície da mina



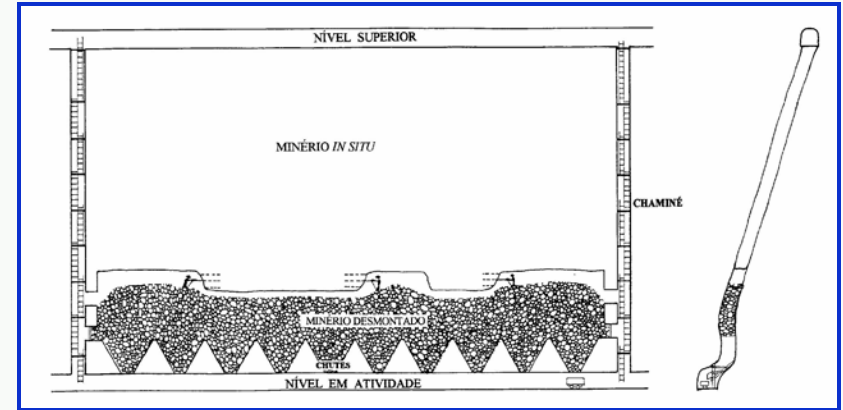
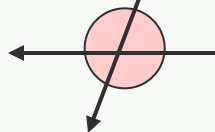
6. Transporte da mina para as instalações de beneficiamento mineral



7. Minério estocado para a alimentação das instalações de Preparação



8. Instalações de Preparação

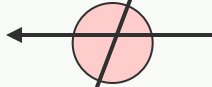


# Estrutura da Produção - Rede de processos e operações

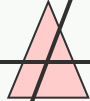
1. Minério *in situ* no subsolo



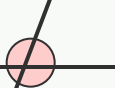
2. Desmonte do minério



3. Minério estocado no subsolo



4. escoamento do minério em subsolo



5. Minério estocado no silo da superfície da mina



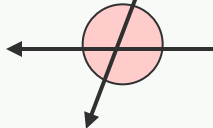
6. Transporte da mina para as instalações de beneficiamento mineral



