

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
FACULDADE DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO - PPGA

REALIZAÇÃO DE MELHORIAS NA INDÚSTRIA MINERAL E CALÇADISTA, COM  
O APOIO DE SISTEMAS DE INFORMAÇÕES, A PARTIR DAS EXIGÊNCIAS DA  
LEGISLAÇÃO AMBIENTAL

UFRGS  
Faculdade de Ciências Econômicas  
Biblioteca Gládis W. do Amaral  
Av. João Pessoa, 52  
90040-000 - Porto Alegre - RS - Brasil

Renato Noer  
Orientador:  
Prof. Dr. Norberto Hoppen

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-  
Graduação em Administração da Universidade  
Federal do Rio Grande do Sul para obtenção do  
título de mestre em administração.  
Área de concentração: Produção e Sistemas

Porto Alegre - RGS  
1995

## SUMÁRIO

Lista de figuras	
Lista de quadros	
Lista de anexos	
Resumo	
Abstract	
	pág.
<b>1.- INTRODUÇÃO</b> .....	1
1.1 - Justificativa.....	1
1.2 - Inserção do tema no cenário econômico e ecológico atual .....	2
1.3 - Objetivos .....	4
1.3.1 - Objetivo geral .....	4
1.3.2 - Objetivos específicos .....	4
1.4 - Campo de estudo .....	5
1.5 - Estrutura do trabalho .....	5
<b>2. - MÉTODO DE PESQUISA ADOTADO</b> .....	6
<b>3. - REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	9
3.1 - Introdução .....	9
3.2 - Dados e informações e sua relação com a tomada de decisões .....	9
3.3 - Definição de sistema .....	11
3.4 - Sistema de informações .....	11
3.5 - Qualidades desejáveis da informação .....	13
3.6 - O sistema de informações na ruptura da inércia organizacional .....	14
3.7 - Processo de melhorias contínuas .....	16
3.8 - Reengenharia .....	19
3.9 - Aspectos humanos envolvidos na pesquisa-ação .....	20

3.9.1 - Aspectos comportamentais .....	21
3.9.2 - Engajamento e motivação .....	22
3.9.3 - Aprendizagem organizacional .....	23
<b>4. - CARACTERIZAÇÃO DOS SETORES INDUSTRIAIS PARTICIPANTES DA PESQUISA.....</b>	<b>27</b>
4.1 - Indústria da mineração .....	27
4.1.1 - Caracterização do setor mineral .....	27
4.1.2 - Terminologia técnica específica do setor mineral .....	28
4.1.3 - <i>Cadastro das Detonações</i> e seu uso em melhorias contínuas .....	31
4.2 - Caracterização da indústria calçadista .....	33
<b>5.- PROPOSTA DE UM MODELO DE SISTEMA DE INFORMAÇÕES ORIENTADO PARA MELHORIAS CONTÍNUAS E/OU REENGENHARIA.....</b>	<b>34</b>
5.1 - Definição de um modelo geral de sistema de informações para o trabalho .....	34
5.2 - Modelamento matemático previsionial no desmonte de rochas .....	37
5.2.1 - Convenções e definições de parâmetros .....	37
5.2.2 - Modelo de previsão da quantidade necessária de cordel detonante .....	38
5.2.3 - Modelo previsionial do custo de furação .....	39
5.2.4 - Modelo previsionial da incidência dos explosivos no custo unitário de desmonte .....	40
5.2.5 - Modelo previsionial integrado do custo unitário de desmonte .....	41
5.2.6 - Modelo previsionial da capacidade de produção na furação .....	41
5.2.7 - Cálculos computadorizados - quadros de simulação .....	42
5.3 - Modelamento matemático previsionial do volume de resíduos gerados na indústria calçadista.....	57
5.4 - Treinamentos realizados .....	58

<b>6. - ESTUDO DE CASOS</b> .....	60
6.1 - Relato de casos e análise dos resultados na mineração a céu aberto .....	60
6.1.1 - Caso n°. 1 - Mineração B <sub>1</sub> .....	60
6.1.2 - Caso n°. 2 - Mineração B <sub>2</sub> .....	63
6.1.3 - Caso n°. 3 - Mineração B <sub>3</sub> .....	68
6.1.4 - Caso n°. 4 - Mineração B <sub>4</sub> .....	70
6.1.5 - Caso n°. 5 - Mineração C <sub>1</sub> .....	72
6.2 - Setor da indústria calçadista .....	76
6.2.1 - Informações obtidas .....	76
6.2.2 - Possíveis ações na indústria calçadista com base nas informações obtidas.....	80
6.2.2.2 - Reengenharia na gestão dos resíduos sólidos .....	81
6.2.2.2 - Melhorias contínuas no processo de corte .....	81
6.2.3 - Análise dos resultados obtidos .....	85
<b>7. - AVALIAÇÃO DO PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO E USO DO DE INFORMAÇÕES PARA A REALIZAÇÃO DE MELHORIAS CONTÍNUAS E/OU REENGENHARIA</b> .....	87
<b>8. - CONCLUSÕES</b> .....	88
8.1 - Principais resultados obtidos .....	88
8.2 - Limites do estudo .....	89
8.3 - Recomendações para novos estudos .....	89
8.4 - Recomendações às empresas .....	89
8.5 - Implicações ambientais e gerenciais.....	90
8.5.1 - Mineração a céu aberto/Usos do <i>Cadastro das Detonações</i> .....	90
8.5.2 - Indústria calçadista .....	91
<b>9. - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	92

## LISTA DE FIGURAS

	pg.
Fig. 1 - A empresa vista como um sistema submetido a um campo de pressões.....	3
Fig. 2 - Cadeia de dados e informações.....	11
Fig. 3 - Os sete estágios do CWQC.....	17
Fig. 4 - Combinação de melhorias contínuas com reengenharia.....	20
Fig. 5 - Visão sistêmica da mineração de basalto a céu aberto.....	30
Fig. 6 - Modelo interativo de planejamento, execução e controle, segundo Anthony (1965) com modificações do autor .....	32
Fig. 7 - Sequência de ações no sentido da otimização do desmonte de rochas com explosivo (Anexo A <sub>2</sub> )	
Fig. 8 - Ilustração dos elementos essenciais no desmonte de rochas com explosivos a céu aberto (Anexo A <sub>3</sub> )...	
Fig. 9 - Concepção de sistema de informações (modelo de banco de dados) .....	34
Fig. 10 - Modelo de sistema de informações preditivo, segundo Mason (1969) .....	35
Fig. 11 - Modelo de sistema de informações voltado à tomada de decisões .....	35
Fig. 12 - Modelo de sistema de informações adotado no trabalho .....	36
Fig. 13 - Diagrama de dispersão dos dados de consumo de óleo diesel.....	66
Fig. 14 - Fluxograma ilustrado do sistema de produção de carvão a céu aberto.....	72
Fig. 15 - Ilustração das perdas de matéria-prima no corte .....	80
Fig. 16 - Gráfico de estimação da economia obtida com o aumento do fator de aproveitamento no corte (situação 1).....	81
Fig. 17 - Gráfico de estimação da economia obtida com o aumento do fator de aproveitamento no corte (situação 2).....	83

## LISTA DE QUADROS

N <sup>os</sup> .	<i>Títulos</i>	pg.
01	Simulação do lucro com a redução de custos.....	16
02	Estágios programados para as minerações na aprendizagem organizacional.....	26
03	Situação inicial nas minerações de basalto.....	37
04	Simulação dos custos de furação e cordel detonante (situação 1).....	44
05	Simulação dos custos de furação e cordel detonante (situação 2).....	45
06	Simulação dos custos de explosivos no desmonte de rochas (situação 1).....	46
07	Simulação dos custos de explosivos no desmonte de rochas (situação 2).....	47
08	Simulação da capacidade de produção na furação (situação 1).....	48
09	Simulação da capacidade de produção na furação (situação 2).....	49
10	Simulação dos custos de furação e cordel detonante (mineração C <sub>1</sub> ).....	50
11	Simulação dos custos de explosivos no desmonte do arenito.....	51
12	Simulação da capacidade de produção na furação (mineração C <sub>1</sub> ).....	52
13	Simulação dos custos de furação e cordel detonante (carvão).....	53
14	Simulação dos custos de explosivos no desmonte do carvão.....	54
15	Simulação dos custos de desmonte do arenito da cobertura.....	55
16	Simulação dos custos de desmonte do carvão.....	56
17	Estrutura básica do sistema de informações para a indústria calçadista.....	58
18	Análise simulada dos resultados econômicos com melhorias e reengenharia.....	62
19	Levantamento de dados para avaliar o rendimento operacional na furação.....	65
20	Simulação do custo de desmonte na mineração B <sub>3</sub> .....	69
21	Distribuição dos participantes da mineração C <sub>1</sub> no treinamento.....	73
22	Benefícios econômicos obtidos na mineração C <sub>1</sub> (arenito).....	75
23	Benefícios econômicos obtidos na mineração C <sub>1</sub> (carvão).....	76
24	Taxas de Geração de Resíduos (TGR, %), médias - janeiro de 1994.....	80
25	Volume de resíduos gerados por fábrica - janeiro de 1994.....	80
26	Resultados do experimento ref. compactação mecânica dos resíduos.....	79
27	Simulação da economia obtida com a melhoria do fator de aproveitamento no corte do couro.....	83

## LISTA DE ANEXOS

### Anexo A

- A<sub>1</sub> - Formulário *Cadastro das Detonações* - Rev. 4- novembro de 1994
- A<sub>2</sub> - Fig. 7 - Sequência de ações no sentido da otimização do desmonte de rochas com explosivos a céu aberto.
- A<sub>3</sub> - Fig. 8 - Ilustração dos elementos essenciais no desmonte de rochas a céu aberto

### Anexo B

- Ordem de Serviço n.º 03/92 da FEPAM - Fundação Estadual de Proteção Ambiental referente às detonações

### Anexo C

Manual do Participante -Módulo 1

### Anexo D

Manual do Participante - Módulo 2

## RESUMO

Harmonizar a atividade de produção nas indústrias com as modernas exigências ambientais pode constituir-se em oportunidade de realizar melhorias contínuas ou mudanças radicais com possibilidade de benefícios econômicos para as empresas e para o meio ambiente.

O presente trabalho evidencia como isto pode ser efetivado com o apoio de sistemas de informações voltados para a tomada de decisões que possibilitem melhorar o processo produtivo. A abordagem adotada favorece a integração econômico-ambiental. Os setores participantes do estudo são a mineração a céu aberto e a indústria calçadista.

A metodologia empregada é a pesquisa-ação, contando com a participação de representantes das empresas. Através da aprendizagem organizacional, o pesquisador buscou introduzir nas empresas novos procedimentos de coleta de dados e de modelagem de sistemas, visando o uso consciente de informações na otimização de custos e minimização dos impactos ambientais provocados pela atividade industrial. Sistemas de informação para a mensuração de variáveis em operações fundamentais do processo produtivo foram desenvolvidos e implantados no meio industrial. Uma das variáveis de decisão foi o custo da operação ou atividade, dentro de uma abordagem preventiva através do modelamento matemático previsional. Alternativas otimizantes com suas repercussões na variável de decisão são apresentadas para que se decida entre uma e outra dentro de uma metodologia de melhorias contínuas.

Os Estudos de Casos ilustram a aplicação prática em várias empresas. Reduções substanciais de custos no desmonte de rochas com explosivos foram obtidas, o impacto ambiental das detonações foi minimizado em alguns casos, a taxa de geração de resíduos foi diminuída em algumas fábricas de calçados a partir do conhecimento do valor numérico dessa variável de decisão.

*ABSTRACT*

To harmonize the production operations in the industry with the modern environmental requirements may be a good opportunity for the implementation of the continuous improvement or radical changes with economical benefits for the enterprises and the environment too.

This work puts in evidence how this can be performed when it is supported by information systems oriented for the decision making, which may improve the production process, in an economical-ecological approach in the mining industry and shoes factories.

The methodology applied is the action-research. Through the organizational learning, the researcher intends to introduce new procedures for data collection and systems modelling in the enterprises. The main objectives for the research are optimization and the minimization of the industrial impacts in the environment.

Information systems for measurement of critical variables in fundamental operations of the productive process were developed and implemented in a group of industries in the study field. The cost approach was made in a preventive form using mathematical modelling. Optimizing alternatives and his consequences are presented for the decision makers in a continuous improvement methodology.

The cases studied show a practical application in many industrial firms. Substantial reductions of costs in the rock blasting with explosives were obtained and the environmental impacts were minimized in some cases. Also the scrap production rate in some shoes factories were reduced by the knowledge of the numeric value of this decision variable. The results obtained are reported case by case to demonstrate the validity of this work and to furnish a base for the recommendations at the end.

## 1. - INTRODUÇÃO

Neste capítulo, são apresentadas a justificativa do estudo, a inserção do tema estudado no atual cenário econômico e ambiental, os objetivos da pesquisa e a estrutura do trabalho.

### 1.1 - Justificativa

A presente dissertação de mestrado se insere num contexto organizacional e industrial da década dos anos 90, envolvendo a globalização da economia, o condicionamento à qualidade em sua acepção mais ampla, à produtividade, à competitividade e à preocupação e exigências de natureza ecológica em relação à atividade econômica. A harmonização dos empreendimentos industriais com as crescentes pressões contra os impactos ambientais por eles provocados é cada vez mais premente, desde a fase de projeto até a desativação de suas instalações. Selecionamos dois setores industriais muito importantes economicamente a nível regional e nacional como campo de trabalho para o nosso estudo, ambos com problemas de impactos ambientais: a mineração e a indústria calçadista.

O elo de ligação entre a abordagem econômica e a ecológica dos empreendimentos industriais está configurado nesta pesquisa por um modelo de sistema de informações orientado para a tomada de decisões em programas de melhorias contínuas ou em mudanças radicais da chamada *reengenharia*.

Embora o motivo da intervenção do pesquisador nas empresas tenha sido a questão ambiental, criou-se a oportunidade de orientar os trabalhos da pesquisa para a otimização de custos com minimização simultânea em alguns casos dos impactos ambientais dos setores industriais amostrados.

A legislação ambiental no Brasil decorre da Política Nacional do Meio Ambiente estabelecida no início da década dos anos 80. A Lei Federal 6.938 de 31.8.81 disciplinou esta política. A Resolução 001/86 tornou obrigatório o licenciamento ambiental prévio de todos os empreendimentos potencialmente impactantes no meio ambiente. No caso da mineração, a concessão, pelo Ministério das Minas e Energia, do direito de lavra de recursos minerais ficou condicionada à apresentação de licença ambiental fornecida pelo órgão estadual, tendo por base o Plano de Controle Ambiental ou o EIA/RIMA - Estudo de Impacto Ambiental - Relatório de Impacto sobre o Meio Ambiente.

## 1.2 - Inserção do tema no cenário econômico e ecológico atual

Há uma nova realidade social e econômica no mundo de hoje, inclusive no Brasil. A globalização da economia com a abertura dos mercados, determina uma competição cada vez mais intensa, obrigando as empresas a inovarem, a produzirem com qualidade e a baixo custo; qualidade do produto apenas deixa de ser meta, para ser uma premissa ou condição para permanecer no mercado.

Além disso, as empresas estão submetidas a exigências cada vez maiores na questão ambiental. É preciso compatibilizar a produção com o meio ambiente, dentro de uma filosofia de *desenvolvimento sustentável*. Para as empresas que ainda vêm na legislação de proteção ambiental apenas mais uma exigência do governo ou mesmo intromissão dos órgãos de controle em sua atividade produtiva, propõe-se uma nova postura. Benefícios econômicos podem decorrer de estudos de problemas ambientais, desde que bem conduzidos. A questão dos resíduos sólidos industriais, por exemplo, pode conter em si problemas de desperdícios de matéria-prima, desconhecidos do empresário. Há toda uma estrutura organizacional, formal e informal, com poder de fiscalização ambiental constituída pela Promotoria Pública, através da área de meio ambiente, do IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis, da FEPAM - Fundação Estadual de Proteção Ambiental e órgãos municipais de meio ambiente. Além desses órgãos oficiais, a sociedade civil se organiza através de associações ecológicas e o próprio cidadão é mais consciente e exigente nesse assunto.

A norma internacional ISO 14000, em fase final de elaboração, obrigará as empresas exportadoras a atender a questão ambiental dentro de um enfoque de qualidade ampla. O cuidado com o meio ambiente é também uma questão de imagem ou de *marketing* da empresa, extensível aos seus produtos.

Na verdade, como iremos demonstrar neste trabalho, economia e ecologia tem muito mais em comum do que as três primeiras letras (eco).

Numa economia fechada e inflacionada que caracterizou o Brasil durante os últimos anos, ainda com uma cultura inflacionária remanescente, era e é de se esperar que seria muito baixa a motivação empresarial em otimizar custos, aumentar produtividade e fazer melhorias no processo, quando os índices de inflação elevados e os desperdícios eram sistematicamente repassados ao consumidor.

Com o Plano Real, que visa estabilizar a economia brasileira, há fundamentada esperança em que reduzir custos em 5%, aumentar a produtividade em 2% ou o fator de aproveitamento da matéria-prima em 3%, praticar melhorias contínuas e/ou reengenharia, baseadas em informações sobre seu próprio negócio, passem a ser novamente questões relevantes dentro do ambiente industrial.

Neste contexto, o presente estudo adquire uma consistência maior. Expressar valores monetários em moeda nacional e não em dólar, sem ficar desatualizado no mês seguinte, só se tornou possível dentro deste quadro estável.

No entanto, as indústrias estão submetidas a um campo de pressões dinâmicas de natureza e intensidade variadas, conforme ilustra esquematicamente a figura 1.

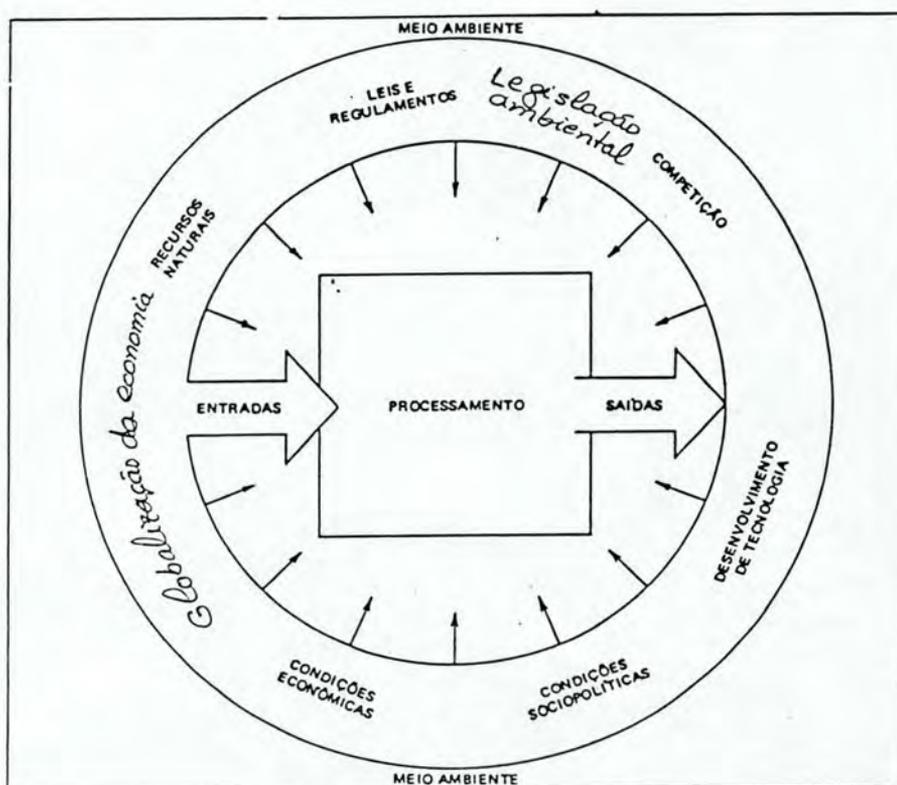


Fig. 1 - Visão da empresa submetida a um campo de pressões -

Fonte: Bio (1985) com adaptações do autor

### **1.3 - Objetivos**

#### **1.3.1 - Objetivo geral**

O objetivo de caráter geral desta pesquisa é demonstrar como a intervenção na indústria por motivo ambiental pode contribuir para a realização de melhorias no processo, com benefícios ecológicos e/ou econômicos para as empresas amostradas, desde que a ação seja apoiada por sistemas de informações orientados para a tomada de decisões.

#### **1.3.2 - Objetivos específicos**

No caso da mineração a céu aberto, o objetivo específico é desenvolver e implantar um sistema de informações em pedreiras de basalto e numa grande mina de carvão, a partir do *Cadastro das Detonações*. Além do instrumento de registro de dados, o pesquisador se propõe a desenvolver um modelamento matemático previsional dos custos de desmonte de rochas com explosivo, capaz de embasar a escolha de alternativas otimizantes que serão apresentadas aos participantes das empresas para a tomada de decisão e teste. Além da otimização dos custos de desmonte de rochas, se objetiva também criar um modelo matemático que permita avaliar a capacidade de produção na furação em função dos parâmetros de projeto de desmonte das rochas.

O objetivo específico para a indústria calçadista é desenvolver e implementar um sistema de informações que permita medir a taxa de geração de resíduos sólidos no processo de corte e estimar quantitativamente o volume de resíduos gerados e dispostos no solo pelas indústrias de calçados.

Pelo caráter participativo da pesquisa, tem-se também como objetivo específico, habilitar, através de treinamento, os participantes das empresas a utilizarem sistematicamente a metodologia desenvolvida na melhoria contínua do fator de aproveitamento da matéria-prima, com isto reduzindo custos e minimizando os impactos ambientais decorrentes da disposição dos resíduos no solo.

### **1.4 - Campo de Estudo**

O campo de estudo abrange as indústrias da mineração e a calçadista, tendo em vista que o pesquisador teve oportunidade de acesso às mesmas em função de realização de estudos de impactos ambientais para a obtenção de licenciamento junto à FEPAM, quando foi possível detectar a oportunidade de desenvolver e implantar sistemas de informações voltados para a realização de melhorias e/ou *reengenharia* em algumas operações-chave,

principalmente na área de mineração, campo de conhecimento profissional do autor. Selecionamos uma amostra de 4 (quatro) minerações de basalto como prioritárias e, adicionalmente, incluímos uma grande mina de carvão a céu aberto.

Da indústria calçadista, trabalhamos com uma amostra formada de 13 (treze) fábricas de calçados localizadas numa cidade do Vale do Rio dos Sinos.

### **1.5 - Estrutura do trabalho**

O trabalho foi dividido em oito capítulos. Neste primeiro capítulo, apresentam-se a origem, as justificativas, os objetivos e a estrutura do trabalho.

No segundo capítulo, é apresentada a metodologia de pesquisa empregada e as principais etapas da mesma.

No terceiro capítulo, descreve-se o referencial teórico e os conceitos básicos, integrando-os face ao escopo do trabalho planejado.

No quarto capítulo, apresenta-se uma caracterização geral dos setores industriais participantes da pesquisa: a indústria da mineração e a indústria calçadista.

No quinto capítulo, consta a proposta de modelo de sistema de informações utilizado no trabalho, incluindo o modelamento matemático previsional no desmonte de rochas (mineração) e operação de corte (indústria calçadista), com a respectiva metodologia de cálculos, expressos através de vários quadros de simulação elaborados dentro da filosofia de melhorias contínuas.

No sexto capítulo, são descritos os estudos de casos de aplicação do sistema de informações em melhorias no processo ou projeto e mudanças radicais com as respectivas variáveis de controle. São relatados os resultados práticos obtidos em cada caso.

No sétimo capítulo, é feita uma avaliação do processo de desenvolvimento e uso dos sistemas de informações no meio industrial objeto da pesquisa, tendo em vista os objetivos propostos.

No oitavo capítulo, são apresentadas as conclusões e recomendações quanto às variáveis de controle dentro das indústrias participantes e extensão a outros ramos industriais.

## 2.- MÉTODO DE PESQUISA UTILIZADO

O método de intervenção adotado neste trabalho identifica-se com a pesquisa-ação descrita por Thiollent (1992), que a define como *um tipo de pesquisa social com base empírica que é concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo e no qual o pesquisador e os participantes representativos da situação ou do problema estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo.*

O problema coletivo dos participantes do trabalho refere-se à questão de minimização dos impactos ambientais decorrentes de suas atividades, no caso a indústria da mineração e da indústria calçadista. A problemática ambiental definiu o objetivo básico da pesquisa-ação e proporcionou a oportunidade de identificar os processos ou operações críticos em termos de impactos ambientais. No caso da mineração a céu aberto, o processo identificado como tal é o desmonte de rochas com explosivos. Já no caso da indústria calçadista, a operação selecionada foi o corte de couro e outras matérias-primas, pelo fato de ser aí que se geram os resíduos industriais sólidos ou lixo responsável pela poluição do solo, ar e águas, quando dispostos de modo inadequado.

As principais fases do estudo, segundo Kolb (1970) referem-se à abordagem da consultoria de acordo com um modelo de mudanças planejadas, consistindo em: **a)** diagnóstico; **b)** plano de ação; **c)** implementação e **d)** avaliação. A fase de diagnóstico pode ser precedida da fase de aproximação e negociação entre o consultor e o cliente. No caso presente, estas aproximações com os participantes tem como motivo original da intervenção a solução de um problema de legalização ambiental das empresas junto à FEPAM - Fundação Estadual de Proteção Ambiental.

No plano de ação do pesquisador foi incluído o desenvolvimento de um sistema de informações orientado inicialmente para o problema ambiental e para a minimização dos impactos ambientais, uma vez que na fase de diagnóstico se constatou a inexistência de dados e informações capazes de embasar qualquer proposta nesse sentido. A partir dos dados obtidos e da metodologia de tratamento matemático que desenvolvemos durante o trabalho, foi possível uma abordagem econômica do problema ambiental. Este fato foi explorado pelo pesquisador a fim de motivar o empresário na realização de melhorias no

processo, seja de forma gradual e contínua ou de forma radical. Foi diante da absoluta falta de dados que houve necessidade de recorrer à criação de um sistema de informações adaptado a cada setor industrial participante do trabalho.

A fase de implementação compreendeu o treinamento dos participantes das empresas que ficaram responsáveis pela coleta de dados de acordo com uma forma padronizada para cada setor industrial. Os dados obtidos foram processados pelo pesquisador e as informações foram divulgadas aos participantes das indústrias com recomendações de possíveis ações planejadas dentro de uma abordagem de melhorias contínuas ou mudanças radicais.

A pesquisa envolveu dois setores industriais: a mineração com os participantes dispersos em 5 municípios do Rio Grande do Sul e com treinamento individualizado por empresa e um grupo de 13 fábricas de calçados concentradas num município e representando a indústria calçadista. No último caso, foi possível estabelecer uma ação coletiva dos participantes com um único treinamento.

A pesquisa-ação não se limita a uma forma de ação, mas visa aumentar o conhecimento do pesquisador e o nível de consciência das pessoas e grupos considerados relativamente à questão ambiental, da otimização de custos e do uso das informações no processo de melhorias contínuas aplicável à situação específica de cada participante.

A pesquisa-ação visa também identificar problemas não evidentes como o da existência de gargalo no processo produtivo decorrentes dos parâmetros de projeto (caso das minerações a céu aberto) ou da taxa de geração de resíduos no caso da indústria calçadista. Estas informações precisam ser geradas a partir de um sistema que inclui a coleta de dados, o processamento e o modelamento matemático previsional. Esta constitui atividade típica de pesquisa. No entanto, os conhecimentos originados deste trabalho são transmitidos aos participantes de modo que eles próprios efetuem os cálculos e as simulações.

O método de pesquisa-ação proporciona também aos participantes que tomem iniciativas próprias no sentido de inovarem com soluções criativas em outros problemas semelhantes dentro de suas indústrias.

### 3. - REFERENCIAL TEÓRICO

Esta seção do trabalho estabelece as bases teóricas da pesquisa-ação orientadas para os objetivos propostos, que é realizar melhorias contínuas em operações-chave do campo de estudo, tendo como instrumento de apoio sistemas de informações.

#### 3.1 - Introdução

Este capítulo é dedicado ao estabelecimento da base teórica necessária para embasar o plano de ação da pesquisa, fornecendo a abordagem dos vários tópicos objetos deste trabalho. Dados e informações, sistema, custos, melhorias contínuas, reengenharia e os aspectos humanos envolvidos, além da questão da aprendizagem organizacional são integrados numa revisão bibliográfica à luz de obras atualizadas publicadas principalmente nos últimos 5 anos.

#### 3.2 - Dados e informações e sua relação com a tomada de decisões

Davis (1978) define *dado* como o material bruto para a informação. Esta se caracteriza pelo fato de ter um fator surpresa, transmitindo algo ao receptor que ele não conhecia ou não podia prever. *Informações* são dados que foram processados de forma que tenham significado ao receptor e sejam de valor real ou perceptível em decisões correntes ou prospectivas. O valor da informação está relacionado à tomada de decisões. Se não houver decisões ou escolhas a ser feitas, a informação seria desnecessária.

A ligação entre dados e decisões raramente se faz de modo direto. A obtenção da informação, por sua vez, necessita quase sempre de um processo de dedução ou de uma *cadeia de conexões lógicas* segundo Goldratt (1993), que inicia o capítulo 1 dessa sua obra, dizendo: “Estamos afogados em dados; todavia, parece que raramente temos informação suficiente”. Depois de discorrer sobre a questão *dado e informação*, ele salienta que a distinção se baseia sobretudo na sua relação com a decisão requerida. Se não se sabe com antecedência que tipo de decisões vamos tomar, do que exatamente vamos precisar, fica muito difícil estabelecer um sistema de informações voltado à tomada de decisões. Destaca ainda a questão das medidas usadas, por exemplo, para avaliar o impacto de uma decisão local sobre a meta global da empresa, definida por Goldratt, como sendo a de ganhar mais

dinheiro agora e no futuro e que, neste contexto, um processo de melhorias contínuas deriva diretamente da definição da meta.

Cairncross (1992) cita a frase de Chris Hampson da ICI : “A menos que se meça alguma coisa, não se pode realmente controlá-la”.

Kume (1970) define processo como sendo formado de 5 M's: homem, máquina, material, método e medição (do Inglês **M**en, **M**achine, **M**aterial, **M**ethod and **M**easurement). Destaca ainda que, no controle da qualidade, tentamos descobrir fatos através da coleta de dados e, então, tomamos a ação necessária baseados naqueles fatos. Os dados não são coletados como um objetivo em si, mas como um meio de descobrir fatos que estão por trás dos dados.

Ishikawa (1993) destaca que a primeira coisa a fazer numa coleta de dados é definir o objetivo, como o de auxiliar na compreensão de uma situação real ou para controle de processos.

Anthony (1981) refere-se à informação como um fato, observação, percepção ou qualquer outra coisa que aumente nosso conhecimento. A informação pode ser quantitativa ou qualitativa.

Um dado isolado pode se constituir numa informação, dependendo do receptor e de como ele *trata* este dado, mesmo mentalmente.

Tanto os programas de qualidade como as decisões do dia-a-dia das empresas necessitam de dados/fatos ou informações. No entanto, as informações necessárias nem sempre estão disponíveis, sendo preciso gerá-las. O custo de sua obtenção pode ser extremamente baixo e o benefício econômico decorrente de seu uso, expressivo. Há também a situação dos dados escondidos por falta de medição e registro sistemático, além do fato de não se ter definido a informação que se quer, a metodologia de processamento e a sua ligação com o processo decisório.

As decisões podem ser simples, repetitivas como num programa de melhorias contínuas; estratégicas de longo prazo, de mudanças radicais, de impacto forte na organização. Bio (1985) define decisão como a escolha de uma entre várias alternativas e o planejar como a busca da melhor alternativa para se chegar a um determinado resultado

futuro. A informação objetiva reduzir a incerteza na tomada de decisões. Wetherbe (1986) afirma que a tarefa mais importante de um administrador é a tomada de decisões e que o que ele mais precisa é de informação. No entanto, os gerentes não possuem as informações necessárias para a otimização do processo. Falta-lhes um plano de utilização das informações, começando pela constatação de que não sabem definir de que informações eles precisam.

### **3.3 - Sistema**

O termo sistema é empregado em situações as mais variadas. Fala-se em sistema de transporte coletivo, em sistema de calefação, em sistema de produção e em sistema de informações. Esses dois últimos são de interesse específico desta dissertação.

Segundo Davis (1978), sistema físico é um conjunto de elementos que opera integradamente para atingir um objetivo. Um sistema de produção seria composto de elementos tais como máquinas, pessoal, procedimentos, formando o contorno do sistema, enquanto que ambiente é externo aos limites do sistema.

Cada sistema é formado de sub-sistemas e as interconexões e interações entre os sub-sistemas são chamadas de interfaces que ocorrem no contorno ou limites e tomam a forma de entradas e saídas (material, energia ou informações). Quando o processo de transformação do sistema não é definido, este sistema é denominado de *caixa preta*. Sistemas abertos trocam informação, material ou energia com o ambiente. Os sistemas abertos tendem a ter uma capacidade de adaptação que significa que eles podem se ajustar a mudanças em seu ambiente de tal modo que possam sobreviver. Esta adaptação é exigida para organizações face a um aumento crescente na competição. Um dos objetivos dos sistemas de informações é dotar as organizações de capacidade adaptativa.

### **3.4 - Sistema de Informações**

A definição de Sistema de Informações decorre da definição geral de sistema, ou seja, um conjunto de elementos interdependentes e logicamente associados, para que de sua interação, sejam geradas informações necessárias à tomada de decisão.

Segundo Mason (1969), a função do sistema de informações é coletar, classificar, registrar, processar e arquivar cada item, dado, informação que possa ser potencialmente útil ao tomador de decisão. Os parâmetros e variáveis incluídos no modelo de decisão servem de base para especificar quais as informações exigidas na tomada de decisões.

A analogia entre material bruto e produto acabado ilustra o conceito de que informação para uma pessoa ou setor da organização ou da sociedade pode ser o dado bruto para outra pessoa, tal como o produto acabado de um setor pode ser o material bruto ou matéria-prima de outro setor. Os resíduos sólidos de uma determinada indústria podem ser a matéria-prima de uma outra atividade, como, por exemplo, a reciclagem.

Esquemáticamente:

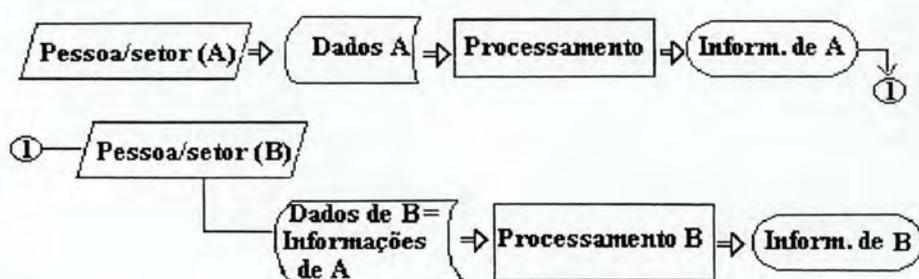


Fig. 2 - Cadeia de dados e informações.

Podemos, também, considerar como fonte geradora de informações, ao invés de uma pessoa/setor, um sistema ou sub-sistema de informações.

Devido a essa relação entre dados e tomada de decisões, o problema básico e que será alvo deste trabalho, relaciona-se às seguintes questões.

- Que informações são relevantes para a tomada de decisões relacionadas com programas de melhorias contínuas ou de mudanças radicais da reengenharia ?
- Como são geradas as informações? (dados necessários, procedimentos de processamento e modelamento matemático)
- Que critérios adotar na seleção de processos ou operações prioritárias para se desenvolver um sistema de informações?

Segundo Mason (1969), o aspecto que caracteriza um sistema de informações gerenciais está no fato de prover informações para a tomada de decisões. Portanto, uma das abordagens a ser adotada no projeto de um sistema de informações é analisar problemas de decisão gerencial, estruturando e modelando seus elementos essenciais. As decisões são embutidas num modelo integrado composto de uma fonte, dados, previsões e inferências, valores e escolha e componentes da ação.

Um sistema de informações pode ser do tipo que a literatura define como um Sistema de Contabilidade Gerencial (“Managerial Accounting System”) quando as informações geradas referem-se a custos, desempenho de processo e produtividade e se destinam fundamentalmente a atender as necessidades de administradores e pessoal operacional ligados à produção.

Segundo Sloan (1983), um sistema de contabilidade gerencial se caracteriza pelos seguintes aspectos, entre outros:

a) trata-se de uma ferramenta gerencial dinâmica e não apenas de um sistema estático de relatório;

b) os padrões de desempenho são incorporados no sistema de contabilidade;

c) os dados financeiros refletem resultados físicos subjacentes;

d) recursos mensuráveis são controlados numa base corrente com incentivo para a otimização de custos;

e) os custos planejados e reais relatados em cada área de responsabilidades são aqueles sobre os quais a pessoa encarregada tenha efetivo controle;

f) é uma metodologia participativa com fluxo dinâmico de informações dentro da organização.

Ernst & Young (1993) referem-se à necessidade de uma abordagem preventiva dos custos, estabelecendo uma relação entre o custo e a atividade que o gera.

