

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE PRODUÇÃO E SISTEMAS**

**PROGRAMA DE PREVENÇÃO DE ACIDENTES DE  
TRABALHO E DOENÇAS OCUPACIONAIS NOS  
GARIMPOS DE PEDRAS PRECIOSAS, EM SÃO  
MARTINHO DA SERRA - RS**

**MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO**

**Rodrigo Emmer**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2005**

**PROGRAMA DE PREVENÇÃO DE ACIDENTES DE  
TRABALHO E DOENÇAS OCUPACIONAIS NOS GARIMPOS  
DE PEDRAS PRECIOSAS, EM SÃO MARTINHO DA SERRA -  
RS**

**por**

**Rodrigo Emmer**

Monografia apresentada ao Curso de Especialização do Departamento de Produção e Sistemas, Área de Concentração em Engenharia e Segurança do Trabalho, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho.**

**Orientador: Prof. Valmir Brondani**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2005**

E54p Emmer, Rodrigo, 1976-  
Programa de prevenção de acidentes de trabalho e doenças ocupacionais nos garimpos de pedras preciosas, em São Martinho da Serra – RS / por Rodrigo Emmer; orientador Valmir Brondani. – Santa Maria, 2005.  
58f. ; il.

Monografia (especialização) – Universidade Federal de Santa Maria, 2005.

1. Engenharia de segurança do trabalho 2. Segurança do trabalho 3. Prevenção de acidentes 4. Prevenção de doenças ocupacionais 5. Garimpos de pedras preciosas 6. São Martinho da Serra I. Brondani, Valmir, orientador. II. Título.

CDU: 331.46

Ficha catalográfica elaborada por  
Luiz Marchiotti Fernandes – CRB 10/1160  
Biblioteca Setorial do Centro de Ciências Rurais/UFSM

---

© 2005

Todos os direitos autorais reservados a Rodrigo Emmer. A reprodução de partes ou do todo deste trabalho só poderá ser feita com autorização por escrito do autor.

Endereço: Rua Felix Mainardi, n. 175, Camobi – Santa Maria, RS, CEP 97110-000

Fones: (0xx) 55 3217 1820 e (0xx) 55 9905 0140; Endereço Eletrônico: [emmer@pop.com.br](mailto:emmer@pop.com.br)

---

**Universidade Federal de Santa Maria  
Centro de Tecnologia  
Departamento de Produção e Sistemas**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,  
aprova a Monografia de Especialização

**PROGRAMA DE PREVENÇÃO DE ACIDENTES DE TRABALHO E  
DOENÇAS OCUPACIONAIS NOS GARIMPOS DE PEDRAS  
PRECIOSAS, EM SÃO MARTINHO DA SERRA - RS**

elaborada por  
**Rodrigo Emmer**

como requisito parcial para obtenção do grau de  
**Especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho**

**COMISSÃO EXAMINADORA:**

**Valmir Brondani, Msc. (UFSM)**  
(Presidente/Orientador)

**Rinaldo José Barbosa Pinheiro, Dr. (UFSM)**

**Paulo Roberto da Costa, Msc. (UFSM)**

Santa Maria, 18 de março de 2005.

## DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais, Ilse e Luiz, pois me incentivaram e permitiram o contínuo desenvolvimento pessoal e profissional, que são exemplos de dedicação à família e de vida a serem seguidos.

## **AGRADECIMENTOS**

A todos os professores do Curso de Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho pelas informações e orientações durante o curso de Especialização;

Aos colegas de curso e aos meus amigos que me incentivaram e me acompanharam em todos os momentos;

Especialmente à minha família, ao Gerson, aos meus pais e irmãos Cassiana e Luciano, onde sempre encontrei apoio e carinho;

E, particularmente ao Professor Valmir Brondani pela orientação deste trabalho.

“A inteligência é uma dádiva, mas a sabedoria se desenvolve através da persistência”

(Francisco Xavier)

## **RESUMO**

Monografia de Especialização  
Curso de Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho  
Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil

### **PROGRAMA DE PREVENÇÃO DE ACIDENTES DE TRABALHO E DOENÇAS OCUPACIONAS NOS GARIMPOS DE PEDRAS PRECIOSAS, EM SÃO MARTINHO DA SERRA - RS**

AUTOR: RODRIGO EMMER

ORIENTADOR: VALMIR BRONDANI

Data e Local da Defesa: Santa Maria, 18 de março de 2005.

A mineração é uma das atividades econômicas mais importantes do Brasil e também uma das campeãs em acidentes de trabalho e doenças ocupacionais. Aproveitando a criação da Cooperativa dos Garimpeiros da Região Central (COOMAR) de São Martinho da Serra – RS e o início das atividades de exploração de jazidas de pedras preciosas neste município, buscou-se desenvolver uma proposta de programa prevenção de acidentes de trabalho e doenças ocupacionais, que pudesse servir como fonte de pesquisa para todos os trabalhadores envolvidos e, principalmente, como forma de orientação para que nesses locais a saúde e a integridade dos trabalhadores fossem asseguradas. A proposta apresentada neste trabalho compreende basicamente a descrição de todas as etapas do processo produtivo, dos principais fatores de risco e, para cada atividade, a apresentação dos riscos, causas, equipamentos de proteção individual recomendados e medidas de proteção coletivas e preventivas que deverão ser adotadas.

Palavras-chaves: Engenharia de Segurança do Trabalho, Prevenção de Acidentes de Trabalho, Prevenção de Doenças Ocupacionais, Garimpos de Pedras Preciosas.

## **ABSTRACT**

Specialization Monograph  
Course of Specialization in Engineering of Work Security  
Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brazil

### **OCCUPATIONAL DISEASES AND WORK ACCIDENTS PREVENTION PROGRAM IN PRECIOUS STONES MINES OF SÃO MARTINHO DA SERRA – RS**

AUTHOR: RODRIGO EMMER

ADVISER: VALMIR BRONDANI

Date and Local of Defense: Santa Maria, March 18, 2005

The mining is one of the more important economical activities of Brazil and also one of the number ones in work accidents and occupational diseases. Taking advantage of the creation of the Cooperative of the Prospectors of the Central Area (COOMAR) of São Martinho da Serra - RS and the beginning of the exploration activities of precious stones beds in this municipal district, we have made efforts to develop a proposal of program prevention of work accidents and occupational diseases that could serve as research source for all the involved workers and, mainly, as orientation form so that in those places the health and the workers' integrity get insured. The proposal presented in this work, basically includes the description of all the stages of the productive process, the main risk factors and, for each activity, the presentation of the risks, causes, equipments of individual protection recommended and collective and preventive protection measures that should be adopted.

Key-words: Engineering of Work Security, Work Accidents Prevention, Occupational Diseases Prevention, Precious Stones Mines.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 2.1 – Geodo de ágata cinza cerrado e polido.....	24
Figura 2.2 – Placa de ametista radial com centro de ágata.....	25
Figura 2.3 – Ametistas lapidadas .....	25
Figura 2.4 – Conjunto de citrinos lapidados .....	27
Figura 4.1 – Processo mecanizado de escavação .....	40
Figura 4.2 – Abertura de furos na rocha com perfuratriz manual .....	41
Figura 4.3 – Detalhe dos explosivos e acessórios utilizados em desmonte de rocha .....	42
Figura 4.4 – Extração manual de um geodo de ametista .....	43
Figura 4.5 – Lavagem de drusas e cristais soltos de ametista.....	44
Figura 4.6 – Desagregação das drusas de ametistas .....	44

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

**ANFO** - Tipo de explosivo, obtido através da mistura de nitrato de amônia com óleo mineral

**CBMM** - Companhia Brasileira de Mineração e Metalurgia

**COOMAR** - Cooperativa Martinhense de Garimpeiros da Região Central

**CR** - Certificado de Registro

**CSN** - Companhia Siderúrgica Nacional

**DNPM** - Departamento Nacional de Produção Mineral

**DST** - Doenças Sexualmente Transmissíveis

**EPI** - Equipamento de Proteção Individual

**FIESP** - Federação das Indústrias do Estado de São Paulo

**FUNDACENTRO** - Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho

**NR** - Norma Regulamentadora

**NRM** - Norma Reguladora da Mineração

**MBR** - Mineração Brasileira Reunidas

**MME** - Ministério de Minas e Energia

**MPE** - Mineração em Pequena Escala ou Artesanal

**MRN** - Mineração Rio Norte

**MTE** - Ministério do Trabalho e Emprego

**PCMSO** - Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional

**PGR** - Programa de Gerenciamento de Riscos

**PPRA** - Programa de Prevenção de Riscos Ambientais

**TR** - Termo de Registro

**PVC** - Tipo de plástico

## SUMÁRIO

<b>RESUMO</b> .....	5
<b>ABSTRACT</b> .....	6
<b>LISTA DE ILUSTRAÇÕES</b> .....	7
<b>LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS</b> .....	8
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	12
<b>1.1 Objetivos</b> .....	13
1.1.1 Objetivos gerais.....	13
1.1.2 Objetivos específicos.....	13
<b>1.2 Delimitação da pesquisa</b> .....	13
<b>1.3 Abrangência do estudo</b> .....	13
<b>1.4 Justificativa</b> .....	14
<b>1.5 Estrutura</b> .....	14
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	15
<b>2.1 Mineração brasileira</b> .....	15
2.1.1 Histórico .....	15
2.1.2 Mineração em pequena escala ou artesanal (MPE).....	16
2.1.2.1 Origem do termo garimpeiro.....	17
2.1.2.2 Perfil sócio-econômico e cultural dos garimpeiros .....	18
2.1.2.3 Fundamentos que regem a pesquisa e a lavra mineral.....	19
a) Constituição Federal de 1988 .....	19
b) Lei Federal nº 7.805 de 1989 .....	20
c) Lei Federal nº 6.938 de 1981 .....	21
2.1.2.4 Pedras preciosas.....	21
a) Origem .....	21
b) Pedras preciosas encontradas em São Martinho da Serra - RS.....	22
b.1) Calcedônia (Ágata) .....	22
b.2) Ametista .....	23
b.3) Citrino.....	26