7. Minério estocado para alimentação das instalações de Preparação



8. Instalações de Preparação





# Estrutura da Produção - Rede de processos e operações

1. Minério *in situ* no subsolo

2. Desmonte do minério

3. Minério estocado no subsolo

4. escoamento do minério em subsolo

5. Minério estocado no silo da superfície da mina

6. Transporte da mina para as instalações de beneficiamento mineral

7. Minério estocado para alimentação das instalações de Preparação

8. Instalações de Preparação



# Estrutura da Produção - Rede de processos e operações

9. Minério estocado para alimentação das instalações de Concentração

10. Instalações de Concentração

11. Estoque de Fluorita Grau Metalúrgico

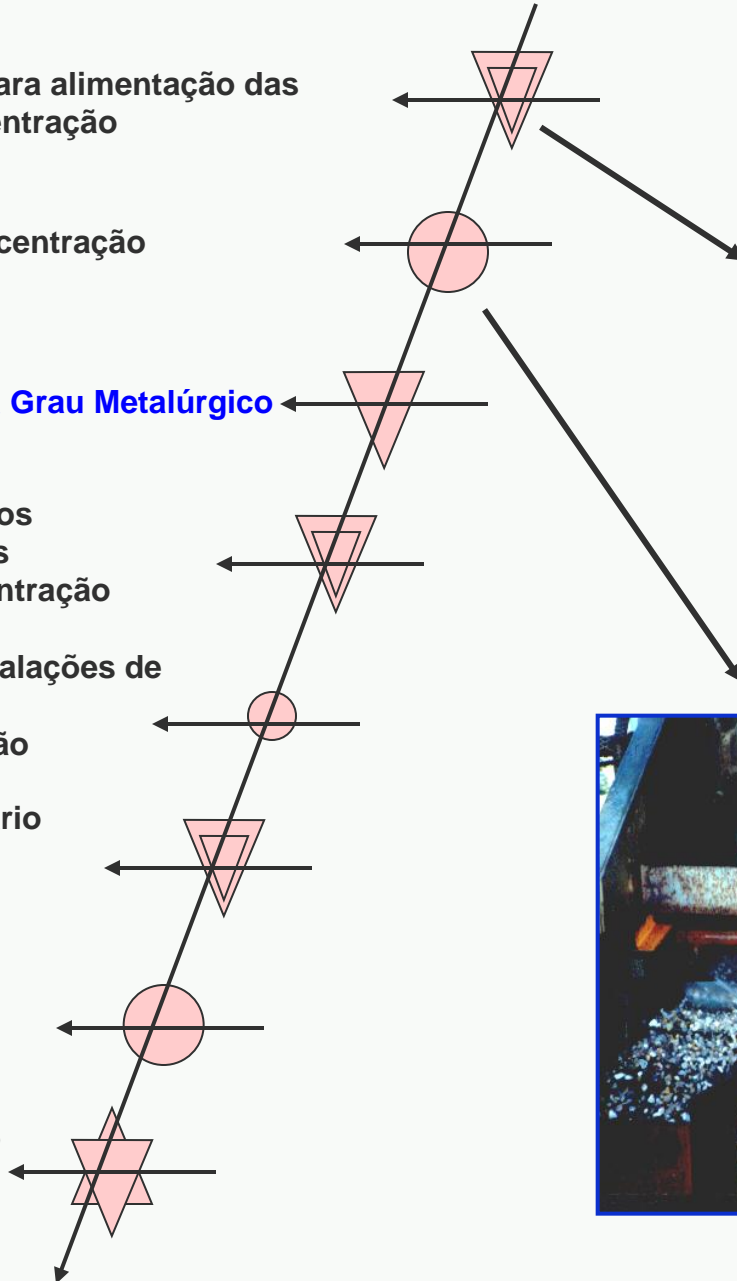
12. Estoque de produtos intermediários para as instalações de Concentração