### 3.5 - Qualidades desejáveis da informação

As qualidades desejáveis da informação para a tomada de decisão, planejamento e controle, relacionam-se aos seguintes aspectos:

- a) a utilidade da informação relacionada à sua relevância no processo de gerenciamento, ou seja de acordo com as necessidades do usuário;
- b) a correção da informação. Informações erradas podem decorrer de erros na coleta/registo dos dados, de procedimentos incorretos no processamento destes dados ou tendenciosidade deliberada;
- c) a *idade* da informação. Para orientar a tomada de decisões, a informação deve chegar ao receptor no prazo mais curto possível. Informações de custos, por exemplo, podem não ter nenhum valor gerencial se chegam ao usuário tomador de decisões dois ou três meses após terem ocorrido, principalmente num ambiente inflacionário;
- d) o volume de informações deve ser o menor possível, evitando-se *saturar* a capacidade do usuário em assimilá-las;
- e) a apresentação formal das informações deve ser simples, porém de modo sistemático, padronizado e claro.

O ideal é que o sistema de informações ofereça um modelo previsional, de modo que o caráter preventivo esteja embutido na fase de planejamento.

Considerando a variabilidade das condições técnicas e organizacionais das indústrias, o sistema de informações deverá ter uma flexibilidade para se ajustar a situações específicas. Além disso, a metodologia de processamento deve ser embasada em princípios técnicos aceitáveis, uniformemente aplicados e integrados ao sistema. A operacionalização no sistema de informações deve estar de acordo com o nível de responsabilidade ou poder de decisão. A participação das diversas *fontes de dados* deve ser assegurada através de um processo de educação e treinamento adequado a cada setor.

### 3.6 - O sistema de informações na ruptura da inércia organizacional

Segundo Maramaldo (1989), a informação é o combustível da organização, pois é por sua utilização que se processam as ações. No entanto, o que se verifica na prática é que



# FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

ENTIDADE TÉCNICO-CULTURAL CRIADA EM 26-12-65  
 VINCULADA AO DEP. DE ENGENHARIA DE MINAS DA U.F.R.G.S.  
 INTEGRANDO A UNIVERSIDADE COM A INDÚSTRIA DA MINERAÇÃO

13

## PARTE II - CONTABILIDADE GERENCIAL DE CUSTOS Distribuição das Responsabilidades pelo Preenchimento do Formulário

Respost. Preenchidas					
Campo	Coluna	Descrição	Freqüência	Eng.	funcionário
11	11.3	Consumo no dia	diária		
11	11.4	Consumo acumulado no mês	diária		
11	11.5	Preço médio no mês	mensal		
11	11.6	Custo do item no mês	mensal		
11	Soma (a+b+c)	Soma dos custos diretos	mensal		
12	Quantid.	Quantidade de material	quando for requisitado		
12	Preço	Preço unitário do material	idem		
12	Valor	Valor total do item Cr\$ x 1000	idem		
12	Valor	Idem em US\$	idem		
12	Vida Útil	Vida útil estimada do material em anos, meses ou horas-trabalhadas.	uma única vez		
12	Valor Aprop.	Valor apropriado no mês, em US\$	mensal		
12	Soma (d - j)	Soma dos custos semi-diretos no mês	mensal		
13	Prestador do Serviço	Razão social ou nome do prestador de serviços	quando for apresentada a NF		
13	Valor	Valor do serviço total em Cr\$ x 1000	idem		
13	Valor	Valor apropriado no mês em Cr\$ x 1000	mensal		
13	Valor	idem em US\$	mensal		
13	Soma	Soma dos custos indiretos	mensal		
14	Mão de Obra	Mão de Obra/Salário do pessoal de furação	mensal		
15	Depreciação	Depreciação dos equipamentos: vida útil em anos	única		
15	Deprec.	valor do equipamento	única		
15	Deprec.	valor da depreciação mensal em US\$	única		
15	Deprec.	idem em Cr\$	mensal		
15	Deprec.	Deprec. horária em US\$	única		
16		Soma dos custos dos itens 11 a 15	mensal		
		Metros furados no mês	mensal		
		Custo unitário do m/furado	mensal		

as informações necessárias muitas vezes não estão disponíveis e por isso as ações não acontecem. Existe, pois, uma prioridade de se gerar informações a partir de dados. Estes também precisam ser coletados tendo em mente o objetivo de sua utilização. Para se transformar em informações, estes dados comportam um tratamento ou processamento adequado, seja com o apoio de um computador ou não, implicando na estruturação sob forma de uma *cadeia de conexões lógicas*, conforme Goldratt (1993).

No caso da indústria da mineração e especialmente no caso das pedreiras de pequeno e médio porte, distribuídas em praticamente todos os municípios do Rio Grande do Sul, o gerenciamento do processo produtivo é extremamente empírico, carecendo de registros de dados de forma sistemática, desconhecendo-se os custos de produção e como estes se formam. Da mesma forma, a previsão da capacidade de produção do sistema é desconhecida. Estas constatações foram feitas pelo pesquisador durante as intervenções realizadas nas minerações de basalto por ocasião da elaboração do Plano de Controle Ambiental - PCA, na condição de coordenador de equipe multidisciplinar, com vistas à obtenção do licenciamento ambiental por parte da FEPAM - Fundação Estadual de Proteção Ambiental. Os impactos ambientais decorrentes das detonações são alvos de uma atenção especial com vistas à sua minimização, envolvendo também questões de segurança.

As pequenas e médias minerações, pela pouca qualificação de sua estrutura administrativa, não possuem habilitação para desenvolver por si só um sistema de informações adaptado às suas necessidades gerenciais. De modo que se caracteriza uma situação em que, se não houver um trabalho de intervenção por parte de um agente externo, este quadro existente nessas empresas em termos de processo decisório, continuará inalterada por muito tempo. Trata-se, pois, de provocar com esta pesquisa-ação, uma ruptura no processo de gestão vigente. No caso em questão, o pesquisador constitui-se no agente externo, embasado num referencial teórico consolidado e na sua experiência profissional prévia.

Campos (1992) apresenta o conceito de *rompimento*, explicando que romper com o passado é conscientizar-se de que a empresa pode ser continuamente melhorada, que não existe fim para o processo de melhorias. Gerenciar uma empresa, mesmo uma pequena

pedreira ou fábrica de sapatos, nos dias atuais é essencialmente promover a sua melhoria e desenvolvimento contínuo, visando a sua sobrevivência.

No caso da indústria calçadista, bem mais estruturada administrativamente, trata-se de complementar a sua tecnologia a partir de uma abordagem ambiental dos resíduos sólidos, questão em geral encarada pelo empresário como não fazendo parte do seu negócio. No entanto, quando a informação sobre a taxa de geração de resíduos é enfocada pelo ângulo econômico, a ação é possível.

Cairncross (1992) destaca que a maior parte dos resíduos industriais sólidos (lixo) aparece porque alguma coisa não está sendo devidamente utilizada, ou seja, há uma baixa eficiência no aproveitamento da matéria-prima. Uma grande parte da poluição está associada com a ineficiência. Empresas que tentam reduzir o volume de lixo tem encontrado formas de reprocessá-lo ou reciclá-lo. Não se trata apenas de jogar menos lixo no solo, mas também de que a empresa pode comprar menos matéria-prima, com redução de custos traduzida em aumento do seu lucro.

Na fase de diagnóstico, constatamos o desconhecimento generalizado por parte do pessoal das indústrias de calçado participante, da taxa de geração de resíduos ou do fator de aproveitamento da matéria-prima.

### **3.7 - Processo de Melhorias Contínuas**

Segundo Deming (1993), existe um potencial para melhoria em cada etapa da geração de produto ou serviço. O processo de melhoria contínua é um dos princípios do chamado ciclo de Deming também conhecido como PDCA (**P**lan, **D**o, **C**heck, **A**ct) ou Planejar, Fazer, Verificar, Agir.

Scherkenbach (1993) destaca que a única finalidade da coleta de dados ou da realização de uma experiência ou teste é formar a base de um prognóstico racional. É importante que se faça as previsões antes de conduzir a experiência. Deve-se estar atento também aos números invisíveis, ocultos, fazendo-os vir à tona.

Um outro princípio de Deming relaciona-se à instituição do treinamento no local de trabalho.

Segundo Campos (1992), produtividade pode ser expressa através de relações entre valor produzido e valor consumido, ou entre *output* e *input* no sistema, entre faturamento e custos ou entre qualidade e custos.

Esquemáticamente:

$$\begin{aligned} \text{Produtividade} &= \frac{\text{output}}{\text{input}} \\ &= \frac{\text{qualidade}}{\text{custos}} \\ &= \frac{\text{faturamento}}{\text{custos}} \end{aligned}$$

O faturamento da empresa é obtido das vendas de seus produtos ou serviços, como resultado da multiplicação das quantidades vendidas pelos seus respectivos preços unitários.

Anthony (1981) define custo como a expressão, em termos monetários, das quantidades de recursos consumidas no processo de produção de um bem ou serviço.

Jacobsen (1990) defende uma estratégia de otimização de custos, com estes enquadrados na definição acima, uma vez que se trata de uma variável controlável internamente nas organizações. Esta estratégia tem, segundo o autor, um elevado potencial de aumentar a competitividade e os lucros da empresa. Ilustra com o exemplo de que uma redução de custos de 90% para 85% da receita mensal pode representar um aumento de 50% no lucro. Na mesma linha de raciocínio, é possível inferir que uma redução de 90% para 82% representaria um aumento de 80% no lucro, conforme demonstrado no quadro a seguir:

### Quadro n.º 1

Simulação do lucro obtido com a redução de custo

Parâmetro	Situação inicial		Situação pós-redução			
	valor (R\$)	(%)	Valor (R\$)	(%)	Valor (R\$)	(%)
Receita	20.000	100	20.000	100	20.000	100
Custos	18.000	90	17.000	85	16.400	82
Lucro	2.000	10	3.000	15	3.600	18
Variação	-	-	+1.000	<b>50</b>	+1.600	<b>80</b>

Sullivan (1986) expõe a abordagem japonesa do CWQC - *Company-Wide Quality Control*, segundo a qual o custo é visto como a perda para a sociedade, sendo determinado pelo custo do projeto, eficiências na produção, montagem, vendas, assistência técnica e a contribuição para a sociedade. O custo é o direcionador (*driver*) de todas as atividades; a obtenção da qualidade, através da uniformidade, seria um sub-produto do esforço principal.

Campos (1992) demonstra a mudança na formulação de preços em função de uma conjuntura de competição intensa de mercado, derivada da globalização da economia.

A fórmula tradicional de formação de preços a partir do repasse simplesmente dos custos presumidos ao consumidor, tende a se alterar dentro de uma nova concepção estratégica:

Abordagem tradicional (repasse de custos ao consumidor):

$$\text{CUSTOS} + \text{LUCRO} = \text{PREÇO}$$

Ainda segundo Campos (1992), à medida que se avançar no processo de liberação da economia, não só o preço mas também o lucro será estabelecido pelo mercado: o preço como remuneração justa do valor agregado e o lucro como remuneração justa pelo capital empregado. A equação passará inevitavelmente a ser, nesta abordagem moderna, a seguinte:

$$\underbrace{\text{PREÇO} - \text{LUCRO}}_{\text{estabelecidos pelo mercado}} = \text{CUSTOS}$$

A otimização do projeto do processo ou do produto é uma das ferramentas do CWQC, assim como o Controle Estatístico do Processo adequadamente aplicado. A abordagem do CWQC é mais abrangente que a do TQC *Total Quality Control*, sendo este básico do CWQC, cuja concepção está ilustrada na figura 3 a seguir.

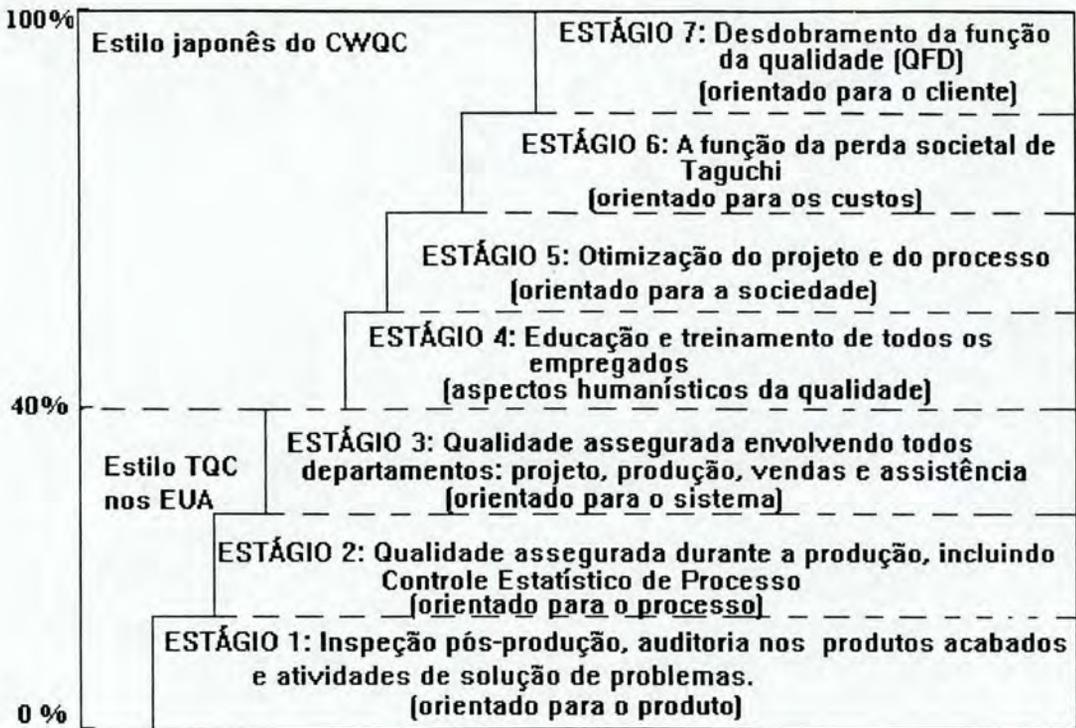


Fig. 3 - Os sete estágios do CWQC segundo Sullivan (1986)

Interessa-nos a abordagem do CWQC pela prioridade dada à minimização dos custos aliada à qualidade dos produtos e à ampliação do seu espectro ao se referir à *perda societal* e, com isso, abrangendo a questão da qualidade ambiental.

Cairncross (1992) refere-se a Kenichi Taguchi, um expoente do conceito de qualidade total no Japão, como o defensor da idéia de que o objetivo da empresa deveria ser o de minimizar a *perda societal*, provocada por cada produto. Um tipo de perda é a incapacidade de satisfazer às necessidades do consumidor; outro é a perda sofrida pelo meio ambiente em decorrência da produção, uso e remoção de um produto. De fato, é de se perguntar se definições tradicionais de qualidade, que se aplicam à satisfação do consumidor, não deveriam ser ampliadas para incorporar critérios ambientais e se estender a todas as pessoas que são afetadas por um produto desde o início de sua fabricação até a sua remoção final.

A legislação brasileira já define que o gerador de resíduos industriais é responsável por sua destinação final. Além disso, a nível internacional a ISO 14000 irá influenciar e repercutir sobre o processo industrial em todo o mundo.

Davenport (1993) define processo como um conjunto de atividades estruturadas e medidas destinadas a resultar num produto especificado para um determinado cliente ou mercado. Ele exige uma acentuada ênfase na maneira *como* o trabalho é feito na organização, em contraste com a ênfase relacionada com o produto em si, que se centra no *que é* o produto.

### 3.8 - Reengenharia

A *Reengenharia* representa a adoção de alguma coisa inovadora, capaz de provocar uma mudança importante, radical. A reengenharia de processos distingue-se da melhoria de processos, que, ainda segundo Davenport, visa a um nível inferior de mudança. No entanto, as decisões relacionadas com a reengenharia possuem riscos bem mais elevados do que aqueles decorrentes dos programas de melhorias contínuas sob a bandeira da qualidade. Além disso, enquanto estas se caracterizam pela participação dos empregados, a reengenharia se faz, tipicamente, muito mais de cima para baixo. Ambas tem em comum a realização de mudanças e, por isso, estão sujeitas às mesmas reações, necessitando de informações e de uma forte dedicação cultural e disciplina organizacional. Os programas de melhorias contínuas ou da qualidade, pela natureza participativa, precisam de um apoio educacional ou, como defende Campos (1992), de um aporte de conhecimentos.

Davenport (1993) e Hammer (1994) argumentam que, no contexto atual de intensa concorrência, as iniciativas de melhorias da qualidade e de melhorias contínuas e paulatinas de processos, embora sejam essenciais, já não bastarão. As metas de uma melhoria anual de 5 ou 10% em todos os processos empresariais devem dar lugar aos esforços para atingir níveis de melhoria de 50%, 100% ou até mais, nuns poucos processos-chave.

A reengenharia de processos pode também apoiar estratégias de otimização de custos e na minimização dos impactos ambientais. Transformar os custos da disposição final de resíduos industriais em receitas obtidas com a venda de materiais recicláveis ou seu reprocessamento na própria indústria, constitui-se num exemplo identificado com o espírito desta dissertação.

Talvez o que as empresas precisam seja de uma combinação da disciplina, participação e persistência dos programas de melhorias contínuas com a reengenharia e suas inovações radicais. A fig.4 ilustra como esta combinação poderia se efetivar.

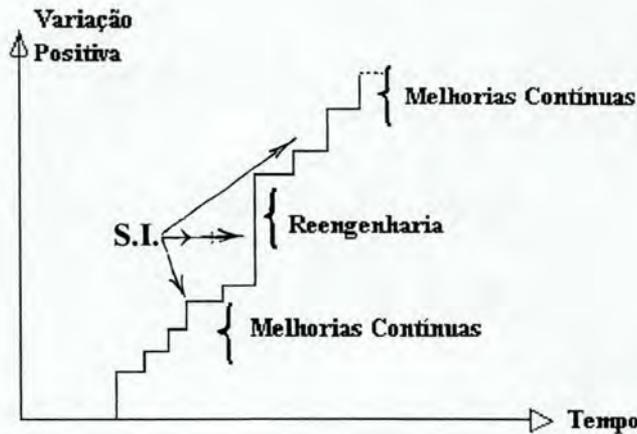


Fig. 4 - Combinação de melhorias contínuas com reengenharia  
 Fonte: Davenport (1993) com modificações do pesquisador

### 3.9 - Aspectos humanos no desenvolvimento e uso do sistema de informações

#### 3.9.1 - Aspectos comportamentais

A literatura sobre Qualidade, Reengenharia e Sistemas de Informações tem em comum o fato de envolverem aspectos comportamentais e cultura organizacional. Programas de educação e treinamento são necessários para se ter sucesso.

Campos (1992) destaca que a educação deveria ser a prioridade de qualquer Nação ou empresa e que o aporte de conhecimentos à organização é necessária a fim de aumentar a sua produtividade.

Oliveira (1993) refere-se à era atual como a da economia do saber, na qual ganha a guerra quem sabe mais, quem sabe aprender, aplicando-se aos indivíduos, às empresas e aos países. Esta nova era requer a disseminação de uma cultura técnica que não se limita ao saber dos engenheiros e técnicos. Igualmente os operários precisam de um mínimo de cultura geral e técnica para entender, comunicar, participar das mudanças rápidas que se operam no interior da indústria.

Cada pessoa numa organização faz parte do sistema sócio-econômico que é a empresa. As pessoas se tornam participantes, quer dizer, elas formam uma organização, porque elas acreditam que, assim fazendo, elas podem atingir suas metas pessoais. Uma vez tendo aderido, sua decisão de contribuir ao trabalho produtivo da organização é também baseado na percepção de que isso irá ajudá-los a atingir suas metas pessoais (Anthony, 1981).

As metas pessoais podem ser definidas como necessidades. Algumas dessas necessidades são de natureza material e podem ser satisfeitas pelo salário que a organização paga aos seus empregados; isto é, eles precisam ganhar suficiente dinheiro para se manterem e seus dependentes. Assim, também a organização precisa ter faturamento e custos de produção compatíveis com suas necessidades institucionais. Otimizar, pois, os resultados da organização como um todo pode significar o aumento de probabilidade do atendimento das necessidades materiais de seus empregados, do empresário e de suas famílias.

Outras necessidades são psicológicas. As pessoas precisam ter suas habilidades e realizações reconhecidas; elas necessitam de aceitação social como membros de um grupo; elas necessitam possuir um sentido de auto-valor; elas necessitam se sentir seguras; elas necessitam de liberdade para expressar suas idéias; elas podem sentir necessidade de poder e influência. A importância relativa destas necessidades varia com diferentes pessoas e sua importância também varia com a mesma pessoa em diferentes tempos. Para algumas pessoas, ganhar muito dinheiro é uma necessidade dominante; para outros, a satisfação profissional prepondera.

Dentro deste quadro, como se insere a questão da qualidade ambiental, por exemplo a destinação final dos resíduos sólidos industriais e urbanos?

Cairncross (1992) cita o fato de que muitas pessoas adoram reciclar lixo. Experimentam uma sensação agradável quando classificam suas latas, garrafas e matéria orgânica. Uma explicação para isto talvez seja a de que se trata de algo concreto que podem fazer para sentir que estão favorecendo o meio ambiente sem gastar mais dinheiro ou fazer grandes alterações em seu modo de viver. Será que este comportamento não poderia ser transposto para o meio industrial? Muitas das companhias que tentam reduzir o lixo tem encontrado formas de recuperá-lo e reutilizá-lo. Isto não quer dizer somente que a empresa

tem de jogar menos lixo fora, mas também que ela irá economizar em matéria-prima. O estudo de casos relativo à indústria calçadista irá tratar desta questão.

### 3.9.2 - Engajamento e motivação

Considerando que o sistema de informações seja direcionado à tomada de decisões nas organizações, pressupõe-se que o nível gerencial precisa ser envolvido no processo de implantação, assim como a direção e o quadro operacional. Conforme Oliveira, (1993), já não é mais proibido pensar no chão de fábrica, nem nos chamados baixos escalões administrativos. Pelo contrário, pensar é a palavra de ordem. Pensar e aprender. E aprender a aprender.

Segundo Argyris (1978), a aprendizagem organizacional envolve a detecção e a correção de erros. A chamada aprendizagem de duplo laço (*double-loop*) ocorre quando o erro ou a anomalia são detectados e corrigidos de modo que envolvam a modificação de normas, padrões, objetivo ou políticas da organização. A aprendizagem organizacional não é meramente o aprendizado individual, embora as organizações aprendam através da experiência e ações dos indivíduos. As ações dependem do clima organizacional, aberto e participativo ou fechado e autocrático. As informações, no último caso, não são transmitidas aos níveis de decisão porque podem contrariar as normas ou os padrões estabelecidos.

Kolb (1970) refere-se ao desenvolvimento organizacional através da intervenção externa de consultores quando ela: **a)** não é empreendida como um evento isolado, mas tendo em conta seu impacto na organização como um sistema; **b)** é direcionada não apenas para resolver problemas imediatos da organização, mas também no aperfeiçoamento da empresa de antecipar e resolver problemas similares. O resultado é um aumento na sabedoria *ecológica* da organização através da melhoria de sua capacidade de competir e de crescer em seu ambiente.

Os programas de qualidade modernos tem um caráter participativo, embora não definam como esta participação se deva dar nos sistemas de informações que lhe dão o suporte.

Como fatores de motivação, a nível gerencial, nas minerações especificamente, recorreremos à otimização dos custos de produção a partir do conhecimento de como se

formam, à melhoria da produtividade, ao aumento da competitividade e ao auto-controle dos impactos ambientais face às exigências dos órgãos de fiscalização e da própria população afetada.

Já a nível individual, a possibilidade de aperfeiçoamento profissional dentro da própria empresa significa maior valorização e a oportunidade de participação consciente através do acesso a informações desconhecidas e relacionadas com suas atividades normais.

Além disso, a compreensão das implicações que suas ações ou procedimentos podem ter sobre os resultados econômicos e/ou ambientais pode conduzir a um trabalho mais qualificado e compensador.

### **3.9.3 - Aprendizagem organizacional**

Sims (1973) descreve a teoria da aprendizagem empírica de Kolb, segundo a qual o trabalhador aprende interagindo com seu ambiente, de acordo com um modelo que pressupõe: **a)** as pessoas mudam e se adaptam; **b)** as pessoas são capazes de aprender diferentes habilidades e tem várias diferenças entre si que elas trazem para dentro da organização. Além disso, a aprendizagem pode contemplar: fazer experiências com novas idéias; a criação de novas formas de abordagem de pensamento e solução de problemas; análise de dados quantitativos e a geração de informações; tomar decisões e estabelecer metas.

Argyris (1978) salienta que a aprendizagem organizacional inclui a construção da memória da empresa. Sem o registro das informações e relato de experiências, há sempre o risco de que, com a saída de empregados, estes levem consigo informações importantes que se perdem para a empresa.

Jacobsen (1990) destaca que os operadores, ajudantes e supervisores conhecem bem as operações, sabem como melhorá-las, porém falta-lhes: informações sobre custos e como estes se formam, uma orientação clara para o que é ou não relevante do ponto de vista da empresa e da contribuição que poderão dar para a organização. Falta-lhes ainda uma visão de conjunto e o detalhamento quantitativo e monetário do que realizam, das consequências de suas ações, inclusive, acrescentaríamos, sobre o meio ambiente.

Um aspecto de caráter geral é a constatação de que cada vez mais a análise de problemas e o processo decisório nas empresas, além de se tornarem mais urgentes e freqüentes diante do ritmo de mudanças em que vivemos, ainda passam por outro fenômeno: desceram na hierarquia e hoje não são apenas uma conquista do pessoal operacional, mas até uma necessidade irrecorrível. Os programas de qualidade total implantados nas indústrias pressupõem uma descentralização nos controles e uma participação atuante de quem executa o trabalho. Para tal, é necessário gerar e disseminar dados e informações objetivas, definir metas e otimizar resultados. É ao nível das operações que ocorre o consumo de recursos na produção, de modo que a melhoria da produtividade e otimização de custos passa necessariamente pela base da pirâmide organizacional. A administração não pode literalmente *controlar* os custos de produção. O que o administrador pode ou deve fazer é controlar as ações das pessoas que são responsáveis pela realização destes custos (Anthony, 1986).

Sullivan (1986), ao descrever o estágio 4 do CWQC (fig. 4), distingue educação e treinamento e salienta que os japoneses colocam o seu maior esforço na educação, porque entendem que somente através da educação se pode mudar o modo de pensar das pessoas; o treinamento é feito apenas para desenvolver habilidades. A educação continuada faz parte do processo de trabalho. Educação e treinamento em empresas japonesas absorvem em média oito horas por semana por empregado, com a metade desse tempo sendo durante o horário de trabalho e as demais, fora do expediente normal. Isto inclui o desenvolvimento e apresentação de estudos de casos sobre melhorias em qualidade ou de custos.

Isto permite aos japoneses maximizar a contribuição humana - o recurso mais poderoso em qualquer organização.

Nagel e Richman (1973) lembram que há muito tempo os psicólogos nos têm afirmado que os estudantes aprendem em ritmos diferentes, mas que a grande maioria deles pode tornar-se competente em quase tudo, desde que lhe seja proporcionado tempo suficiente. Este princípio é a base para o Ensino para a Competência, que constitui estratégia básica no trabalho desenvolvido junto às indústrias abrangidas em seu escopo.

Faria (1987), abordando o chamado ensino não-diretivo, refere-se à questão dos conteúdos a ser assimilados pelos participantes; define três níveis de aprendizagem : A, B e

C. Os conteúdos do nível C *devem* ser assimilados por todos os participantes; já os referentes aos níveis B e C *podem* ser apreendidos, sendo opcionais. Aplicado este princípio ao sistema de informações voltado à tomada de decisões, poderíamos inferir que o pessoal operacional precisa estar treinado na coleta dos dados, porém as etapas de processamento e tomada de decisões seriam facultativos. No entanto, o nível gerencial, habilitado nos estágios A e B, precisa ter passado pelo estágio C.

Esta abordagem é muito importante no planejamento e elaboração do material didático destinado aos participantes dos cursos destinados à implantação da metodologia proposta para a realização de melhorias contínuas ou reengenharia.

Um aspecto motivacional importante relaciona-se ao fato de o treinamento ser orientado para a situação real, específica do participante. Um cuidado que procuramos ter na elaboração do material didático é com relação à linguagem utilizada e com o volume de conteúdos. No material de apoio utilizado, apresentado no Anexo C, empregamos uma linguagem conversacional, o mais objetiva e simples possível, ilustrada com situações reais de cada setor industrial participante.

Os termos e expressões técnicas são explicados no Manual do Participante (Anexo C) destinado a implantar o *Cadastro das Detonações* nas minerações.

Três estágios ou níveis de aprendizagem organizacional foram estabelecidos com base em Farias (1987):

C: registro dos dados essenciais de cada detonação

B: processamento dos dados para obtenção das informações

A: Uso sistemático do *Cadastro das Detonações* e dos modelos matemáticos previsionais, análise dos resultados e tomada de decisões na realização de melhorias contínuas e/ou reengenharia no desmonte de rochas na mineração.

O quadro nº 2 descreve os estágios programados para as pedreiras de basalto em termos de aprendizagem organizacional relativamente ao uso rotineiro do *Cadastro das Detonações*. As empresas estão identificadas por um código formado pela letra B e um índice numérico.

**Quadro nº2**

Estágios programados para as minerações na aprendizagem organizacional

Mineração ⇒ Nível aprend. ↓	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>	B <sub>4</sub>
C	x	x	x	x
B	x	x	x	x
A	x	x	x	x

Embora sabendo de antemão que as empresas mineradoras participantes da pesquisa, assim como as pessoas, tenham capacidades diferentes de aprendizagem, a meta estabelecida para todas é que atinjam, com o tempo, nível programado mais alto, ou seja o nível A.

Os estudos de casos que compõem esta pesquisa e que serão descritos adiante, ilustram uma aplicação prática do referencial teórico apresentado neste capítulo.

## **4.- CARACTERIZAÇÃO DAS INDÚSTRIAS PARTICIPANTES DA PESQUISA.**

Neste capítulo faz-se a caracterização básica das indústrias participantes a fim de melhor compreender o ambiente de cada setor de atividades no contexto do trabalho realizado. Uma ênfase maior será dada ao setor mineral por ser um campo mais especializado e ser a área de atuação profissional do autor.

### **4.1.1 - Caracterização do setor mineral**

A indústria extrativa mineral envolve a mineração de substâncias metálicas (ouro, cobre, ferro, estanho, chumbo, cromo, zinco, alumínio, etc.), substâncias não metálicas (fosfato, potássio, enxofre, caulim, etc.), combustíveis (carvão, petróleo, urânio, gás, etc.), pedras ornamentais e brita para construção civil. Trata-se de uma enorme variedade de produtos minerais absolutamente essenciais à civilização moderna.

A atividade da mineração é regulada por um complexo sistema de leis, decretos, portarias, normas e outros dispositivos, tendo como base o Código de Mineração, complementado por uma exigente legislação ambiental.

Pela Constituição do Brasil, os recursos minerais são patrimônio da União, sob a administração do Ministério das Minas e Energia através do Departamento Nacional de Produção Mineral - DNPM.

O Código de Mineração (cap. III - art. 11) discrimina os regimes de exploração e aproveitamento das substâncias minerais:

I - Regime de Autorização

II - Regime de Concessão

III - Regime de Licenciamento

IV - Regime de Matrícula

V - Regime de Monopólio

As pedreiras se enquadram predominantemente no caso III - Regime de Licenciamento e as minas, no caso II - Regime de Concessão. A diferença fundamental entre os dois regimes é a exigência para o caso II da fase de pesquisa mineral, com estudos de

viabilidade econômica e elaboração do Plano de Aproveitamento Econômico previamente à extração propriamente dita.

Do ponto de vista da legislação ambiental derivada do CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente, em ambos os casos há a obrigatoriedade de licenciamento ambiental prévio por parte do órgão estadual designado. No caso do Rio Grande do Sul, este órgão é a FEPAM - Fundação Estadual de Proteção Ambiental. Para a maior parte das minerações, exige-se a apresentação de um Plano de Controle Ambiental - PCA, elaborado por equipe multidisciplinar, e EIA/RIMA (Estudos de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto ao Meio Ambiente) em casos especiais em que haja necessidade de defesa pública do projeto.

#### **4.1.2 - Terminologia técnica específica do setor mineral**

A descrição da terminologia técnica relacionada à indústria da mineração se restringirá às necessidades específicas desta dissertação para facilitar a compreensão do conteúdo como um todo.

*Jazida* é uma acumulação mineral que pode ser explorada economicamente. Se não for econômica a sua exploração, então temos apenas um *depósito mineral*. Da mesma maneira, a noção de minério está ligada à condição de ser uma massa mineral aproveitável economicamente, quer dizer, que produza lucro ao longo da vida útil da mineração. *Mina*, em seu significado sistêmico ou administrativo, refere-se a uma jazida em lavra, incluindo todas as atividades e instalações necessárias para a obtenção do produto vendável. Já no sentido restrito ou técnico, o termo *mina* refere-se à jazida em lavra, ou seja, restringe-se apenas à área de extração. Para distinguir um enfoque do outro, usa-se grafar com inicial maiúscula o termo quando se referir ao empreendimento como um todo (visão sistêmica)

O termo *mineração*, da mesma forma, é usado, em seu sentido restrito, como sinônimo de *lavra*, ou seja, o conjunto de operações coordenadas objetivando aproveitamento industrial da jazida, desde a extração das substâncias minerais úteis que contiver, até o beneficiamento das mesmas.

As mesmas considerações são aplicáveis ao termo *pedreira*: em seu sentido restrito, refere-se apenas ao local de onde se extrai pedras (exceto as chamadas gemas ou pedras

semi-preciosas), enquanto que, no sentido sistêmico, abrange a britagem, o escritório e oficinas. No caso de pedreiras, ao invés de aplicar o termo *minério*, se denomina minerais e rochas industriais, como, por exemplo, as pedras para construção civil (basalto, granito, sienito, mármore, etc.)

Antigamente, o termo *minério* se aplicava apenas às rochas constituídas de um ou mais minerais metálicos, como galena (Pb), calcopirita (cobre), ouro, hematita (ferro), bauxita (alumínio), etc. das quais se extrai metais com lucro. Atualmente, o termo se estende para as chamadas *substâncias não-metálicas*, como fluorita, potássio, carvão, calcáreo, fosfato, etc.

Do ponto de vista das operações produtivas, uma pedreira não se distingue de uma mina, seja a céu aberto ou subterrânea. Assim sendo, o desmonte de rochas que compreende as operações de furação e de detonação, é idêntico numa ou noutra situação. Por este motivo, podemos denominar genericamente de *minerações* as pedreiras, minas, garimpos, extrações de areia, argila, ou qualquer outra forma de extração mineral.

O condicionamento geológico pode ser um fator diferenciador entre pedreira e mina a céu aberto. Enquanto as pedreiras executam o desmonte das rochas no maciço rochoso como um todo, as minas extraem seletivamente uma parte estéril de solo e rocha, sem interesse econômico, e o *minério* propriamente dito em forma de camadas sedimentares (caso do carvão), ou de filões ou veios (caso das minas metálicas e de alguns minerais industriais). *Filões* ou veios são definidos como uma massa mineral, lamelar ou tabular, ocupando uma fratura ou uma série de fraturas por um enchimento dos espaços abertos ou por uma substituição da rocha encaixante. Normalmente, ocorrem em posição sub-verticalizada na crosta terrestre.

A Fig. 5 apresenta uma ilustração esquemática de uma mineração a céu aberto (extração de basalto).

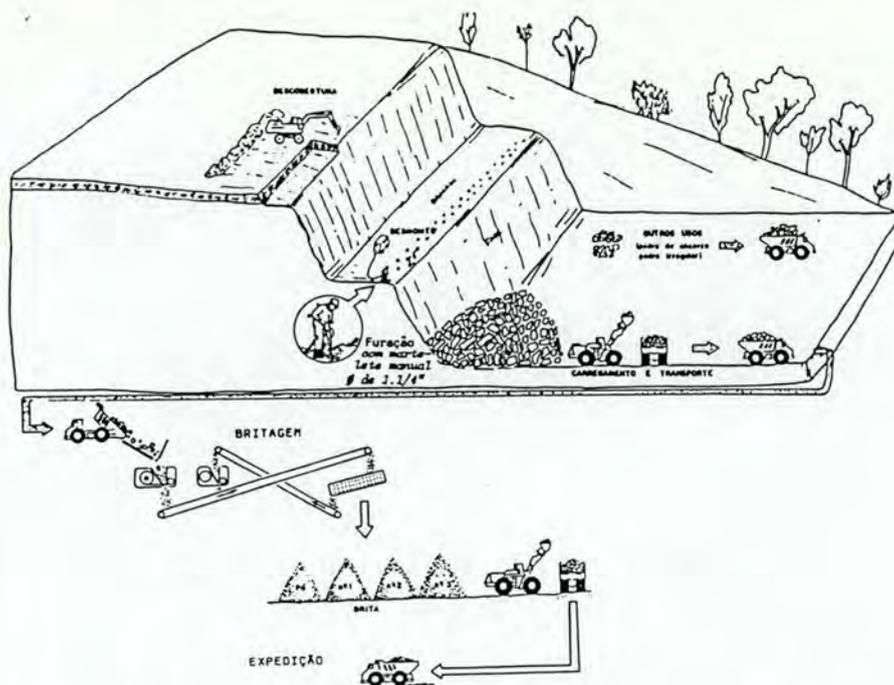


Fig. 5- Visão sistêmica de uma mineração a céu aberto (basalto)

O desmorte de rochas com explosivos está sujeito à elaboração de um projeto específico, chamado de *Plano de Fogo*. Sua elaboração é de responsabilidade de engenheiro de minas, no caso de minerações. Este documento é exigido periodicamente pelo SFPC - Serviço de Fiscalização de Produtos Controlados do Ministério do Exército para a concessão ou renovação do Certificado de Registro dos paíóis de explosivos. O Plano de Fogo contém os elementos técnicos essenciais à execução de desmontes de rochas com o uso de explosivos. A responsabilidade pela execução do desmorte é do *blaster* ou *encarregado de fogo*, função cujo exercício depende da obtenção de *carta-blaster* junto à DAME - Delegacia de Armas, Munições e Explosivos da Polícia Civil dos Estados. Para obtenção da carta-blaster, o candidato precisa se submeter a um teste de conhecimentos teóricos e prática.