<b>2.2 Perfuração e desmonte de rochas</b> .....	27
2.2.1 Definições importantes.....	27
2.2.1.1 Bancada .....	27
2.2.1.2 Plano de fogo .....	28
2.2.1.3 Perfuratrizes .....	28
a) Percussivas.....	28
b) Rotativas .....	28
c) Percussivas-rotativas .....	29
d) Furo-abaixo .....	29
2.2.1.4 Compressores de ar.....	29
2.2.1.5 Explosivos .....	29
a) Classificação .....	30
b) Composição química.....	30
c) Tipos de explosivos.....	31
d) Acessórios de detonação.....	32
<b>2.3 Normas que consideram as condições de saúde e segurança do trabalhador nas atividades dos garimpos</b> .....	33
2.3.1 Normas Regulamentadoras de Segurança e Saúde no Trabalho (NR) .....	33
2.3.2 Normas Reguladoras da Mineração (NRM) .....	34
2.3.3 Decreto Federal nº 3.665 de 2000 – Regulamento para a Fiscalização de Produtos Controlados (R-105).....	34
<b>3 METODOLOGIA</b> .....	37
<b>4 PROGRAMA DE PREVENÇÃO DE ACIDENTES DE TRABALHO E DOENÇAS OCUPACIONAIS</b> .....	39
<b>4.1 Descrição das etapas do processo produtivo</b> .....	39
4.1.1 Escavação e transporte de material .....	39
4.1.2 Desmonte de rocha .....	40
4.1.3 Identificação e extração de gemas.....	42
4.1.4 Preparo das gemas para beneficiamento.....	43
<b>4.2 Principais fatores de risco</b> .....	45
4.2.1 Riscos físicos .....	45
4.2.2 Riscos químicos .....	45
4.2.3 Riscos biológicos.....	46
4.2.4 Riscos ergonômicos .....	46

4.2.5 Riscos de acidentes .....	46
4.2.6 Riscos de incêndio e explosão .....	47
<b>4.3 Descrição dos riscos, causas, equipamentos de proteção individual e medidas preventivas e de proteção coletiva .....</b>	<b>47</b>
4.3.1 Escavação e transporte de material .....	47
4.3.1.1 Movimentação de solo.....	47
4.3.1.2 Perfuração em rocha.....	49
4.3.1.3 Desmonte de rocha .....	50
4.3.2 Identificação e extração de gemas.....	51
4.3.3 Preparo das gemas para beneficiamento.....	52
4.3.3.1 Processo de lavagem.....	52
4.3.3.2 Processo de desagregação das drusas .....	52
<b>5 CONCLUSÕES E SUGESTÕES .....</b>	<b>54</b>
<b>5.1 Conclusões .....</b>	<b>54</b>
<b>5.2 Sugestões para futuras pesquisas .....</b>	<b>55</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>56</b>

# 1 INTRODUÇÃO

A mineração é uma atividade muito antiga, no Brasil ocorre desde a época colonial, quase dois séculos após a chegada dos portugueses na América do Sul, mais precisamente no século XVII (BARRETO, 2001). Daquela época até os dias de hoje, a indústria da mineração a qual produz em grande escala, passou por um grande processo de transformação, seja na área de projetos, de equipamentos ou de pessoal. Entretanto, observa-se que poucas mudanças ocorreram no cenário da mineração em pequena escala, pois as condições de vida e trabalho dos garimpeiros permanecem bastante adversas, caracterizadas pela falta de infraestrutura, principalmente de saúde e educação, em regiões onde o Estado pouco se faz presente.

Porém, não podemos nos esquecer que em decorrência de atividades mineradoras tivemos a perda de milhares de vidas que foram provocadas por acidentes de trabalho ou por doenças ocupacionais, causadas principalmente, pela falta de controle do ambiente do trabalho, do processo produtivo e da orientação aos operários.

Muitos desses acidentes poderiam ser evitados se as empresas ou responsáveis tivessem desenvolvido e implementados programas de segurança e saúde no trabalho, além de dar uma atenção maior à educação e ao treinamento dos funcionários.

Sabe-se que a prevenção de acidentes de trabalho e doenças ocupacionais não se faz somente com aplicação de normas, porém elas indicam o caminho obrigatório a ser seguido e determinam limites mínimos de ação que deverão ser adotados. Portanto, é necessário que se conheça seus meandros e possibilidades para conseguir eliminar, ao máximo, os riscos nos ambientes de trabalho (FIESP, 2003).

Ao longo deste trabalho, que aborda o tema de segurança do trabalho nos garimpos de extração de pedras preciosas, pretende-se proporcionar aos trabalhadores informações que possam auxiliá-los quanto aos riscos e doenças ocupacionais a que estão submetidos, bem como, medidas de proteção e prevenção que podem ser úteis para manter sua saúde e integridade física.

## **1.1 Objetivos**

Apresenta-se neste item os objetivos gerais, bem como, os específicos deste trabalho.

### **1.1.1 Objetivos gerais**

Propor um programa de prevenção de acidentes do trabalho e doenças ocupacionais nos garimpos de pedras preciosas, em São Martinho da Serra - RS.

### **1.1.2 Objetivos específicos**

- Identificar os riscos que derivam do processo de extração e do preparo para beneficiamento de pedras preciosas;
- Prevenção dos riscos e informação aos operários para ajudar a reduzir, ao máximo possível, as chances de acidentes e doenças ocupacionais;
- Garantir a saúde e a integridade dos trabalhadores;
- Determinar medidas de proteção e prevenção que evitem ações e situações de risco.

## **1.2 Delimitação da pesquisa**

O trabalho limita-se a estudar os garimpos de pedras preciosas que se encontravam em operação durante a elaboração deste programa.

## **1.3 Abrangência do estudo**

Estes garimpos estão localizados em Linha Campinas, no interior do município de São Martinho da Serra, no Estado do Rio Grande do Sul. Ao todo, são dez áreas que foram legalizadas, junto aos órgãos competentes, para pesquisas e exploração de minerais como ágatas, ametistas e citrinos.

## 1.4 Justificativa

Devido à criação da Cooperativa Martinhense de Garimpeiros da Região Central (COOMAR) em março de 2001, a liberação das áreas para exploração de jazidas em meados de 2004 e o início das atividades de exploração em setembro deste ano, estimam-se que muitas pessoas estarão diretamente envolvidas com atividades relacionadas ao processo produtivo nos garimpos. Tais atividades, se não forem adotadas as medidas adequadas de segurança, vão expor o trabalhador a riscos de acidentes e possibilidade de adquirir doenças ocupacionais. Portanto, com a finalidade de assegurar a saúde e a integridade desses trabalhadores, foi proposto um programa de prevenção de acidentes e doenças ocupacionais que deverá ser útil a todos os colaboradores desta cooperativa.

## 1.5 Estrutura

Este trabalho está dividido em 6 partes, sendo assim distribuídos:

- Capítulo 1: Introdução – Considerações e apresentação inicial;
- Capítulo 2: Revisão bibliográfica – Revisão sobre a mineração brasileira, destacando a mineração em pequena escala e as pedras preciosas que podem ser encontradas nas áreas estudadas. Apresentam-se também informações importantes sobre o processo de perfuração e desmonte de rochas e sobre as normas que consideram as condições de saúde e segurança dos trabalhadores nas atividades dos garimpos;
- Capítulo 3: Metodologia – Descrição das técnicas e procedimentos utilizados para realização deste trabalho;
- Capítulo 4: Programa de prevenção de acidentes de trabalho e doenças ocupacionais – Apresenta uma proposta para prevenção de acidentes de trabalho e doenças ocupacionais nos trabalhadores dos garimpos de pedras preciosas de São Martinho da Serra – RS;
- Capítulo 5: Conclusões – Comentários finais sobre o trabalho;
- Referências bibliográficas: Lista as bibliografias utilizadas neste trabalho.

## **2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 Mineração brasileira**

Neste item, é apresentado um breve histórico da mineração brasileira, destacando a mineração em pequena escala. Também são expostos o perfil sócio-econômico dos garimpeiros, os fundamentos que regem a pesquisa e a lavra mineral, informações importantes sobre pedras preciosas, perfuração e desmonte em rocha e de normas que consideram as condições de saúde e segurança dos trabalhadores nas atividades dos garimpos.