13. Transporte das instalações de Concentração para as instalações de Flotação

14. Estoque intermediário para as instalações de Homogeneização

15. Instalações de Homogeneização

16. Estoque de minério homogeneizado





# Estrutura da Produção - Rede de processos e operações

9. Minério estocado para alimentação das instalações de Concentração

10. Instalações de Concentração

11. Estoque de Fluorita Grau Metalúrgico

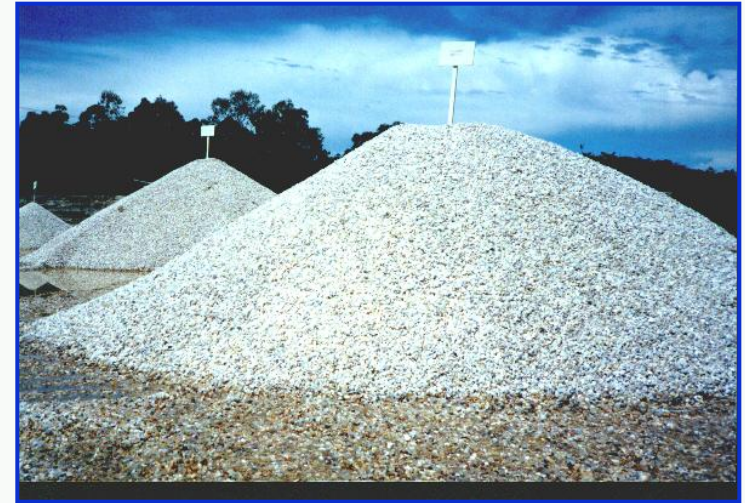
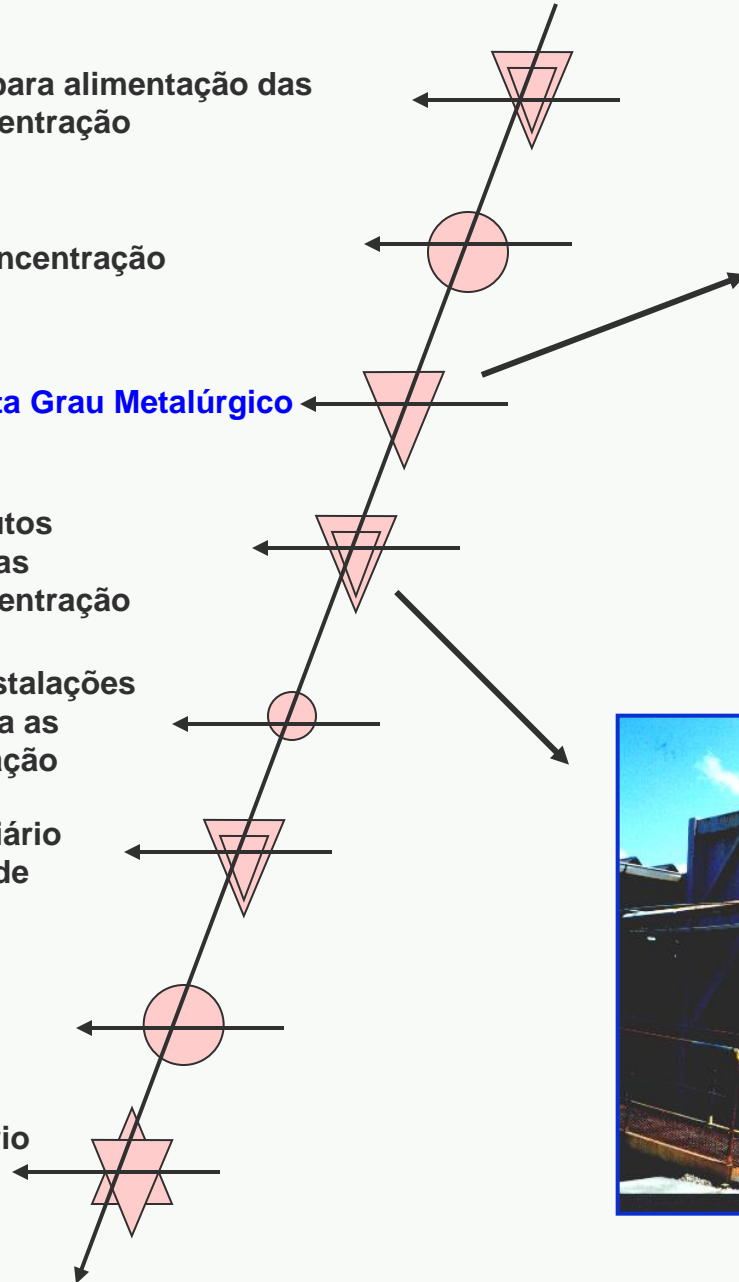
12. Estoque de produtos intermediários para as instalações de Concentração