Os elementos essenciais do desmorte de rochas a céu aberto constam da Fig. 8 (Anexo A) visando auxiliar na compreensão do processo de desmorte de rochas.

Nota-se de modo generalizado uma discrepância substancial ente o Plano de Fogo *oficial* e o que é executado na realidade nas pedreiras. Isto se deve, em nossa interpretação, ao caráter meramente burocrático atribuído a este documento e a ausência de uma metodologia de seu emprego na otimização de custos e controle ambiental. Além disso, constata-se a falta de registro sistemático dos dados das detonações nas pedreiras,

impossibilitando o controle ambiental ou a análise técnico-econômica. Esta constatação ocorreu por ocasião das intervenções em várias minerações em razão da elaboração de Planos de Controle Ambiental. A primeira destas intervenções ocorreu justamente numa pedreira localizada próxima a núcleo urbano e que estava sendo ameaçada de multa e até fechamento por causa dos impactos ambientais provocados pela mesma, sobretudo vibrações e pressão acústica das detonações.

Analisando esta situação e com base no referencial teórico desta dissertação desenvolvemos um instrumento administrativo destinado a corrigir esta deficiência. De sua aplicação a um grupo de minerações, o referido instrumento evoluiu para ser uma ferramenta de utilização no processo de melhorias contínuas em termos de custos e reengenharia. Trata-se do *Cadastro das Detonações* conforme modelo do anexo A.

#### **4.1.3 - Cadastro das Detonações e seu uso em melhorias contínuas**

Um Cadastro das Detonações já é exigido no caso de desmontes em áreas urbanas conforme a norma NBR 9653 da ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas, visando sobretudo minimizar os riscos à segurança e ao meio ambiente. A FEPAM - Fundação Estadual de Proteção Ambiental estendeu esta exigência para todas as minerações que usam explosivos, segundo a Ordem de Serviço nº 03/92 de 30.9.92 (Anexo B). Este registro de dados essenciais do desmonte de rochas visa permitir a análise e verificação por parte da fiscalização ou do responsável técnico da mineração. Nas médias e grandes minerações, constitui-se em rotina a elaboração de um relatório de cada detonação. Em todas as intervenções feitas por nós na elaboração de Planos de Controle Ambiental em pedreiras, consta a recomendação de uso do *Cadastro de Detonações*. Entendemos que havia necessidade de aperfeiçoar este instrumento administrativo, de forma que pudesse ser utilizado como ferramenta de melhorias contínuas em termos ambientais e de custos. Após várias revisões do formulário, que também passou por um processo de melhorias contínuas, chegamos a um modelo padronizado (Rev. 4 - novembro/94) e que pode ser adaptado em qualquer mineração a céu aberto.

O *Cadastro das Detonações* foi concebido para incorporar a parte de planejamento e de controle, segundo um modelo ilustrado a seguir (Fig. 6), complementado pelo fluxograma de otimização do desmonte de rochas expresso na Fig. 7 (anexo A).

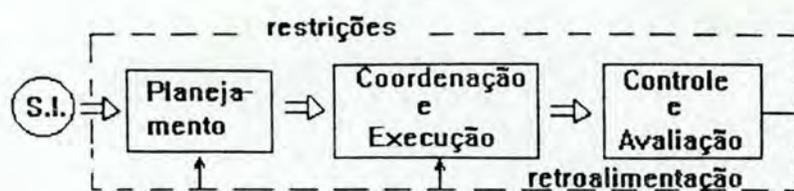


Fig. 6 - Modelo interativo de planejamento, execução e controle segundo Anthony (1981) com modificações do autor

Este esquema ilustra a essência do processo de melhorias contínuas. Da experiência passada, é preciso tentar encontrar modos de executar melhor as operações no futuro. A filosofia adotada consiste em usar as lições aprendidas da alternativa testada para fazer melhores planos no futuro. Nesta concepção, está contida a aprendizagem organizacional e a construção da memória da empresa. O processo de usar esta experiência para modificar ou aperfeiçoar planos futuros é chamado de *feed-back* ou retro-alimentação.

Buscou-se atingir um estágio mais evoluído do SI com a elaboração de um modelo matemático de previsão/inferência, segundo Mason (1969). Este modelo matemático deve permitir que se examine os valores assumidos por uma variável dependente do Plano de Fogo, baseados numa variação sistemática de variáveis independentes. A variável dependente adotada no modelo foi a do *custo unitário do desmonte de rochas (kd)*.

As restrições atuantes na otimização de **kd** são: fragmentação desejada da rocha e limite numérico estabelecido no PCA para a carga de explosivo detonada instantaneamente.

Olofson (1990) destaca que de nada adianta reduzir os custos do desmonte de rochas, se a fragmentação insatisfatória da rocha irá determinar um aumento nos custos das operações subsequentes de carregamento, transporte e/ou britagem. É nesta abordagem que reside a distinção entre otimizar e reduzir custos.

Constatamos, principalmente nas pedreiras, de modo generalizado, um desconhecimento dos custos de desmonte e a mecânica subjacente de sua formação, ou mesmo informações mais simples, como razão de carga, furação específica, módulo de inflexibilidade ou da influência da malha de furação sobre a capacidade de produção do sistema. Há uma carência de conhecimento técnico, sobretudo nas pequenas e médias minerações, por falta de treinamento, inclusive a nível gerencial.

Cabe destacar que, das quatro empresas que participaram, três aplicaram na prática melhorias e/ou realizaram alguma mudança radical no desmonte de rochas (reengenharia), conforme será visto nos relatos de casos estudados.

Os parâmetros fundamentais do Plano de Fogo em minerações a céu aberto são: **a)** a malha de furação definida pelo afastamento e pelo espaçamento entre furos, condicionada ao diâmetro do furo; **b)** o comprimento do furo, sua inclinação e a altura da bancada; **c)** o tipo de explosivos e acessórios a ser empregados e suas respectivas quantidades, em cartuchos por furo ou kg/furo ; **d)** o esquema de ligações entre os furos.

#### **4.2 - Caracterização da indústria calçadista**

A indústria calçadista constitui com os curtumes o chamado setor coureiro-calçadista brasileiro, um dos mais importantes do mundo. A indústria coureira abastece o imenso parque fabril calçadista, composto por um conjunto estimado em 4.000 fábricas em todo o País, das quais cerca de 480 estariam situadas em solo gaúcho. Segundo informações da Associação Comercial e Industrial de Novo Hamburgo, o setor calçadista empregava cerca de 112.000 pessoas em março de 1995. O Brasil teria produzido 562 milhões de pares de calçados em 1994, cujas exportações teriam atingido a cifra de 904 milhões de dólares.

No Rio Grande do Sul, a indústria calçadista se concentra no Vale do Rio dos Sinos e Serra gaúcha.

Atualmente com a globalização da economia, o setor calçadista vem sofrendo uma concorrência no mercado com os calçados de menor preço da China, aliada à alegada *defasagem* cambial, após a implantação do Plano Real.

Do ponto de vista ambiental, a indústria calçadista se caracteriza pela geração de um expressivo volume de resíduos sólidos, ainda não quantificado, originados quase todos no processo de corte. Estes resíduos são dispostos no solo em *lixões* ou, na melhor das hipóteses, em aterros sanitários, com maior ou menor risco de contaminação das águas superficiais e subterrâneas com produtos tóxicos como o cromo, além de oferecer riscos de poluição aérea por gases tóxicos gerados em incêndios nos *lixões*. Devido a esta problemática, o setor calçadista vem sendo alvo da atenção da FEPAM e de outros órgãos de fiscalização e de reação das comunidades atingidas pelos impactos ambientais.

## 5.- PROPOSTA DE MODELO DE SISTEMA DE INFORMAÇÕES ORIENTADO PARA MELHORIAS CONTÍNUAS E/OU REENGENHARIA.

Neste capítulo, desenvolve-se a proposta de modelo de sistema de informações aplicado no trabalho, incluindo o modelamento matemático previsional no desmonte de rochas (mineração) e na operação de corte (indústria calçadista), com a respectiva metodologia de cálculos orientada para a realização de melhorias contínuas e/ou reengenharia.

### 5.1 - Definição de um modelo geral de sistema de informações

Na concepção de um modelo de sistema de informações identificado com o propósito desta dissertação, adotamos o referencial de Mason (1969), complementado com as idéias de Davis (1978) e Goldratt (1993). A distinção entre uma opção de modelo, segundo Mason, reside no ponto de articulação entre o SI propriamente dito e o tomador de decisão. Este é o responsável pela ação dentro da metodologia de pesquisa adotado.

O primeiro modelo citado por Mason é o que ele denomina de Banco de Dados. Goldratt refere-se à situação que ocorre em que se confunde Sistema de Informações com Banco de Dados. Na verdade, o SI se restringe à fonte e aos dados, conforme representação esquemática da fig. 9. Trata-se de uma concepção que centraliza no sistema de tomada de decisão a maior parte do trabalho. É muito comum nas minas em que o engenheiro da produção recebe os relatórios das operações diárias, realiza o processamento, arquiva ou toma as decisões cabíveis. Também é um modelo típico do sistema tradicional de controle da qualidade.

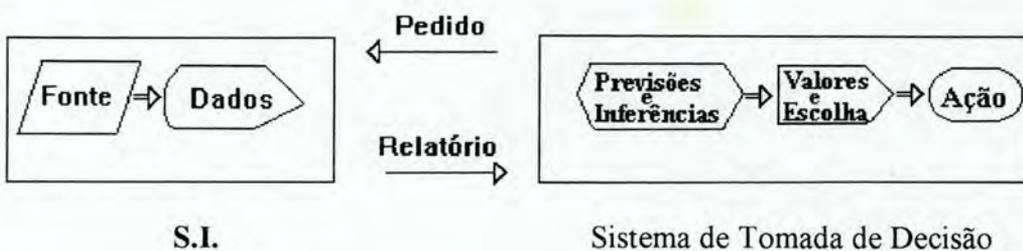


Fig. 9 - Concepção de sistema de informações segundo um modelo de banco de dados de Mason (1969)

Mason não inseriu em seus modelos de S.I. a etapa de processamento dos dados, por isso recorremos a Davis (1978), porque a consideramos necessária para o objetivo da pesquisa.

Um segundo modelo de S.I., segundo Mason, é chamado de preditivo e amplia os limites do sistema (fig.10). *Previsões e inferências* passam a integrar o sistema de informações e o sistema de tomada de decisão fica restrito à análise das alternativas, escolha

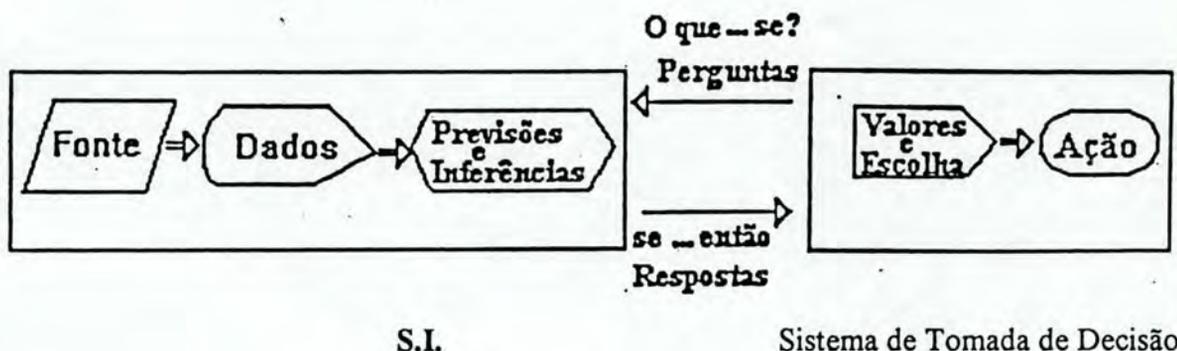


Fig. 10 - Modelo de S.I. preditivo, segundo Mason (1969)

O terceiro modelo de sistema de informações denomina-se de *decision-making information system* ou sistema de informações para a tomada de decisões e cabe ao S.I. fornecer a recomendação ao tomador de decisão. Este modelo de interação foi adotado na presente dissertação com algumas modificações em relação à configuração de Mason.

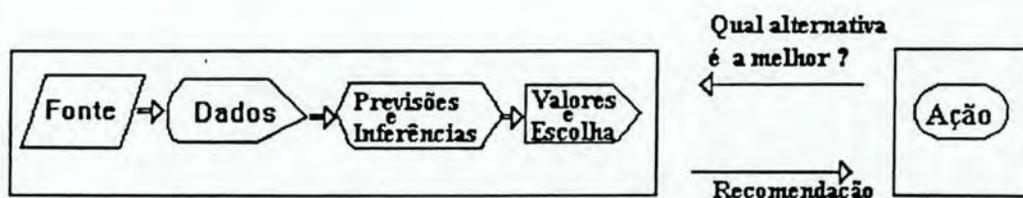


Fig. 11 - Concepção do S.I. voltado à tomada de decisões, segundo Mason (1969)

O modelo básico de sistema de informações adotado na pesquisa-ação está representado na Fig. 12.

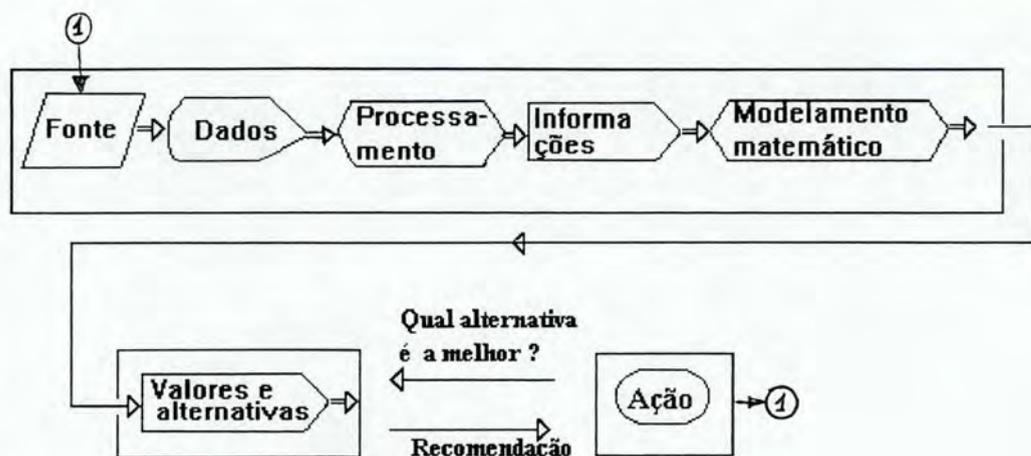


Fig. 12 - Modelo de Sistema de informações adotado na pesquisa-ação.

As fontes de dados foram identificadas na fase de diagnóstico nas indústrias participantes da pesquisa. No caso da mineração, a fonte de dados é o processo de desmonte de rochas com explosivos. O instrumento de registro e processamento dos dados é o *Cadastro das Detonações*. As previsões e inferências foram substituídas pela etapa que denominamos de modelamento matemático previsionial. Os valores e escolha constituem uma série de alternativas otimizantes que foram simuladas em computador com base em conhecimentos técnicos de engenharia de minas. A variável ou item de controle escolhido foi o custo unitário de desmonte. O detalhamento e a metodologia de cálculo estão apresentados na seção 5.2.

Já no caso da indústria calçadista, a fonte de dados foi a operação de corte com balancim nas fábricas e a coleta de dados se deu com base numa metodologia de mensuração da taxa de geração de resíduos, a qual foi desenvolvida durante a fase de pesquisa.

A etapa de processamento dos dados para gerar as informações objetivadas foi executada pelo pesquisador, com base nos dados dos experimentos, assim como a fase de previsões e inferências que tomou a forma de simulação de economias que podem ser obtidas com a redução da taxa de geração de resíduos.

## 5.2 - Modelamento matemático previsual no desmonte de rochas

### 5.2.1 - Convenções e definições de parâmetros

$\varnothing$  (mm) = diâmetro dos furos a serem carregados com explosivo, em milímetros.

Afastamento (A) = distância da primeira fileira à face da bancada ou parede da frente de extração.

Espaçamento (E) = distância horizontal entre furos numa mesma fileira

Malha de furação (A x E) = geometria formada pela relação afastamento x espaçamento.

Cf = comprimento total dos furos, em metros lineares

F.E. = furação específica em  $m^3/m$  = quantidade furada por metro cúbico de rocha

Pr.F. = produtividade na furação, é o volume que se admite seja desmontado por metro furado. Corresponde matematicamente ao inverso da furação específica (F.E.). Sua unidade é em  $m^3/m$ .

Vf = volume de rocha desmontado por furo, em  $m^3$  /furo

q<sub>0</sub> = quantidade de explosivos colocada num furo ou valor médio (kg/furo)

q\* = razão de carga, em  $g/m^3$ ,  $kg/m^3$  ou por tonelada, dependendo do minério. É a quantidade de explosivo gasta para desmontar um metro cúbico ou uma tonelada de minério.

O quadro nº. 3 apresenta os dados básicos comparativos das quatro minerações de basalto abrangidas na pesquisa, com a situação existente na fase de diagnóstico

**Quadro nº.3**  
**SITUAÇÃO INICIAL NAS MINERAÇÕES DE BASALTO**

MIN (cód.)	Local (município)	$\varnothing$ (mm)	malha (AxE)	Cf (m)	q <sub>0</sub> (kg/furo)	Vf ( $m^3$ /furo)	F.E. ( $m^3/m^3$ )	Pr.F. ( $m^3/m$ )	q* ( $g/m^3$ )
B1	Parobé	33	0,8x1	5,5	2	4,4	1,25	0,8	455
B2	Gramado	33	0,9x1	5,5	2,9	5	1,10	0,9	575
B3	Nova Petrópolis	33	3,5x1	6,4	3,1	22,4	0,29	3,5	140
B4	Uruguaiana	64	1,6x3,5	6	10,4	33,6	0,18	5,6	335

### 5.2.2 - Modelo de previsão da quantidade necessária de cordel detonante

O *Cadastro das Detonações* (Anexo A<sub>1</sub>) é um instrumento de planejamento e, portanto, necessita de estimativas ou previsões. No campo 8, item 20, pede-se para registrar a quantidade de cordel detonante a ser empregada num certo *fogo*. Esta informação é importante para o cálculo dos custos do desmonte. Uma fórmula empírica usada nas minas e pelos fabricantes de explosivos para previsão desta quantidade é dada por:

$$Q_c = (N_f - N_\ell) E + (N_\ell - 1) 2 A + (N_f \times C_f) \quad (1)$$

onde:

$Q_c$  = quantidade estimada de cordel detonante necessária no desmonte (m)

$N_f$  = número de furos previstos

$N_\ell$  = número de linhas de furos

$E$  = espaçamento entre furos (m)

$A$  = afastamento = distância da primeira linha de furos à face da bancada (m)

Na prática, constata-se que a parcela  $(N_\ell - 1) \times 2 \times A$  é muito pouco expressiva, podendo ser desprezada nos cálculos. Assim sendo e visando simplificar o modelo matemático previsional, teríamos:

$$Q_c = (N_f - N_\ell) \times E + (N_f \times C_f) \quad (2)$$

Como  $N_\ell$  na maior parte das pedreiras é igual a 2, em geral muito baixo relativamente ao número de furos,  $N_f$ , podemos desprezar  $N_\ell$ , ficando a equação assim:

$$Q_c = N_f \times E + N_f \times C_f \quad (3)$$

ou

$$Q_c = N_f(E + C_f) \quad (4)$$

Esta fórmula permite estimar com uma boa precisão a quantidade de cordel detonante necessária no desmonte, de modo expedito, sendo mais simples de ser manipulada pelo pessoal das minerações.

Outra importante utilização deste modelo matemático previsional é na simulação de custos com cordel detonante em função de diferentes alternativas de planos de fogo (otimização de projeto com vistas a efetuar melhorias contínuas). Os quadros 4, 5, 10 e 13. demonstram a variação da quantidade de cordel em função do projeto. A incidência do cordel detonante no custo do metro cúbico detonado é expresso por :

$$k_c = (Q_c \times P_c) : VRD, \text{ em R\$/m}^3 \quad (5)$$

VRD = volume de rocha a desmontar, em m<sup>3</sup>

sendo P<sub>c</sub> = preço unitário do cordel detonante

### 5.2.3 - Modelo previsional do custo de furação

No campo 12 o Cadastro das Detonações prevê o cálculo dos custos de desmonte, iniciando pela furação. Na grande maioria das minerações, não se dispõe de informações como custo horário dos equipamentos, custo unitário do metro furado e estudos de tempos e movimentos. Deste modo, tivemos que arbitrar um valor para o metro furado ou usar preços cobrados por prestadores de serviço de furação. Para o diâmetro de 33 mm, usamos R\$ 2,00/m e, no caso de 64 mm, R\$ 4,00/m, que é um valor próximo ao que é cobrado no mercado para furação em basalto.

A fórmula deduzida para estimar o custo unitário de furação é a seguinte:

$$k_f = F.E. (m/m^3) \times \text{preço do metro furado (R\$/m)} \quad (6)$$

onde k<sub>f</sub> = custo unitário de furação, em R\$/m<sup>3</sup>

Esta fórmula aparece gravada no próprio formulário, no campo 12, item 1.

A variação diferencial de custos entre uma alternativa e outra de projeto, é obtida a partir da seguinte equação:

$$\Delta k_f = (\Delta F.E.) \times P_f, \text{ em R\$/m}^3 \quad (7)$$

onde P<sub>f</sub> = preço arbitrado para o metro furado, em R\$/m

#### 5.2.4. - Modelo previsional da incidência dos explosivos no custo unitário de desmonte

Usando o volume unitário ( $1 \text{ m}^3$ ) como base e o preço médio do(s) explosivo(s) usado(s), conhecidas suas proporções em peso no carregamento dos furos, deduzimos a seguinte equação:

$$kE = q^* \times PE, \text{ em R\$/m}^3 \quad (8)$$

sendo  $q^*$  = razão de carga, em  $\text{kg/m}^3$

PE = preço médio dos explosivos, em R\$/kg

Os demais materiais usados no desmonte, como espoletas, estopim, retardos não foram incluídos no modelo matemático previsional, devido ao fato de que suas quantidades não são influenciadas pelas diferentes alternativas de malhas de furação. Além disso, sua incidência no custo unitário de desmonte é bastante baixo, normalmente menos de 2% do total. Os quadros 6, 7, 11 e 14 apresentam as alternativas de melhorias em termos de custos com explosivos. Salientamos que há uma decisão de projeto a ser tomada *à priori* quanto a manter ou não constante a razão de carga em todas as alternativas. Se a decisão for de mantê-la constante ( $q^*$  *cte.* no quadro), não haverá variação nos custos unitários correspondentes, portanto, nenhuma melhoria seria possível. No caso de se admitir a possibilidade de variação da razão de carga ( $q^*$  *var.* no quadro), então teremos a opção de otimizar a razão de carga fazendo-a assumir valores diferentes dentro de um intervalo de variação tecnicamente aceitável, submetido sempre à restrição imposta pela fragmentação desejada para a rocha e pela carga máxima detonada instantaneamente.

Não há possibilidade técnica de afirmar *à priori* que uma dada alternativa testada na simulação seja, na prática, uma solução melhor. É preciso realizar os experimentos nas detonações, através de um programa de melhorias graduais, abordagem que minimiza o risco de ter problemas com a fragmentação desejada e que impliquem em custos adicionais de desmonte ou que afetem o desempenho dos equipamentos que realizam as operações subsequentes ao desmonte de rochas. Ajustes técnicos poderão ser necessários e registrados no *Cadastro das Detonações*. A propósito, Scholtes (1992) destaca a necessidade de manter

e usar bons registros de tudo o que foi tentado no processo; eles se constituem em valiosas informações para os futuros esforços, mesmo que sejam de natureza qualitativa.

### 5.2.5 - Modelo previsional integrado do custo unitário de desmonte

Reunindo as equações (5) e (6), teremos o custo unitário de furação e cordel detonante, ou seja:

$$k_c + k_f = k_u, \text{ em R\$/m}^3 \quad (9)$$

A variação de  $k_u$  em função da malha de furação é identificada por  $k_u'$  nos quadros de simulação.

Para se obter o custo unitário integrado de desmonte ( $k_d$ ), basta juntar numa equação os valores de  $k_E$  e  $k_u$ , conforme segue:

$$k_d = k_u + k_E, \text{ em R\$/m}^3 \quad (10)$$

$$= k_c + k_f + k_E, \text{ em R\$/m}^3 \quad (11)$$

### 5.2.6 - Modelo previsional da capacidade de produção na furação

A capacidade de produção na furação é expressa através do volume apto a ser detonado, em metros cúbicos ou toneladas de rocha ou minério num dado período de tempo. Uma série de fatores determinam esta capacidade de produção:

- a) número de horas programadas (NHP/mês) = nº de dias úteis/mês x NHP/dia útil
- b) número de horas efetivamente trabalhadas (NHT)
- c) disponibilidade mecânica do conjunto de furação (D, %)
- d) fator de utilização das horas disponíveis (U, %)
- e) eficiência operacional na furação,  $Ef(\%) = U \times D$
- f) rendimento operacional na furação (R.O.), m/ht: é determinado empiricamente
- g) furação específica (F.E., em  $\text{m/m}^3$ )
- h) produtividade na furação (Pr.F., em  $\text{m}^3/\text{m}$ )
- i) metragem necessária a ser furada (Mn), em m/mês.

Estas variáveis se relacionam entre si através de ligações matemáticas ou *cadeia de conexões lógicas*, segundo Goldratt (1993). Este autor define ainda que a capacidade de produção de um sistema produtivo é determinado pelo *gargalo*, ou seja, a operação ou atividade com menor capacidade de produção. A detecção da possibilidade de ocorrência de um gargalo pode ser verificada através de simulação, conforme será demonstrado nos quadros n<sup>os</sup> 8, 9 e 12. A capacidade de produção na furação (CPF) é dada pela seguinte equação:

$$\text{CPF} = (\text{NHP} \times \text{Ef} \times \text{R.O.}) \times \text{Pr.F.}, \text{ em m}^3/\text{mês} \quad (12)$$

Se admitirmos o produto (NHP x Ef x R.O.) como sendo igual a *metragem possível* (Mp), e constante, teremos:

$$\text{CPF} = \text{Mp} \times \text{Pr.F.}, \text{ em m}^3/\text{mês} \quad (13)$$

Para obtenção dos fatores D, U e Ef, exige-se um controle operacional adequadamente organizado na mineração, pessoal bem treinado, fato que não ocorre nas pedreiras de basalto. Por isso, tivemos que arbitrar um valor para Ef com base na experiência em outras minas. O fator *produtividade na furação* é determinado pelo projeto, sendo a variável controlável mais importante neste modelo previsionial, conforme se verifica nos quadros n<sup>os</sup> 8 e 9. Para se verificar se há ou pode haver um gargalo na furação, basta comparar a capacidade de produção na furação com o volume de rocha a ser desmontada (VRD). Deve-se salientar que o fator Ef é uma variável que depende de D e de U, sendo, portanto, sujeito a flutuações estatísticas ao longo do tempo. Esquemáticamente, temos:

CPF menor que VRD → há ou pode haver um gargalo

CPF maior que VRD → não há gargalo

### 5.2.7 - Cálculos computadorizados - Quadros de simulação

Os modelos matemáticos previsionais foram concebidos para serem calculados com o uso de calculadoras eletrônicas convencionais, diante da realidade da grande maioria das minerações brasileiras. No entanto, o uso de computador e de planilha eletrônica permite, sobretudo, a simulação de alternativas com grande rapidez. Os quadros numerados de 4 a 16 relativos à mineração dos Estudos de Casos e o quadro 27 relativo à indústria calçadista foram elaborados utilizando o programa Excel 5.0, assim como os gráficos correspondentes:

Quadros relativos às minerações de basalto

Os quadros foram elaborados para duas situações: 1.= para a furação com martetele manual e diâmetro de furo de 34 mm e 2 = para furação com equipamento sobre esteiras e diâmetro de furo de 64 mm

As variáveis de decisão adotadas são a variação de custo unitário de desmonte conforme as alternativas de projeto e a capacidade de produção na furação

nº. 4 - Simulação dos custos de furação e cordel detonante (situação 1)

nº. 5 - Simulação dos custos de furação e cordel detonante (situação 2)

nº 6 - Simulação dos custos de explosivos (situação 1)

nº. 7 - Simulação dos custos de explosivos (situação 2)

nº. 8 - Simulação da capacidade de produção na furação (situação 1)

nº. 9 - Simulação da capacidade de produção na furação (situação 2)

Quadros relativos à mineração de carvão a céu aberto (C<sub>1</sub>)

nº. 10 - Simulação dos custos de furação e cordel detonante (arenito)

nº. 11 - Simulação dos custos de explosivos (arenito)

nº. 12 - Simulação da capacidade de produção na furação (arenito)

nº. 13 - Simulação dos custos de furação e cordel detonante (carvão)

nº. 14 - Simulação dos custos de explosivos no desmonte do carvão

nº. 15 - Simulação do custo unitário de desmonte do arenito

nº. 16 - Simulação do custo unitário de desmonte do carvão.

Em todos os quadros as alternativas otimizantes partiram de uma situação existente e considerada a pior delas em termos de custos e a partir dela se escalonou as opções de forma a configurar os patamares a serem percorridos no programa de melhorias contínuas. Estes quadros constituem a base para as recomendações ao tomador de decisão,

A solução ótima é obtida através de um balanço entre espaçamento/afastamento entre furos e a qualidade da fragmentação. Neste estudo, ela é verificada qualitativamente, ao longo do tempo, através do sistema de informações representado pelo *Cadastro das Detonações* (item 14 - *Observações sobre a Detonação: Fragmentação obtida; Cadastro das Detonações, Anexo A*).

### QUADRO No. 4

#### SIMULAÇÃO DOS CUSTOS DE FURAÇÃO E CORDEL DETONANTE

**Situação 1:** Diâmetro do furo = 33 mm; afastamento máximo (A máx.) = 1,25 m; Volume Mensal de rocha = 2.000 m<sup>3</sup> in situ; furação com martetele; custo de furação estimado = R\$ 2,0/metro; preço do cordel detonante = R\$ 0,7/metro.

PAR. ALT.	A (m)	E (m)	Cf (m)	Vf (m <sup>3</sup> /furo)	F.E. (m/m <sup>3</sup> )	Mn m/mês	Nf	Qc m	Kc (R\$)	Kf (R\$)	Kc +Kf (R\$)	ku (R\$/m <sup>3</sup> )	ku' (R\$/m <sup>3</sup> )
1	0,8	1,0	6	4,80	1,25	2.500	417	2.917	2.042	5.000	7.042	3,52	0,00
2	0,9	1,0	6	5,40	1,11	2.222	370	2.593	1.815	4.444	6.259	3,13	-0,39
3	0,8	1,2	6	5,76	1,04	2.083	347	2.500	1.750	4.167	5.917	2,96	-0,56
4	0,9	1,1	6	5,94	1,01	2.020	337	2.391	1.673	4.040	5.714	2,86	-0,66
5	1,0	1,2	6	7,20	0,83	1.667	278	2.000	1.400	3.333	4.733	2,37	-1,15
6	1,0	1,3	6	7,80	0,77	1.538	256	1.872	1.310	3.077	4.387	2,19	-1,33
7	1,2	1,5	6	10,80	0,56	1.111	185	1.389	972	2.222	3.194	1,60	-1,92
8	1,2	1,8	6	12,96	0,46	926	154	1.204	843	1.852	2.694	1,35	-2,17
9	1,2	2,0	6	14,40	0,42	833	139	1.111	778	1.667	2.444	1,22	-2,30

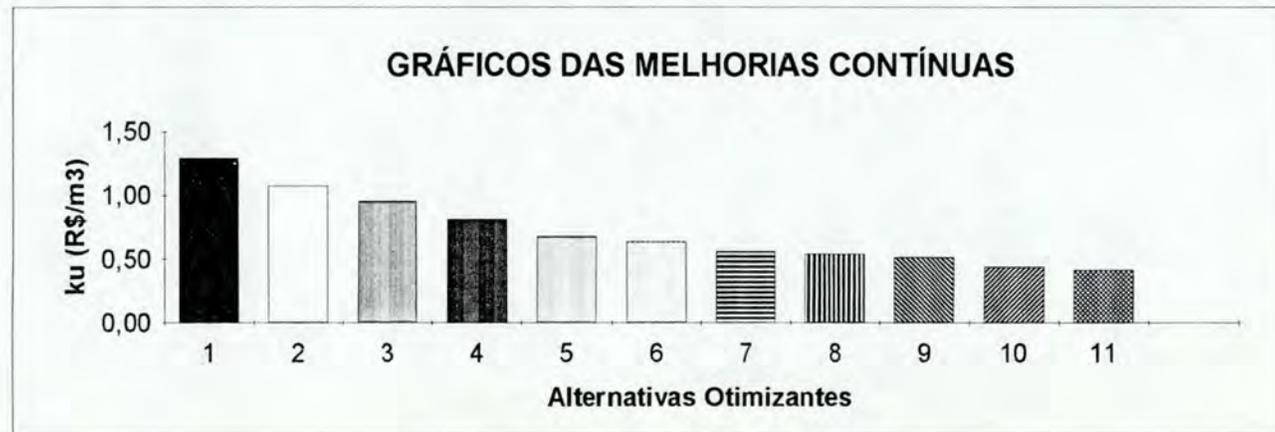


## QUADRO No. 5

### SIMULAÇÃO DOS CUSTOS DE FURAÇÃO E CORDEL DETONANTE

**Situação 2:** Diâmetro do furo = 64 mm; Afastamento máximo (A máx.) = 2,5 m; Volume mensal de rocha = 2.000 m<sup>3</sup> in situ; furação com perfuratriz sobre esteiras; custo da furação = R\$ 4,00/m.

PAR. ALT.	A (m)	E (m)	Cf (m)	Vf (m <sup>3</sup> /furo)	F.E. (m/m <sup>3</sup> )	Mn m/mês	Nf	Qc m	Kc (R\$)	Kf (R\$)	Kc + Kf (R\$)	ku (R\$/m <sup>3</sup> )	ku' (R\$/m <sup>3</sup> )
1	1,5	2,5	12	45,00	0,27	533	44	644	451	2.133	2.584	1,29	0,00
2	1,8	2,5	12	54,00	0,22	444	37	537	376	1.778	2.154	1,08	-0,21
3	1,7	3	12	61,20	0,20	392	33	490	343	1.569	1.912	0,96	-0,33
4	2	3	12	72,00	0,17	333	28	417	292	1.333	1.625	0,81	-0,48
5	2,4	3	12	86,40	0,14	278	23	347	243	1.111	1.354	0,68	-0,61
6	2,2	3,5	12	92,40	0,13	260	22	335	235	1.039	1.274	0,64	-0,65
7	2,5	3,5	12	105,00	0,11	229	19	295	207	914	1.121	0,56	-0,73
8	2,4	3,8	12	109,44	0,11	219	18	289	202	877	1.079	0,54	-0,75
9	2,4	4	12	115,20	0,10	208	17	278	194	833	1.028	0,51	-0,78
10	2,5	4,5	12	135,00	0,09	178	15	244	171	711	882	0,44	-0,85
11	2,4	5	12	144,00	0,08	167	14	236	165	667	832	0,42	-0,87



## QUADRO No. 6

### SIMULAÇÃO DOS CUSTOS DE EXPLOSIVOS NO DESMONTE DE ROCHAS (BASALTO)

**Situação 1:** Diâmetro do furo = 33 mm; Afastamento máximo (A máx.) = 1,25 m; Volume mensal de rocha = 2.000 m<sup>3</sup> in situ; furação com martelete; preço do explosivo com diâmetro de 1": R\$ 3,00/kg (peso da banana de dinamite : variável conforme fabricante/tipo de explosivo).