A mineração é hoje uma das mais importantes atividades econômicas do Brasil, é inegável que através dela decorreram impactos sociais, econômicos e ambientais. Entretanto, esses impactos podem ser minimizados se a atividade for planejada e executada dentro do conceito de sustentabilidade (BARRETO, 2001).

No Brasil, a mineração divide-se em dois grandes grupos, as grandes empresas mineradoras e a pequena mineração. Destacam-se entre as grandes empresas como a Companhia Vale do Rio Doce (CVRD), Mineração Brasileira Reunidas (MBR), Mineração Rio Norte (NRN), Companhia Brasileira de Mineração e Metalurgia (CBMM), Belgo Mineira, Companhia Siderúrgica Nacional (CSN).

Quanto à pequena mineração (tendo como critério número de empregados, volume físico de produção, capital, investimentos, tipo de jazida, dimensão da área, minério extraído ou faturamento), pode-se dizer que esse grupo é composto por dois grandes segmentos diferenciados: o da pequena empresa de mineração e da mineração artesanal ou, como é chamado no Brasil, o do garimpo. O subitem 2.1.2 irá tratar especificamente a mineração artesanal que é o foco deste trabalho.

#### **2.1.1 Histórico**

De acordo com Barreto (2001) a mineração no Brasil iniciou na época colonial, mais precisamente no século XVII. A demora em se descobrir jazidas levou a crer que os interesses portugueses estavam voltados para outros recursos como o pau-

Brasil, tabaco, açúcar e mão de obra escrava. Entretanto, no século XVIII ocorreu o primeiro ciclo mineral no Brasil com a descoberta do ouro, em Minas Gerais, que conduziu o país como primeiro grande produtor mundial de ouro.

Depois de quase um século de extração, ocorreu o processo de declínio do primeiro ciclo de ouro. Acreditava-se que as jazidas superficiais tinham sido esgotadas e então optaram-se em criar condições para a instalação de grandes empresas estrangeiras, na época empresas de nacionalidade inglesas. Inicia-se, sem muito sucesso, no século XIX um novo ciclo em busca de jazidas primárias de ouro. O segundo ciclo começou a destacar-se no século XX, após a segunda guerra mundial, concretizando-se efetivamente no final da década de 60.

As descobertas mais marcantes do século XX foram: o manganês da Serra do Navio (anos 40); o petróleo, que culminou com a criação da Petrobrás (anos 50); as jazidas ferríferas do vale do Paraopeba (anos 50); as minas do Quadrilátero Ferrífero de Minas Gerais (meados dos anos 50, intensificando-se nos anos 60); o carvão no Rio Grande do Sul e no Paraná (anos 50), com grande incremento a partir dos anos 60; as minas de cobre do Rio Grande do Sul (anos 60) e as do Pará e Goiás, nas décadas posteriores; as minas de chumbo na Bahia (anos 60) e em Minas Gerais mais recentemente; o nióbio de Araxá em Minas Gerais (anos 60); o caulim na Amazônia; fosfato e zinco em Minas Gerais; o megaprojeto Carajás no Pará; o amianto da mina Cana Brava, em Goiás; a bauxita de Minas Gerais e Pará; assim como a descoberta da província estanífera de Rondônia, todos na década de 1970.

### 2.1.2 Mineração em pequena escala ou artesanal (MPE)

A mineração em pequena escala tem grande importância econômica e social no Brasil. Desde o início da década de 80, o subsetor de mineração em pequena escala ou artesanal (MPE) experimentou um crescimento expressivo no Brasil, principalmente em decorrência da “corrida do ouro” na região amazônica, durante a década de 80, através da garimpagem e também devido ao crescimento da mineração de materiais de uso na construção civil. A MPE subdivide-se em três categorias, os chamados garimpos de ouro, os de pedras preciosas e as minerações de materiais de uso na construção civil. A MPE de pedras preciosas está presente historicamente nas regiões norte do Estado de Minas Gerais e sul do Estado da

Bahia, não tendo sido observado o mesmo crescimento dos outros tipos de MPE nas últimas décadas.

Segundo Vale (2000), a participação da mineração em pequena escala alcançava 16 % (em 1985) no valor da produção mineral mundial. Em nível de subsetores, sua importância pode ser aproximada pelo seguinte perfil: gemas (80 %), não metálicos (31 %), carvão (20 %), diamante (15 %) e metálicos (12 %).

Em comparação com a mineração de maior porte, a MPE apresenta maior componente de informalidade, mão-de-obra menos qualificada, menor produtividade, menor nível de recuperação dos recursos minerais, padrões operacionais insatisfatórios em relação à proteção ambiental e à segurança do trabalho (VALE, 2000).

#### 2.1.2.1 Origem do termo garimpeiro

Os meios de controle da produção mineral adotados pela Coroa (época colonial) incluíam a urbanização dos sítios produtores e a instituição de normas rígidas de fiscalização, cuja infração era passível de severas punições. Os homens livres e sem posses, inaptos perante a Coroa de sustentar produções regulares, se viram então forçados a buscar lugares ermos, as chamadas grimpas das serras, para praticarem suas lavras distantes das autoridades. Assim, os chamados grimpeiros deram origem ao termo garimpeiro. As condições adversas de vida e trabalho, somada às dificuldades de obtenção de suprimentos e de venda de produtos, sob forte repressão, favoreciam a coesão grupal, como também o desenvolvimento de traços culturais próprios (DNPM, 1993).

Quase três séculos depois, esse quadro pouco se alterou, pois as condições de vida e trabalho dos garimpeiros permanecem um tanto adversas, caracterizadas pela falta de infra-estrutura, principalmente de saúde e educação, em regiões onde o Estado pouco se faz presente. Somente a partir da Constituição, promulgada em 1988, o poder público passa a reconhecer o garimpo como atividade econômica relevante, buscando regulamentar uma legislação específica para o subsetor, incentivando, inclusive, o seu cooperativismo.

### 2.1.2.2 Perfil sócio-econômico e cultural dos garimpeiros

Em 1993, o Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) realizou um levantamento inédito de abrangência nacional o qual forneceu alguns dados que permitissem compor o perfil dos garimpeiros. Esse levantamento foi muito criticado na época de sua publicação e os próprios analistas fizeram reparos à pesquisa. Entretanto, tem o mérito de pela primeira vez fornecer ao país um esboço do garimpo e do garimpeiro no Brasil.

De acordo com o relatório, a população garimpeira foi estimada entre 300.000 a 400.000 pessoas. Distribuindo-se de forma heterogênea pelas seguintes regiões: 61 % à Amazônia, particularmente aos estados do Pará e Mato Grosso; 20 % aos Estados da região Centro-Oeste; 8 % ao Sudeste; 7 % ao Nordeste; e 4 % ao Sul.

As relações de trabalho que ocorrem nos garimpos brasileiros foram caracterizadas de acordo com as seguintes categorias: “percentista”, “frentista” – que inclui sócio e meia-praça; “assalariado” – que inclui diarista; “dono” – que inclui a estrutura familiar; “outros” – que inclui os garimpeiros catadores de rejeitos e os que trabalham com agregados de uso na construção civil. Dentre essas categorias, a de percentista é a que predomina no país, com 53 %, seguida dos donos com 22 %, assalariados com 12 % e outros com 13 %.

Segundo o levantamento, em média, os garimpeiros têm 38 anos, trabalham 60 horas semanais e têm renda mensal de aproximadamente 4 salários mínimos da época. O garimpeiro não permanece, em média, mais de quatro anos num local de produção.

A maioria dos garimpeiros dedica-se à produção de ouro (cerca de 72 %), seguindo-se as gemas com 11 %, diamante com 10 %, cassiterita com 1 % e 6 % na categoria outros minerais.

Quanto ao grau de escolaridade da população garimpeira é assim distribuído: analfabetos (28 %); primeiro grau (65 %); segundo grau (4 %); nível superior (3 %). Ou seja, 72 % da população garimpeira são alfabetizados.

No item doenças contraídas, o recorde fica por conta da malária (73 %). Outras doenças relevantes: hepatite (4 %); pneumonia (3 %); Doenças Sexualmente Transmissíveis – DST (3 %); outras doenças (17 %).

No que se refere ao abastecimento de água, cerca de 54 % servem-se de poços abertos, 21 % através de grotas e fontes, 8 % de drenagem e 17 % de outros tipos de abastecimento.

Quanto aos acidentes de trabalho, a incidência é baixa, respectivamente em: Rondônia (9,3 %); Bahia (8,1 %); Pernambuco (11,0 %); Rio Grande do Norte (10,1 %); Rio Grande do Sul (16,3 %).

Apesar das tentativas realizadas pelo poder público de organização dos garimpeiros em cooperativas e sindicatos, o levantamento do DNPM mostrou que apenas 9,2 % dos garimpeiros brasileiros eram sindicalizados e 10,8 % estavam organizados em cooperativas.