13. Transporte das instalações de Concentração para as instalações de Flotação

14. Estoque intermediário para as instalações de Homogeneização

15. Instalações de Homogeneização

16. Estoque de minério homogeneizado



# Estrutura da Produção - Rede de processos e operações

9. Minério estocado para alimentação das instalações de Concentração

10. Instalações de Concentração

11. Estoque de Fluorita Grau Metalúrgico

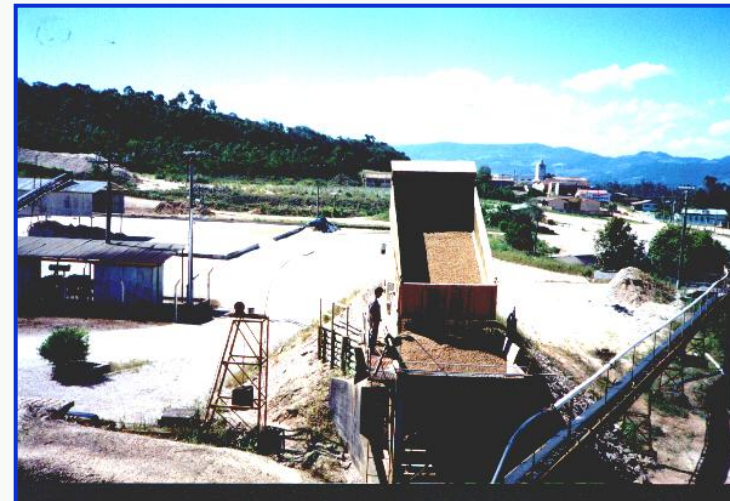
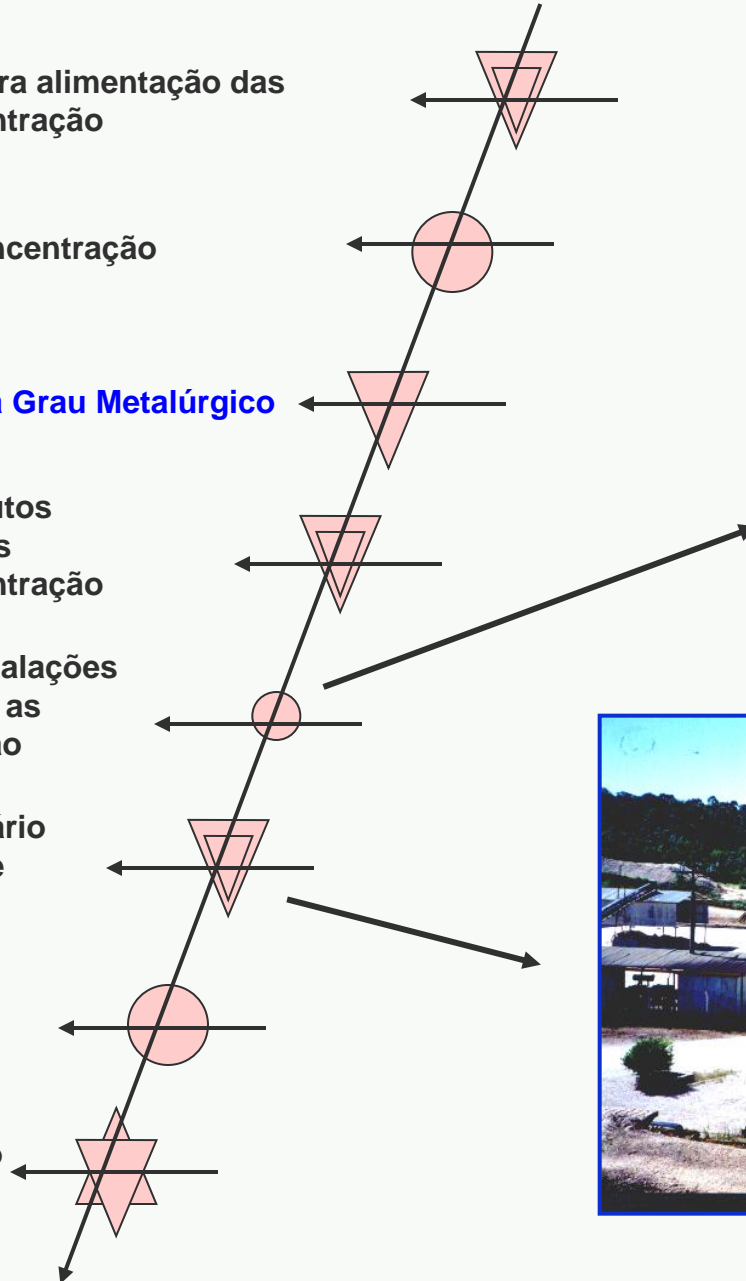
12. Estoques de produtos intermediários para as instalações de Concentração