PAR. => ALT.	A (m)	E (m)	Cf (m)	Vf (m <sup>3</sup> /furo)	q* cte. (kg/m <sup>3</sup> )	qo var. (kg/furo)	qo cte. (kg/furo)	q* var. (kg/m <sup>3</sup> )	kE (R\$/m <sup>3</sup> )	kE' (R\$/m <sup>3</sup> )	KE (R\$/mês)	KE' (R\$/mês)
1	0,8	1	6	4,80	0,45	2	2,16	0,45	1,35	0,00	2.700	0,00
2	0,9	1	6	5,40	0,45	2	2,16	0,40	1,20	-0,15	2.400	-300
3	0,8	1,2	6	5,76	0,45	3	2,16	0,38	1,13	-0,23	2.250	-450
4	0,9	1,1	6	5,94	0,45	3	2,16	0,36	1,09	-0,26	2.182	-518
5	1	1,2	6	7,20	0,45	3	2,16	0,30	0,90	-0,45	1.800	-900
6	1	1,3	6	7,80	0,45	4	2,16	0,28	0,83	-0,52	1.662	-1.038
7	1,2	1,5	6	10,80	0,45	5	2,16	0,20	0,60	-0,75	1.200	-1.500
8	1,2	1,8	6	12,96	0,45	6	2,16	0,17	0,50	-0,85	1.000	-1.700
9	1,2	2	6	14,40	0,45	6	2,16	0,15	0,45	-0,90	900	-1.800



## QUADRO No. 7

### SIMULAÇÃO DOS CUSTOS DE EXPLOSIVOS NO DESMONTE DE ROCHAS (BASALTO)

**Situação 2:** Diâmetro do furo = 64 mm; Afastamento máximo (A máx.) = 2,5 m; Volume mensal de rocha = 2.000 m<sup>3</sup> in situ; furação com perfuratriz sobre esteiras; preço do explosivo com diâmetro de 2" = R\$ 2,70/kg; (peso da banana de dinamite: variável conforme fabricante/tipo de explosivo).

PAR. => ALT.	A (m)	E (m)	Cf (m)	Vf (m <sup>3</sup> /furo)	q* cte. (kg/m <sup>3</sup> )	qo var. (kg/furo)	qo cte. (kg/furo)	q* var. (kg/m <sup>3</sup> )	kE (R\$/m <sup>3</sup> )	kE' (R\$/m <sup>3</sup> )	KE (R\$/mês)	KE' (R\$/mês)
1	1,5	2,5	12	45,00	0,45	20	20,00	0,444	1,20	0,00	2.400	0,00
2	1,8	2,5	12	54,00	0,45	24	20,00	0,370	1,00	-0,20	2.000	-400
3	1,7	3	12	61,20	0,45	28	20,00	0,327	0,88	-0,32	1.765	-635
4	2	3	12	72,00	0,45	32	20,00	0,278	0,75	-0,45	1.500	-900
5	2,4	3	12	86,40	0,45	39	20,00	0,231	0,63	-0,58	1.250	-1.150
6	2,2	3,5	12	92,40	0,45	42	20,00	0,216	0,58	-0,62	1.169	-1.231
7	2,5	3,5	12	105,00	0,45	47	20,00	0,190	0,51	-0,69	1.029	-1.371
8	2,4	3,8	12	109,44	0,45	49	20,00	0,183	0,49	-0,71	987	-1.413
9	2,4	4	12	115,20	0,45	52	20,00	0,174	0,47	-0,73	938	-1.463
10	2,5	4,5	12	135,00	0,45	61	20,00	0,148	0,40	-0,80	800	-1.600
11	2,4	5	12	144,00	0,45	65	20,00	0,139	0,38	-0,83	750	-1.650

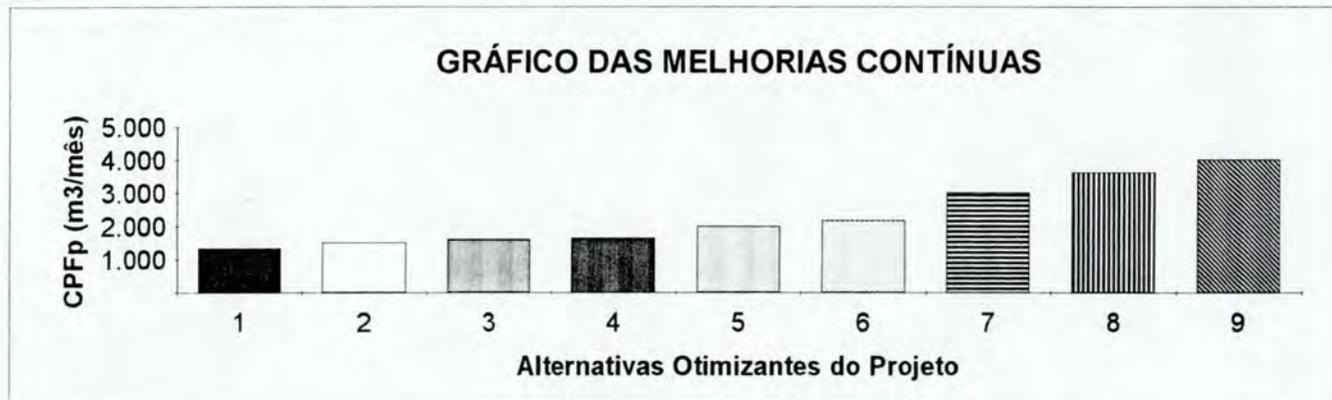


## QUADRO Nº. 8

### SIMULAÇÃO DA CAPACIDADE DE PRODUÇÃO NA FURAÇÃO EM PEDREIRAS DE BASALATO'

**Situação 1:** Equipamento: martetele manual; diâmetro de furação = 3 mm; rendimento operacional (R.O) = 12 m/Ht; eficiência operacional 70%; número de horas programadas: por dia = 8h; por mês (NHP) = 200 horas; volume de rocha a desmontar por mês (VRD) = 2.000 m<sup>3</sup>.

PAR. => ALT.	A (m)	E (m)	Cf (m)	Vf (m <sup>3</sup> /furo)	F.E. (m/m <sup>3</sup> )	Pr. F. (m <sup>3</sup> /m)	Mn (m/mês)	NHTp (h)	Mp (m)	NHTn (h)	CPFp (m <sup>3</sup> /mês)
1	0,80	1,00	6	4,80	1,25	0,80	2.500	140	1.680	208	1.344
2	0,90	1,00	6	5,40	1,11	0,90	2.222	140	1.680	185	1.512
3	0,80	1,20	6	5,76	1,04	0,96	2.083	140	1.680	174	1.613
4	0,90	1,10	6	5,94	1,01	0,99	2.020	140	1.680	168	1.663
5	1,00	1,20	6	7,20	0,83	1,20	1.667	140	1.680	139	2.016
6	1,00	1,30	6	7,80	0,77	1,30	1.538	140	1.680	128	2.184
7	1,20	1,50	6	10,80	0,56	1,80	1.111	140	1.680	93	3.024
8	1,20	1,80	6	12,96	0,46	2,16	926	140	1.680	77	3.629
9	1,20	2,00	6	14,40	0,42	2,40	833	140	1.680	69	4.032



## QUADRO No. 9

### SIMULAÇÃO DA CAPACIDADE DE PRODUÇÃO NA FURAÇÃO EM PEDREIRAS DE BASALATO'

**Situação 1:** Equipamento: perfuratriz sobre esteiras, diâmetro de furação = 64 mm; rendimento operacional (R.O) = 10 m/Ht; eficiência operacional (Ef) = 70%; número de horas programadas: por dia = 8h, por mês (NHP) = 200 horas; volume de rocha a desmontar por mês (VRD) = 2.000 m<sup>3</sup>.

PAR. => ALT.	A (m)	E (m)	Cf (m)	Vf (m3/furo)	F.E. (m/m3)	Pr. F. (m3/m)	Mn (m/mês)	NHTp (h)	Mp (m)	NHTn (h)	CPFp (m3/mês)
1	1,50	2,50	12	45,00	0,27	3,75	533	140	1.400	53	5.250
2	1,80	2,50	12	54,00	0,22	4,50	444	140	1.400	44	6.300
3	2,00	3,00	12	72,00	0,17	6,00	333	140	1.400	33	8.400
4	2,40	3,00	12	86,40	0,14	7,20	278	140	1.400	28	10.080
5	2,20	3,50	12	92,40	0,13	7,70	260	140	1.400	26	10.780
6	2,50	3,50	12	105,00	0,11	8,75	229	140	1.400	23	12.250
7	2,40	3,80	12	109,44	0,11	9,12	219	140	1.400	22	12.768
8	2,40	4,00	12	115,20	0,10	9,60	208	140	1.400	21	13.440
9	2,50	4,50	12	135,00	0,09	11,25	178	140	1.400	18	15.750
10	2,40	5,00	12	144,00	0,08	12,00	167	140	1.400	17	16.800



QUADRO No. 10

SIMULAÇÃO DOS CUSTOS DE FURAÇÃO E CORDEL DETONANTE  
MINERAÇÃO C1

**Condições:** Desmorte do arenito da cobertura com perfuratriz rotativa, com diâmetro do furo = 4,5 polegadas (114 mm); Rendimento Operacional (R.O.) = 25 m/Ht; Ef = 45%; Número de Horas Programadas = 200 h/mês; custo do metro furado = R\$ 3,20/metro (estimado); preço unitário do cordel detonante = R\$ 0,7/metro; volume mensal de rocha desmontada = 85.000 m<sup>3</sup> in situ.

PAR. ALT.	A (m)	E (m)	Cf (m)	Vf (m <sup>3</sup> /furo)	F.E. (m/m <sup>3</sup> )	Mn m/mês	Nf	Qc m	Kc (R\$)	Kf (R\$)	Kc +Kf (R\$)	ku (R\$/m <sup>3</sup> )	ku' (R\$/m <sup>3</sup> )	CF' (R\$/mês)
1	2,50	9,00	4,8	108,00	0,0444	3.778	787	10.861	7.603	12.089	19.692	0,2317	0,0000	0
2	2,40	9,50	4,8	109,44	0,0439	3.728	777	11.107	7.775	11.930	19.704	0,2318	0,0001	10
3	2,50	9,50	4,8	114,00	0,0421	3.579	746	10.662	7.464	11.453	18.916	0,2225	-0,0092	-778
4	2,70	9,00	4,8	116,64	0,0412	3.498	729	10.057	7.040	11.193	18.233	0,2145	-0,0172	-1.461
5	2,50	10,00	4,8	120,00	0,0400	3.400	708	10.483	7.338	10.880	18.218	0,2143	-0,0174	-1.476
6	3,00	9,50	4,8	136,80	0,0351	2.982	621	8.885	6.220	9.544	15.764	0,1855	-0,0462	-3.931
7	3,00	10,00	4,8	144,00	0,0333	2.833	590	8.736	6.115	9.067	15.182	0,1786	-0,0531	-4.513
8	3,00	12,00	4,8	172,80	0,0278	2.361	492	8.264	5.785	7.556	13.340	0,1569	-0,0748	-6.354
9	3,50	12,00	4,8	201,60	0,0238	2.024	422	7.083	4.958	6.476	11.435	0,1345	-0,0972	-8.260
10	4,00	11,50	4,8	220,80	0,0217	1.848	385	6.275	4.392	5.913	10.305	0,1212	-0,1105	-9.389



## SIMULAÇÃO DOS CUSTOS DE EXPLOSIVO NO DESMONTE (ARENITO)

### QUADRO No.11

**Condições**- desmonte do arenito com explosivos; razão de carga de projeto ( $q^*$ ) = 0,155 kg/m<sup>3</sup>; preço unitário dos explosivos = R\$ 2,80; volume de rocha a desmontar (VRD) = 85.000 m<sup>3</sup>/mês

PAR ALT.	A (m)	E (m)	Cf (m)	Vf (m <sup>3</sup> /furo)	q* cte. (kg/m <sup>3</sup> )	qo var. (kg/furo)	qo cte. (kg/furo)	q* var. (kg/m <sup>3</sup> )	kE (R\$/m <sup>3</sup> )	kE' (R\$/m <sup>3</sup> )	KE (R\$/mês)	KE' (R\$/mês)
1	2,5	9,0	4,8	108,00	0,155	16,74	16,74	0,155	0,434	0,000	36.890	0
2	2,4	9,5	4,8	109,44	0,155	16,96	16,74	0,153	0,428	-0,006	36.405	-485
3	2,5	9,5	4,8	114,00	0,155	17,67	16,74	0,147	0,411	-0,023	34.948	-1.942
4	2,7	9,0	4,8	116,64	0,155	18,08	16,74	0,144	0,402	-0,032	34.157	-2.733
5*	2,5	10,0	4,8	120,00	0,155	18,60	16,74	0,140	0,391	-0,043	33.201	-3.689
6	3,0	9,5	4,8	136,80	0,155	21,20	16,74	0,122	0,343	-0,091	29.124	-7.766
7	3,0	10,0	4,8	144,00	0,155	22,32	16,74	0,116	0,326	-0,109	27.668	-9.223
8	3,0	12,0	4,8	172,80	0,155	26,78	16,74	0,097	0,271	-0,163	23.056	-13.834
9	3,5	12,0	4,8	201,60	0,155	31,25	16,74	0,083	0,233	-0,202	19.763	-17.128
10	4,0	11,5	4,8	220,80	0,155	34,22	16,74	0,076	0,212	-0,222	18.044	-18.846

\* alternativa testada

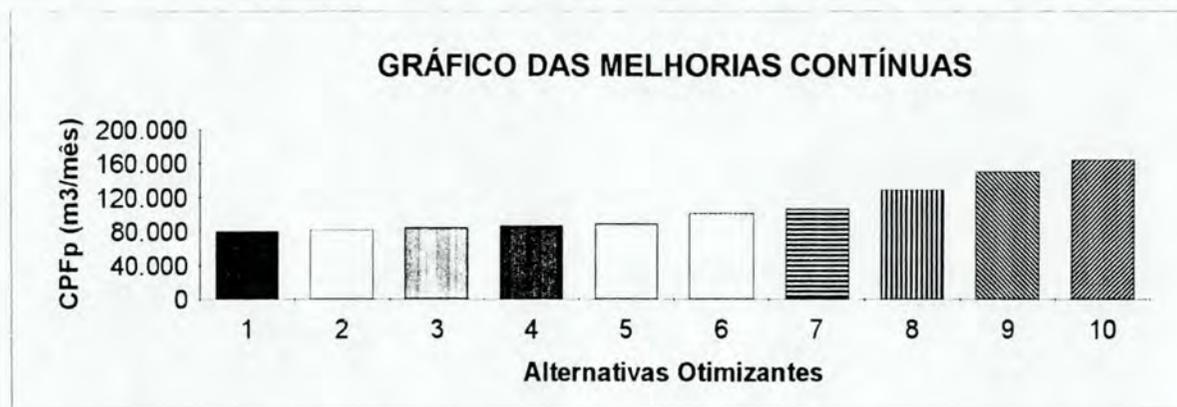


## SIMULAÇÃO DA CAPACIDADE DE PRODUÇÃO NA FURAÇÃO MINERAÇÃO (C1)

**Objetivo:** Desmonte do arenito de cobertura com explosivos a ser extraído com dragline

**Condições:** Equipamento: Perfuratriz rotativa, diâmetro de furação de 4,5" (114 mm), Rendimento Operacional (R.O.) = 25m/Ht; Ef = 65%; Número de Horas Programadas (NHP) = 220 h/mês; Volume de Rocha Desmontada (VRD) = 85.000 m<sup>3</sup>.

PAR ALT.	A (m)	E (m)	Cf (m)	Vf (m <sup>3</sup> /furo)	F.E. (m/m <sup>3</sup> )	Pr. F (m <sup>3</sup> /m)	Mn (m)	NHTn (h)	Mp (m)	NHTp (h)	CPFp (m <sup>3</sup> /mês)
1	2,5	9,0	4,8	108,00	0,044	22,500	3,778	151	3,575	143	80.438
2	2,4	9,5	4,8	109,44	0,044	22,800	3,728	149	3,575	143	81.510
3	2,5	9,5	4,8	114,00	0,042	23,750	3,579	143	3,575	143	84.906
4	2,7	9,0	4,8	116,64	0,041	24,300	3,498	140	3,575	143	86.873
5	2,5	10,0	4,8	120,00	0,040	25,000	3,400	136	3,575	143	89.375
6	3,0	9,5	4,8	136,80	0,035	28,500	2,982	119	3,575	143	101.888
7	3,0	10,0	4,8	144,00	0,033	30,000	2,833	113	3,575	143	107.250
8	3,0	12,0	4,8	172,80	0,028	36,000	2,361	94	3,575	143	128.700
9	3,5	12,0	4,8	201,60	0,024	42,000	2,024	81	3,575	143	150.150
10	4,0	11,5	4,8	220,80	0,022	46,000	1,848	74	3,575	143	164.450



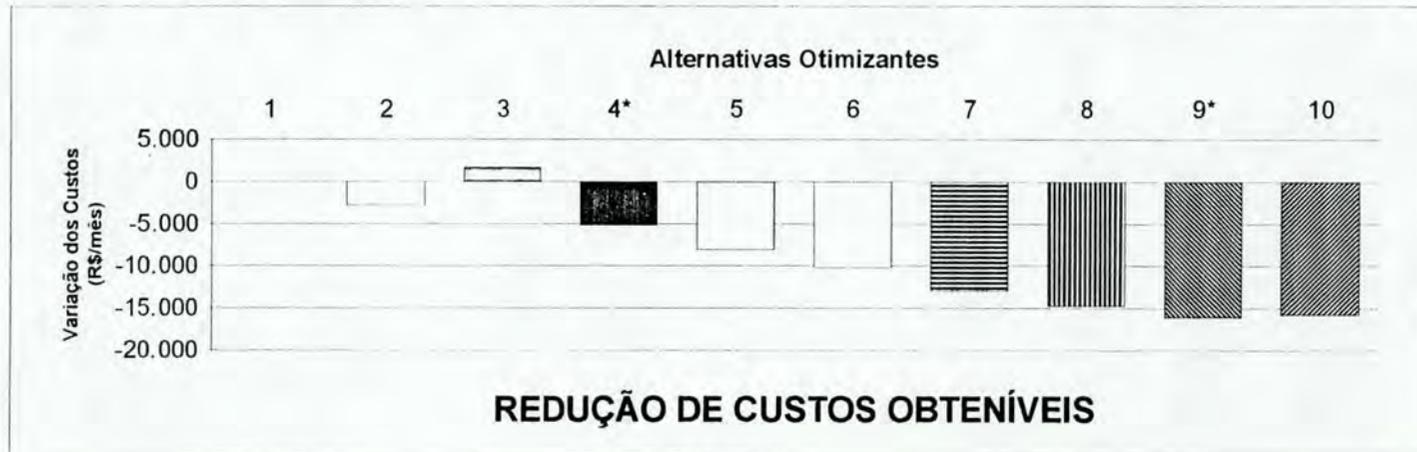
### QUADRO No. 13

## SIMULAÇÃO DOS CUSTOS DE FURAÇÃO E CORDEL DETONANTE NO DESMONTE DE CARVÃO (MINERAÇÃO C1)

**Condições:** Desmorte com explosivos de 180.000 t/mês de carvão, com espessura média de 2,5 m; diâmetro do furo = 4" (100 mm); preço do cordel detonante = R\$ 0,70/m; peso específico do carvão in situ = 1,6 t/m<sup>3</sup>; preço do metro furado = R\$ 1,5/m (arbitrado).

PAR. ALT.	A (m)	E (m)	Cf (m)	Vf (m <sup>3</sup> /furo)	F.E. (m/m <sup>3</sup> )	Mn m	Nf	Qc m/mês	Kc (R\$)	Kf (R\$)	Kc + Kf (R\$)	(Kc + Kf)' (R\$)	ku (R\$/t)	ku' (R\$/t)
1	2,50	5,00	2,50	31,25	0,080	14.400	5.760	43.200	30.240	21.600	51.840	0	0,288	0,000
2	2,50	5,50	2,50	34,38	0,073	13.091	5.236	41.891	29.324	19.636	48.960	-2.880	0,272	-0,016
3	2,00	7,00	2,50	35,00	0,071	12.857	5.143	48.857	34.200	19.286	53.486	1.646	0,297	0,009
4*	2,50	6,00	2,50	37,50	0,067	12.000	4.800	40.800	28.560	18.000	46.560	-5.280	0,259	-0,029
5	2,80	5,50	2,50	38,50	0,065	11.688	4.675	37.403	26.182	17.532	43.714	-8.126	0,243	-0,045
6	2,80	6,00	2,50	42,00	0,060	10.714	4.286	36.429	25.500	16.071	41.571	-10.269	0,231	-0,057
7	3,00	6,00	2,50	45,00	0,056	10.000	4.000	34.000	23.800	15.000	38.800	-13.040	0,216	-0,072
8	3,00	6,50	2,50	48,75	0,051	9.231	3.692	33.231	23.262	13.846	37.108	-14.732	0,206	-0,082
9*	3,00	7,00	2,50	52,50	0,048	8.571	3.429	32.571	22.800	12.857	35.657	-16.183	0,198	-0,090
10	2,50	10,00	2,50	62,50	0,040	7.200	2.880	36.000	25.200	10.800	36.000	-15.840	0,200	-0,088

\* = alternativas testadas



## QUADRO No. 14

### SIMULAÇÃO DOS CUSTOS DE EXPLOSIVOS NO DESMONTE DO CARVÃO (MINERAÇÃO C1)

**Condições:** Desmonte com explosivos de 180.000 t/mês de carvão, com espessura de camada média de 2,5 m; preço dos explosivos: R\$ 2,80/kg; razão de carga inicial adotada na mina 156 g/t; peso específico do carvão in situ = 1,6 t/m<sup>3</sup>.

PAR. => ALT.	A (m)	E (m)	Cf (m)	P/F (t/furo)	q* cte. (g/t)	qo var. (kg/furo)	qo cte. (kg/furo)	q* v (g/t)	q* v (g/t)	kE (R\$/t)	KE (R\$/mês)	KE' (R\$/mês)
1	2,5	5,0	2,5	50,00	156,00	7,80	7,80	156	0	0,437	78.624	0
2	2,5	5,5	2,5	55,00	156,00	8,58	7,80	142	-14	0,397	71.476	-7.148
3	2,0	7,0	2,5	56,00	156,00	8,74	7,80	139	-17	0,390	70.200	-8.424
4	2,5	6,0	2,5	60,00	156,00	9,36	7,80	130	-26	0,364	65.520	-13.104
5	2,8	5,5	2,5	61,60	156,00	9,61	7,80	127	-29	0,355	63.818	-14.806
6	2,8	6,0	2,5	67,20	156,00	10,48	7,80	116	-40	0,325	58.500	-20.124
7	3,0	6,0	2,5	72,00	156,00	11,23	7,80	108	-48	0,303	54.600	-24.024
8	3,0	6,5	2,5	78,00	156,00	12,17	7,80	100	-56	0,280	50.400	-28.224
9	3,0	7,0	2,5	84,00	156,00	13,10	7,80	93	-63	0,260	46.800	-31.824
10	2,5	10,0	2,5	100,00	156,00	15,60	7,80	78	-78	0,218	39.312	-39.312



### QUADRO No. 15

#### SIMULAÇÃO DOS CUSTOS DE DESMONTE DE ARENITO DE COBERTURA

Condições: 85.000 m<sup>3</sup>/mês; fontes de informações: quadros Nos. 10 e 11

Alternativa No.	Malha de Furação (A x E), m	F.E. (m/m <sup>3</sup> )	q* (kg/m <sup>3</sup> )	Custos unitários (R\$/m <sup>3</sup> )			Variação Absoluta	Variação Mensal
				ku	kE	kd		
1	2,5 x 9,0	0,0444	0,155	0,233	0,434	0,667	0,000	0
2	2,4 x 9,5	0,0439	0,153	0,232	0,428	0,660	-0,007	-595
3	2,5 x 9,5	0,0421	0,147	0,223	0,411	0,634	-0,033	-2.805
4	2,7 x 9,0	0,0412	0,144	0,215	0,402	0,617	-0,050	-4.250
5*	2,5 x 10,0	0,0400	0,140	0,214	0,391	0,605	-0,062	-5.270
6	3,0 x 9,5	0,0351	0,122	0,185	0,343	0,528	-0,139	-11.815
7	3,0 x 10,0	0,0333	0,116	0,179	0,326	0,505	-0,162	-13.770
8	3,0 x 12,0	0,0278	0,097	0,157	0,271	0,428	-0,239	-20.315
9*	3,5 x 12,0	0,0238	0,083	0,135	0,233	0,368	-0,299	-25.415
10	4,0 x 11,5	0,0217	0,076	0,121	0,212	0,333	-0,334	-28.390

\* = alternativas testadas



## QUADRO No. 16

### SIMULAÇÃO DOS CUSTOS DE DESMONTE DO CARVÃO

**Condições:** 180.000 t/mês; fontes de informações: quadros Nos. 13 e 14

Alternativa No.	Malha de Furação (A x E), m	F.E. (m/m3)	q* (kg/m3)	Custos unitários (R\$/m3)			Variação Absoluta	Variação Mensal
				ku	kE	kd		
1	2,5 x 5,0	0,0800	0,156	0,288	0,437	0,725	0,000	0
2	2,5 x 5,5	0,0730	0,142	0,272	0,397	0,669	-0,056	-10.080
3	2,0 x 7,0	0,0710	0,139	0,297	0,390	0,687	-0,038	-6.840
4*	2,5 x 6,0	0,0670	0,130	0,259	0,364	0,623	-0,102	-18.360
5	2,8 x 5,5	0,0650	0,127	0,243	0,355	0,598	-0,127	-22.860
6	2,8 x 6,0	0,0600	0,116	0,231	0,327	0,558	-0,167	-30.060
7	3,0 x 6,0	0,0560	0,108	0,216	0,303	0,519	-0,206	-37.080
8	3,0 x 6,5	0,0510	0,100	0,206	0,280	0,486	-0,239	-43.020
9*	3,0 x 7,0	0,0480	0,093	0,198	0,260	0,458	-0,267	-48.060
10	2,5 x 10,0	0,0400	0,078	0,200	0,218	0,418	-0,307	-55.260



### 5.3 - Modelo de sistema de informações desenvolvido e aplicado nas fábricas

Para realizar melhorias e/ou reengenharia no processo de disposição final dos resíduos sólidos da indústria calçadista, é necessário avaliar quantitativamente o volume gerado por cada uma das indústrias localizadas numa cidade do Vale do Sinos, num total de 13 fábricas, identificadas pelas letras de A até N. Juntas, produzem cerca de 20 milhões de pares de calçados por ano e empregam cerca de 10.000 pessoas diretamente.

O objetivo visado é de aplicar o *Sistema de Informações Orientado para a Decisão* segundo o referencial teórico descrito, contribuindo sob forma de recomendações aos empresários e órgãos ambientais que visem minimizar os impactos ambientais provocados pela geração de resíduos, dentro de uma abordagem de qualidade em seu sentido mais amplo.

A informação *volume de resíduos sólidos gerados pelas indústrias de calçado por mês* não era disponível no início do trabalho e era fundamental para uma alternativa que foi proposta no Plano de Controle Ambiental de uma pedreira para, após encerrar suas atividades de mineração, a cava ser utilizada para a estocagem de resíduos industriais.

Em razão disso, desenvolvemos um modelamento matemático previsionial que visa obter dados práticos e gerar as seguintes informações : 1. peso específico aparente dos resíduos soltos (estado *tal e qual*); 2. Taxa de Geração de Resíduos (TGR, %) e seu complemento Fator de Aproveitamento (F.A., %); 3. taxa de compactação mecânica dos resíduos. Para a obtenção dessas informações, aplicamos o modelo de SI adotado nos demais casos, através de um plano de experimentos realizados nas indústrias sob orientação do pesquisador, dentro da metodologia da pesquisa-ação. O quadro nº 17 apresenta esquematicamente a estrutura do SI adaptado à situação da indústria calçadista, seguindo o modelo de sistema de informação adotado e que está ilustrado na fig. 12 do item 5.1.

### Quadro nº.17

#### Estrutura do Sistema de Informações para a indústria calçadista

<b>Dados básicos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• peso da matéria-prima cortada e respectiva área da superfície; pesos dos resíduos resultantes no corte; peso de um tonel de 200 litros cheio de resíduos soltos; volume de um fardo prensado; quantidade de matéria-prima cortada, em m<sup>2</sup>/mês, por tipo de material.</li> </ul>
<b>Processamento dos dados e Informações Obtidas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dividir o peso de uma peça pela sua respectiva área, repetindo o experimento várias vezes = fator de conversão de unidades.(F.C.).</li> <li>• Dividir o peso dos resíduos de cada peça do teste.pelo respectivo peso, em kg, repetindo o experimento várias vezes, multiplicado o resultado por 100 = taxa de geração de resíduos (TGR, %).</li> <li>• Dividir o peso do conteúdo de cada tonel com resíduos por 0,2 m<sup>3</sup> = peso específico aparente em kg/m<sup>3</sup>.</li> <li>• Dividir o volume final do fardo prensado pelo volume dos resíduos soltos = taxa de compactação mecânica.</li> </ul>
<b>Modelamento matemático previsual</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Volume gerado de resíduos /mês = quantidade de matéria prima processada x TGR ) : peso específico aparente do resíduo solto</li> </ul>

#### 5.4 - Treinamentos realizados

A fim de viabilizar a implantação do modelo de sistema de informações no campo de estudo, foi necessário se realizar o treinamento do pessoal envolvido nas operações e um acompanhamento da aprendizagem durante alguns meses, dependendo de cada caso.

Nas pedreiras de basalto, o treinamento para implantar o *Cadastro das Detonações* envolveu basicamente o blaster e o gerente de produção ou o próprio dono da pedreira. Apenas em uma delas (B<sub>4</sub>), participou o engenheiro responsável técnico que também possuía a carta-blaster. A evolução da aprendizagem nos estágios C, B e A definidos em 3.9.3 dependeu da motivação interna da empresa, do nível de instrução do pessoal e da pressão externa. No caso do desmonte de rochas, a FEPAM passou a exigir um registro sistemático das detonações nas pedreiras.

O treinamento ocorreu em cada uma das pedreiras, seguindo-se um período prático em que o pesquisador recebeu e conferiu os formulários preenchidos, fazendo correções quando necessário e sugerindo alternativas de melhorias e/ou reengenharia ao empresário.

Foi realizado, ainda, um treinamento para implantar o *Controle Operacional e de Custos da Furação* em duas pedreiras (B<sub>2</sub> e B<sub>4</sub>), porém, devido à complexidade deste módulo, não se obteve resultados tão rápidos em termos de sua implantação e realização de melhorias na operação. O material didático preparado constitui o Anexo D sob a denominação de Manual do Participante - módulo 2.

No caso da indústria calçadista, foi realizado um programa de treinamento envolvendo 13 representantes a nível gerencial das empresas participantes. A ênfase foi na forma de executar os experimentos para a obtenção dos dados básicos, ficando ao encargo do pesquisador as etapas seguintes do SI: processamento dos dados, modelamento matemático previsional e recomendações. A tomada de decisões, neste caso, se situa a nível de diretoria industrial e de FEPAM, à qual compete aprovar ou não a proposta.

Na seção de estudos de casos, serão detalhados os resultados e o processo de interação de pesquisador com os participantes dos treinamentos, bem como o nível de aprendizagem organizacional atingido.

## 6. - ESTUDO DE CASOS

Neste capítulo, apresentam-se as descrições detalhadas dos vários estudos de casos, demonstrando na prática a aplicação da metodologia desenvolvida no trabalho.

### 6.1 - Relato de casos e análise dos resultados obtidos na mineração

A função de um sistema de informações voltado para orientar o tomador de decisões na busca de melhores resultados para o seu empreendimento, é o de fornecer alternativas de escolha, sob forma de recomendação do pesquisador e embasada no modelamento matemático previsional correspondente.

#### 6.1.1 - Caso n.º 1 - mineração B<sub>1</sub>

No quadro n.º 3, nota-se que o maior valor para a furação específica (F.E.) se verifica na mineração B<sub>1</sub> (1,25 m/m<sup>3</sup>), significando dizer que, para uma mesma escala de produção, é a que tem de executar maior metragem furada em relação a outras minerações similares. O limite da capacidade de furação do equipamento disponível depende de parâmetros examinados no item 5.2.6 e simulados no quadro n.º 8, é expressa pela metragem possível (Mp), definida pela seguinte equação:

$$M_p = NHP \times E_f \times R.O., \text{ em m/mês}$$

A capacidade de produção na furação (CPF) depende fundamentalmente da produtividade na furação (Pr.F.), ou seja:

$$CPF = M_p \times Pr.F., \text{ em m}^3/\text{mês}$$

Os quadros n.ºs 8 e 9 fazem a simulação de CPF de acordo com o projeto de desmonte. No caso específico da mineração B<sub>1</sub>, tínhamos na situação inicial:

$$M_p = 25 \text{ dias úteis} \times 8 \text{ h/du} \times 12 \text{ m/ht} = 1.680 \text{ m/mês}$$

A metragem necessária (Mn) para extrair 2.000 m<sup>3</sup>/mês de rocha era, então:

$$M_n = 2.000 \text{ m}^3/\text{mês} \times 1,25 \text{ m/m}^3 = 2.500 \text{ m/mês}$$

Como  $M_p < M_n$ , há um gargalo no sistema produtivo, uma vez admitindo-se que as demais operações da pedra estejam dimensionadas para processar os 2.000 m<sup>3</sup>/mês.

Efetivamente, confirmou-se a existência deste gargalo na furação, pois a empresa, no intuito de aumentar sua capacidade de furação, alugou um compressor e uma perfuratriz manual ao custo de 600 dólares por mês. O gargalo foi eliminado, porém o custo de desmonte aumentou com isso.

Durante o treinamento na empresa para a implantação do Cadastro das Detonações, foi analisada esta situação e a causa provável do *gargalo* que se localizava, segundo o modelo matemático previsionial (quadro nº 8) na malha de furação adotada de 0,8 x 1,0 m (A x E).

Recomendamos testar uma nova malha de furação de 1,0 x 1,2 m (alternativa 5 do quadro nº 5), com aumento de apenas 20 cm no afastamento e no espaçamento. Esta nova malha daria uma furação específica de 0,83 m/m<sup>3</sup> ou produtividade na furação de 1,20 m<sup>3</sup>/m. A metragem necessária (Mn) passou a ser de apenas 1.667 m/mês(quadro nº 8), inferior, portanto, à metragem possível (Mp = 1.680 m/mês). Isto significaria um aumento de 50% na capacidade de produção na furação (CPF) e a eliminação do gargalo.

O custo de furação e de cordel detonante (kc + kf) diminuiria em R\$ 1,15/m<sup>3</sup> ou R\$ 2.300/mês, conforme se pode verificar no quadro nº 4.

No caso dos explosivos, mantendo a quantidade de explosivo constante (q<sub>o</sub> cte. no quadro nº 6), haveria uma redução na razão de carga (q\*) de 0,150 kg/m<sup>3</sup> que se traduziria numa economia mensal de 300 kg valendo R\$ 900/mês.

Somando as economias obtidas com as melhorias no projeto da malha de furação e na detonação, teríamos: (R\$ 2.300 + R\$ 900)/mês = R\$ 3.200/mês.

A implantação desta mudança foi dificultada pelo blaster, responsável direto pelo desmonte das rochas e que se opôs à alteração proposta, segundo o sócio-gerente que recebeu o treinamento. Diante desta resistência e após terem transcorrido vários meses da apresentação da sugestão ao empresário, este resolveu demitir o blaster e implantar a malha proposta, tendo obtido resultados também satisfatórios em termos de fragmentação da rocha. O aluguel do equipamento de furação foi rescindido, economizando-se mais R\$600 por mês.

Animado com os resultados conseguidos, a empresa resolveu fazer uma mudança radical no processo de desmonte de rochas, classificável como reengenharia: terceirizou o serviço de furação, adotando um diâmetro maior (64 mm) simulado nos quadros nºs 5, 7 e 9 como *situação 2*, usando de início uma malha de furação de 1,5 x 2,5 m e comprimento de furo de 12 m. Uma economia adicional foi obtida, pois o custo de furação e cordel detonante caiu para R\$ 1,29/m<sup>3</sup>. Este valor é apenas 36,6% do valor inicial de R\$ 3,52/m<sup>3</sup> com a malha de 0,8 x 1,0 m. (quadro nº 4).

Isto significa menos R\$ 5.060/mês nos custos da pedra, relativamente à situação anterior, conforme está demonstrado a seguir:

$$(R\$ 3,52 - R\$ 1,29)/m^3 \times 2000 m^3/mês = R\$ 5.060/mês.$$

Além disso, com a reengenharia de processo implantada na furação, houve ainda a possibilidade de se beneficiar com a economia decorrente do fato de que os explosivos com diâmetro de 2”(50 mm) tem preço normalmente inferior aos de menor diâmetro de 1” usado anteriormente. Esta diferença é da ordem de 10% atualmente, dependendo de fabricante.