Porém, observou-se que o processo de cooperativismo começa a ter destaque na Bahia (19,2 %), Pernambuco (17,1 %), Rio Grande do Norte (15,3 %), Minas Gerais (16,1 %) e Pará (15,6 %), o que pode ser um indício de que o processo de organização poderá tornar-se uma realidade num futuro próximo (MIRANDA et al., 1997).

### 2.1.2.3 Fundamentos que regem a pesquisa e a lavra mineral

Em relação à política reguladora da atividade garimpeira, pode-se dizer que, no período 1980-2000, ocorreu uma série de reformas implicando em mudanças significativas na regulamentação e na concepção da atividade garimpeira. Entre as mais importantes, citam-se a promulgação da Constituição em 1988 e a instituição da lei federal 7.805 de 1989, revogando a legislação ordinária existente a respeito dessa atividade. Quanto à legislação ambiental, foi promulgada a lei federal 6.938 de 1981 que obrigou os garimpos se adaptar a nova realidade, incorporando a preocupação da preservação do meio ambiente.

#### a) Constituição Federal de 1988

Somente a partir da Constituição, promulgada em 05 de outubro de 1988, o poder público passa a reconhecer o garimpo como atividade econômica relevante,

buscando regulamentar uma legislação específica para o subsetor, incentivando, inclusive, o seu cooperativismo.

Os principais fundamentos que regem, no Brasil, a pesquisa e a lavra mineral contidos na Constituição de 1988 e suas emendas são descritos a seguir:

“O Estado favorecerá a organização da atividade garimpeira em cooperativas levando em conta a proteção do meio ambiente e a promoção econômico-social dos garimpeiros”;

“As cooperativas de garimpeiros terão prioridade na autorização ou concessão para pesquisa e lavra dos recursos e jazidas de minerais garimpáveis, nas áreas onde estejam atuando, e naquelas fixadas pela união, na forma da lei”;

“Aquele que explorar recursos minerais fica obrigado a recuperar o meio ambiente degradado, de acordo com solução técnica exigida pelo órgão público competente, na forma da lei”.

#### b) Lei Federal nº 7.805 de 1989

No Brasil, a Lei Federal nº 7.805 de 18 de julho de 1989, extinguiu o regime de Matrícula de Garimpeiro, por se encontrar fora da realidade, criando o regime de Permissão de Lavra Garimpeira (título simplificado de proteção legal à garimpagem). O título de permissão de lavra garimpeira é pessoal, transferível, com duração de 5 anos e em áreas previamente delimitadas não excedendo 50 hectare. Embora implicitamente o garimpeiro continue sendo tratado individualmente, a Lei indica a organização de cooperativas como forma de promoção sócio-econômica dos agentes garimpeiros e a preservação do meio ambiente. Entretanto, devido à complexa estrutura organizativa e cultural dos garimpos, assim como das relações de trabalho vigentes, o incentivo da Lei nº 7.805 não tem resultado em experiências cooperativistas bem sucedidas. Para esta Lei, a garimpagem é uma atividade mineral que independe da autorização do superficiário, desde que o garimpeiro chegue a um acordo com este e pague as indenizações e participações devidas por lei. Segundo a lei, o título compreende somente as etapas de lavra e beneficiamento de minerais garimpáveis, apesar da autorização de pesquisa poder ser requerida (a critério do DNPM).

c) Lei Federal nº 6.938 de 1981

A Lei Federal nº 6.938 de 31 de agosto de 1981 estabelece os fins e mecanismos de formulação e aplicação da Política Nacional do Meio Ambiente. Traça, também, os objetivos e aponta os princípios a serem seguidos através da Política Nacional do Meio Ambiente. O objetivo é a melhoria, a preservação e a recuperação da qualidade ambiental, assegurando as condições para o desenvolvimento sócio-econômico, a segurança nacional e a proteção da dignidade da vida humana. Quanto aos princípios, destacam-se os transcritos a seguir:

“I – Ação governamental na manutenção do equilíbrio ecológico, considerando o meio ambiente como patrimônio público a ser necessariamente assegurado e protegido, tendo em vista o uso coletivo”;

“II – racionalização do uso do solo, do subsolo, da água e do ar”;

“VIII – recuperação das áreas degradadas”.

2.1.2.4 Pedras preciosas

Neste subitem são apresentadas algumas considerações importantes sobre pedras preciosas. É dado um enfoque especial as pedras, de valor comercial, que podem ser encontradas nas lavras do município de São Martinho da Serra - RS. Toda revisão bibliográfica contida neste subitem foi obtida através da obra de Sauer (1982).

Pedras preciosas, também denominadas de gemas, tornou-se designação comumente para todas as pedras ornamentais de valor. A raridade, a beleza e a intrínseca perfeição que elas trazem, em decorrência de um milenar trabalho de depuração geológica, é que dão fundamentalmente a essas gemas uma conotação de valor.

a) Origem

Desde a descoberta do Brasil em 1500, com a chegada dos portugueses, ambicionavam-se em encontrar tesouros nesta terra desconhecida. Mas foi no

século XVIII, com os bandeirantes que a procura de ouro e pedras preciosas se concretizou. A procura por raridades levou-os para a região norte, tornando-se indispensável para que eles conquistassem o interior do país, varando rios e matas, enquanto a rota das jazidas ficaria gravada no próprio nome da terra – Minas Gerais.

Por quase um século e meio (de 1725 a 1866) o Brasil foi o principal produtor de diamantes do mundo, ocupando o lugar que antes era da Índia. A procura de diamantes nos leitos dos rios daquele Estado, levou a casual descoberta de outros minerais, entre eles, o cristal de rocha que foi desprezado por ter na época baixo valor.

Por mais extraordinária que fosse sua beleza, todas as pedras naturais brasileiras (antes de 1940) eram exportadas em bruto, com isso, a cotação das gemas não lapidadas que eram relativamente baixas, deixava-se de corresponder ao valor real do produto.

Durante a 2ª guerra mundial o foco da atividade mineradora voltava-se a procura de minerais industriais e estratégicos, de elevados valores e de necessidade permanente. Alguns minerais até então desprezados (cristal de rocha) adquiriram importância vital, foram utilizados em transmissões de rádio, em sonares de detecção marinha e no controle de aviões por alta frequência.

De 1945 a 1950 houve uma queda sensível na procura de pedras preciosas, pois os consumidores estavam mais interessados com em coisas utilitárias.

Por volta de 1950, ocorre um impulso de vulto na indústria nacional de gemas e jóias que culminou com um aumento significativo da atividade extrativa. Minas que estavam desativadas desde 1945 foram reabertas atraindo cada vez mais garimpeiros e as prospecções tornaram-se cada vez mais frequentes e férteis, alastrando-se por todo o país.

Na bacia do Paraná, conheciam-se de longa data depósitos de ágata e calcedônia, cuja extração foi retardada pelos baixos preços obtidos na Europa. Ametistas esplêndidas foram encontradas junto com as ágatas do Rio Grande do Sul.

## b) Pedras preciosas encontradas em São Martinho da Serra - RS

Neste subitem são apresentados os tipos de pedras preciosas que podem ser

encontradas nas lavras analisadas. Compreendem as pedras ágatas, ametistas e citrinos.

#### b.1) Calcedônia (Ágata)

A ágata, uma variedade da calcedônia, pode ser encontrada em diversos países, mas não existem jazidas comparáveis às brasileiras em termos de qualidade, tamanho de nódulos e extensão das regiões produtoras. As ágatas do Rio Grande do Sul passaram a ser as preferidas, especialmente dos países mais industrializados, para confecção de jóias e objetos ornamentais. Na região Sul, existem imensas jazidas de ágata que cobrem uma extensão superior a 1.000.000 km<sup>2</sup>.

A calcedônia, na maioria das vezes, apresenta-se sob forma de concreções mamilares de estruturas fibrorradiadas. Essas fibras de sílica anidra, de composição próxima ao quartzo, são envolvidas por um cimento silicoso amorfo. Apresentam propriedades físicas comparáveis às do quartzo, embora ligeiramente inferiores. Provém da alteração, principalmente por lixiviação, de rochas que contém sílica.

As ágatas constituem-se de camadas sucessivas de calcedônia de tons diferentes, dispostas concentricamente. Apresenta-se em nódulos de vários tamanhos, geralmente é utilizada em placas polidas mais ou menos espessas e denominada de acordo com seu aspecto: ágata furta-cor; zonada; musgosa; com fortificações; etc. Devido à sua porosidade muitas ágatas (tipo “umbu”) podem ser tingidas. Nas ágatas de melhor qualidade são produzidos, através de corte e polimento, cinzeiros, vasos, chaveiros, chapas, jóias e outros objetos ornamentais.

As ágatas do Rio Grandes do Sul têm cores naturais muito variadas e apresentam-se em forma de nódulos arredondados, chegando a pesar muitas dezenas de quilos. São encontradas em horizontes de basaltos mais ou menos decompostos, são muito resistentes a erosão, concentram-se na superfície ou nos rios. A exploração é parcialmente mecanizada, com desagregação feita por explosivos ou por escarificadores, após a remoção da cobertura estéril.