13. Transporte das instalações de Concentração para as instalações de Flotação

14. Estoque intermediário para as instalações de Homogeneização

15. Instalações de Homogeneização

16. Estoque de minério homogeneizado





# Estrutura da Produção - Rede de processos e operações

9. Minério estocado para as instalações de Concentração

10. Instalações de Concentração

11. Estoque de Fluorita Grau Metalúrgico

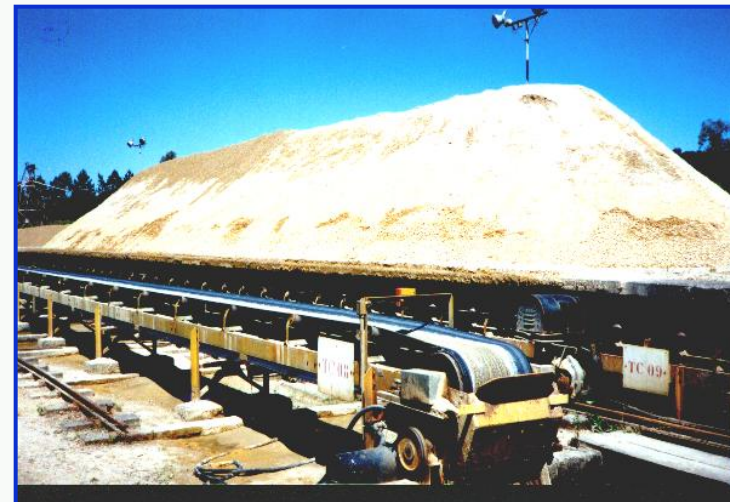
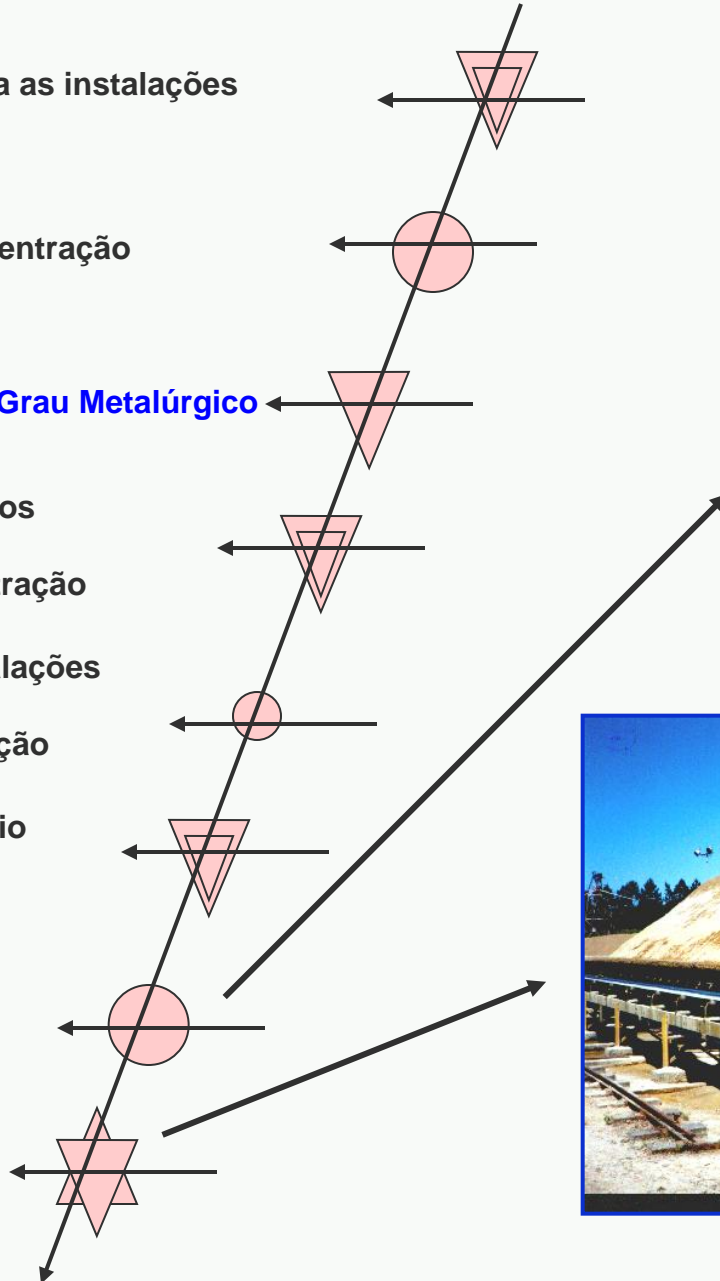
12. Estoques de produtos intermediários para as instalações de Concentração