Mantendo a razão de carga ( $q^*$ ) igual a 0,300 kg/m<sup>3</sup> da alternativa 5 na situação 2 (quadro nº.7), uma economia adicional de R\$ 180/mês (10% a menos no preço unitário do explosivo), obtendo-se, então:

$$R\$5.060/mês + R\$ 180/mês = R\$ 5.240/mês.$$

Embora possa parecer pouco, a repercussão no lucro da pedra foi expressivo. Utilizando a abordagem de Jacobsen traduzida no quadro nº 1, teríamos:

#### Quadro nº. 18

Análise simulada dos resultados econômicos com as melhorias/reengenharia

Parâmetro ↓	Situação inicial (R\$)	(%)	Situação com melhoria (R\$)	(%)	Situação com reengenharia (R\$)	(%)
Receita mensal	32.500	100	32.500	100	32.500	100
Custos	29.250	90	26.050	80,2	24.190	74,4
Lucros	3.250	10	6.450	19,8	8.310	2,6
Varição	-	-	3.200	<b>98,5</b>	5.060	<b>156</b>

Note-se que a economia obtida com a otimização de custos equivale a aumentar o lucro do empreendimento.

O empresário está na fase de melhorias contínuas na fase pós-reengenharia, convencido da utilidade de um programa de melhorias baseado em informações objetivas, tendo atingido o estágio A definido no item 3.9.3 deste trabalho. Ele lamenta apenas o dinheiro desperdiçado ao longo de vários anos na situação anterior.

De nossa parte, lamentamos não ter havido um maior envolvimento do blaster no processo de mudanças. Talvez com um treinamento adequado, tivesse sido possível convencê-lo da validade da metodologia e incluí-lo no grupo de melhorias no desmonte de rochas. De qualquer modo, serviu como aprendizagem para nós.

### **6.1.2 - Caso n.º. 2 - Mineração B<sub>2</sub>**

Pelo quadro n.º. 3, esta mineração utilizava uma malha de 0,9 x 1,0 m com martetele para diâmetro de furo de 33 mm. A furação específica era de 1,10 m/m<sup>3</sup> ou produtividade na furação de 0,9 m<sup>3</sup>/m e uma razão de carga de 0,455 kg/m<sup>3</sup>.

A escala de produção desta pedreira era da ordem de 1.000 m<sup>3</sup>/mês de rocha no maciço, para produzir pedra de alicerce e brita. Embora não houvesse problema de gargalo na furação, o empresário que também era o blaster, se queixava dos altos custos dos explosivos e acessórios, embora não soubesse como efetuar melhorias no projeto para minimizar estes custos.

O treinamento para a implantação do *Cadastro das Detonações*, envolvendo outros dois empregados da firma, filhos do dono da pedreira, proporcionou a oportunidade de se discutir o problema com base no sistema de informações. O interesse pelo processo de melhorias contínuas foi bastante elevado por parte do pessoal que participou do treinamento, favorecendo a implantação do *Cadastro das Detonações*.

Com base na simulação do quadro nº 4 , sugerimos a alternativa de ampliar a malha de furação de 0,9 x 1,0 m para 1,0 x 1,2 m. A furação específica (F.E.) ficou reduzida a 0,83 m/m<sup>3</sup> e a produtividade na furação aumentou para 1,20 m<sup>3</sup>/m (33,3% maior que a inicial). Em decorrência, o custo unitário de furação (**kf**) e de cordel detonante (**kc**) foi reduzido de R\$ 3,13 (alternativa 2 do quadro nº 4) para 2,37/m<sup>3</sup>, com uma variação negativa de R\$ 0,49/m<sup>3</sup>. Para a produção de 1.000 m<sup>3</sup>, a redução de custos neste item foi de R\$ 490/mês.

Na questão do carregamento dos explosivos, recomendamos adotar uma razão de carga (q\*) de 0,3 kg/m<sup>3</sup>, reduzindo em 0,150 kg/m<sup>3</sup> a quantidade deste insumo por metro cúbico de rocha ou 150 kg/mês. Este peso de explosivos representaria uma economia mensal de R\$ 450/mês (150 kg/mês x R\$ 3,00/kg)., conforme simulação apresentada no quadro nº6.

Somando as duas parcelas derivadas do plano de melhorias, teríamos:

$$\text{R\$ } 490 + \text{R\$ } 450 = \text{R\$ } 940/\text{mês}$$

Uma vez implantado o Cadastro das Detonações, estabeleceu-se um controle de custos na furação com o martelete manual, iniciando pela avaliação do consumo de óleo diesel usado no compressor, com base no horômetro e nos abastecimentos. Foi montada uma planilha de controle que possibilitou a obtenção de uma informação inexistente e essencial à construção de um modelo previsionial de custos: a taxa de consumo de óleo diesel e a sua correlação com o número de furos executados. Os resultados obtidos estão tabulados no quadro nº 19.

Quadro nº. 19

**LEVANTAMENTO DE DADOS PARA AVALIAR O RENDIMENTO  
OPERACIONAL NA FURAÇÃO**

DIA	Horômetro do Compressor		Horas trabalh. (fr. dec.)	No. de furos	Consumo óleo (litros))	Horas trab. acum.	Quant. de óleo acum.	Taxa de cons. (l/hora)
	INICIAL	FINAL						
1	1178	1183.35	5.35	5	40	5.35	40	7.5
2	1183.35	1189.75	6.40	6	50	11.75	90	7.6
3	1189.75	1194.57	4.82	4	38	16.57	128	7.7
4	1194.57	1198	3.43	3	30	20	158	7.9
5	1198	1202.86	4.06	4	30	24.86	188	7.
6	1202.86	1207.14	4.28	4	25	29.14	213	7.3
7	1207.14	1212	4.86	2	32	34	245	7.2
8	1212	1217.18	5.18	2,5	38	39,18	283	7,4
9	1217,18	1223,64	6,46	5	50	45,64	333	7,3

Os dados obtidos oportunizaram a aplicação do método estatístico-gráfico chamado de *diagrama de dispersão* ou *correlograma*, que consiste em plotar em papel milimetrado duas variáveis supostamente relacionadas entre si em decorrência de uma ligação de causa e efeito.

No caso da mineração B<sub>2</sub>, foram selecionadas as variáveis *número de horas trabalhadas pelo compressor* e *número de furos executados com 5,5 m de comprimento*. Denominamos a primeira variável de *x* e a segunda de *y* e plotamos os respectivos valores numa folha de papel milimetrado, treinando o pessoal da mina a fazer o mesmo na pedreira.

Formou-se uma *nuvem* de pontos (fig. 13), englobando a maioria dos pontos dentro de uma elipse, cujo eixo maior foi ajustado visualmente pelo meio da *nuvem* principal. Os pontos que caíram fora da elipse foram selecionados para investigação junto ao pessoal de operação e responsável pela coleta dos dados. A explicação recebida do responsável pela furação foi a de que o desvio nos pontos A e B, ocorridos nos dias 8 e 9, respectivamente, se deveu ao fato de a perfuratriz nova ter estragado e, por isso, teve que lançar mão da perfuratriz velha, cujo rendimento operacional se revelou menor do que a unidade normalmente em uso.

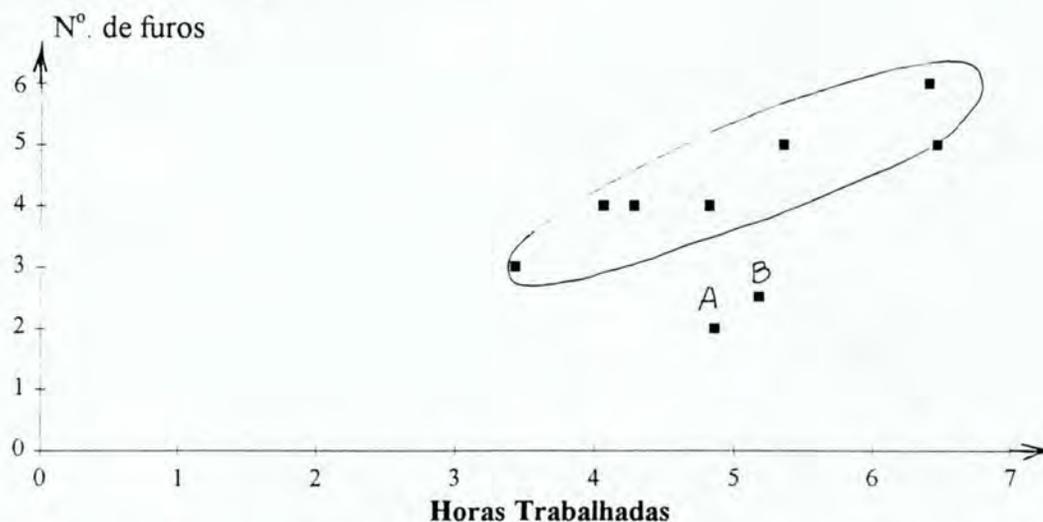


Fig. 13 -Diagrama de dispersão do rendimento operacional na furação

A partir da discussão do gráfico e da sua construção, o responsável pela furação se interessou em continuar, aplicando ele próprio, a técnica, inclusive em outros casos similares, como, por exemplo, o consumo de energia elétrica comparado com o número de horas operadas no britador.

Citando Faria (1987), esta forma de aprendizagem organizacional, em que os próprios executantes do serviço são conduzidos a descobrir, por si, as ligações entre as variáveis ou estabelecer relações de causa e efeito, é caracterizada como *ensino por descoberta*, em que, ao professor compete apenas propor situações e problemas para a descoberta. Isto abre uma perspectiva de aprendizagem contínua e de aperfeiçoamento dos trabalhadores na mineração, dentro de uma filosofia de melhorias contínuas no processo de gerenciamento.

Os resultados obtidos em termos de redução de custos com as melhorias efetuadas no projeto de desmonte, levou o pessoal da pedreira a se interessar pelo módulo seguinte do Sistema de Informações, o *Controle Operacional e de Custos da Furação* (formulário anexo). Sua implantação se mostrou bem mais complexa do que o *Cadastro das Detonações*, uma vez que envolve depreciação de equipamentos e de materiais duráveis, manutenção, pessoal, além de materiais de consumo como óleo diesel usado no compressor. Uma forma simplificada de controle foi implantada com vistas a desenvolver um modelo matemático-estatístico previsional da incidência do óleo diesel no custo do metro furado. Além disso, se poderia avaliar a economia obtida na furação em termos de combustível.

A metragem furada no período de amostragem foi de 195,25 m e uma taxa de consumo de 1,7 litros/hora trabalhada.

Após se ter simulado os custos de furação e cordel detonante usando diâmetro de furo de 64 mm (quadro nº 5), a empresa resolveu também terceirizar o serviço de furação e adotou a malha de furação de 1,7 m x 3,0 m e comprimento de furo de 18 m.

A furação específica que era de 1,10 m/m<sup>3</sup> passou para 0,2 m/m<sup>3</sup> e o custo unitário de furação e cordel detonante baixou de R\$ 3,13m<sup>3</sup> (alternativa 2 do quadro nº 4) para R\$ 0,96/m<sup>3</sup> com a alternativa 3 do quadro 5. Uma redução de 70% no custo unitário de furação e cordel detonante foi obtida com economia mensal de R\$ 2.170

O cálculo da diferença é feito da seguinte forma:

$$(R\$ 3,13 - R\$ 0,96)/m^3 \times 1.000 \text{ metros cúbicos por mês} = R\$ 2.170/\text{mês}$$

A frequência das detonações caiu de uma média de 25 por ano para apenas 3 a 4 por ano, mantendo o mesmo nível de produção. Isto significou uma redução drástica nos impactos ambientais das detonações.

Estes benefícios só foram possíveis graças ao sistema de informações que, de início, embasou decisões visando melhorias contínuas no plano de fogo contando com o equipamento disponível na pedreira para diâmetro de 32 mm.

A experiência positiva motivou o empresário a fazer uma mudança radical no processo de desmonte, terceirizando o serviço de furação e atualmente volta a se ocupar em

realizar melhorias contínuas na nova situação, embora sabendo que não deverá esperar diferenças tão expressivas quanto aquelas que conseguiu até agora.

Outro benefício da reengenharia do processo de desmonte de rochas foi a de liberar o responsável pela furação com perfuratriz manual, o qual passou a concentrar sua atividade no gerenciamento da mineração e sem estar submetido aos efeitos do ruído e da poeira originados na operação de furação manual.

### **6.1.3 - caso n.º 3 - mineração B<sub>3</sub>**

Trata-se de uma pequena pedreira de basalto explorada para produzir pedras de alicerce, pedra irregular para calçamento e brita. O volume de rocha a desmontar é de aproximadamente 1000 m<sup>3</sup>/mês in situ. A furação das rochas é feita com marteleto manual para diâmetro de 32 mm.

No quadro n.º 3, a mineração B<sub>3</sub> aparece com uma malha de furação (A x E) discrepante das demais minerações que trabalham com o mesmo diâmetro de furo. Explica-se tecnicamente esta aparente anomalia pelo objetivo do desmonte em termos de fragmentação desejada das rochas. Neste caso, pretende-se obter blocos de rochas para serem afeiçoados tendo como produto a pedra de alicerce. A técnica consiste em aumentar o afastamento (A) e reduzir o espaçamento (E) entre os furos.

A malha de furação inicial na pedreira era de 3,5 m x 1,0 m com uma furação específica igual a 0,29 m/m<sup>3</sup> e razão de carga de 140 g/m<sup>3</sup>. Em relação às outras pedreiras similares (minerações B<sub>1</sub> e B<sub>2</sub>) estes valores são muito menores. Segundo o blaster da pedreira, esta malha é padronizada, não havendo problemas de gargalo na furação e a fragmentação obtida é satisfatória. Além disso, a pedreira consegue economizar em cordel detonante, porque se coloca o cartucho *escorvado* um pouco abaixo da metade do furo. Assim, a quantidade de cordel detonante efetivamente gasta é cerca de 60% da que é normalmente usada, com o cordel até o fundo do furo.

Mesmo assim, fizemos uma simulação do custo de desmonte de rochas, admitindo pequenas variações em torno da malha adotada a fim de detectar a possibilidade de realizar melhorias contínuas no *plano de fogo* da pedreira. O quadro n.º 20, a seguir, apresenta alternativas otimizantes que foram propostas ao minerador.

## QUADRO No.20

### SIMULAÇÃO DO CUSTO DE DESMONTE NA MINERAÇÃO B3 (Pedreiras de Basalto)

Condições: Furação com martetele para diâmetro de furo igual a 1.1/4" (33 mm); volume de rocha a desmontar (V.R.D.) = 1.000 m<sup>3</sup>/mês; fragmentação desejada: baixa (blocos); preço do cordel detonante = R\$ 0,7 /m; preço do explosivo = R\$ 3,00/kg; custo de furação = R\$ 2/metro (arbitrado); Qc\* = quantidade de cordel consumida = 60% do valor normalmente usado; casa mais próxima a 300 m da frente de extração.

PAR ALT.	A (m)	E (m)	Cf (m)	Vf (m <sup>3</sup> /furo)	F.E (m/m <sup>3</sup> )	Mn (m)	Nf	q <sub>p</sub> (kg/furo)	q* (g/m <sup>3</sup> )	Qc (m)	Qc* (m)	Kf R\$/mês	KE (R\$)	Kc (R\$)	Kc* (R\$)	kd (R\$/m <sup>3</sup> )
1	3,0	1,0	6	18,00	0,33	333	56	3,1	172	389	233	667	517	272	163	1,35
2	3,5	1,0	6	21,00	0,29	286	48	3,1	148	333	200	571	443	233	140	1,15
3	3,0	1,5	6	27,00	0,22	222	37	3,1	115	278	167	444	344	194	117	0,91
4	3,2	1,5	6	28,80	0,21	208	35	3,1	108	260	156	417	323	182	109	0,85
5	4,0	1,5	6	36,00	0,17	167	28	3,1	86	208	125	333	258	146	88	0,68
6*	4,0	1,5	6	36,00	0,17	167	28	4,5	125	208	125	333	375	146	88	0,80



6\*- Foi imposta uma quantidade maior de explosivos por furo ( $q_p = 4,5$  kg/furo), em virtude do risco de que a alternativa 5 simulada não atenda a restrição relativa à fragmentação. Deste modo, a razão de carga ( $q^*$ ) não se afasta tanto do valor inicial.

Note-se que as alternativas 3, 4, 5 e 6 oferecem a possibilidade de otimizar custos equivalentes de 3 a 5 salários mínimos de R\$ 100. A recomendação foi apresentada ao empresário que planeja realizar os testes com novas malhas de furação em 1995. O importante é que o sistema de informações permitiu embasar um plano de melhorias consistente.

Foi implantado na pedreira o *Cadastro das Detonações*, participando o blaster e o contador da empresa, passando a ser preenchido rotineiramente.

Na área ambiental, foi realizada uma experiência para minimizar o ruído das detonações no desmonte de rochas. Foi tapado o cordel detonante com pó de brita e terra, tendo havido uma redução muito grande no nível de ruído. Embora não tenha sido medida, a melhoria foi avaliada pelos moradores próximos e empregados da pedreira com o aparelho ...da audição.

A empresa também atingiu o estágio de aprendizagem A, definido no item 3.9.3 deste trabalho.

#### **6.1.4 - Caso nº. 4 - Mineração B<sub>4</sub>**

Trata-se de uma mineração de basalto localizada em região com topografia levemente ondulada, ao contrário das outras três que se situam em região montanhosa da encosta da serra gaúcha. Em função de sua posição topográfica especial, a altura desmontada é relativamente baixa para o diâmetro de furação empregado .

Pelos dados do quadro nº 3, verifica-se que nesta pedreira a furação das rochas é feita no diâmetro de 64 mm, com os furos tendo um comprimento médio de apenas 6 m. A malha de furação adotada era de 1,6 m x 3,5 m.

Durante o treinamento feito na pedreira para implantar o *Cadastro das Detonações*, foi relatado pelo blaster que havia um problema de desmonte de rochas sério em sua pedreira. A fatia de rocha detonada não estava se soltando completamente do maciço, tornando necessário o uso de trator de esteiras na remoção das rochas. Esta operação aumentava os custos de produção e dificultava o uso deste equipamento em outras

atividades. Era como se fosse um retrabalho do produto intermediário do processo de produção.

Analisando tecnicamente os dados registrados no *Cadastro das Detonações*, calculamos o chamado *módulo de inflexibilidade* ou de esbeltez da fatia de rocha desmontada, usando a seguinte equação:

$$\text{Módulo de inflexibilidade (I)} = \text{altura desmontada} : \text{afastamento} = 6 : 1,6 = 3,75$$

Recomenda-se no meio técnico que este valor seja superior a 5. Como no caso desta pedreira, não era possível aumentar a altura desmontada em função de sua topografia, recomendamos à empresa que fosse modificada a malha de furação para 1,2 m x 4,0 m: diminuiu-se o afastamento de 1,6 m para 1,2 m e se aumentou o espaçamento de 3,5 m para 4,0 m. A geometria da malha foi modificada, ficando mais alongada. O novo valor do módulo de inflexibilidade passou a ser igual a 5 (6 m : 1,2 m = 5).

Realizou-se um teste com a nova malha de furação e o resultado obtido foi positivo conforme relato constante no respectivo *Cadastro das Detonações* enviado ao pesquisador. Cópias dos formulários preenchidos foram encaminhados à FEPAM integrando o relatório anual de atividades exigido para a renovação do licenciamento ambiental. A melhoria operacional obtida foi relacionada à liberação do trator e uma economia substancial, embora não quantificada, devido à não disponibilidade da informação relativa ao custo horário do equipamento.

Após resolvido este problema, a empresa passou a adotar um programa de melhorias contínuas no desmonte de rochas, com base no modelamento matemático previsional que lhes foi fornecido. O *Cadastro das Detonações* é utilizado sistematicamente, fornecendo o registro dos dados e informações que constituem a memória da pedreira em termos de desmonte de rochas. Consideramos que a empresa atingiu o estágio A definido em 3.9.3. Do ponto de vista ambiental, a melhoria verificada foi a minimização do nível de ruído das detonações, tendo em vista a adoção da prática de tapar o cordel detonante, conforme relatado nos formulários dos *Cadastros das Detonações* preenchidos pelo blaster.

A empresa se interessou ainda em implantar o módulo seguinte do sistema de informações para a indústria da mineração, constituído do *Controle Operacional e dos*

*Custos da Furação*, uma vez que o equipamento de furação é de propriedade do minerador. Um treinamento específico foi realizado, embora não se disponha ainda de resultados concretos em termos de custos desta operação.

### 6.1.5 - Caso nº. 5 - mineração $C_1$

Trata-se de uma grande mineração de carvão a céu aberto, com produção da ordem de 180.000 t/mês e faturamento de aproximadamente R\$ 2.000.000 por mês e contando com uma organização administrativa e corpo técnico estruturados em várias divisões, departamentos e supervisões. A mina em questão passou por uma reengenharia de processo durante o período de 1984 a 1990 com mudanças radicais visando adequá-la a uma nova escala de produção, praticamente triplicada. O sistema produtivo da mina está ilustrado na fig. 14. O desmonte de rochas é executado na cobertura de arenito e no carvão. Os diâmetros de furação são de 4" e 4.1/2" (polegadas), havendo plano de aumentar o diâmetro de furação na cobertura para 5.7/8". Com um diâmetro maior, aumenta-se a produtividade na furação e, baseado neste princípio, melhora a capacidade de produção na furação. Esta alteração foi decidida pelo nível gerencial da mina a fim de tentar, assim, eliminar um gargalo constatado na furação da cobertura rochosa.

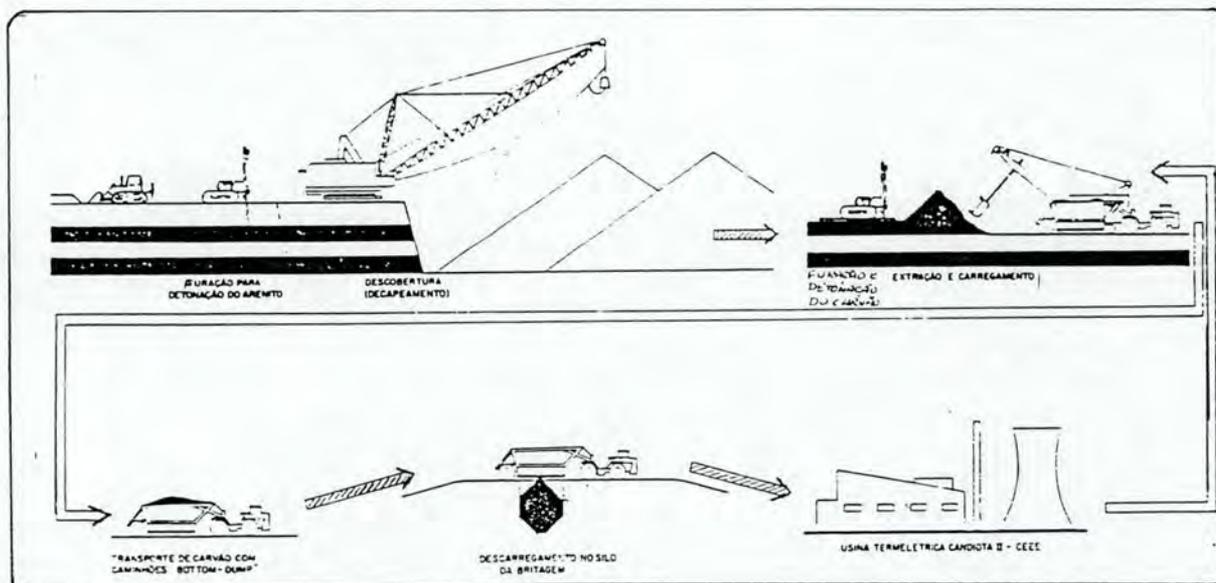


Fig. 14 - Fluxograma ilustrado do sistema de produção de carvão a céu aberto.

Durante o treinamento para implantar o *Cadastro das Detonações*, foi analisada com os engenheiros da mina a possibilidade de otimização da capacidade de furação através do processo de melhorias contínuas simulado no quadro nº 12. Várias alternativas de malhas de furação foram calculadas sem mudar o diâmetro do furo. Os resultados numéricos apresentados demonstraram que seria possível eliminar o gargalo sem investir em equipamento na mudança do diâmetro para 5.7/8”.

O treinamento realizado na mina envolveu 21 empregados, entre engenheiros, supervisores, blasters, operadores e auxiliares de furação, dentro de uma abordagem de um grupo de melhorias cooperativo. O curso foi dividido em 3 módulos: Treinamento Geral (TG), Treinamento Gerencial (TGe) e Treinamento Operacional (TO), conforme quadro nº 21 a seguir.

### Quadro nº. 21

#### DISTRIBUIÇÃO DOS PARTICIPANTES DA MINERAÇÃO C1 NO TREINAMENTO MODULADO

módulo	especificações	participantes	objetivos
TG	<ul style="list-style-type: none"> <li>treinamento geral</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Eng. de minas (5); encar. de lavra (1); técn. de mineração (1); blasters, operadores e aux. de furação (14)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Difundir novos conceitos de qualidade e otimização de custos na mineração de carvão a céu aberto no desmonte de rochas a partir de informações e integrar os vários níveis hierárquicos envolvidos;</li> </ul>
TO	<ul style="list-style-type: none"> <li>treinamento operacional</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>encaregado (1); técn. de mineração (1); blasters, operadores e aux. de furação (14)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ensinar aos participantes como preencher corretamente o Cadastro das Detonações e avaliar os custos das detonações através de exercícios práticos;</li> </ul>
TGe	<ul style="list-style-type: none"> <li>treinamento gerencial</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Eng. de minas (5); inclusive o superintendente da mina</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Elaborar planos de fogos alternativos variando os parâmetros fundamentais e gerando informações para a tomada de decisões.</li> </ul>

Como resultados obtidos no treinamento, destacamos os seguintes:

a) a nível gerencial: os engenheiros da mina tiveram a oportunidade durante o curso de apreenderem a metodologia, estabelecendo, eles próprios, alternativas otimizantes, usando o sistema de informações orientado para fazer melhorias no projeto de desmonte. Demonstraram um interesse especial nas alternativas mais *ousadas* e de maior risco, atraídos pela possibilidade de maximizar o benefício em termos de custos principalmente;

b) a nível operacional, notamos, pela avaliação dos próprios participantes, uma maior conscientização do pessoal diretamente envolvido com o desmonte de rochas, no momento em que tiveram acesso a informações sobre as repercussões econômicas (custos) de suas atividades rotineiras. Notou-se que o conhecimento dos preços dos explosivos e acessórios a partir do treinamento e sua incidência no custo final do produto foi motivo de surpresa e espanto, pois desconheciam tal informação, conforme depoimento de vários participantes do TO. Deixamos que eles próprios descobrissem o efeito de usarem malhas de furação diferentes sobre o custo do desmonte de rochas. Três grupos de trabalho foram formados, cada um deles preenchendo o *Cadastro das Detonações* com dados básicos diversos, mas seguindo o mesmo roteiro de processamento.

Destacamos a simulação feita nos quadros 10 a 16, bastante elucidativos e cujos números se destacam pelo seu vulto. Salientamos que a quantidade de explosivo colocada num único furo era da ordem de 7,8 kg e cujo preço unitário de R\$ 2,80, avultava a R\$ 21,84 por furo. Cada cartucho de explosivo pesava 3,1 kg e numa só detonação ou *fogo* no carvão é comum explodir 300 furos, que consome 2.343 kg, representando um valor monetário de R\$ 6.552, sem contar os acessórios, principalmente o cordel detonante.

A mina em questão usava um formulário denominado *Plano de Fogo* em que se relatava apenas as quantidades de furos, explosivos e acessórios empregados, sem avaliar os custos de cada detonação. Este é um caso em que uma abordagem preventiva de custos é fundamental, em razão da magnitude dos valores envolvidos no processo de desmonte de rochas. Uma pequena economia por metro cúbico de rocha ou por tonelada de carvão, obtida de um plano de melhorias sistemáticas no projeto, representa uma considerável redução de custos traduzido em aumento de lucros, conforme se demonstrou no quadro 1. Por exemplo, uma diminuição de apenas R\$ 0,15 por tonelada de carvão pode significar uma

economia mensal de R\$ 27.000 considerando uma produção de 180.000 t/mês, avultando em R\$ 324.000/ano.

c) *Benefícios obtidos com a aplicação do sistema de informações na mina*

O grupo de melhorias no desmonte de rochas, formado por engenheiros com poder de decisão no que tange ao projeto, supervisores, blaster e operadores de perfuratriz, com base na simulação apresentada nos quadros nºs-10 a 16, resolveu testar algumas alternativas no desmonte do arenito e do carvão. Nos quadros, estas alternativas estão identificadas por um asterisco. Os resultados das detonações foram registrados no *Cadastro das Detonações*.

Os benefícios obtidos com as alternativas testadas estão demonstrados a seguir.

**1. Arenito da cobertura.** Desmonte programado de 85.000 m<sup>3</sup>/mês de rocha in situ

Pela análise dos quadros 10, 11 e 12, a alternativa inicial existente na mina era de 2,5 x 9 m e havia um *gargalo* na furação, ou seja, a capacidade de produção na furação era inferior ao volume de rocha a desmontar (VRD) de 85.000 m<sup>3</sup>/mês.

Foi testada a alternativa 5 (quadro nº 12), malha de 2,5 m x 10 m, que proporcionou uma capacidade de produção na furação de 89.375 m<sup>3</sup>/mês, superior aos 85.000 m<sup>3</sup>/mês de rocha a ser furada. Portanto, eliminou-se o gargalo admitidos como válidos os pressupostos ou condições especificadas no topo do quadro nº 12. Este benefício é muito importante na medida em que o gargalo limita a capacidade de produção de todo o sistema (mina).

Do ponto de vista econômico, os custos de desmonte tiveram uma redução relativamente pequena, conforme se pode verificar pelos dados abaixo, extraídos dos quadros 10, 11 e condensados no quadro 15.

**Quadro nº. 22**

Alternativas (malhas)	custos unitários (R\$/m <sup>3</sup> )			custo mensal Kd (R\$/mês)	economia obtida (R\$)	
	ku	kE	kd = ku + kE		por mês	por ano
1 (2,5m x 9m)	0,233	0,434	0,667	56.610	-	-
5 (2,5m x 10m)	0,214	0,391	0,605	51.425	<b>5.270</b>	<b>63.240</b>

## 2. Desmonte do carvão: 180.000 t/mês (quadros 13, 14 e resumidos no 16)

No caso do carvão, foram testadas as alternativas 4 e 9 dos quadros 13 e 14. Os resultados obtidos constam no quadro nº 23 abaixo, tendo sempre como base a alternativa 1 da situação inicial.

**Quadro nº.23**

Alternativas (malhas)	custos unitários (R\$/m <sup>3</sup> )			custo mensal Kd (R\$/mês)	economia obtida (R\$)	
	ku	kE	kd = ku + kE		por mês	por ano
1 (2,5m x 5m)	0,288	0,434	0,725	130.500	-	-
4 (2,5m x 6m)	0,259	0,391	0,623	112.140	<b>18.360</b>	<b>220.320</b>
9 (3,0 x 7m)	0,198	0,260	0,458	82.440	<b>48.060</b>	<b>576.720</b>

Já neste caso, os benefícios econômicos são expressivos, embora não sejam ainda conclusivos.

Do ponto de vista ambiental, não se pode atribuir nenhum benefício em termos de redução de impactos ao meio ambiente imputável ao plano de melhorias contínuas no desmonte de rochas.

Um benefício não sujeito à nenhuma quantificação foi a formação do grupo de melhorias, reunindo vários níveis hierárquicos, em torno de um mesmo objetivo.

## 6.2 - Setor da indústria calçadista

### 6.2.1 - Informações obtidas

Em decorrência da aplicação do sistema de informações desenvolvido para a indústria calçadista, conforme modelamento matemático do quadro nº 17, foi possível obter as informações objetivadas: taxa de geração de resíduos (T.G.R., %) e quantidades estimadas de resíduos sólidos, em m<sup>3</sup>/mês, por fábrica.

Os experimentos planejados foram realizados simultaneamente nas 13 indústrias, com base numa amostra de 5 peças de cada material submetido ao processo de corte em cada fábrica. Estes materiais são representados pelo couro ao cromo, couro ao tanino, sintéticos, E.V.A. (etil-venil-acetato), tecidos, contra-fortes e espuma. Os relatórios dos experimentos foram fornecidos ao pesquisador pelos executores que participaram do

treinamento, ficando a cargo do pesquisador o processamento matemático dos dados obtidos pelos empregados das fábricas.

As informações obtidas foram divulgadas aos participantes das empresas, preservando o sigilo empresarial mediante codificação do nome das indústrias. Foram recomendadas algumas ações no sentido de reduzir a grandeza dos índices revelados pela pesquisa e que foram muito superiores aos valores admitidos nas indústrias para fins de previsão de custos.

Em seguida, as indústrias, através de seu sindicato patronal, encaminharam um relatório à FEPAM - Fundação Estadual de Proteção Ambiental, contendo as informações levantadas pela pesquisa, visando a obtenção do licenciamento ambiental para a disposição dos resíduos sólidos industriais no solo.

O quadro nº 24 apresenta as informações relativas à taxa de geração de resíduos, por fábrica, com seu respectivo intervalo de variação e média aritmética.

O quadro nº 25 contém as estimativas de volumes de resíduos industriais sólidos, também por fábrica, no estado *tal-e-qual*, constatando-se que o principal resíduo em termos de volume é o E.V.A., responsável por 76,5%. Além disso, a empresa A gera a maior parte do volume dos resíduos com 82,4% do total.

QUADRO No. 24

TAXAS DE GERAÇÃO DE RESÍDUOS (TGR%) MÉDIAS - REV 1 - JAN/94

MATÉRIA-PRIMA ↓ FÁBRICAS ⇒	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	L	M	N	AMPLITUDES		Valor médio da TGR(%)
														MIN	MAX	
1. COURO	22,6	18,6	35,6	40	26	31,6	26,6	23,2	27,4	25,8	-	-	(28)	18,6	40	27,8
2. TECIDO	27	-	-	-	-	-	-	18	-	-	32,4	-	-	18,0	32,4	25,8
3. E.V.A	24,1	-	20,3	22,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20,3	24,1	22,3
4. SINTÉTICOS	-	-	24	19,4	23,4	27,5	19,4	19	-	-	-	-	(22)	19,0	27,5	22,1
5. CONTRA-FORTES	-	34,3	-	-	16	25,8	-	-	-	26,1	13	-	-	13,0	34,3	23,0
6. ESPUMA					23,8	-			30	-	30	-	-	23,8	30	27,9

Quadro nº. 25

QUANTIDADES ESTIMADAS DE RESÍDUOS SÓLIDOS (M³/MÊS) REV. 0 - DEZ/93

FÁBRICAS ⇒ RESÍDUOS ↓	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	L	M	N	totais por resíduo	Part. (%)
1. Couro ou Cromo	62,2	8	13,8	87	18,1	31	10	0,6	-	26	-	-	1,4	258,1	13,4
2. Couro ou Tanino	-	-	23,0	-	-	-	-	4,3	20	-	-	-	2,7	50,0	2,6
3. Tecidos	52	2,8	-	-	-	-	-	0,2	-	-	3,6	-	-	58,6	3,0
4. Sintéticos	-	1,0	1,0	9,5	1,0	5	0,4	2,1	-	-	0,5	-	1,0	21,5	1,1
5. Contra-Fortes	-	1,4	-	-	0,2	1	-	-	-	-	0,1	-	-	1,3	0,07
6. E.V.A. (retalhos)	1.300	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.300	67,6
7. E.V.A. (rebarbas e pó)	172	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	172	8,9
8. Espuma/recouro	-	-	-	-	0,2	-	-	-	60,5	-	-	-	-	60,7	3,2
9. Pó de couro (úmido)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,6	-	-	-	1,6	0,08
10. Pó de borracha	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,6	-	0,6	0,05
Totais por fábricas	1.586,2	13,2	37,8	96,5	19,5	37	10,4	7,2	80,5	27,6	4,2	0,6	5,1	1.924,4	100%
Participação (%)	82,4	0,7	2,0	5,0	1,0	1,9	0,45	0,4	4,2	1,4	0,2	0,05	0,3	100%	-

Um quarto experimento realizado fora das indústrias, teve o objetivo de obter a informação sobre a taxa de compactação obtível com o uso de prensa hidráulica, com vistas à redução do volume final de resíduos. Os testes foram realizados com resíduos de couro e tecidos, acondicionados separadamente em três tonéis de 200 litros e colocados numa prensa hidráulica de 45 t. Os experimentos foram acompanhados por dois representantes das fábricas de calçados e do pesquisador. Os resultados constam do quadro nº26:

### Quadro nº. 26

Resultados obtidos nos testes de compactação mecânica dos resíduos sólidos

Resíduo	Volume Inicial (Vi)	Peso (kg)	Peso específico aparente ( $\delta_a$ )	Volume final (Vf)	Taxa de compactação	Redução percentual
couro	1 m <sup>3</sup>	106	106 kg/m <sup>3</sup>	0,20 m <sup>3</sup>	1:5	80%
tecido com espuma	1m <sup>3</sup>	120	120 kg/m <sup>3</sup>	0,25 m <sup>3</sup>	1:4	75%

Da prensagem de 1 m<sup>3</sup> de resíduos de couro, resultou apenas um fardo com as dimensões de 0,82 m x 0,46 m x 0,52 m, ou seja um volume final de 0,2 m<sup>3</sup>; já no caso do tecido, houve necessidade de fazer dois fardos devido à ruptura do arame usado na amarração e pelo fato de o tecido com espuma tender a se expandir após à prensagem. Os fardos de tecido ficaram com as dimensões aproximadas de 0,55 m x 0,47 m x 0,48 m, ou seja de 0,12 m<sup>3</sup> e peso de 60 kg cada um.