O maior produtor brasileiro é o Rio Grande do Sul, mas vários outros Estados produzem ágatas, destacam-se: Bahia, Ceará, Espírito Santo, Mato Grosso, Minas Gerias e Paraíba.

Apresenta-se na figura 2.1, um geodo (nódulo destacável de uma rocha contendo uma cavidade revestida de cristais) de ágata cinza cerrado e polido, comum nas jazidas de São Martinho da Serra.

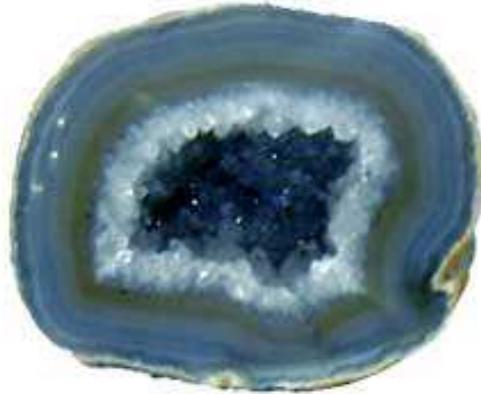


Figura 2.1 – Geodo de ágata cinza cerrado e polido

#### b.2) Ametista

É a variedade mais nobre da família do quartzo. Apesar da abundância nunca perdeu seu valor e nem saiu de moda.

Seu nome deriva do grego “amethystos”, que significa “sóbrio”, refere-se à suposta propriedade de que a ametista possui de proteger da embriaguez seu portador. Usada exclusivamente pela nobreza e o clero, foi se tornando com o tempo cada vez mais acessível.

Apresentam-se, em seu estado natural, em finas camadas de intensa cor violeta que alternam-se com camadas incolores, distribuídas paralelamente. Como na maioria das pedras preciosas, o valor aumenta com a densidade da cor e com a sanidade (transparência).

As ametistas apresentam-se em cristais isolados, que podem atingir mais de 12 cm de comprimento, ou em grupos de tamanho variados. Muitas vezes apenas a extremidade superior é colorida, sendo a base hialina ou leitosa. Frequentemente, os cristais formam geminações polissintéticas, muitos deles desprovidos de forma prismática só mostram os romboedros (sólido cujas seis faces são losangos iguais) terminais.

A figura 2.2 apresenta uma placa de ametista radial com centro de ágata. Na figura 2.3 são mostradas ametistas lapidadas prontas para fazerem jóias.



Figura 2.2 – Placa de ametista radial com centro de ágata

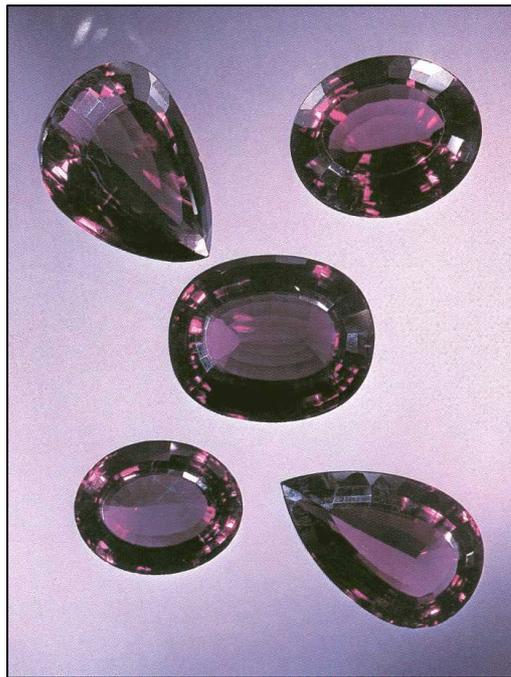


Figura 2.3 – Ametistas lapidadas

As principais ocorrências localizam-se no Rio Grande do Sul, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Espírito Santo, Goiás, Bahia, e Ceará. Os mais importantes exemplares provêm da bacia do Paraná, mas o principal centro de exploração está situado no Rio Grande do Sul, num plano onde as erupções fissurais da era mesozóica cobrem mais de 500.000 km<sup>2</sup>.

Assim como as calcedônias, a ametista é sempre encontrada em horizontes de basalto decompostos, mas nunca em associação a estas. O processo de extração é semelhante ao das ágatas (uso de explosivos e escarificadores).

### b.3) Citrino

O citrino é outra variedade do quartzo, seu nome deriva da sua brilhante cor de limão, que varia do amarelo-claro ao conhaque. A coloração é explicada pela presença de ferro no estado de íons trivalente e de precipitações ultramicroscópicas de óxido de ferro. Para o leigo, pode ser facilmente confundido com o topázio imperial, mas distingue-se no peso específico, sistema cristalográfico e na densidade óptica. O valor de um quilate de um citrino não ultrapassa 10 % do valor do topázio imperial de mesma tonalidade.

O Brasil é a mais importante fonte de suprimento desta gema, as principais jazidas encontram-se em Minas Gerais, destacam-se também as jazidas do Estado do Ceará, Goiás, Espírito Santo e Bahia.

O citrino não é muito comum em seu estado natural. Boa parte dos citrinos lapidados provém do tratamento térmico das ametistas. Este tratamento, que por vezes ocorre na própria natureza, consiste no aquecimento da pedra a uma temperatura de aproximadamente de 500 ° C. O processo de queima é irreversível para casos que ultrapassar a temperatura apropriada, a pedra fica com aparência opaca e perde seu o valor.

A figura 2.4 mostra um conjunto de citrino lapidados em diferentes tipos de jóias.



Figura 2.4 – Conjunto de citrinos lapidados

## 2.2 Perfuração e desmonte de rochas

Este item tem por finalidade compreender, mesmo que seja resumidamente, a técnica dos explosivos. Busca-se fornecer algumas definições e recomendações importantes para o uso, manuseio e transporte de explosivo. Maiores detalhes podem ser obtidos na literatura técnica, algumas obras como a de Martins (1971) e a da Atlas Copco (1969), podem auxiliar aqueles que tem interesse em conhecer mais detalhadamente a técnica de perfuração e desmonte de rocha. Também foi utilizada, para elaboração deste item, a bibliografia de Brandani (2000).

### 2.2.1 Definições importantes

Neste subitem são apresentadas, de maneira sucinta, algumas informações importantes para melhor compreender a mecânica de desmonte de rocha.

#### 2.2.1.1 Bancada

É a forma mais racional de se desmontar rocha. Dá-se ao nome de bancada a forma dada ao terreno rochoso, após desmonte com explosivos, que culmina na formação de três superfícies: topo da bancada (onde operam os equipamentos de

detonação); face (parte lateral da bancada); praça (local onde operam os equipamentos de carga e transporte de rocha detonada).

#### 2.2.1.2 Plano de fogo

Segundo Atlas Copco (1969), plano de fogo é o conjunto de elementos necessários à execução da bancada de extração de rochas para se obter uma fragmentação compatível com o equipamento a ser utilizado. Esses elementos são citados a seguir: diâmetro do furo; altura da bancada; profundidade de perfuração; afastamento; espaçamento; inclinação da face; razão de carregamento (carga de fundo, carga de coluna e tampão).

#### 2.2.1.3 Perfuratrizes

São máquinas de perfuração, acionadas normalmente por ar comprimido, utilizadas na execução de furos que se destinam receber a carga de explosivos. Quanto à locomoção as perfuratrizes podem ser: manual (marteletes); tracionada (perfuratrizes maiores acopladas a superfícies de suporte); própria (perfuratriz com sistema de locomoção própria).

As perfuratrizes classificam-se em:

##### a) Percussivas

É a absoluta maioria das máquinas, possuem dispositivos que produzem dois movimentos distintos (percussão e rotação) e um sistema de limpeza (fluido de ar ou água) que permite remover os resíduos da rocha pelo avanço da perfuração.

##### b) Rotativas

São perfuratrizes que transmitem à broca, que trabalha sob ação de pressão constante, somente movimento de rotação.

### c) Percussivas-rotativas

Apresentam rotação contínua (que pode ser reversível) e independente, além de percussões sobre a broca.

### d) Furo-abaixo

São perfuratrizes, diferentes das demais, que foram desenvolvidas com a finalidade de evitar a dissipação da energia em grandes profundidades (maiores que 20 m). O mecanismo de percussão fica junto à broca e o motor que produz rotação contínua fica na superfície. É aconselhável em furos com diâmetros de 75 a 125 mm.

#### 2.2.1.4 Compressores de ar

São máquinas que aspiram o ar da atmosfera e o comprimem, reduzindo seu volume e aumentando a pressão. O ar comprimido é então enviado às perfuratrizes através de mangueiras ou de tubos metálicos. Os compressores podem ser portáteis ou estacionários, com acionamento elétrico ou a diesel.

#### 2.2.1.5 Explosivos

De acordo com Martins (1971), os explosivos são substâncias químicas ou misturas de substâncias químicas que, quando acionadas devidamente, sofrem reações químicas violentas e rápidas que resultam na liberação de grandes quantidades de gases e calor (energia) num reduzido espaço de tempo. O aproveitamento apropriado da energia liberada permite a realização imediata de tarefas, entre elas o desmonte da rocha, que seriam praticamente impossíveis de ser executadas pelo homem ou pelo menos muito demoradas.