13. Transporte das instalações de Concentração para as instalações de Flotação

14. Estoque intermediário para as instalações de Homogeneização

15. Instalações de Homogeneização

16. Estoque de minério homogeneizado



# Estrutura da Produção - Rede de processos e operações

17.Circuito de moagem de minério

18.Instalações de Flotação

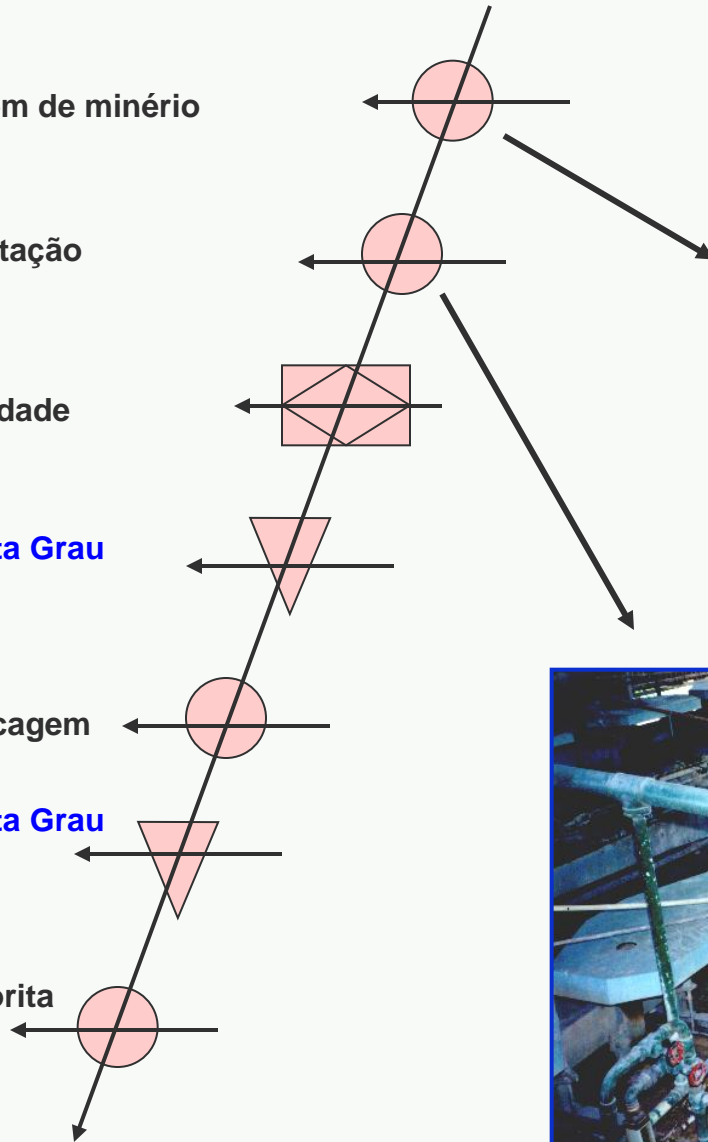
19.Inspeção de Qualidade

20.Estoque de Fluorita Grau  
Ácido Úmido

21.Instalações de Secagem

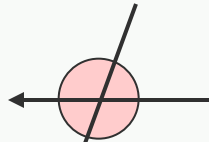
22.Estoque de Fluorita Grau  
Ácido Seco

23.Expedição de Fluorita  
Grau Ácido Úmido



# Estrutura da Produção - Rede de processos e operações

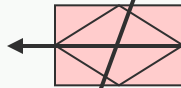
17.Circuito de moagem de minério



18.Instalações de Flotação



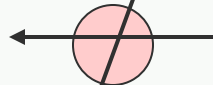
19.Inspeção de Qualidade



20.Estoque de Fluorita Grau  
Ácido Úmido



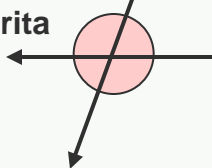
21.Instalações de Secagem



22.Estoque de Fluorita Grau  
Ácido Seco



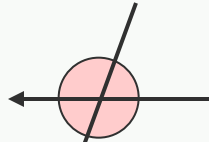
23.Expedição de Fluorita  
Grau Ácido Úmido



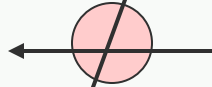


# Estrutura da Produção - Rede de processos e operações

17.Circuito de moagem de minério



18.Instalações de Flotação



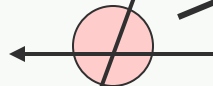
19.Inspeção de Qualidade



20.Estoque de Fluorita Grau  
Ácido Úmido



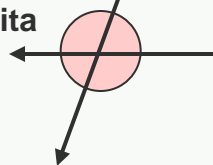
21.Instalações de Secagem



22.Estoque de Fluorita Grau  
Ácido Seco



23.Expedição de Fluorita  
Grau Ácido Úmido



# Estrutura da Produção - Rede de processos e operações