## **6.2.2 - Possíveis ações na indústria calçadista**

### **6.2.2.1 - Reengenharia na gestão dos resíduos sólidos.**

Os resultados obtidos e aplicados ao modelamento matemático previsional permitem embasar algumas propostas objetivas de minimização do volume final dos resíduos:

1.- A prensagem de resíduos de couro e de tecido das fábricas reduziria em 80% e 75%, respectivamente, o volume final de resíduos sólidos industriais. Isto representará um aumento na mesma proporção da vida útil dos aterros sanitários ou das áreas de estocagem, além de proporcionar economia no seu transporte rodoviário e exigir menos espaço físico para depositar os resíduos na fábrica. Esta proposta representa uma mudança radical no processo de disposição final dos resíduos, caracterizando uma reengenharia. Foi recomendado que os quatro maiores geradores de resíduos, responsáveis por cerca de 94% do volume total de resíduos, adotem a técnica da prensagem na própria fábrica.

#### **2.- Reprocessamento e reciclagem.**

Sem dúvida, esta é uma das alternativas que pode ser responsável por uma grande redução no volume final de resíduos. O reprocessamento do EVA (etil-venil-acetato) decidido pela empresa A, independente deste trabalho, representa uma redução da ordem de 70% no volume global, se considerarmos que todo o EVA da empresa for reprocessado. Trata-se de outro exemplo prático de reengenharia de processo, com repercussões positivas sobre o meio ambiente e com retorno financeiro para a empresa.

#### **3.- Automação do processo do corte com o uso de computador e CAD**

Em empresas de médio a grande porte, a mudança radical na tecnologia de corte, passando do sistema atual com balancins e ajuste visual do encaixe por parte do operador para um sistema automatizado de corte com o auxílio de computador e de CAD. Este recurso foi demonstrado na feira Couro Moda realizada em janeiro de 1995.

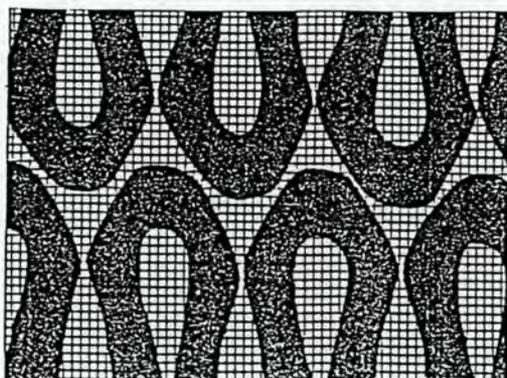
### 6.2.2.2 - Melhorias contínuas no processo de corte

Com base na metodologia desenvolvida para medir o aproveitamento da matéria-prima no processo de corte, sugerimos que as indústrias adotem um programa de melhorias contínuas, através do Controle Estatístico de Processo (CEP).

4.- Programa de melhorias contínuas através do uso do Controle Estatístico do Processo nas fábricas, com vistas à otimização da Taxa de Geração de Resíduos (TGR,%), envolvendo o nível gerencial e operacional (cortadores). Sua adoção, no entanto, envolve um processo educacional e de treinamento com expectativas de resultados a médio prazo, desde que haja o engajamento, motivação e persistência por parte dos participantes.

Para a motivação de quem toma decisões no nível gerencial mais alto da empresa, elaboramos o quadro nº 27, que denominamos de *Ecouronômico*, uma vez que a redução da taxa de geração de resíduos ou perdas não é só uma questão ambiental, mas essencialmente econômica do ponto de vista de custos, encarado pela abordagem de Jacobsen (16), conforme exposto no quadro nº 1 visto no item 3.7

A fim de sensibilizar o empresário para um esforço da indústria no sentido de melhorar o fator de aproveitamento da matéria-prima, desenvolvemos o quadro nº 27 e os gráficos correspondentes ilustrados nas figuras 16 e 17, adotando-se um preço de R\$ 22/m<sup>2</sup> de couro.



Na operação de corte representada na figura ao lado, a área quadriculada aponta um desperdício de 29% do material que, se não for utilizado para outros fins, vai para o lixo.

Fig. 15 - Ilustração das perdas de matéria-prima no corte

Fonte: Revista Tecnicouro, vol. 14 - nº. 8 - janeiro de 1993

A solução ótima para o fator de aproveitamento (F.A.) no corte depende de um estudo de custo/benefício. À priori, podemos afirmar que o benefício econômico de um programa de melhorias depende do porte da fábrica (quantidade cortada), do preço unitário do material e do nível de aproveitamento em que cada fábrica se encontra. Quanto menor for o F.A., maior será o benefício potencial em relação a um dado *benchmark*. O benefício se estende por tempo indeterminado, enquanto o custo/investimento com educação/treinamento é por tempo determinado, fazendo com que a relação custo/benefício tenda a valores cada vez menores ao longo do tempo.

**QUADRO No. 27**  
**QUADRO ECOURONÔMICO - SIMULAÇÃO DA ECONOMIA OBTIDA COM O AUMENTO DO FATOR DE**  
**APROVEITAMENTO (F.A.) NO CORTE DO COURO**

Variação do F.A. (%)		Dif. (%)	Economia Anual Obtida em R\$ x 1.000/ano (R\$ 22/m <sup>2</sup> de couro)						
de	para		100.000	150.000	200.000	250.000	300.000	350.000	450.000
60	61	1	22	33	44	55	66	77	99
	62	2	44	66	88	110	132	154	198
	63	3	66	99	132	165	198	231	297
	64	4	88	132	176	220	264	308	396
	65	5	110	165	220	275	330	385	495
	66	6	132	198	264	330	396	462	594
	67	7	154	231	308	385	462	539	693
	68	8	176	264	352	440	528	616	792
	69	9	198	297	396	495	594	693	891
	70	10	220	330	440	550	660	770	990
	71	11	242	363	484	605	726	847	1.089
	72	12	264	396	528	660	792	924	1.188
	73	13	286	429	572	715	858	1.001	1.287
	74	14	308	462	616	770	924	1.078	1.386
	75	15	330	495	660	825	990	1.155	1.485
	76	16	352	528	704	880	1.056	1.232	1.584
	77	17	374	561	748	935	1.122	1.309	1.683
	78	18	396	594	792	990	1.188	1.386	1.782
	79	19	418	627	836	1.045	1.254	1.463	1.881
	80	20	440	660	880	1.100	1.320	1.540	1.980

## NÍVEIS DE CONSUMO ANUAL DE COURO (m2/ano)

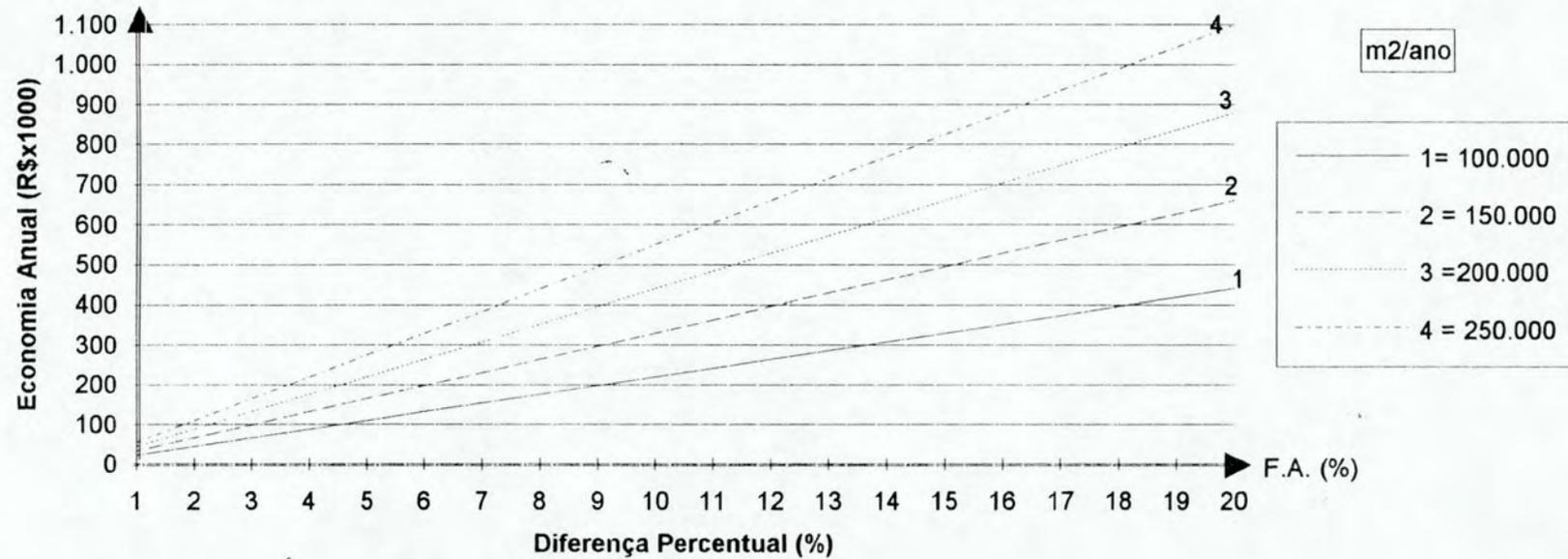


Fig. 16. Gráfico de estimativa da economia obtida com o aumento no fator de aproveitamento no corte: ) situação 1: pequenas e médias fábricas (níveis de consumo de couro).

### NÍVEIS DE CONSUMO ANUAL DE COURO (m2/ano)

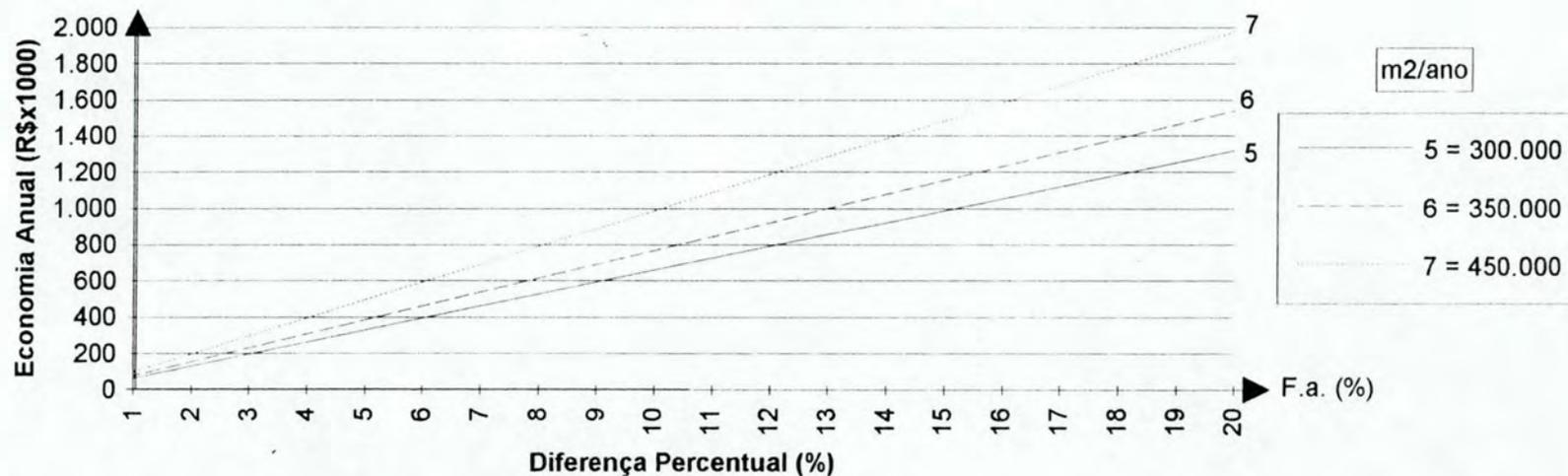


Fig. 17 Gráfico de estimação da economia obtida com o aumento no fator de aproveitamento no corte situação 2: médias a grandes fábricas (níveis de consumo de couro)

### 6.2.3 Análise dos resultados obtidos

As informações obtidas sobre a taxa de geração de resíduos nas indústrias de calçados foram transmitidas formalmente às empresas participantes, resguardando o sigilo através do uso de um número identificando cada fábrica.

Os resultados foram entregues ao sindicato patronal que congrega as indústrias participantes, permitindo que estes tivessem uma visão do conjunto em termos de aproveitamento da matéria-prima.

Como se pode verificar no quadro nº 24, com base nos experimentos executados pelos próprios participantes, a taxa de geração de resíduos (TGR, %) variou de 18,6% até 40%, e uma média de 27,8%. Estes valores causaram grande surpresa em algumas fábricas, que admitiam para fins de cálculo de custos, perdas da ordem de 6 a 10%. Um dos participantes inclusive comunicou ao pesquisador que o pessoal da contabilidade de sua fábrica não aceitava os números revelados pelos experimentos.

Uma fábrica mostrou-se interessada em desenvolver um programa de melhorias contínuas no processo de corte, com o treinamento a nível gerencial e operacional.

Uma fábrica tem projeto de reprocessar todos os resíduos de EVA até meados de 1995, reduzindo em 76,5% o volume de resíduos soltos gerados, conforme se pode verificar nas informações contidas no quadro nº 25.

Cinco fábricas se dispuseram a adquirir uma prensa hidráulica para compactar mecânicamente os resíduos soltos e com isso, reduzir o volume final em 75% a 80% conforme os resultados dos experimentos relatados no item 6.2.2 (Quadro nº 26). O interesse das fábricas também foi em prensar e vender o papelão, além de uma expectativa de alguma redução no custo de transporte dos resíduos da fábrica até o aterro sanitário.

Pelo menos uma fábrica começou a selecionar os pedaços maiores de couro gerados no processo de corte com o fim de reaproveitá-los para pequenas peças de calçados.

Uma fábrica começou a enviar o resíduo *simético* (item 4 do quadro nº 25) para uma empresa recicladora.

Finalmente, o pesquisador teve a percepção de que os participantes da pesquisa-ação adquiriram uma maior consciência ecológica no que respeita à questão da destinação final dos resíduos, além das implicações econômicas envolvidas com a geração dos resíduos nas fábricas. Também para o pesquisador, resultaram benefícios idênticos, principalmente no que tange ao desenvolvimento do sistema de informações que tornou possíveis as ações e os resultados práticos conseguidos.

## 7.- AVALIAÇÃO DO PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO E USO DO SISTEMA DE INFORMAÇÕES PARA A REALIZAÇÃO DE MELHORIAS

O processo de desenvolvimento de sistema de informações orientados para a realização de melhorias no meio industrial representado pela mineração a céu aberto e pela fabricação de calçados, tornou disponíveis informações inexistentes até então.

Sistemas de mensuração de variáveis fundamentais da produção foram desenvolvidos e colocados à disposição dos participantes das empresas. No caso da mineração, a questão consistiu em desenvolver um modelo matemático previsionial da variável custo unitário de desmonte com base no projeto de desmonte de rochas com explosivos. No caso da indústria calçadista, a variável mensurada foi a taxa de geração de resíduos. A mensuração neste caso se fez através de experimentos planejados segundo uma sistemática padronizada. Para os participantes da indústria calçadista, o trabalho permitiu a cada um uma visão coletiva e inédita em termos de valores da taxa de geração de resíduos e do volume de resíduos gerados pela diferentes fábricas individualmente e em seu conjunto.

O trabalho desenvolvido evidenciou que, embora a abordagem inicial tenha sido de natureza ambiental, os aspectos econômicos revelados são capazes de motivar os empresários, como tomadores de decisão, a buscar a realização de melhorias de seu interesse.

Participaram da pesquisa-ação cinco empresas de mineração e treze indústrias fabricantes de calçado, com um número de treinandos em torno de 40. Atividades industriais de natureza tão diferentes entre si como a mineração e a indústria de calçados, com níveis de receita mensal indo desde um pouco mais de uma dezena de milhares de reais até a ordem de milhões de reais, conseguiram assimilar a metodologia e realizar melhorias em seu processo produtivo.

Um limite da pesquisa-ação que se constatou foi com relação ao envolvimento do tomador de decisão dentro da estrutura organizacional das empresas participantes, no caso de a pessoa indicada para participar do treinamento não ter o poder de decisão para proceder a mudanças internas. Além disso, a participação de apenas um representante da empresa apresenta o risco de se perder os conhecimentos se ele sair do seu quadro.

## 8 - CONCLUSÕES

Neste capítulo, são apresentadas as conclusões do trabalho relativamente às contribuições da intervenção ambiental nas indústrias, desenvolvimento e uso de sistemas de informações orientados para a realização de melhorias contínuas e/ou reengenharia no campo de estudo.

### 8.1 - Principais resultados obtidos

Uma conclusão fundamental que podemos extrair deste trabalho é a de que as melhorias obtidas no campo de estudo só se tornaram possíveis a partir das intervenções ambientais nas indústrias com o apoio de sistemas de informações. Estes proporcionaram uma melhor compreensão aos participantes e ao próprio pesquisador do processo de tomada de decisões visando à otimização de resultados.

Algumas informações obtidas, como a taxa de geração de resíduos na indústria calçadista, causaram surpresa aos participantes, transmitindo-lhes algo que eles não sabiam e não tinham condições de prever por falta de um método de mensuração. Segundo pesquisa de opinião entre os participantes do curso sobre o nível de perdas de matéria-prima no corte nas fábricas, 92% das estimativas de caráter subjetivo incidiram na faixa da TGR menor que 15%, com o valor mais frequente em torno de 10%. Os experimentos realizados nas fábricas revelaram que 95% dos valores estavam acima de 15% e a média ponderada por frequência foi de 28%.

Ficou também evidenciada a importância da coleta de dados tendo um objetivo em vista e a absoluta necessidade do treinamento do pessoal envolvido com o processo.

Com a implantação do modelo de sistema de informações concebido no capítulo 5 deste trabalho, foi possível planejar e realizar uma série de melhorias no processo produtivo, principalmente no caso das minerações a céu aberto.

Concluimos que a metodologia desenvolvida é exequível, aplicável de modo geral, eficaz e de baixíssimo custo. O *Cadastro das Detonações* é um bom exemplo do que afirmamos, mostrando-se eficiente no controle e otimização de custos de desmonte de rochas, ao mesmo tempo em que permite um registro sistemático das condições técnicas, de segurança e ambientais da detonação de explosivos.

Sem um registro dos dados e condições de cada detonação, é praticamente impossível ao engenheiro como responsável técnico ou ao fiscal da FEPAM realizarem uma avaliação dos impactos da detonação sobre os custos e sobre o meio ambiente.

## **8.2 - Limites do estudo**

O estudo ficou delimitado dentro do setor industrial com fortes impactos ambientais decorrentes de seu processo produtivo, circunstância que proporcionou a oportunidade de acesso às empresas participantes. Não fosse este tipo de motivação, seria altamente improvável que tivesse sido possível quantificar o volume de resíduos sólidos gerados pelas indústrias calçadistas, por exemplo, para o que foi preciso medir a taxa de geração de resíduos. Da mesma forma, no caso da mineração, foi através da elaboração dos Planos de Controle Ambiental exigidos pela FEPAM, que o autor pôde conhecer melhor a realidade das pequenas e médias minerações de basalto e, a partir daí, conceber um sistema de informações voltado para a realização de melhorias e/ou reengenharia no desmonte de rochas com explosivos.

## **8.3 - Recomendações para novos estudos**

Apesar destes limites iniciais do estudo quanto à criação da oportunidade de acesso às organizações, essa motivação ambiental pode agora ser substituída pela motivação econômica para outras empresas dos setores envolvidos, pelo que foi apresentado nos estudos de casos.

Outras operações do processo produtivo dos mesmos setores industriais poderiam ser alvo de melhorias e/ou reengenharia, com base em sistemas de informações específicos. Isto, no entanto, exigiria uma análise particularizada e um trabalho semelhante a este.

Além disso, outros setores industriais com características semelhantes àqueles inseridos neste trabalho, como os curtumes, a indústria química e as empresas de construção civil (desmonte de rochas com explosivos na abertura de estradas) poderiam também compor campos de estudos para aplicação da metodologia desenvolvida neste trabalho. Processos, dados e informações, necessidade de realizar melhorias continuamente no sentido econômico e/ou ambiental, são aspectos comuns a todas as indústrias.

## **8.4 - Recomendações às empresas**

Coerentemente com o modelo de sistema de informações adotado na pesquisa-ação, as recomendações constituem a interface entre a pesquisa e a tomada de decisão ou ação que se situa no ambiente empresarial.

No capítulo 3 em que se tratou do referencial teórico, foi apresentada a concepção da qualidade total em sua abordagem mais ampla, de modo sistêmico. Os casos práticos demonstraram que aspectos ambientais não são estanques, dissociados da problemática de custos e de eficiência dos processos produtivos. Esta se nos afigura como uma recomendação relevante, ou seja, que se encare a questão ambiental sob a ótica da qualidade em seu sentido amplo, inclusive do ponto de vista econômico, não só em termos de lucro mensurável, mas também em valores difíceis de quantificar como o custo social ou as *perdas societais* de Taguchi.

Reduzir em 1% a taxa de geração de resíduos no corte de couro e outras matérias-primas equivale a aumentar o fator de aproveitamento em 1%. Quando consideramos que o valor das perdas eram estimadas em torno de 10% pelos participantes das indústrias de calçados e que, na realidade, este índice se revelou pelos experimentos ser maior de duas a quatro vezes, isto justifica um esforço no sentido de buscar melhorias neste processo, com uma possibilidade concreta de ganhos expressivos. Afinal de contas, pelo quadro 27, uma fábrica de porte médio que consuma 250.000 m<sup>2</sup>/ano de couro, economizará R\$ 55.000,00 por ano para cada 1% de melhoria obtida. Isto nos parece um argumento suficiente para se adotar um programa de melhorias contínuas no corte através de investimentos em treinamento (aprendizagem organizacional *in company*).

Finalmente, recomendamos que os dados brutos, disponíveis ou ocultos, sejam adequadamente tratados para se converterem em informações úteis, capazes de embasar decisões voltadas para a realização de melhorias contínuas, pequenas ou radicais, em todos os aspectos de seu negócio. É neste momento de *crise* que se deve realizar as mudanças visando adequar a indústria calçadista para ser mais competitiva.

### **8.5 - Implicações ambientais e gerenciais**

Algumas implicações ambientais e gerenciais relevantes deste trabalho são apresentadas abaixo, coerentemente com o objetivo proposto.

#### **8.5.1 - Mineração a céu aberto/Use do Cadastro das Detonações**

Permitiu avaliar tecnicamente os impactos ambientais decorrentes de cada detonação, principalmente: frequência das detonações, carga detonada instantaneamente, pressão acústica, ruídos e vibrações em residências, ocorrência de anormalidades, como *tiro* falhado,

lançamento de pedras para fora da área de segurança da mineração, etc. Com o registro correto e confiável dos dados, é possível verificar se os procedimentos adotados estão de acordo com o *Plano de Fogo*. Isto é particularmente importante nas pequenas e médias minerações situadas próximas a núcleos urbanos e que não possuem em seus quadros um engenheiro de minas para acompanhar cada desmonte.

### 8.5.2 - Indústria calçadista

A metodologia de medição das perdas de matéria-prima no corte permitiu conscientizar os participantes da existência de um problema no aproveitamento da matéria-prima, antes desconhecido. A partir disso, criou-se uma situação que permite aprofundar o trabalho passando a ser uma questão gerencial. A adoção de programas de qualidade ambiental na indústria calçadista contempla simultaneamente a questão do meio ambiente e a gerencial. O atendimento da legislação ambiental brasileira não é uma questão de adesão como nos programas de qualidade e produtividade promovidos por vários organismos e estimulados pelo Governo. Trata-se, de fato, de uma obrigação, pois, caso as indústrias não se adequem legalmente, estarão sujeitas a penalidades rigorosas, como multas, interdição dos locais de disposição de resíduos.

A adoção da prensagem de resíduos, como forma de diminuir o volume e minimizar o impacto ambiental decorrente de sua disposição no solo, foi decidida pelas indústrias participantes através de uma Central de Prensagem junto ao futuro aterro sanitário. Com isto, haverá uma melhoria radical em termos de impacto ambiental. As indústrias terão um custo que antes não tinham, mas, em compensação, terão o benefício de minimizar a degradação ambiental, a melhoria de sua imagem perante a sociedade e, inclusive, uma maior aceitação de donos de terras em permitir a instalação de novos locais para disposição dos resíduos. O *custo societal* de Taguchi será substancialmente reduzido. Finalmente, as indústrias, no momento em que estiverem ambientalmente conscientizadas, buscarão outras alternativas para os seus resíduos, como re-processamento, reciclagem, re-aproveitamento e redução na origem.

Para se conseguir este estágio, é fundamental a ação combinada exercida pela pressão da legislação ambiental sobre as indústrias e o apoio de sistemas de informações voltados à tomada de decisões, sob pena de se cumprir apenas a lei sem usufruir de eventuais benefícios econômicos.

## 9. - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ANTHONY, R.N. - **Planning and Control Systems - A Framework for Analysis.** Harvard: Harvard University , 1965
2. ANTHONY, R.N. - **Fundamental of Management Accounting.** Harvard , 1981
3. ARGYRIS, C. and SCHON, D.A. - **Organizational Learning: A Theory of Action.** -New York: Perspective Addison-Wesley Publishing Company , 1978.
4. BIO, S.R. - **Sistemas de Informação: um enfoque gerencial.** São Paulo: Atlas , 1985.
5. CAIRNCROSS, F. - **Meio Ambiente: Custos e Benefícios.** São Paulo: Livraria Nobel, 1992.
6. CAMPOS, V.F. - **TQC Controle da Qualidade Total (no Estilo Japonês)** . Belo Horizonte, MG: Fundação Christiano Ottoni - UFMG ,1992
7. CORSON, W.H. - **Manual de Ecologia Global** . São Paulo: Ed. Augustus ,1993
8. DAVENPORT, T.H. - **Reengenharia de Processos.** São Paulo: Ed. Campus, 1993
9. DAVIS, B.G. - **Management Information Systems: Conceptual Foundations, Structure and Development** .New York: McGraw - Hill Book Company , 1978
10. ELY, A. - **Economia e Meio Ambiente.** 4 ed. - Porto Alegre, RS: FEE , 1990
11. ERNST & YOUNG - **Gestão Total dos Custos.** Rio de Janeiro: Ed. Record ,1993
12. FARIA, W. de - **Teorias de Ensino e Planejamento Pedagógico** . São Paulo:Ed. Pedagógica e Universitária , 1987
13. GOLDRADT, E.M - **A Síndrome do Palheiro - Garimpendo Informação num Oceano de Dados.** São Paulo: Educator Editora ,1993
14. HAMMER, M. and CHAMPY, J. - **Reengenharia.** 8 ed. - Rio de Janeiro:Ed. Campus , 1994
15. ISHIKAWA, K. - **Guide to Quality Control.** Tokyo: Asian Productivity Organization ,1993
16. JACOBSEN, P. - **Otimização de Custos e Produtividade.** São Paulo: COP Editora 1990
17. KOLB, D.A. and FROHMAN, A.L. - **An Organization Development Approach to Consulting-** Sloan Management Review, vol. 12, nº. 1, pp. 51-65 , 1970

18. KUME, H. - **Métodos Estatísticos para Melhoria da Qualidade.**-São Paulo: Ed. Gente ,1993
19. MARAMALDO, D. - **A Estratégia para a Competitividade**-São Paulo: Produtivismo Artes Gráficas ,1989
20. MASON, R.O. - **Basic Concepts for Designing Management Information Systems.** New York: AIS Research Paper n. 8 - october ,1969
21. McCOSH, A.M. - **Developing Managerial Information Systems.** London: :McMillan Press , 1981
22. NAGEL, T.S. e RICHMAN, P.T. - **Ensino para a Competência - uma Estratégia para Eliminar Fracasso.** Porto Alegre: Ed. Globo , 1973
23. OLIVEIRA, J.B.A. - **A Empresa Inteligente**-2 ed. Porto Alegre: Ed. Ortiz, 1993
24. OLLOFSON, S.O. - **Applied Explosives Technology for Construction and Mining**- Suécia:Ed. Applex ,1990
25. REBOUÇAS DE OLIVEIRA, D.P. - **Sistemas de Informações Gerenciais** São Paulo:Ed. Atlas ,1992
26. SCHERKENBACH, W.W. - **Os Caminhos de Deming para a Qualidade e Produtividade.** 2 ed. Rio de Janeiro: Ed. Qualitymark , 1991
27. SCHOLTES, P.R. - **Times da Qualidade.** Rio de Janeiro: Qualitymark , 1992
28. SLOAN, D.A. - **Mine Management.** New York ,1983
29. SULLIVAN, L.P. - **The Seven Stages in Company-Wide Quality Control.** Quality Progress, maio de 1986.
30. THIOLENT, M. - **Metodologia da Pesquisa-Ação.** 5 ed.- São Paulo: Ed. Autores Associados,1992.
31. WETHERBE, L.P. - **Executive Information Requirements: Getting it Righth.** 1986

## ANEXO A

A<sub>1</sub> - Formulário *Cadastro das Detonações* - Rev. 4 - novembro de 1994

A<sub>2</sub> - Fig. 7 - Sequência de ações no sentido da otimização do desmonte de rochas com explosivos a céu aberto.

A<sub>3</sub> - Fig. 8 - Ilustração dos elementos essenciais no desmonte de rochas a céu aberto

# CADASTRO DAS DETONAÇÕES

(PLANEJAMENTO E CONTROLE AMBIENTAL E ECONÔMICO)

① DIAM. Pol. mm


② PEDREIRA

③ OBJETIVO

BLOCO  BRITA

PEDRA IRREGULAR

④ BLASTER

⑤ "FOGO"

Nº:   /  /

EM:   /  /

⑥ FURAÇÃO

	PLANO	REAL
1. MALHA BASE DE FURAÇÃO		
A x E (m)		
2. Nº DE FILEIRAS/"FOGO"		
3. Nº DE FUROS/FILEIRA		
4. Nº TOTAL DE FUROS		
5. ÁREA FURADA/"FOGO" (m²)		
6. COMP. MÉDIO DOS FUROS (m)		
7. METRAGEM FURADA/"FOGO" (m)		
8. VOL. MÉDIO/FURO (m³/furo)		
9. VOL. DESM. ESTIMADO/"FOGO" (m³)		
10. FURAÇÃO ESPECÍFICA m/m³		
11. REND. DA FURAÇÃO (m/h)		
12. TEMPO DE FURAÇÃO/"FOGO" (h)		
13. PRODUTIVIDADE OPER. (m³/m)		
14. MÓDULO DE INFLEXIBILIDADE		

⑨ CROQUIS DA MALHA E LIGAÇÕES

⑩ DESCRIÇÃO DO MATERIAL A SER DESMONTADO

⑦ CARREGAMENTO DOS FUROS

15.a) EXPLOSIVO TIPO 1 (fundo ou único) Kg/furo	Q <sub>1</sub>	
15.b) EXPLOSIVO TIPO 2 (coluna) Kg/furo	Q <sub>2</sub>	
16. CARGA DE EXPLOSIVO/"FOGO"	Q	
17. RAZÃO DE CARGA (g/m³)	Q*	
18. CARGA MÁXIMA POR ESPERA	Q <sub>g</sub>	
19. TAMPÃO	m	

⑪ ESQUEMA DE CARREGAMENTO DOS FUROS

SEQÜÊNCIA OPERACIONAL

a) .....

b) .....

c) .....

d) .....

⑧ ACESSÓRIOS DA DETONAÇÃO

20. CORDEL DETONANTE (m)	Q <sub>c</sub>	
21. ESPOLETA (peça)		
22. RETARDO (peça)		
23. ESTOPIM (m)		
24.		

⑫ CUSTO DO DESMONTE

1. CUSTO DA FURAÇÃO:  $\frac{m}{m^3} \times R_1, /m = R_2 /m^3$

2. CUSTO DOS EXPLOSIVOS E ACESSÓRIOS

MATERIAL	QUANT.	PREÇO	SUB-TOTAL	ACUM (R\$)
Explosivo				
Cordel det.				
Espoleta				
Retardo				
Estopim				

3. CUSTO UNITÁRIO DOS EXPLOSIVOS MAIS ACESSÓRIOS

R\$ ..... = R\$ ..... /m³ = U\$/m³

4. CUSTO UNITÁRIO DO DESMONTE = itens 1+3 = R\$ ..... /m³

⑬ EXECUÇÃO DO DESMONTE

PROGRAMADO PARA O DIA:   /  às   h   min

REALIZADO NO DIA:   /  às   h   min

CONDIÇÕES DO TEMPO NA HORA DA DETONAÇÃO

CÉU CLARO SEM VENTO

CÉU CLARO E VENTOSO NA DIREÇÃO:   

NUBLADO SEM VENTO

NUBLADO E VENTOSO NA DIREÇÃO:   

TEMPERATURA:   °C

PRESSÃO ATMOSFÉRICA   atm

DIREÇÃO PREDOMINANTE DO LANÇAMENTO NO DESMONTE (INDICAR): Houve ultralanchamento? Não

N    NE    S    NO

L    SE    O    SO

Relacione possíveis causas:

1. ....

2. ....

ÁREA DE RISCO FOI INTERDITADA ANTES DO "FOGO"?

SIM    NÃO

HOUE TIRO FALHADO?  SIM    NÃO

(em caso positivo, informe medidas tomadas no campo 14)

CORDEL DETONANTE FOI TAPADO?  SIM    NÃO

⑭ OBSERVAÇÕES SOBRE A DETONAÇÃO

EXPL.	BAN/Cx.	Pban(g)	Fornecedor	Preço/Kg
1				
2				

FRAGMENTAÇÃO OBTIDA:  Muito boa    Satisfatório

Regular    Insatisfatório

BLASTER   RESP. TÉCNICO

NOER, R.   REV. 4 NOV 94

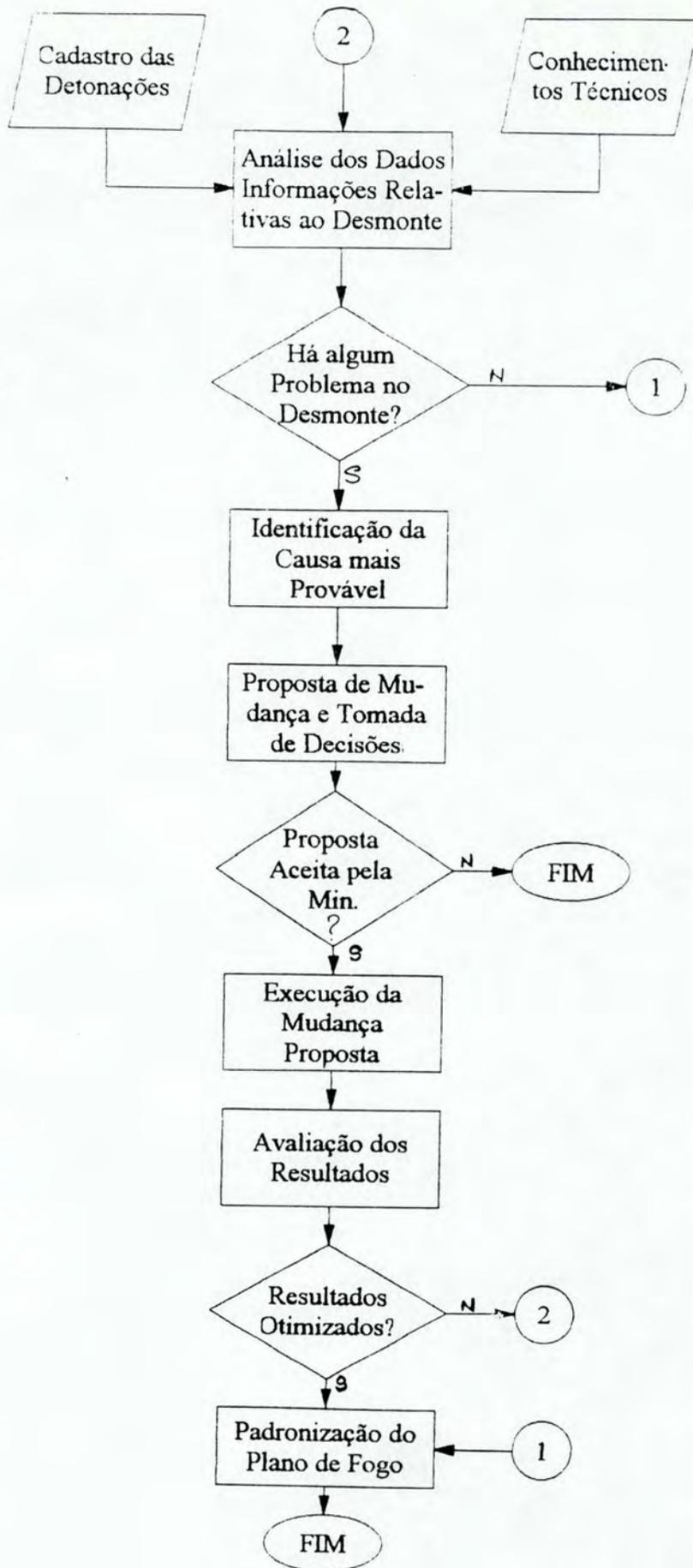
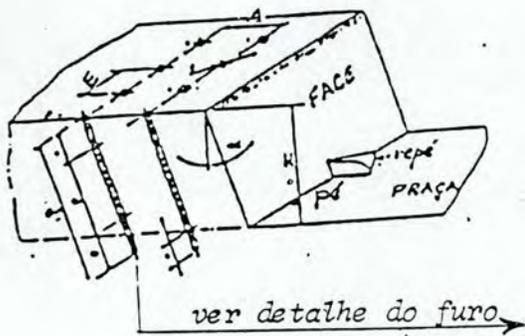
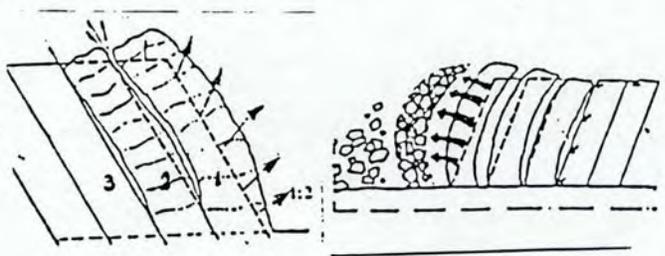
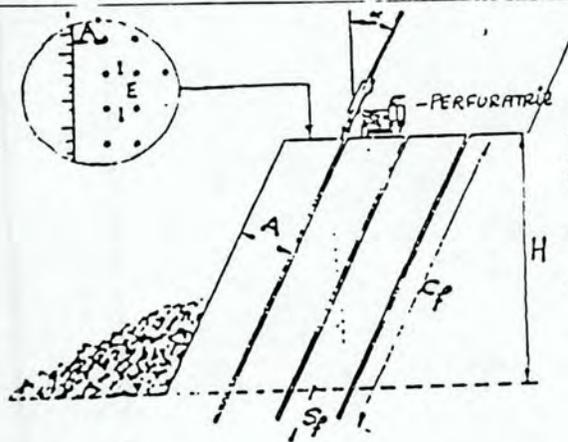


Fig. 7- Sequência de ações no sentido da otimização do desmorte de rochas com explosivos.