Um explosivo pode produzir pressões de até 100.000 atmosferas, durante a explosão a temperatura pode variar de 2500 a 4000 ° C. A nitroglicerina, principal substância explosiva aumenta de 18.000 a 19.000 vezes o seu volume inicial.

Durante a detonação de um explosivo ocorre uma série de fenômenos de natureza estática e dinâmica, que são apresentados em seqüência:

- A onda de choque percorre a rocha a uma velocidade entre 3.000 e 5.000 m/s;
- O diâmetro inicial do furo é alargado para o dobro, por deformações plásticas;
- A onda de choque produz tensões radiais e transversais na rocha, ao se deslocar do centro para a periferia;
- Ao chegar a frente livre da bancada, a onda de choque tende a projetar o material da superfície. Nesta etapa, a onda de choque utiliza apenas 9 % da energia total do explosivo. Como o ângulo de quebra é de  $120^\circ$  (somente 1/3 do perímetro) a energia utilizada nesta fase é de 3 %;
- Até esta etapa os fenômenos são de ação dinâmica, passando-se a seguir na forma estática através da pressão dos gases que estão se formando no interior do furo. As pressões elevadíssimas dos gases provocam o deslocamento do maciço rochoso para frente, fissurando-o radialmente.

#### a) Classificação

Os explosivos são classificados em:

- Iniciadores ou primários: São explosivos extremamente sensíveis por isso se prestam para iniciar a detonação na massa de explosivos. São utilizados na fabricação de acessórios de detonação (azida de chumbo);
- Altos explosivos ou secundários: Ideais para desmonte de bancada, detonam a velocidades de 1.500 a 7.500 m/s, liberando grande quantidades de gases a altas pressões. Produzem onda de choque e altas pressões que lançam o material para a face livre da bancada;
- Baixos explosivos: São explosivos que apresentam queima rápida sem produzir onda de choque. Enquadra-se neste caso a pólvora negra.

#### b) Composição química

Quanto à composição química, classificam-se em:

- Explosivos simples: Apresentam um único componente, podendo ser: nitroglicerina; nitroglicol; nitrocelulose; trotil e ciclonite;
- Explosivos Mistos: Compostos por substâncias que não são explosivas quando isoladas. É o caso da mistura de nitrato de amônia (adubo) com óleo diesel;
- Explosivos compostos: São explosivos simples misturados com substâncias capazes de consumir e ou produzir oxigênio. Enquadra-se nesta classificação os explosivos comerciais.

### c) Tipos de explosivos

Os explosivos comerciais mais comuns são:

- Pólvora negra: É um explosivo lento (baixo explosivos) e muito sensível à ação da água. Apresenta-se em dois tipos. Tipo A, utilizado para cortar pedra, é composto de uma mistura de nitrato de potássio, enxofre e carvão vegetal, e o tipo B, utilizado para detonar argila, é composto de nitrato de sódio, enxofre e carvão vegetal. Comercialmente, a pólvora negra é vendida em pó ou em forma de pelotas em unidades de 2 ”;
- Nitrato de amônia: São explosivos muito seguros, pois necessitam de uma iniciação através da detonação de um cartucho de alto explosivo. Quando misturados com óleo mineral (diesel) é denominado de ANFO;
- Lama explosiva: É uma suspensão em água, com consistência de gel, de ingredientes explosivos sólidos como o de nitrato de amônia e de nitrato de sódio;
- Dynamite e gelatinas: É um explosivo de alta velocidade. Tem a nitroglicerina como elemento básico. São vendidas em cartuchos com diâmetro de 1 1/8 ou 1 1/4 ", comprimentos de 8, 16 e 32 " e em caixas de 25 kg. Encontram-se os seguintes tipos:
  - o Dynamite comum: Possuem consistência semiplástica a sólida, nitroglicerina, nitrato de sódio, celulose e enxofre. São mais sensíveis e caras;
  - o Dynamite especial ou amoniaca: Parte da nitroglicerina é substituída por nitrato de amônia. São mais seguras e econômicas;

- o Gelatina: Explosivo de consistência plástica e semiplástica, contém nitroglicerina, nitrato de sódio, enxofre e farinhas orgânicas;
- o Gelatina especial ou amoniaca: Parte da nitroglicerina é substituída por nitrato de amônia.

#### d) Acessórios de detonação

São dispositivos necessários para criar uma detonação inicial que provocará a explosão das cargas de explosivos. Compreendem os seguintes tipos:

- Estopim: Consiste num núcleo de pólvora negra de nitrato de potássio revestidos com tecidos impermeabilizantes com função de proteger o núcleo contra a penetração de água e abrasão;
- Espoletas comuns: São pequenas cápsulas de alumínio, fechadas numa extremidade, que contém carga iniciadora (azida de chumbo) e uma carga de base (tetra-nitrato de penta eritrol). A outra extremidade é aberta para receber o estopim para sua inicialização;
- Espoletas elétricas: São detonadas por corrente elétrica, podem detonar diversas cargas ao mesmo tempo, compreendem dois tipos, a comum e a de tempo. A espoleta elétrica comum e a de tempo possuem a mesma constituição da espoleta comum, porém, são acionadas por uma ponte elétrica que dará início ao processo de queima. Nas espoletas de tempo é introduzido um elemento de retardo entre a ponte elétrica (circuito em série, paralelo ou misto) e a carga iniciadora que permite controlar o tempo para a queima. Apresentam risco de detonação antecipada, devendo-se tomar cuidados especiais em: relâmpagos, eletricidade estática da atmosfera; linhas de alta tensão; eletricidade estática gerada por sistema de carregamento pneumático dos explosivos; energia de rádio frequência oriundas de estações de rádio, televisão, etc;
- Cordel detonante: É a forma mais segura para detonação a céu aberto. O cordel é um explosivo com núcleo de alto explosivo (tetra-nitrato de penta eritrol) revestido com camada de cera e algodão, que pode ter revestimento plástico e também alma de arame embutida neste revestimento. Quando detonam, através da inicialização de espoletas comuns ou elétricas, agem

como escorvas para cargas explosivas, determinando a velocidade de detonação do próprio explosivo;

- Acendedores: Acessórios destinados a fornecer chama para iniciar uma explosão. Destacam-se os seguintes: estopim de segurança, acendedor de chumbo e acendedor de rabicho, de vareta inflável, cordão e elétrico.

### **2.3 Normas que consideram as condições de saúde e segurança dos trabalhadores nas atividades dos garimpos**

Neste item são apresentadas, sucintamente, as normas que estão diretamente relacionadas com as atividades observadas nos garimpos em São Martinho da Serra e que deverão ser analisadas para disciplinar os preceitos a serem observados na organização e no ambiente de trabalho, de forma a tornar compatível o planejamento e o desenvolvimento da atividade mineira com a busca permanente da segurança e saúde dos trabalhadores.

#### **2.3.1 Normas Regulamentadoras de Segurança e Saúde no Trabalho (NR)**

São normas que tratam da saúde e segurança no trabalho, elaboradas por comissão tri-partite incluindo governo, empregados e empregadores e publicadas pelo Ministério do Trabalho e Emprego (PORTARIA nº 3.214, 1978).

A NR 22 (Segurança e saúde ocupacional na mineração) é a norma que rege a atividade garimpeira, ela é fundamental para evitar acidentes de trabalho e doenças ocupacionais na mineração. Esta norma obriga a realização de um Programa de Gerenciamento de Riscos (PGR) que substitui o Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA) recomendado pela NR 9 e que deve obedecer os limites de exposição ocupacional previstos na NR 15 (Atividades e operações insalubres), principalmente ruído e poeiras minerais. Deve-se utilizar a NR 6 para escolha adequada dos equipamentos de proteção individual, a NR 7 para elaborar e implantar o Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional (PCMSO), que é obrigado a empregadores e instituições que admitam trabalhadores como empregados. A NR 16 não deve ser esquecida, pois é a norma que trata sobre

atividades e operações perigosas, neste caso, atividades com explosivos. A ergonomia, através da NR 17 também deve ser considerada para propiciar aos trabalhadores um melhor conforto, segurança e desempenho eficiente. A NR 19 que trata de explosivos é uma das normas regulamentadoras mais importantes para a segurança dos trabalhadores nos garimpos, por isso deve ser muito utilizada. Outras normas, como a NR 21 (Trabalho a céu aberto), NR24 (Condições sanitárias e de conforto nos locais de trabalho) e NR26 (Sinalização de segurança), também devem ser consultadas.

### 2.3.2 Normas Reguladoras da Mineração (NRM)

São normas, do Ministério de Minas e Energia, que objetivam disciplinar o aproveitamento racional das jazidas, considerando-se as condições técnicas e tecnológicas de operação, de segurança e de proteção ao meio ambiente, de forma a tornar o planejamento e o desenvolvimento da atividade minerária compatíveis com a busca permanente da produtividade, da preservação ambiental, da segurança e saúde dos trabalhadores (PORTARIA nº 237, 2001).