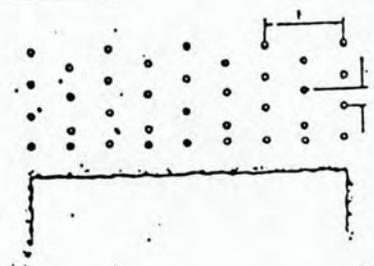
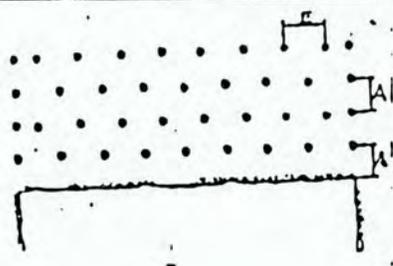
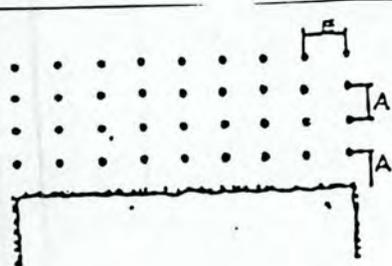


.1 - Vista da frente de extração      2. carregamento do furo com explosivo



3. - Geometria da bancada.

.4 - Ilustração do processo de desmonte das rochas



$E=1,3 A$

a) malha regular

b) malha estagiada

$E= (3 a 6) A$

c) malha alongada

.5 - Geometrias alternativas da malha de furação.

Fig. 8 - Ilustração dos elementos essenciais do desmonte de rochas a céu aberto

## **ANEXO B**

Ordem de Serviço nº. 03/92 da FEPAM- Fundação Estadual de Proteção Ambiental referente às detonações de explosivos a céu aberto.



ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL  
FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL

ORDEM DE SERVIÇO FEPAM Nº 0003/92

Considerando que os trabalhos de desmonte de rochas com explosivos causa elevada periculosidade e desconforto para a população, quando mal conduzida, especialmente em áreas urbanas;

Considerando, portanto, a necessidade de um eficaz controle ambiental nas denotações na mineração com um efetivo acompanhamento técnico desta administração ambiental;

DETERMINA:

1. A obrigatória observância, a partir de 01/10/92, da NBR 9653 da ABNT, de novembro de 1986, quando ocorrer mineração em área urbana com a utilização de explosivos.

2. Que o Quadro Técnico Responsável desta Fundação observe, nos procedimentos licenciatórios, as exigências da Norma Técnica supra mencionada, bem como fiscalize os administrados, visando, igualmente, o atendimento da mencionada norma.

3. Na hipótese de minerações com a utilização de explosivos, fora da área urbana, deverá ser exigido e fiscalizado, pelo Corpo Técnico Competente, o cumprimento do Cadastro Técnico das Detonações, o qual poderá ser idêntico ou similar ao modelo pela Norma Técnica acima referida, com a indispensável



ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL  
FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL

responsabilidade técnica, para novos licenciamentos ambientais ou suas renovações.

Porto Alegre, 30 de setembro de 1992.

Geól. Luciano Teodoro Marques,  
Diretor-Presidente da Fundação Estadual  
de Proteção Ambiental.

Registre-se. Dê-se ciência ao  
Departamento de Controle,  
Departamento de Qualidade e  
Assessorias.  
Em, 30/09/92.

Assis P. P. Piccini,  
Diretor-Técnico da Fundação  
Estadual de Proteção Ambiental.

## ANEXO C

Manual do Participante - Módulo 1 (14 páginas)



# FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

ENTIDADE TÉCNICO-CULTURAL CRIADA EM 26-12-65  
VINCULADA AO DEP. DE ENGENHARIA DE MINAS DA U.F.R.G.S.  
INTEGRANDO A UNIVERSIDADE COM A INDÚSTRIA DA MINERAÇÃO  
LABORATÓRIO DIDÁTICO DE LAVRA DE MINAS - LAMIN

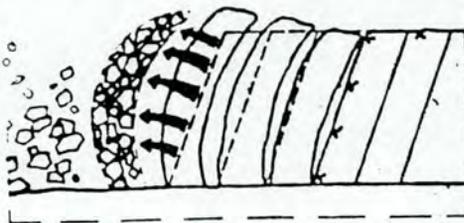
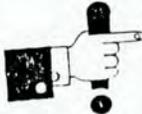
PPGA - PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO DA UFRGS  
ÁREA: PRODUÇÃO E SISTEMAS

## SISTEMA DE INFORMAÇÕES PARA A INDÚSTRIA DA MINERAÇÃO

MÓDULO 1 - DESMONTES DE ROCHAS - OPERAÇÃO: DETONAÇÃO - PLANEJAMENTO E CONTROLE

EMPRESA:

### MANUAL DO PARTICIPANTE



Instrutor responsável: Engº Renato Noer  
1992

PROIBIDA A REPRODUÇÃO DESTES MANUAIS, NO TODO OU EM PARTE, SEM PRÉVIA  
E EXPRESSA AUTORIZAÇÃO DO AUTOR (LEI DOS DIREITOS AUTORAIS)



# FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

ENTIDADE TÉCNICO-CULTURAL CRIADA EM 26-12-65  
 VINCULADA AO DEP. DE ENGENHARIA DE MINAS DA U.F.R.G.S.  
 INTEGRANDO A UNIVERSIDADE COM A INDÚSTRIA DA MINERAÇÃO

ASSUNTO: Implantação do SISTEMA DE INFORMAÇÕES PARA A INDÚSTRIA DA MINERAÇÃO

Módulo: Desmorte - Operação: Detonação

Formulário: Código SI-1.1 -100-02-RN- Cadastro das Detonações - Rev. 3

Finalidade: estabelecer um registro ou cadastro das detonações a fim de permitir um controle ambiental, dos custos e da produção da pedreira.

## ORIENTAÇÃO DE PREENCHIMENTO

### INTRODUÇÃO

O desmorte de rochas é uma atividade muito importante na mineração. Por que? porque é essencial para a produção; porque envolve custos, é uma questão de segurança e de meio ambiente. As detonações podem incomodar os vizinhos, podem criar riscos à segurança e podem lhe dar algumas "dores-de-cabeça", não é mesmo? Além disso, cada detonação significa gasto, um monte de dinheiro. Na hora de provar que você fez tudo certo, fica difícil analisar sem dados. Por isso, é preciso fazer um registro ou cadastro das detonações, de modo sistemático e padronizado. É o que veremos neste treinamento. Acreditamos que a empresa com a presente orientação e a mentalidade progressista que tem, implantará este cadastro sem maiores dificuldades. Nesta parte do módulo, só vamos tratar do desmorte de basalto no maciço. Situações imprevistas podem surgir na operação da pedreira, que terão que ser resolvidos caso a caso.

### APRESENTAÇÃO DO FORMULÁRIO CÓD. SI1.1-100-02-RN - CADASTRO DAS DETONAÇÕES

Não se impressione pelo título do formulário que é mais simples do que parece.



# FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

ENTIDADE TÉCNICO-CULTURAL CRIADA EM 26-12-65  
VINCLADA AO DEP. DE ENGENHARIA DE MINAS DA U.F.R.G.S.  
INTEGRANDO A UNIVERSIDADE COM A INDÚSTRIA DA MINERAÇÃO

Nosso treinamento consiste em um conjunto de instruções para preencher corretamente o formulário, cuja responsabilidade deverá ser compartilhada com colega(s) seu(s). Já ficou mais fácil, não? Aliás, na pedreira de Montenegro já está em funcionamento. Pela experiência prática, verificamos que o treinamento é fundamental, assim como a vontade do usuário em fazer a inovação e contribuir para o aperfeiçoamento,

Então, vamos ao que interessa!

Em anexo, você tem um modelo do formulário com vários campos (espaços com cantos arredondados), com um círculo pequeno encima e inscrito nele um número. Deu prá ver? O primeiro campo, com o nº 1, está na parte superior, à esquerda. Acompanhe as instruções com o modelo do formulário a mão.

Você só precisa colocar um xis (x) no retângulo correspondente à alternativa correta.

Quantas opções de diâmetro de furação você tem na pedreira?

Resp:

O campo 2 já está preenchido. Então passemos para o campo 3, para registrar o objetivo da detonação; é só assinalar com um (x) a opção adequada.

Qual é a alternativa mais usada na pedreira?

Resp:

Já que a coisa está fácil, coloque o nome do blaster por extenso. Depois a gente datilografa o nome e não precisa mais escrever. Por falar em escrever, é preciso que os números e as letras sejam legíveis e sem rasuras. Pode ser a lápis. Não esqueça: manuscrito e não mal escrito. Também não é o caso de ter letra bonita, apenas que seja compreensível. Está bem? Então, vamos em frente.

Campo 5: preencha com o número do "fogo" de modo seqüencial e a data do preenchimento, que pode não ser o da detonação. É bom preenchê-lo na véspera da detonação. O nº do "fogo" tem um número de ordem e depois o ano.

## Campo 6: Furação

Aí temos uma série de informações. Não se assuste! Vamos deixar para você preencher só parte daqueles retângulos. Como? Bom, a coluna com a palavra PLANO fica de fora, reservada para o planejamento do desmonte. A coluna que nos interessa é a da direita que tem a



# FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

3

ENTIDADE TÉCNICO-CULTURAL CRIADA EM 26-12-65  
VINCULADA AO DEP. DE ENGENHARIA DE MINAS DA U.F.R.G.S.  
INTEGRANDO A UNIVERSIDADE COM A INDÚSTRIA DA MINERAÇÃO

palavra REAL em cima. Para a análise e o controle dos dados reais, o mais importante é que o preenchimento seja feito corretamente.

O Campo 6 é o mais extenso, possui itens numerados de 1 a 14, embora nem todos você irá preencher. Durante o treinamento, vamos definir quem será o responsável por cada um dos itens ou informações.

Item 1: malha-base de furação: refere-se às dimensões da malha usada na pedreira neste "fogo", em termos de afastamento (A) e de espaçamento (E).

Item 2: Nº de fileiras "fogo" - escreva o nº de fileiras.

Item 3: Nº de furos por fileira - informe quantos furos foram feitos por fileira.

Item 4: Área furada/"fogo" - aplicável só no topo da pedreira, no desmonte da parte superior do paredão. Meça no terreno com trena o comprimento total da fileira e a distância da última fileira até o canto da frente. Obtidas estas duas dimensões, é só multiplicá-los entre si e temos a área furada que será desmontada. No final do ano, a soma total nos dará a área anual lavrada.

Item 5: O comprimento dos furos pode variar num mesmo "fogo". Uns serão mais compridos, outros mais curtos, a não ser que a topografia seja plano. No seu caso, como variam os comprimentos dos furos?

- apresentam comprimento regular de \_\_\_ m
- apresentam comprimento pouco variável entre \_\_\_ m e \_\_\_ m
- apresentam comprimentos muito variáveis entre \_\_\_ m e \_\_\_ m

Assinale a alternativa mais adequada no seu caso.

Caso a variação nos comprimentos dos furos for sensível a ponto de ter que alterar a quantidade de explosivos carregados em cada um, então há necessidade de anotar o comprimento de cada furo e colocar uma plaquinha de papelão correspondente ao lado do furo. Depois, anote todos os valores numa folha à parte, assim:



# FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

ENTIDADE TÉCNICO-CULTURAL CRIADA EM 26-12-65  
 VINCULADA AO DEP. DE ENGENHARIA DE MINAS DA U.F.R.G.S.  
 INTEGRANDO A UNIVERSIDADE COM A INDÚSTRIA DA MINERAÇÃO

<u>Furo nº</u>	<u>Comprimento</u>
1	.
2	.
3	.
.	.
.	.

Some os comprimentos e divida pelo nº de furos e teremos o comprimento médio dos furos. Uma pequena calculadora pode lhe ajudar.

Podemos ir adiante?

Antes, vamos explicar o sub-campo 3.1:

Item 3.1: Este sub-item foi colocado no campo 9, na parte inferior. Achou? Anote aí o total de furos do "fogo".

Item 6: Metragem furada/"fogo" refere-se ao total de metros furados neste "fogo" e se obtém multiplicando o comprimento médio dos furos pelo número total de furos (item 3.1 no campo 9).

Item 7: Volume médio de rocha por furo. Para obtermos esta informação, precisamos calcular a área média de influência de cada furo, dividindo o resultado do item 4 pelo item 3.1 e multiplicando o quociente pelo comprimento médio dos furos.

No caso de desmonte na parte intermediária do paredão, obtém-se esta informação multiplicando a área da malha-base (AxE) pelo comprimento médio dos furos.

Se você achar complicado, deixe para a gente fazer os cálculos.

Item 8: Volume desmontado estimado por "fogo"- refere-se ao volume de rocha in situ, isto é, na sua situação original no maciço. Obtém-se da seguinte forma:

Multiplicamos o valor do item 5 pelo valor da área furada que você mediu e registrou no item 4 e obtemos o volume de rocha desmontado pela detonação. Também pode ser obtido multiplicando o valor do item 7 - volume médio de rocha por furo pelo item 3.1 - nº total de furos.



# FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

ENTIDADE TÉCNICO-CULTURAL CRIADA EM 26-12-65  
VINCULADA AO DEP. DE ENGENHARIA DE MINAS DA U.F.R.G.S.  
INTEGRANDO A UNIVERSIDADE COM A INDÚSTRIA DA MINERAÇÃO

No final do ano, podemos saber quantos metros cúbicos de rocha extraídos da jazida para informarmos ao DNPM no Relatório Anual de Lavra. Sem um registro deste tipo, fica muito difícil ter esta informação.

## Item 9: furação específica

A furação específica nos informa a quantidade furada por metro cúbico de rocha desmontada. Isto nós obtemos facilmente: é só dividir o valor do item 6 pelo valor do item 8.

$$\text{Furação específica} = \frac{\text{Metragem furada/"fogo" (item 6)}}{\text{Volume desmontado por "fogo" (item 8)}} \quad (\text{m/m}^3)$$

## Item 10: rendimento na furação (m/h)

Para obtermos esta informação, você deve controlar a hora e o dia em que iniciou a furação para obter este "fogo" e a hora e o dia em que terminou. Aí, você conta o número de horas de trabalho corridas (sem considerar as pequenas interrupções que ocorrem durante a operação). Por exemplo, você começou a fazer a furação (1º furo) às 10h de uma 3ª feira e o último furo é concluído às 15h de 6ª feira.

Quantas horas de trabalho foram utilizadas na furação deste "fogo"?

3ª feira: das 10h às 12h = 2h  
das 13h30 às 17h30 = 4h

4ª feira: 8h

5ª feira: 8h

6ª feira: manhã = 4h  
tarde = 1,5h

Total = 6h + 8h + 4h + 1,5h = 27,5h

Deu para entender? Para a finalidade deste treinamento não é necessário maior detalhamento.

Agora ficou fácil preenchermos o item 10: basta dividir o valor do item 6 pelas horas corridas empregadas na furação e teremos o valor do rendimento da furação. Para que serve esta informação?



# FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

ENTIDADE TÉCNICO-CULTURAL CRIADA EM 26-12-65  
 VINCULADA AO DEP. DE ENGENHARIA DE MINAS DA U.F.R.G.S.  
 INTEGRANDO A UNIVERSIDADE COM A INDÚSTRIA DA MINERAÇÃO

Item 11: tempo de furação/"fogo": aqui é só fazer constar o valor já calculado antes. É só para deixá-lo explícito, quer dizer, aparente.

Itens 12, 13 e 14 estão em branco, ficaram em "reserva" para alguma informação a mais que você queira incluir no cadastro. Se não tiver mais nada, então este campo está concluído, quer dizer; os furos estão prontos para ser carregados.

## Campo 7: CARREGAMENTO DOS FUROS

Este campo está reservado para registrar as informações sobre o carregamento dos furos com explosivo.

Item 15: este item possui duas linhas: a de cima para registrar o nº de bananas colocadas por furo. Se este número for variável, faça como no item 5, calcule a média. Anote a quantidade de cada furo ao lado do respectivo número do furo da lista do item 5. Se a quantidade de bananas for uniforme, aí fica mais simples.

Agora, como vamos calcular a quantidade de explosivos, em Kg (quilo) colocada em cada furo? É fácil. Multiplicamos o número de bananas colocado por furo e pelo peso de cada banana. Este, por sua vez, se obtém dividindo o peso da caixa de explosivo (25 Kg) pelo número de bananas ou cartuchos contidos nela. Não se esqueça de transformar em Kg o valor encontrado. Se houver dois tipos de explosivo no furo, como carga de fundo (mais pesado normalmente) e com carga de coluna, digamos mais leve, é preciso calcular a quantidade de cada um e somar.

Item 16: carga de explosivo/"fogo": refere-se à quantidade de explosivo detonada no "fogo" e se obtém multiplicando a quantidade por furo pelo número total de furos detonados (item 3.1). Registre no campo 9 - sub-campo 16.1 o número total de bananas ou cartuchos efetivamente consumido na detonação.

Esta informação é importante para o controle do impacto ambiental e em termos de custos, conforme veremos mais adiante.



# FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

ENTIDADE TÉCNICO-CULTURAL CRIADA EM 26-12-65  
 VINCULADA AO DEP. DE ENGENHARIA DE MINAS DA U.F.R.G.S.  
 INTEGRANDO A UNIVERSIDADE COM A INDÚSTRIA DA MINERAÇÃO

Item 17: Outra informação importante é a razão de carga que se obtém dividindo o item 15 pelo item 8. O resultado se multiplica por 1.000 para se obter a unidade  $q/m^3$ .  
 Você sabe a razão de carregamento da pedreira?

Item 18: Informar o comprimento do tampão, em metro.  
 Veja o anexo II extraído do Manual do Blaster.

Item 19: Só é aplicável se você variar a concentração linear do explosivo no furo, com carga de coluna e carga de fundo (mais concentrada). Se você usar carregamento homogêneo, este item fica em branco. Qual é o seu caso?

Campo 8: **ACESSÓRIOS DA DETONAÇÃO**: informe as quantidades realmente usadas de:

Item 20: Cordel detonante (metros); tem que medir

Item 21: estopim (m)

Item 22: espoleta (peça)

Item 23: retardos. Se usar, escreva ao lado também a especificação de milisegundos (MS)

Item 24: espaço em branco reservado para algum acessório usado e não especificado.



# FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

ENTIDADE TÉCNICO-CULTURAL CRIADA EM 26-12-65  
VINCULADA AO DEP. DE ENGENHARIA DE MINAS DA U.F.R.G.S.  
INTEGRANDO A UNIVERSIDADE COM A INDÚSTRIA DA MINERAÇÃO

## Campo 9: Croquis da malha e ligações

Faça um esquema gráfico da malha de furação e as ligações para detonação: onde estão os retardos, o estopim etc.

Veja o Anexo I extraído do Manual do Blaster

## Campo 10: Descrição do material a ser detonado.

Assinale com um xis (x) a alternativa correta que se refere apenas ao desmonte no maciço.

## Campo 11: Esquema de carregamento

Descreva a seqüência operacional no carregamento dos furos.

Por exemplo: a) limpar o furo; b) colocar carga de fundo; c)

Depois de padronizado o procedimento correto, imprime-se no original e você não precisa mais escrever, apenas conferir se foi bem feito. No desenho esquemático do furo à esquerda, indique com os seguintes símbolos o carregamento e o comprimento das cargas em metro:

-  tampão
-  carga de coluna: m
-  carga de fundo: m

Se a carga de explosivo for homogênea (explosivo único), assinale toda a parte carregada com a convenção da carga de coluna 

## Campo 12: Custo do Desmonte

Como você sabe, o desmonte das rochas compreende as operações de furação e da detonação. Assim, para calcularmos o custo do desmonte, precisaríamos conhecer os custos da furação (dos equipamentos, pessoal, combustível, manutenção, etc) e os custos da detonação (explosivos e acessórios basicamente). Para o cálculo do custo real da furação, ainda não temos os dados ne-



# FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

ENTIDADE TÉCNICO-CULTURAL CRIADA EM 26-12-65  
VINCULADA AO DEP. DE ENGENHARIA DE MINAS DA U.F.R.G.S  
INTEGRANDO A UNIVERSIDADE COM A INDÚSTRIA DA MINERAÇÃO

cessários, por isso os itens 1 e 4 ficarão em branco, pelos menos por enquanto.

Já os itens 2 e 3, nós temos condições de calcular.

Usamos os dados da coluna REAL nos campos 7 e 8 (itens 15 a 23) e os lançamos na 1ª coluna QUANT. do campo 12 - item 2. A 2ª coluna PREÇO deve ser preenchida com base nos dados dos últimos fornecimentos ou então no preço atual do material no dia da detonação. É uma questão de critério a ser definido. No nosso caso, a) vamos adotar qual critério? b) E quem irá preencher este campo?

a)

b)

A coluna SUB-TOTAL é preenchida, linha a linha, pela multiplicação dos valores das duas colunas anteriores. A última coluna dá o ACUMULADO dos custos que aparecem na coluna anterior e no final temos o custo total da detonação.

Campo 12: item 3 - Custo Unitário dos explosivos mais acessórios. Para calcular o custo Unitário do desmonte (materiais), basta registrar na equação (numerador) depois de Cr\$ o valor acumulado no item 2.

No denominador, na parte inferior da equação, anote o volume estimado do desmonte (item 8 do campo 6), escrevendo este valor antes de  $m^3$ .

Divida o numerador pelo denominador e teremos o custo unitário em  $Cr\$/m^3$ .

Campo 13: Este campo destina-se principalmente ao controle ambiental e à segurança.

O preenchimento é bem simples. Apenas algumas informações serão mais difíceis ou mesmo inviáveis: a pressão atmosférica e a temperatura, que precisam de aparelhagem para medir. A direção do lançamento no des-



# FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

ENTIDADE TÉCNICO-CULTURAL CRIADA EM 26-12-65  
 VINCULADA AO DEP. DE ENGENHARIA DE MINAS DA U.F.R.G.S.  
 INTEGRANDO A UNIVERSIDADE COM A INDÚSTRIA DA MINERAÇÃO

monte pode ser obtida do mapa de pedreira e da posição das frentes. No caso de sua pedreira, como seria esta direção predominante? (assinale com um x no quadrinho correspondente).

Você sabe que é importante tomar providências de segurança antes e após a detonação. Pois bem. Então se detone, após certificar-se de que a área de risco foi interditada antes do "fogo" para você só ter uma alternativa: SIM.

Por fim, responda se houve ou não tiro falhado e, em caso afirmativo, informe no campo 14 as medidas tomadas

## Observações sobre detonação

Há um espaço em branco para anotar algo sobre a detonação: fragmentação, ultralancamento, tiro falhado, se o cordel detonante foi tapado, se houve reclamação de vizinhos ou fiscais (...), etc.

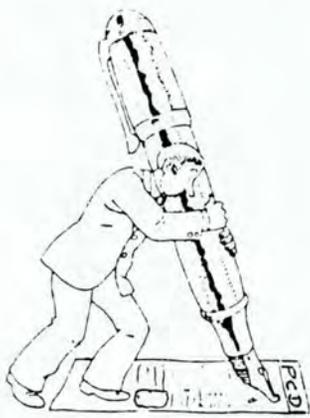
Se tudo correu bem, o que esperamos sinceramente, então escreva NORMAL ou OK. Assine, sabendo que você assume responsabilidade pelas informações.

Na prática, dúvidas podem surgir e ajustes podem ser necessários. Se isto ocorrer, anote suas dúvidas ou sugestões e na primeira oportunidade venha conversar conosco, pois acompanharemos a implantação do Cadastro das Detonações.

Porto Alegre, Agosto de 1992

Prof. Renato Noer

Engº de Minas-Instrutor



## ANEXO I

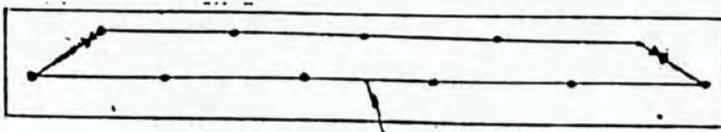
5.3. LIGAÇÕES COM CORDEL DETONANTE

Após proceder-se o carregamento de todos os furos e as operações de tamponamento estarem concluídas, tem início a ligação do "fogo". Estas ligações compreendem a união de todos os furos carregados com cordel e a colocação ou não dos retardos para cordel detonante que forem necessários. Existem várias formas de ligar-se um "fogo", cada uma proporcionando um determinado resultado, do desmonte.

Nesta hora de ligação dos furos, devem trabalhar na área somente o número de pessoas estritamente necessárias para a boa condução dos trabalhos. Recomenda-se redobrada atenção para evitar-se erros de ligação no posicionamento dos retardos.

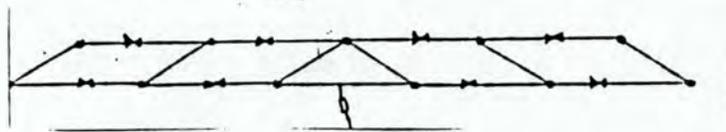
A seguir alguns exemplos de ligações.

## 5.3.1. LIGAÇÃO EM LINHA (SAÍDA EM LINHA)



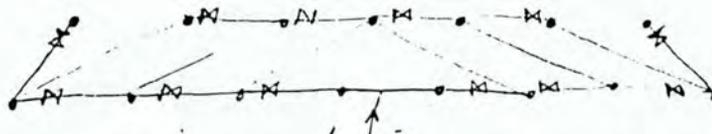
- Maior lançamento;
- Pilha uniforme;
- Simplicidade operacional.

## 5.3.2. LIGAÇÃO EM CUNHA FECHADA (SAÍDA EM CUNHA)



- Pilha centralizada;
- Boa fragmentação;
- Possibilidade de ultra-arranque (última linha)

## 5.3.3. LIGAÇÃO EM CUNHA ABERTA



- Pilha centralizada;
- Excelente fragmentação.

## ANEXO II

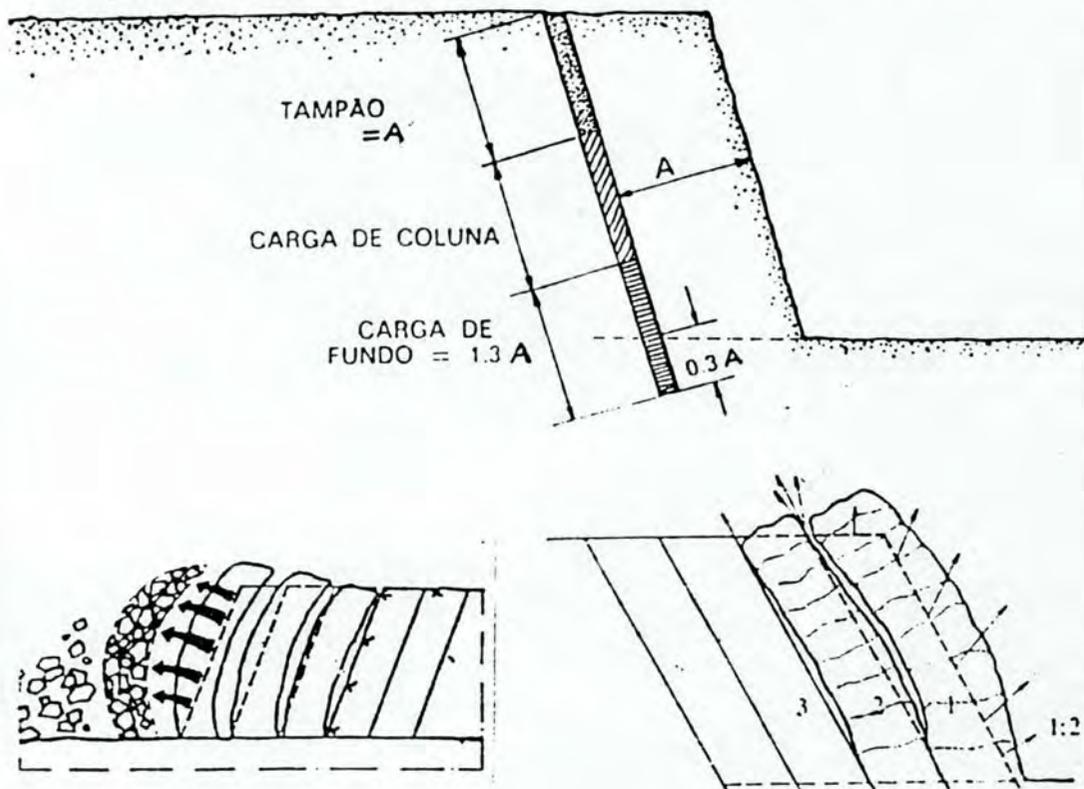
VANTAGENS OBTIDAS COM O USO DE TAMPÃO

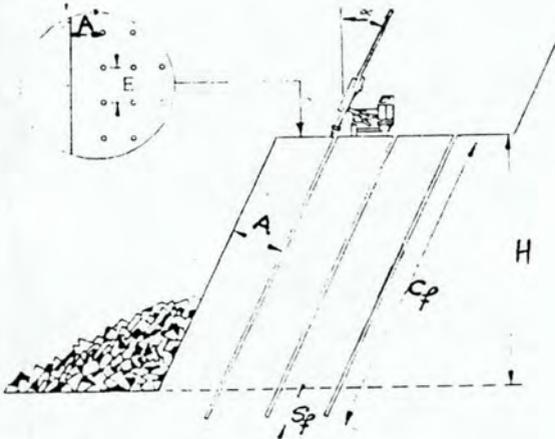
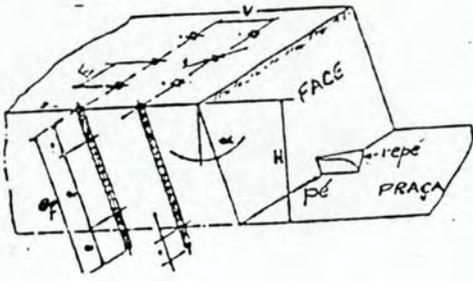
- a) Maior aproveitamento de gases;
- b) Melhor fragmentação;
- c) Menor consumo de explosivos;
- d) Maior segurança no carregamento;
- e) Menor produção de gases;
- f) Menor produção de poeira.

As duas últimas vantagens citadas são importantes para os trabalhos de desmontes subterrâneos.

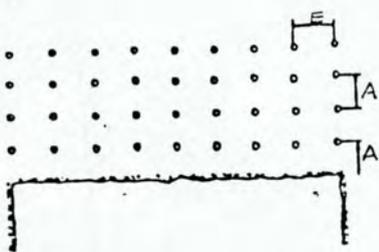
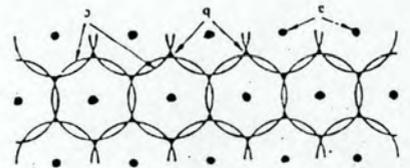
Lembramos que:

- 1 - Quanto maior for o diâmetro do furo, menor será a resistência do tampão, qualquer que seja o material de ataque empregado;
- 2 - Com o uso de tampão inadequado pode ocorrer o tiro de canhão (blow-out), quando o explosivo trabalha contra o ataque, arrancando-o e lançando para o exterior do furo, gases que são, muitas vezes acompanhados por chamas e efeitos sibilantes.
- 3 - Quando as paredes internas do furo são molhadas, não se deve usar tamponamento de argila;
- 4 - O aprisionamento de gases cai, à medida que a propagação aproxima da boca do furo.

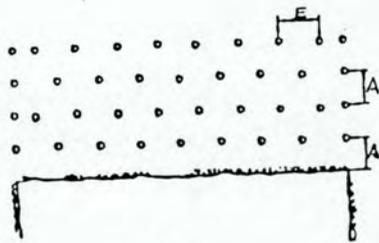




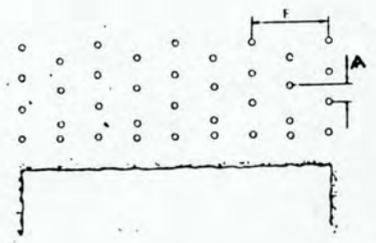
- Geometria da bancada.



$E=1,3 A$   
a) malha regular



b) malha estagiada



$E= (3 \text{ a } 6) A$   
c) malha alongada

Fig. 1 TIPOS DE MALHA DE FURAÇÃO



# FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

ENTIDADE TÉCNICO-CULTURAL CRIADA EM 26-12-65  
 VINCULADA AO DEP. DE ENGENHARIA DE MINAS DA U.F.R.G.S.  
 INTEGRANDO A UNIVERSIDADE COM A INDÚSTRIA DA MINERAÇÃO

UFRGS - PPGA - PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO

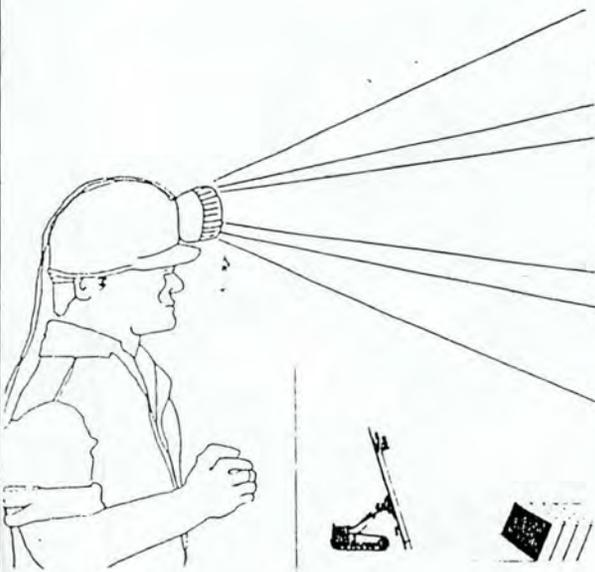
ÁREA DE PRODUÇÃO E SISTEMAS  
 RENATO NOER

## Dissertação de mestrado

SISTEMA DE INFORMAÇÕES PARA A  
 INDÚSTRIA DA MINERAÇÃO  
 APÊNDICE

Módulo 1.2 - Controle Operacional e de  
 Custos na Furação - Revisão 1

1993



### CONTROLE OPERACIONAL E DE CUSTOS DA FURAÇÃO

MÊS/ANO: \_\_\_/\_\_\_

DIA: \_\_\_

(1) EQUIPAMENTO

(2) HORÓMETRO

INICIAL: \_\_\_\_\_ h  
 FINAL: \_\_\_\_\_ h  
 NHO: \_\_\_\_\_ h

(3) RESULTADOS DO DIA

FUROS CONCLUÍDOS: \_\_\_\_\_  
 COMPRIMENTO MÉDIO: \_\_\_\_\_  
 METRAGEM FURADA: \_\_\_\_\_

(4) PROGRAMAÇÃO

VOLUME A SER DESMONTADO NO MÊS  
 m<sup>3</sup>  
 METRAGEM A SER FURADA: \_\_\_\_\_

(5) CARACTERÍSTICAS DA ROCHA FURADA

(6) RENDIMENTO OPERACIONAL

METROS FURADOS/NHO: \_\_\_\_\_ m/h  
 TOTAL FURADO NO MÊS: \_\_\_\_\_ m  
 VELOC. DE FURAÇÃO: \_\_\_\_\_ min/m

(7) EQUIPE RESP. PELA FURAÇÃO

\_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

(8) ESTUDO DE TEMPOS E MOVIMENTOS

(8.2)

HORAS	MIN	ESCALA DE TEMPO											CONVENÇÕES DAS OPERAÇÕES E PARADAS				
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55				60	
1 <sup>h</sup>															1. SITUAÇÃO		
2 <sup>h</sup>															a) Furando e manobrando <span style="float: right;">5 10 15 20 25 30</span> <span style="float: right;"> ----- </span>		
3 <sup>h</sup>															b) Parados:		
4 <sup>h</sup>															- em manutenção <span style="float: right;"> ----- </span>		
5 <sup>h</sup>															- por outro motivo <span style="float: right;"> ----- </span>		
6 <sup>h</sup>															2. PRINCIPAL MOTIVO DE MANUTENÇÃO OU PARADA OPERACIONAL		
7 <sup>h</sup>															c) Perfuratriz <span style="float: right;">Punho _____ <input type="checkbox"/></span>		
8 <sup>h</sup>															d) Compressor <span style="float: right;">Mangueira _____ <input type="checkbox"/></span>		
9 <sup>h</sup>															e) Outros motivos <span style="float: right;">Chuva _____ <input type="checkbox"/></span>		
															Braca _____ <input type="checkbox"/> Troca óleo _____ <input type="checkbox"/> Falta área prep. _____ <input type="checkbox"/>		
															Cofreco _____ <input type="checkbox"/> Motor _____ <input type="checkbox"/> Falta pessoal _____ <input type="checkbox"/>		
															Esteira _____ <input type="checkbox"/> Falta material _____ <input type="checkbox"/>		
															Sem programação _____ <input type="checkbox"/>		
															Detonação _____ <input type="checkbox"/>		



# FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

ENTIDADE TÉCNICO-CULTURAL CRIADA EM 26-12-65  
VINCULADA AO DEP. DE ENGENHARIA DE MINAS DA U.F.R.G.S.  
INTEGRANDO A UNIVERSIDADE COM A INDÚSTRIA DA MINERAÇÃO

## Apresentação do módulo 1.2 - Rev.1

Avaliar a capacidade de produção dos equipamentos, estimar os custos operacionais, decidir sobre terceirização de serviços são questões da maior importância dentro de qualquer mineração.