Em se tratando das atividades dos garimpo de pedras preciosas de São Martinho da Serra, deve-se consultar com finalidade de adequação, as seguintes normas: NRM 2 - Lavra a céu aberto; NRM 8 - Prevenção contra Incêndios, explosões e inundações; NRM 9 - Prevenção contra poeiras; NRM 12 - Sinalização de áreas de trabalho e de circulação; NRM 13 - Circulação e transporte de pessoas e materiais; NRM 14 - Máquinas, equipamentos e ferramentas; NRM 15 - Instalações; NRM 16 - Operações com explosivos e acessórios; NRM 22 - Proteção ao trabalhador.

### 2.3.3 Decreto Federal nº 3.665 de 2000 – Regulamento para a Fiscalização de Produtos Controlados (R-105)

Conforme o decreto, os explosivos e seus acessórios, são classificados pelo exército como produto controlado, pois apresentam poder de destruição ou outra propriedade de risco. Seu uso é restrito a pessoas físicas e jurídicas legalmente habilitadas, capacitadas técnica, moral e psicologicamente, de modo a garantir a

segurança da sociedade e do país. Estas pessoas devem possuir um certificado de registro (CR) que habilita e autoriza a comprar, transportar, armazenar, manusear e utilizar este tipo de produto controlado.

Este decreto proíbe a fabricação, mesmo que seja para uso particular, de acessórios e explosivos, considera também que este tipo de infração é classificada como grave. A fabricação de produtos controlados de uso restrito poderá ser autorizada pelo exército a pessoas jurídicas registradas através do termo de registro para operação como fábrica de produtos controlados (TR). A preparação de misturas de nitrato de amônio com substâncias orgânicas, como óleo diesel, na produção de explosivo do tipo ANFO para consumo próprio e no local de emprego, pode ser autorizada a empresas possuidoras de CR que já tenham permissão para empregar explosivos, mediante a concessão de aditamento ao CR. Para produzir este tipo de explosivo a empresa deverá apresentar responsável técnico, registrado e aprovado pelo Conselho Regional de Química. Quem fabricar explosivos sem autorização está cometendo uma infração grave e está sujeito às penalidades (multa simples máxima, multa pré-interditória e interdição) previstas neste regulamento.

Quanto ao transporte de produtos controlados, deverão ser observadas as prescrições deste regulamento e seguidas as normas prescritas para as seguintes modalidades de transportes: Via terrestre, o Anexo II ao Decreto Federal nº 1.797, de 25 de janeiro de 1996 (Acordo de Alcance Parcial para a Facilitação do Transporte de Produtos Perigosos) e demais legislações pertinentes ao transporte de produtos perigosos emitidas pelo Ministério dos Transportes; transporte por via marítima, fluvial ou lacustre, as normas do Comando da Marinha; transporte por via aérea, as normas do Comando da Aeronáutica.

Em se tratando de depósito, os explosivos e seus acessórios deverão ser armazenados em locais específicos, classificados em: Locais rústicos – podem ser fixos ou móveis, são construção simples, para armazenamento por pouco tempo, constituído de paredes de pouca resistência ao choque cobertas de laje de concreto simples ou de telhas, dispondo de ventilação natural nas partes altas das paredes e pisos acimentado ou asfaltado, geralmente utilizado em pedreiras e minerações; Locais aprimorados ou paióis – construídos para armazenamento por longo tempo, em alvenaria ou concreto, com paredes duplas e ventilação natural ou artificial, com piso impermeabilizado, geralmente usados em fábricas, entrepostos e para grande quantidade de material; Barricada - é uma barreira intermediária para o paiol, natural

ou artificial, de tipo, dimensões e construção de forma a limitar os efeitos de uma explosão eventual nas áreas adjacentes.

Com relação à armazenagem, deve destacar que é proibida a armazenagem de: Acessórios iniciadores com explosivos, inclusive pólvoras, ou com acessórios explosivos num mesmo depósito; Pólvoras num mesmo depósito com outros explosivos; Explosivos e acessórios em habitações, estábulos, silos, galpões, oficinas, lojas, isto é, em locais que não sejam para tal finalidade.

Na armazenagem de explosivos ou de acessórios, as pilhas de caixas devem ser colocadas de acordo com as seguintes exigências: Sobre barrotes de madeira, para isolá-las do piso; Afastadas das paredes e do teto, para assegurar boa circulação de ar; com afastamento entre si que permita a passagem para colocação e retirada de caixas com segurança.

É obrigatória para qualquer depósito a manutenção de vigia permanente e a proteção contra incêndios, aprovadas pela fiscalização militar, podendo a vigilância ser substituída por sistema eletrônico com monitoração permanente. Nos depósitos aprimorados ou paióis, qualquer que seja sua capacidade, será exigida a instalação de pára-raios, de termômetros (de máxima e mínima) e de psicrômetros que são indispensáveis ao acompanhamento e controle das condições a que devem ficar sujeitos os explosivos, pólvoras, acessórios, etc.

O manuseio e a utilização de explosivos e seus acessórios é expressamente proibido para pessoas não habilitadas. A habilitação se dá através da realização de um curso específico denominado de bláster.

A construção dos depósitos, o armazenamento, critérios de segurança a serem adotados e o manuseio dos explosivos deverão ser seguidos de acordo com as prescrições recomendadas no Decreto Federal nº 3.665 de 20 de novembro de 2000 - Regulamento para produtos controlados (R-105), nas normas regulamentadoras NR 19 (Explosivos) e NR 22 (Segurança e saúde ocupacional na mineração) e na norma reguladora da mineração, NRM - 16, que trata de operações com explosivos e acessórios.

### 3 METODOLOGIA

Apresenta-se neste capítulo, as etapas que foram efetuadas para desenvolver o programa de prevenção de acidentes de trabalho e doenças ocupacionais nos garimpos de pedras preciosas de São Martinho da Serra - RS. Em cada etapa são descritos, de maneira sucinta, todos os procedimentos realizados.

O primeiro passo para o desenvolvimento deste programa, foi à realização de um estudo de campo visitando as áreas de exploração de jazidas que se encontravam em plena atividade de operação. Posteriormente, com auxílio da bibliografia técnica, foi desenvolvido o programa propriamente dito (apresentado no capítulo 4), que é extremamente simples mas tem o propósito de melhorar as condições de saúde e segurança dos trabalhadores desses locais.

O estudo de campo caracterizou-se em um estudo teórico sem realização de nenhum tipo de monitoramento quanto à exposição dos trabalhadores aos agentes insalubres (ruído, calor, radiações ionizantes e não ionizantes, vibrações, umidade, agentes químicos e poeiras minerais). Este estudo compreendeu basicamente duas etapas, sendo estas descritas a seguir:

- A primeira, caracterizava-se em observar visualmente o processo produtivo de extração e preparo para o beneficiamento de pedras preciosas (gemas), com a finalidade de identificar e aprender a mecânica de funcionamento de todas as atividades desses processos. Identificadas às atividades, buscou-se estudá-las isoladamente para verificar a ocorrência de possíveis riscos de acidentes de trabalho, suas respectivas causas e também se esta atividade apresentava possibilidade de provocar doenças ocupacionais nos trabalhadores. Nesta etapa, foi realizada uma visita técnica em três áreas que estavam sendo exploradas. Pode-se dizer que o processo produtivo, observado em todas as áreas visitadas, era praticamente o mesmo, inclusive na etapa de escavação que utilizam escavadeiras hidráulicas;
- Na segunda etapa, depois de compreendido todo o processo, foi realizado novamente outra visita com o propósito de fazer um registro fotográfico de todas as atividades do processo, de verificar a ocorrência de possíveis situações de risco, uso de equipamentos de proteção individual e a

existência de sistemas de proteção coletiva. Observou-se nesta visita que, em uma área, as atividades tinham sido suspensas por motivo econômico, pois o custo para manter tais atividades era alto e não se encontravam gemas de boa qualidade. Nas outras duas áreas, apenas uma estava com atividades no dia da visita, a outra estava com as atividades paralisadas devido à quebra do equipamento de escavação. Os registros fotográficos apresentados neste trabalho são de apenas um local, mas nos outros locais foram verificadas, na primeira visita, as mesmas condições quanto a situações de risco, utilização de equipamentos de proteção individual e medidas de proteção coletiva.

Para elaboração do programa proposto para as lavras analisadas, utilizou-se às recomendações mais importantes encontradas na literatura técnica e que tratam especificamente sobre as atividades observadas durante as visitas técnicas. Para cada atividade foram recomendados equipamentos de proteção individual e medidas preventivas e de proteção coletiva. Foram consultadas a Recomendação Técnica de Procedimentos da FUNDACENTRO/MTE (2002), as Normas Regulamentadoras de Segurança e Saúde no Trabalho (NR 6, 9, 17, 19, 21 e 22), as Normas Reguladoras da Mineração (NRM 2, 9, 12, 13, 14, 16 e 22) e o Regulamento para Fiscalização de Produtos Controlados (R-105).

Quanto à prescrição dos equipamentos de proteção individual (EPIs), cabe-se ressaltar que estes foram recomendados com finalidade de dar proteção aos trabalhadores quanto aos riscos que estão submetidos, mas deve-se salientar que é necessário, em atividades que envolvem agentes insalubres, a realização de uma análise quantitativa para verificar o nível de exposição desses trabalhadores a fim de determinar, se necessário, a adoção de tais equipamentos e a escolha do equipamento mais adequado para cada atividade.