No entanto, tais atividades exigem INFORMAÇÕES operacionais e de CUSTOS que, principalmente nas PMMs, não estão disponíveis. Falta o registro de dados básicos das operações e um sistema de custos adequado à produção. Além disso, não se dispõe nas minerações em geral, de uma metodologia de processamento destes dados para obter informações úteis. É este o objetivo maior deste módulo, cujo conteúdo se aplica às demais operações produtivas envolvendo equipamentos. Deste modo, bastará adaptar a metodologia deste módulo aos demais. Novos conceitos serão difundidos e deverão ser bem assimilados, não só para a implantação bem sucedida do módulo 1.2, mas, de certa forma, para o sucesso do Sistema de Informações para a Indústria da Mineração, como um todo.

Alguns destes conceitos são de uso corrente nas grandes minerações, com nível de organização mais elevado. O modelamento numérico sob forma de equações, no entanto, é produto de nossa dissertação de mestrado.

Estamos convictos de que é preciso um esforço por parte das empresas mineradoras no sentido de superar as dificuldades para efetivar mudanças organizacionais e comportamentais, oriundos da falta de hábito de registrar dados e de embasar decisões em informações.

Acreditamos também que o esforço vale a pena, pelos benefícios obtidos com melhorias a partir do módulo 1.1 - Cadastro das Detonações.

O próprio manual de treinamento está passando por melhorias, pois a primeira versão "Rev. zero" foi aperfeiçoada com base na experiência prática.



# FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

ENTIDADE TÉCNICO-CULTURAL CRIADA EM 26-12-65  
VINCULADA AO DEP. DE ENGENHARIA DE MINAS DA U.F.R.G.S.  
INTEGRANDO A UNIVERSIDADE COM A INDÚSTRIA DA MINERAÇÃO

## ÍNDICE DE CONTEÚDO

item	descrição	pg.
1	Introdução	1
2	↳ Necessidades e utilidades das informações operacionais e de custos na furação	2
2.1	Primeira situação	2
2.2	Segunda situação	2
3	Parte I - Controle Operacional	4
3.1	Descrição geral	4
3.2	Instruções de preenchimento	4
3.2.1	Dados de campo e seu processamento	4
3.2.2	Análise operacional detalhada	6
3.2.3	Análise da eficiência operacional	7
3.2.4	Avaliação da capacidade de produção de perfuratriz	8
4	Parte II - Custos na Furação	9
4.1	Conceitos básicos	9
4.2	Instruções básicas de preenchimento	10



# FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

ENTIDADE TÉCNICO-CULTURAL CRIADA EM 26-12-65  
VINCULADA AO DEP. DE ENGENHARIA DE MINAS DA U.F.R.G.S.  
INTEGRANDO A UNIVERSIDADE COM A INDÚSTRIA DA MINERAÇÃO

1

## 1. Introdução

O módulo 1.1 do SI, ou seja, o Cadastro de Detonações, nos fornece uma informação importante (custo unitário do desmonte relativo aos explosivos e acessórios), porém não nos dá condições de calcular o custo total do desmonte, incluindo a furação, porque não temos a informação "custo unitário de furação em Cr\$/m ou US\$/m".

Vamos colocar a questão sob forma de uma equação composta de um certo número de variáveis, que, ao assumirem um determinado valor, constituem-se em informações:

Custo unitário = [ F.E. x z/m + R.C. x Y / kg + custo dos acessórios ], em  
do desmonte vol. desmonte

Cr\$ / m<sup>3</sup> ou US\$ / m<sup>3</sup>

(1)

Sendo:

F.E. = furação específica, em m/m<sup>3</sup>

z. = custo unitário de furação, em Cr\$ / m ou US\$ / m

R.C. = razão de carga, em kg / m<sup>3</sup>

Y = preço unitário do explosivo usado em Cr\$ / kg ou US\$ / kg. No caso de emprego de dois explosivos com preços diferentes, será o preço médio

ponderado.

O custo dos acessórios é obtido multiplicando-se as quantidades consumidas pelos seus respectivos preços unitários, conforme o campo 12 do Cadastro das Detonações, de onde também se obtém o volume desmontado de rocha, além dos valores da F.E., da R.C. e de Y.

Portanto, para realizar o cálculo do custo unitário de desmonte precisamos saber qual o valor da incógnita "z" no caso específico de sua mineração. O custo horário da perfuratriz também poderá nos auxiliar, combinado com o rendimento operacional na furação (metros furados/hora trabalhador) e o número de horas trabalhadas pelo conjunto de furação (compressor e perfuratriz). A equação 2 mostra a interação dessas variáveis:

Custo unitário de furação =  $\frac{(\text{custo horário equip. furação})(\text{Cr}\$/\text{h})}{\text{rendimento operacional na furação}(\text{m}/\text{h})}$

(Cr\$/m)

(2)

A nossa incógnita "z" passa a depender de duas variáveis: uma de caráter econômico (custo horário do conjunto de furação) e outra de caráter operacional no denominador da equação (2).

Tanto a equação (1) como a (2), tem inserido em si os aspectos de custos e de análise operacional, por isso neste módulo teremos duas partes, uma para cada um destes elementos.

Na parte Operacional, é fornecida também uma abordagem para a questão da avaliação da capacidade de produção na furação, para o que serão introduzidos novos conceitos, como disponibilidade mecânica, fator de utilização e eficiência operacional.

O formulário do módulo 1.2 (anexo 3) engloba todos estes parâmetros, sendo apoiado por outros instrumentos administrativos a ser descritos no item 3.1.



# FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

ENTIDADE TÉCNICO-CULTURAL CRIADA EM 26-12-65  
VINCULADA AO DEP. DE ENGENHARIA DE MINAS DA U.F.R.G.S.  
INTEGRANDO A UNIVERSIDADE COM A INDÚSTRIA DA MINERAÇÃO

2

## 2. Necessidades e utilidades das informações operacionais e de custos na furação

Em primeiro lugar, devemos considerar que, para se otimizar os custos de uma determinada operação, é preciso sabermos como o custo total se forma, ou seja, o modelamento matemático dos custos. Muito pouco nos auxiliará a informação de quanto se gastou num mês no centro de custos "Desmonte de Rochas", tal como aparece nos balancetes de Contabilidade de Custos tradicional.

Além disso, temos duas situações especiais em que se torna fundamental o conhecimento da informação "z" descrita no item 1.

### 2.1. Primeira situação:

A mineração possui equipamento que fura no diâmetro de 1.1/4" e possui uma certa capacidade de produção para o trabalho num turno único de 8 horas. A empresa planeja aumentar a produção de brita, mas para isso "acha" que precisa incrementar a capacidade de furação.

Uma empresa externa oferece serviços de furação com equipamento para diâmetro de furo de 2.1/2" e que atenderia as necessidades da mineração. O custo unitário de furação constante de proposta era de US\$ 2,0 / metro furado.

O empresário não conhece o custo unitário de furação do seu equipamento, nem a incidência no custo de desmonte. Isto torna impossível comparar os custos para tomada de decisão. Um consultor externo apresentou ao empresário outra abordagem com alternativas de decisão possíveis:

- a) manter o mesmo diâmetro de furação e buscando otimizar em termos de produtividade na furação pela mudança na malha de furação;
- b) programar a furação em dois turnos de 6 horas, instalando um sistema de iluminação móvel a ser acionado durante as horas noturnas no local de trabalho a céu aberto;
- c) caso os resultados de a e/ou b não sejam suficientes, implantar o módulo 1.2 do SI que fornecerá outros parâmetros capazes de otimizar a capacidade de furação, além dos custos de furação;
- d) elaborar um plano de fogo no Cadastro das Detonações para o diâmetro de 2.1/2" proposto a avaliar o custo dos explosivos, comparando-o com a situação existente no diâmetro de 1.1/4". Sabe-se que o preço dos explosivos diminui com o diâmetro, porque se reduz a incidência da embalagem por quilo de explosivo.
- e) com as informações obtidas é possível avaliar objetivamente a proposta de empresa externa e tornar a decisão correta.

### 2.2. Segunda situação:

Uma outra situação que pode ocorrer relaciona-se à possibilidade de sua empresa participar de uma concorrência pública para execução de serviços de furação, devendo especificar a capacidade de produção do equipamento e o custo unitário de furação em Cr\$ / m. Supõe-se que o serviço seja realizado nas proximidades da sua pedreira e que haja ociosidade em seu equipamento.



# FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

ENTIDADE TÉCNICO-CULTURAL CRIADA EM 26-12-65  
VINCULADA AO DEP. DE ENGENHARIA DE MINAS DA U.F.R.G.S.  
INTEGRANDO A UNIVERSIDADE COM A INDÚSTRIA DA MINERAÇÃO

3

Nas condições atuais, sem o conhecimento dos custos nem da capacidade efetiva de produção de sua perfuratriz, os riscos assumidos no caso de sua empresa participar da concorrência são:

- a) se o preço cotado for inferior ao custo de furação, e sua empresa ganhar a concorrência, irá arcar com os prejuízos decorrentes desta diferença;
- b) se o preço cotado for muito alto, acima da dos concorrentes, uma outra firma irá pegar o serviço e sua empresa perderá a oportunidade de ganhar um dinheiro extra.

Você pode alegar que os concorrentes também não sabem quais são seus custos de furação de modo que o processo é aleatório e todos correm o mesmo risco.

A questão é que informação é uma questão de competitividade e isto não quer dizer ganhar simplesmente a concorrência, mas ganhar dinheiro se vencer.

Portanto, achamos que está demonstrada a conveniência, a necessidade e a utilidade das informações que podem ser obtidas com o módulo 1.2. do SI sob o título de "Controle Operacional e dos Custos de Furação". (formulário anexo).

Vamos, pois, às instruções de preenchimento e a explicação dos conceitos envolvidos. Conforme já expusemos no item 1, o módulo está dividido em duas partes:

Parte I: Controle Operacional

Parte II: Custos de Furação



# FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

ENTIDADE TÉCNICO-CULTURAL CRIADA EM 26-12-65  
VINCULADA AO DEP. DE ENGENHARIA DE MINAS DA U.F.R.G.S.  
INTEGRANDO A UNIVERSIDADE COM A INDÚSTRIA DA MINERAÇÃO

4

## 3. PARTE I - CONTROLE OPERACIONAL

### 3.1. Descrição geral

O formulário SI. 1.2, em anexo, possui um conjunto de campos e sub-campos distribuídos de forma tal que o controle operacional ficou localizado na parte superior do formulário e o controle de custos na parte inferior do mesmo.

O controle operacional envolve o equipamento de furação propriamente dito (perfuratriz) e o compressor a ar comprimido que aciona a perfuratriz. Cada conjunto operacional deve ter seu controle específico.

Na concepção do formulário-parte de controle operacional-tivemos a preocupação centrada em simplificar seu preenchimento, sabendo das dificuldades que o pessoal da furação tem de trabalhar com papel nas frentes de lavra a céu aberto. Por isso, algumas "informações de campo" deverão ser registradas numa caderneta especial, de capa dura, adaptada para o nosso Controle Operacional, constituindo-se no "Diário da Furação". Estes dados básicos serão, ao final do dia, passados para o formulário no escritório.

### 3.2. Instruções de Preenchimento

#### 3.2.1. Dados de Campo e Seu Processamento

As instruções de preenchimento são idênticas num e noutro caso, ou seja, tanto usando o "Diário da Furação" como caderneta de campo ou o formulário 1.2, os procedimentos são semelhantes. Vejamos, então, como proceder separando a parte superior do formulário até o campo 7.

No cabeçalho, só o canto direito é preenchido no início de cada jornada (dia, mês, ano). Caso a perfuratriz não seja usada num determinado dia, não se preenche o formulário, anotando-se no Diário da Furação o que ocorreu (chuva, manutenção, falta de operador, etc.).

#### Campo 1 - Equipamento

Cada equipamento de furação deve ter seu controle específico. No caso de a mineração possuir só um conjunto de furação, no campo 1 deverá ser datilografada a especificação resumida do equipamento, por exemplo: compressor Holman e carreta defuração de 2.1/2". Na caderneta de campo, coloca-se uma etiqueta na contra-capa com esta especificação.

#### Campo 2 - Horômetro

Este campo tem como finalidade informar o número de horas trabalhadas (NHT) no dia. Para isso, recorreremos ao horômetro que marca as horas operadas. No início de operação do compressor, faça a leitura registrando o valor na primeira linha; da mesma forma, proceda no fim da operação do dia. Portanto:

Leitura final - leitura inicial = NHT



# FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

ENTIDADE TÉCNICO-CULTURAL CRIADA EM 26-12-65  
VINCULADA AO DEP. DE ENGENHARIA DE MINAS DA U.F.R.G.S.  
INTEGRANDO A UNIVERSIDADE COM A INDÚSTRIA DA MINERAÇÃO

5

## Campo 3 - Resultados do Dia

Neste campo, deve ser informado o número de furos concluídos, o comprimento médio dos furos e a metragem furada. Estas informações podem ser obtidas do Diário da Furação, onde são anotados os furos e seus respectivos comprimentos, a não ser que estes sejam mais ou menos constantes, isto é, sem variações significativas. Matematicamente, temos então:

Metragem furada = nº de furos x comprimento médio dos furos

Este cálculo pode ser feito no escritório

## Campo 4 - Programação

Neste campo, o engenheiro ou o gerente de produção deve registrar o volume de rocha a ser desmontado no mês, em metros cúbicos, base in situ.

A metragem a ser furada se obtém multiplicando o volume planejado pela furação específica (m / m<sup>3</sup>). Portanto:

Metragem a ser furada = volume a ser desmontado x furação específica

## Campo 5 - Características da Rocha Furada

Aqui, deve ser feita uma descrição sucinta da rocha a ser furada, que pode ser padronizada e gravada neste campo.

## Campo 6 - Rendimento Operacional

O rendimento operacional na furação é calculado tomando por base o NHT e a quantidade de metros furados no mês, até uma certa data, digamos ao final de cada semana.

Com base nestas informações, pode-se avaliar o desempenho da furação e a possibilidade de se atingir a meta estabelecida no campo 4.

O campo 6 também é preenchido no escritório.

## Campo 7 - Equipe Responsável Pela Furação

Anotar nas linhas o nome de cada um dos componentes da equipe de furação. Se num mês, são sempre os mesmos, datilografa-se no original e cada um só dá um sinal (✓) ao lado de seu nome quando estiver presente no trabalho.

Vimos, pois, que o pessoal de furação será responsável pelo preenchimento apenas dos campos 2 e 3, constantes no Diário da Furação. Os demais campos (1,4,5,6 e 7) serão preenchidos no escritório por alguém habilitado para tal e que, obrigatoriamente, participa deste treinamento.



# FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

ENTIDADE TÉCNICO-CULTURAL CRIADA EM 26-12-65  
VINCULADA AO DEP. DE ENGENHARIA DE MINAS DA U.F.R.G.S.  
INTEGRANDO A UNIVERSIDADE COM A INDÚSTRIA DA MINERAÇÃO

6

## 3.2.2. Análise Operacional Detalhada

Os campos 8 e 9 destinam-se à análise operacional detalhada, com base em estudo de tempos e movimentos e em índices de eficiência operacional obtidas a partir dos dados coletados.

Este tipo de estudo e de análise pode ser realizado por amostragem, isto é, não precisa obrigatoriamente ser realizado todos os dias, mas num período ou dia determinado, a critério da mineração.

Um relógio de pulso, um lápis e o formulário numa prancheta são necessários.

Para executar esta pesquisa, observe as seguintes instruções com o formulário ampliado na mão:

### Campo 8 - Estudo de Tempos e Movimentos

No sub-campo 8.1, aparece uma "escala de tempo", que consiste em decompor a duração de um turno de trabalho de 8 horas mais uma hora extra em horas e minutos. Na parte tracejada (duas linhas paralelas), o operador ou seu auxiliar representará graficamente nos intervalos de 5 min. (colunas) o que aconteceu naquele período. O sub-campo 8.2 apresenta as convenções das operações e paradas.

Veja que, assim, não haverá necessidade de descrever os "eventos" e sua duração. Eles já estão padronizados em três opções:

- a) furando e manobrando
- b) parado
  - em manutenção
  - por outro motivo

Cada alternativa tem uma convenção gráfica de ser representada, conforme está explicado no próprio formulário (parte ampliada).

Só para exercitar, suponhamos que na primeira hora do dia, cujo turno de trabalho inicie às 8h, a perfuratriz só começou a funcionar às 8h45min, porque o compressor estava com problema mecânico. É um caso de parada por problema de manutenção (mecânico ou elétrico). Isto não quer dizer que o equipamento em manutenção esteja em conserto na oficina. Observe que o conjunto de furação inclui o compressor, as mangueiras de ar comprimido e a perfuratriz. Portanto, qualquer problema numa das partes do conjunto pode constituir-se em motivo de parada por manutenção.

Muito bem, uma vez explicado isto, voltemos à nossa escala de tempo. Dizíamos que a operação iniciou às 8h45min após um período de 45min de parada por problema mecânico. Represente no gráfico a convenção estabelecida nos primeiros 45min da 1ª hora que vai das 8h às 9h. Certo? Então vamos adiante. Você poderia perguntar:

"Até que instante a operação de furação se desenvolveu normalmente?"

Suponha que tenha ido até as 9h30min; aí um lanche de 15min, e uma limpeza na rocha a ser furada de 20min, portanto uma parada de 35min "por outro motivo". A perfuratriz, então, voltou a funcionar às 10h00min (preencha), estendendo-se a operação até as 11h30min, quando ocorreu nova parada porque foi concluído o serviço de furação para o próximo "fogo" ou detonação prevista para o final da tarde, ficando sem programação a furação.

Vamos, agora, somar as horas trabalhadas (operação efetiva de furação), as horas paradas por problema de manutenção e por outros motivos. Cuidado com a soma dos minutos e sua conversão em horas.



# FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

ENTIDADE TÉCNICO-CULTURAL CRIADA EM 26-12-65  
VINCULADA AO DEP. DE ENGENHARIA DE MINAS DA U.F.R.G.S.  
INTEGRANDO A UNIVERSIDADE COM A INDÚSTRIA DA MINERAÇÃO

7

das / até	duração(min)	evento
08:00 / 08:45	45	parada por problema de manutenção
08:45 / 09:30	45	operando e manobrando
09:30 / 10:05	35	parada por outros motivos
10:05 / 11:30	85	operando e manobrando
11:30 / 12:00	30	parada por outros motivos
13:30 / 18:00	270	idem (sem programação)

Agora, podemos agrupar os tempos por evento:

1. Operando e manobrando: \_\_\_ min
2. Parada por outros motivos: \_\_\_ min
3. Parada por problema de manutenção: \_\_\_ min

Paradas com duração menor que 5 min não são registradas, sendo desconsideradas.

O número de horas programadas (NHP) é de 8h por dia ou 40 semanas. Os feriados ou períodos de manutenção preventiva devem ser excluídos do NHP mensal.

Com base nas informações diárias, assinale com um x (xis) a opção adequada no item 2 do sub-campo 8.2 (canto inferior direito).

O principal motivo de manutenção se localizou:

na perfuratriz ? Sim ( ) Não ( )

no compressor ? Sim ( ) Não ( )

A principal parada operacional por outros motivos foi \_\_\_\_\_

-----  
-----  
Com os dados obtidos até agora, podemos fazer a *análise da eficiência operacional*, através de índices, que nos permitirão calcular a capacidade de produção dos equipamentos.

### 3.2.3. Campo 9 - Análise da eficiência Operacional

Os índices calculados no campo 9 envolvem uma metodologia de análise da eficiência operacional, em termos de aproveitamento do tempo em que o equipamento está disponível e também a confiabilidade mecânica. Se você já conhece a metodologia que é usada em grandes empresas de mineração, está bom. Caso contrário, ótimo ! Por quê ? Ora, porque assim é um algo mais que o treinamento está proporcionando à sua empresa e a você.

NHP - refere-se ao total de horas de trabalho normal programadas. Corresponde à duração do turno ou o total mensal.

NHT - é o número de horas trabalhadas no dia (furando e manobrando). Anota-se do seguinte modo, por exemplo 3:15 (3 horas e 15 minutos).

HIM - horas imobilizadas em manutenção (corresponde às paradas por problema de manutenção).

D - fator de disponibilidade mecânica do conjunto de furação. Calcula-se usando a seguinte equação:



# FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

ENTIDADE TÉCNICO-CULTURAL CRIADA EM 26-12-65  
VINCULADA AO DEP. DE ENGENHARIA DE MINAS DA U.F.R.G.S.  
INTEGRANDO A UNIVERSIDADE COM A INDÚSTRIA DA MINERAÇÃO

8

$$D(\%) = \frac{NHP - NHT}{NHP} \times 100(\%)$$

NHD - é o número de horas disponíveis para operação, obtido pela diferença NHP - NHT.  
HDNU - horas disponíveis não utilizadas por outros motivos. Corresponde na escala de tempo à soma dos espaços em branco.

U - fator de utilização em percentagem. Obtém-se usando a seguinte equação:

$$U(\%) = \frac{NHD - HDNU}{NHD} \times 100(\%) = \frac{NHT}{NHD} \times 100(\%)$$

E - fator de eficiência operacional. Engloba os dois índices anteriores: D e U. Isto evidencia que a eficiência operacional dos equipamentos depende da manutenção e da operação. Podemos deduzir que a eficiência operacional, e corresponde à relação entre o número de horas trabalhadas NHT, e o número de horas programadas, NHP, multiplicado por 100 para dar o valor em percentagem.

$$E = \frac{NHT}{NHP} \times 100(\%)$$

### 3.2.4. Avaliação da capacidade de produção da perfuratriz

As informações diárias obtidas do formulário 1.2 nos dão condições de:

- agrupar as NHTs diárias que, somadas, representam as NHTs mensais. Esta informação também pode ser obtida pelas leituras no horômetro no início e no final do mês ou, ainda, conforme item e;
- obter o total de metros furados durante o mês;
- obter o rendimento operacional na furação, em metros / hora trabalhada;
- a eficiência operacional (E), obtida pela multiplicação dos fatores U x D.
- multiplicando o nº de horas programadas no mês (NHP) pela eficiência operacional (E), temos o NHT.

Do Cadastro das Detonações - módulo 1.1, obtemos a produtividade na furação em metros cúbicos de rochas por metro furado ( $m^3 / m$ ).

Combinando estas informações numa equação, podemos avaliar a capacidade de furação do seu equipamento:

Capacidade de produção(furação) = NHP x E x rend. operacional x produt. na furação, (em  $m^3 / \text{mês}$ )

Portanto, antes de decidir nas situações apresentadas no início do nosso treinamento, faça uma avaliação da capacidade de produção dos seus equipamentos.

Pode dar mais trabalho, mas o risco de uma decisão errada se reduz enormemente quando se baseia em informações reais, coletadas e bem tratadas.

O custo de uma decisão errada não tem recuperação.

Salientamos que esta metodologia se aplica a todos os equipamentos envolvidos na produção, bastando fazer algumas adaptações nos formulários ou módulos.

Bem, agora, vamos realizar o treinamento da parte II relativas aos Custos na Furação.



# FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

ENTIDADE TÉCNICO-CULTURAL CRIADA EM 26-12-65  
VINCULADA AO DEP. DE ENGENHARIA DE MINAS DA U.F.R.G.S.  
INTEGRANDO A UNIVERSIDADE COM A INDÚSTRIA DA MINERAÇÃO

9

## PARTE II - CUSTOS NA FURAÇÃO

### 1. Conceitos Básicos

Intuitivamente, todos tem uma idéia da CUSTOS e uma preocupação com eles. O problema é como avaliá-los, medi-los adequadamente, corretamente e como reduzi-los de modo racional? Como envolver o pessoal da produção na otimização da pedreira?

Otimizar significa aqui obter os resultados esperados (quantidade de rocha desmontada, brita, etc) com o menor custo de produção. O termo "racional" refere-se a adoção de decisões baseadas no bom senso, na lógica, na análise e reflexão. Por exemplo, reduzir o custo do desmonte reduzindo violentamente a razão de carga e gerando blocos grandes que não podem ser carregados ou que não entram no britador, não é uma decisão "racional" no sentido que queremos dar, de otimizar a pedreira como um todo, dentro da filosofia da qualidade total.

Esta filosofia implica na participação do pessoal da produção, pois são os empregados na operação que tem os equipamentos na mão, que fazem os consertos, que operam a pedreira, enfim.

Evidentemente que o engenheiro e o dono da empresa tem um papel fundamental neste processo, nos aspectos de planejamento, programação e controle. E este trabalho deve ser integrado participativo e responsável.

"Contabilidade Gerencial de Custos": que significa isso? Será que o professor está querendo montar aqui na BRITANATO um departamento de contabilidade, cheio de papéis, carimbos ... e gente? E pior, nos mandam uns "demonstrativos" que ninguém entende?

Não, nada disso. Esta idéia pode corresponder ao modelo de contabilidade tradicional ou de contabilidade financeira, que são usados em grandes empresas de mineração, até por exigência legal.

Na verdade, o que estamos propondo é uma contabilidade simplificada, para atender as necessidades de tomada de decisões do pessoal da produção, no nosso caso, todos que trabalham no seu empreendimento, gerente, engenheiro, blaster, mecânicos, operários e pessoal do escritório.

Isto constitui a Contabilidade Gerencial de Custos (CGC), tendo as seguintes características básicas:

1. Ela (a CGC) é voltada para o pessoal de produção e não para os órgãos exteriores.
2. É opcional e não obrigatória.
3. Tem maior ênfase no presente e no futuro.
4. É um meio e não um fim em si mesmo.
5. Não é necessariamente governada por princípios contábeis estabelecidos com normas rígidas.
6. Inclui informações não monetárias e com maior detalhe.

Esclarecimento: este sistema (CGC) não foi inventado por mim. Ele já existe em várias partes do mundo. O meu trabalho consistiu em adaptar seus princípios à situação da pequena e média mineração, embora já tenha implantado algo semelhante numa grande mina de carvão que fechou em fins de 1987, porque seus custos passados, medidos pelo sistema tradicional de contabilidade, foram excessivamente altos em 1985 e 1986. Houve uma tentativa de reverter a situação, mas já era tarde, não houve tempo suficiente.



# FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

ENTIDADE TÉCNICO-CULTURAL CRIADA EM 26-12-65  
VINCULADA AO DEP. DE ENGENHARIA DE MINAS DA U.F.R.G.S.  
INTEGRANDO A UNIVERSIDADE COM A INDÚSTRIA DA MINERAÇÃO

10

É por isso que eu defendo que é preciso ter informações de custos antes que eles ocorram. O controle dos custos deve ser, no mínimo, durante o processo produtivo.

## 2. Instruções básicas de preenchimento

Agora que já esclarecemos (pelo menos assim acredito), a "filosofia" da Contabilidade de Custos, vamos ver como ele será implantado.

Retornemos ao nosso formulário.

Mais ou menos a metade inferior do formulário abrange a parte de custos.

Na coluna da esquerda, temos os itens de a até q. A segunda coluna, da esquerda para a direita, classifica os custos em termos de:

11. Material de consumo: são os custos diretos ou proporcionais ao número de horas trabalhadas ou à quantidade furada.
12. Materiais duráveis: são custos semi-diretos, quer dizer, também dependem do ritmo operacional, só que são materiais que tem uma certa vida útil, maior que um mês que é o período base do nosso sistema de informações de custos. Depois voltamos a discutir aspectos deste item quando tratarmos da distribuição destes custos ao longo do tempo.
13. Serviços de terceiros: refere-se à contratação de serviços de outras empresas ou pessoas físicas. Por exemplo, uma reforma na esteira da perfuratriz que tenha custado 5 milhões de cruzeiros ou o serviço que estou prestando à essa empresa pela Fundação Luiz Englert. Os valores podem ser distribuídos ao longo de um determinado período, de pelo menos dois meses e máximo a critério da área gerencial da mineração. No caso de valores pequenos, é possível alocar o gasto no próprio mês em que ocorreu ou no mês seguinte, dependendo de quando (dia e mês), em que foi realizado o débito.
14. Mão de obra / salários: este campo é preenchido no final ou início de cada mês, a partir da "folha de pagamento" do mês. É tarefa para o pessoal do escritório.
  - Nº de empregados: registrar quantos empregados trabalharam na furação, em média, durante o mês.
  - Horas normais trabalhadas: refere-se ao total de horas efetivamente trabalhadas no horário normal e na furação, sem incluir as horas extras, dias de faltas justificadas ou não. Caso algum empregado da furação tenha sido transferido para outro serviço, estas horas não devem ser alocadas na furação.
  - Salários pagos no mês: refere-se ao valor líquido pago aos empregados da furação, na proporção das horas trabalhadas nesta operação. Pode ser um percentual estimado, por exemplo 70%.
  - Encargos sociais: refere-se aos valores do INSS, FGTS, férias, descanso remunerado, salário doença, etc. Estima-se um percentual correspondente, digamos 80% sobre o salário líquido pago, ou seja, um fator de multiplicação igual a 1,8 neste caso.
  - Total (Cr\$ x 1000): igual à soma das duas células anteriores.

Vamos exercitar com os dados do mês em curso e fazer uma projeção para o mês seguinte.



# FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

ENTIDADE TÉCNICO-CULTURAL CRIADA EM 26-12-65  
VINCLADA AO DEP. DE ENGENHARIA DE MINAS DA U.F.R.G.S.  
INTEGRANDO A UNIVERSIDADE COM A INDÚSTRIA DA MINERAÇÃO

11

Agora vamos retornar ao campo 11, para aprendermos a preencher as células e definirmos quem deverá fazê-lo. Como vimos, este campo trata dos materiais de consumo usados no equipamento da furação (compressor e perfuratriz). São custos diretos ou proporcionais ao número de horas trabalhadas.

- Óleo diesel (litros) e lubrificantes:

coluna 11.3 - deverá ser anotada a quantidade de óleo diesel "consumida" toda a vez que ocorrer um abastecimento. Temos que definir apenas quem fará o controle e orientar a pessoa responsável. Da mesma forma para lubrificantes e outros insumos necessários na furação.

coluna 11.4 - consumo acumulado no mês - basta somar os consumos diários, iniciando pelo primeiro abastecimento do mês. Podemos também somar os valores diários no final do mês, para termos a quantidade consumida no mês para cada insumo.

coluna 11.5 - esta coluna refere-se ao preço médio dos insumos no mês. Podemos calcular como média ponderada pelo valor.

Exemplo:

Até o dia 25, foram consumidos 1000 l a Cr\$ 2000 / l e do dia 26 até 31 mais 180 l a Cr\$ 2500 / l. Qual é o preço médio ponderado ?

Resposta: Usando a equação

$$V_p = \frac{(V_1 \times C_1) + (V_2 \times C_2)}{C_1 + C_2} = \frac{(2000 \times 1000) + (2500 \times 180)}{(1000 + 180)} = 2076,3$$

Não iremos usar mais de uma casa após a vírgula.

O valor encontrado pode ser convertido em dólar, pelo valor do paralelo no último dia de cada mês ou pelo valor médio do dólar no mês. Fica a critério nosso.

coluna 11.6 - esta coluna também está sub-dividida em duas: a primeira para registrar o preço total em milhares de cruzeiros, obtidos pela multiplicação da quantidade consumida pelo preço médio do insumo. A coluna da direita refere-se ao valor em cruzeiros dividido pelo valor médio do dólar do mês.

Estes cálculos devem ficar a cargo de você ou de alguém do escritório, sob a sua orientação.

Campo 12 - Materiais duráveis: Este campo está reservado para os custos dos materiais "duráveis", quer dizer, aqueles que não são consumidos integralmente no mês em que foram comprados ou requisitados pelo pessoal da operação. Por isto, o valor de aquisição da quantidade requisitada deve ser distribuída durante a vida útil prevista do material. Assim, um filtro no compressor tem uma vida útil em "X" horas de operação, assim como num carro é em quilômetros rodados. Podemos também distribuir o valor do material, convertido em dólar, em meses de operação. É uma questão de critério a ser adotado para cada tipo de material.



# FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

ENTIDADE TÉCNICO-CULTURAL CRIADA EM 26-12-65  
VINCULADA AO DEP. DE ENGENHARIA DE MINAS DA U.F.R.G.S.  
INTEGRANDO A UNIVERSIDADE COM A INDÚSTRIA DA MINERAÇÃO

12

O valor apropriado por mês, em US\$, equivale ao valor total dividido pelo número de meses em que supõe que será gasto o material.

A Contabilidade tradicional lança todo o valor do material requisitado, acarretando distorções acentuadas nos custos de produção.

A nossa proposta nos fornece uma informação mais adequada, mais real e mais útil, embora mais trabalhosa.

Os itens 13 e 14 já foram explicados anteriormente.

Campo 15 - Depreciação dos equipamentos: A depreciação se refere à perda de valor de um bem ao longo da vida útil do mesmo, em decorrência do uso ou de obsolescência. Não se trata de um custo que implique em desembolso de dinheiro ao longo da vida útil do equipamento, mas sim de se constituir um "fundo" que possibilite a reposição do bem quando não tiver mais condições eficientes de funcionamento.

A depreciação pode ser considerada como um custo fixo, que independe do volume ou ritmo de produção.

Para calcular o valor da depreciação mensal, vamos adotar a seguinte rotina:

- estimar a vida útil, em anos, de cada equipamento (compressor e perfuratriz). Pode-se usar como base os equipamentos novos.
- verificar o valor do equipamento novo, idêntico ao que você está utilizando, em cruzeiros e em dólares.
- calcular o valor da depreciação mensal, dividindo o valor do equipamento em dólares pela vida útil em meses (vida útil em anos x 12); o valor obtido será constante e será gravado na coluna própria. Para obter o valor da depreciação mensal, em cruzeiros, basta multiplicar este valor pelo valor médio do dólar no mês.
- na última coluna deste campo, aparece a depreciação / hora trabalhada. Esta informação pode ser importante na elaboração de orçamento para prestação de serviços a terceiros, tendo por base a hora trabalhada. Para obter esta informação, precisamos ter a vida útil do equipamento em horas trabalhadas, além das outras informações já citadas (valor do equipamento).

Assim, dividindo o valor do equipamento, em dólares, pela vida útil do mesmo, em horas trabalhadas, temos o valor da depreciação horária do equipamento.

A maioria das empreiteiras na construção civil adota o valor da depreciação horária em seus orçamentos relativos a obras.

Por fim, temos um quadro resumindo as informações de custos para se obter então o custo unitário / metro furado. Este quadro, portanto, é preenchido após ter sido encerrado o período mensal, uma vez completado os vários campos 11, 12, 13, 14 e 15.

O campo 16 corresponde à soma dos valores dos itens citados, em Cr\$ x 1000 e em dólares.

No campo 17, finalmente, temos, na última célula, a informação objetivada, em US\$/m, obtida pela divisão do total em dólares, do campo 16, pelo número de metros furados no mês.

Você tem agora a metodologia, mas para a correta assimilação, é preciso praticar. Não se preocupe se não conseguir implantar todo o sistema no primeiro mês. Vamos fazer um cronograma em conjunto e estabelecer uma meta para isso.