## **4 PROGRAMA DE PREVENÇÃO DE ACIDENTES DE TRABALHO E DOENÇAS OCUPACIONAIS**

Neste capítulo é apresentada uma proposta de um programa que tem por finalidade a prevenção de acidentes de trabalho e doenças ocupacionais nos trabalhadores dos garimpos de pedras preciosas de São Martinho da Serra - RS.

Este programa compreende basicamente os seguintes itens: descrição das etapas do processo produtivo; descrição dos principais fatores de riscos; descrição, para cada atividade do processo produtivo, dos riscos mais freqüentes, as prováveis causas, medidas preventivas e de proteção coletiva que deverão ser adotadas e, também, prescrição de equipamentos de proteção individual.

### **4.1 Descrição das etapas do processo produtivo**

Neste item são descritas as etapas do processo produtivo, incluindo todas as atividades deste processo.

#### **4.1.1 Escavação e transporte de material**

O processo de escavação consiste na remoção de terra e ou rocha, de um local previamente determinado, através de um equipamento mecânico pesado (nos casos em análise, de escavadeiras hidráulicas) até ultrapassar a “veia de pedra” que se encontra em profundidades variáveis, normalmente até 8 m de profundidade. Com o aumento da profundidade durante a escavação, observa-se, na maioria dos locais, uma camada resistente de basalto alterado e ou rochas de basalto que não são possíveis de ser removida com o uso de máquina. Quando ocorre esta situação é necessário realizar o desmonte da rocha com a utilização de explosivos.

Quanto ao transporte do material escavado, ele é realizado com o próprio equipamento após a escavação. O material é colocado mais afastado possível do local de escavação e em muitas vezes é necessário dar um “tombo” neste material para ganhar espaço e dar mobilidade ao serviço.

Na figura 4.1 é mostrado o processo mecanizado de escavação, observa-se ainda nesta figura a formação de poeiras e a presença de curiosos próximos ao raio de ação da máquina.



Figura 4.1 – Processo mecanizado de escavação

#### 4.1.2 Desmonte de rocha

O desmonte de rocha é realizado sem ter um plano de fogo definido e com a utilização de explosivos artesanais (pólvora negra). Este explosivo é feito através de uma mistura, em proporções previamente estabelecidas, de nitrato de potássio (fertilizante), enxofre e pó de carvão vegetal.

O processo de desmonte consiste em: perfuração da rocha (furos de 80, 160 e 240 cm) com perfuratrizes percussivas manuais (marteleto) alimentadas, através de mangueiras, por compressores de ar; limpeza do furo (introdução de ar no furo através do marteleto); colocação de um pouco de pólvora; introdução do estopim ou fio duplo com ambas extremidades desencapadas, sendo em uma delas unidos os fios com esponja de lã de aço; colocação do restante da pólvora até completar a medida; compactação da pólvora com uma vara de madeira; colocação de pó de pedra, seguido de compactação, até preencher totalmente o furo; detonação do explosivo, através do acendimento do estopim ou de um curto-circuito provocado no fio quando for colocado em contato com uma bateria.

Foram observadas várias detonações e por questões de segurança em nenhum caso realizavam-se detonações simultaneamente, era detonado apenas um furo por vez. Em cada detonação adotava-se precauções quanto à segurança, principalmente quanto ao afastamento, procurava-se proteção através de uma distância segura e quando possível de alguma barreira.

As detonações eram realizadas, prioritariamente, na face livre da bancada, depois eram removidos os materiais fragmentados, sendo realizado novamente esta seqüência até finalizar a bancada. As detonações mais perigosas ocorriam em furos de pouca profundidade (80 cm), que arremessavam a maior quantidade de fragmentos de rocha. Em furos mais profundos (160 240 cm), na maioria das vezes, ocorria um pequeno deslocamento do bloco fragmentado, ou o tombamento de parte, sem arremesso do fragmento a distâncias significativas. Normalmente eram realizadas detonações em furos profundos, mas às vezes era necessário efetuar detonações em furos de pouca profundidade (80 cm), ou seja, em blocos soltos (blocos já detonados e que não conseguiam ser removidos pela máquina) e em maciços próximo ao nível do terreno.

Apresenta-se na figura 4.2, um trabalhador perfurando a rocha sem utilizar os EPIs apropriados para esta atividade (luva de raspa, calçado de segurança, protetor auricular e a máscara de proteção contra poeiras minerais). Na figura 4.3 é mostrado um detalhe dos explosivos e acessórios utilizados no desmonte de rocha.



Figura 4.2 – Abertura de furos na rocha com perfuratriz manual



Figura 4.3 – Detalhe dos explosivos e acessórios utilizados no desmonte de rocha

#### 4.1.3 Identificação e extração de gemas

Nesta etapa caracteriza-se em identificar e extrair as gemas de valor comercial. As gemas normalmente exploradas são as ametistas, mas podem ser encontradas ágatas que são pouco aproveitadas. Um trabalhador próximo à máquina, fica observando a escavação com a finalidade de verificar a ocorrência de algum sinal que pode ser característica de ametista. Encontrado e identificado (inspeção visual) um geodo (nódulo de uma rocha contendo uma cavidade revestida de cristais) de ametista é verificado as condições de segurança, ou seja, se o geodo encontrado estiver em local que pode representar riscos (perigo de desmoronamento e de queda de blocos) aos trabalhadores que forem retirá-lo, busca-se solucionar o problema da antes da extração, caso contrário, é iniciado o processo manual de extração com auxílio de marretas, cunhas, pás e picaretas.

Na figura 4.4 é mostrada a extração manual de um geodo de ametista através da utilização de ferramentas (cunha e marreta), nota-se o operário não utiliza luva de raspa e nem óculos de proteção contra impacto.



Figura 4.4 – Extração manual de um geodo de ametista

#### 4.1.4 Preparo das gemas para beneficiamento

Esta etapa, normalmente, é realizada fora da jazida e consiste na execução das seguintes atividades: colocação das drusas (cristais salientes, ou seja, pedaços do geodo) de ametista e dos cristais soltos envoltos com solo e fragmentos de pedra sobre uma lona; realização da lavagem deste material com ou sem auxílio de equipamento (lava jato); colocação dos cristais soltos numa peneira de malha fina para sofrerem uma nova lavagem; se as drusas de ametista servir apenas para fins ornamentais, elas são mantidas em seu estado natural; se a qualidade da ametista for para fins de fabricação de jóias, deverá ser realizada a desagregação dos cristais através de golpes de martelo no “casco” (material rochoso) das drusas, realização de peneiramento fino nos cristais desagregados para eliminar os cristais não aproveitáveis e eliminação manual de qualquer fragmento que não seja cristal; acondicionamento em embalagens para serem encaminhadas ao beneficiamento.

Mostra-se na figura 4.5, o processo de lavagem com uso de equipamento (lava jato). Observa-se que o lavador não está utilizando EPIs. (luva de raspa e botas impermeáveis de PVC).



Figura 4.5 – Lavagem de drusas e cristais soltos de ametista

Na figura 4.6 é mostrado o processo de desagregação das drusas de ametista. Verifica-se nesta figura que não estão sendo utilizados e equipamentos de proteção individual (luva de raspa e óculos de segurança contra impacto). Destaca-se também a questão ergonômica (postura inadequada, monotomia e repetitividade)



Figura 4.6 – Desagregação das drusas de ametistas

## 4.2 Principais fatores de risco

De forma resumida são citados a seguir os principais fatores de riscos presentes nos garimpos de pedras preciosas de São Martinho da Serra.

### 4.2.1 Riscos físicos

- Radiações não-ionizantes: ocorrem em atividades de solda e corte e decorrentes da exposição à radiação solar;
- Frio: ocorre em épocas de inverno;
- Calor: em atividades decorrentes da exposição solar;
- Umidade: trabalhos em lugares úmidos e atividades que necessitam de água;
- Ruído: é um dos maiores fatores de risco presentes e decorre da utilização de equipamentos pesados (principalmente no caso de escavadeiras durante o processo de escavação em rochas), atividades de perfuração (manual ou mecanizada), utilização de ar-comprimido e atividades de manutenção em geral;
- Vibrações: presentes na operação de grandes equipamentos (tratores e escavadeiras) e no uso de ferramentas manuais como marteletes pneumáticos.

### 4.2.2 Riscos químicos

- Poeiras minerais: a de maior importância é a sílica livre, cuja ocorrência vai depender das condições geológicas locais. É importante destacar que o risco depende da concentração da poeira, do diâmetro aerodinâmico das suas partículas, da porcentagem de sílica livre na poeira respirável, do tempo de exposição e das condições de ventilação;
- Névoas: geradas no processo de perfuração decorrentes do óleo de lubrificação do equipamento (martelete);

- Gases: são gerados no processo de desmonte de rochas com explosivos (principalmente gases nitrosos);
- Outros produtos químicos podem estar presentes tais como uso de graxas, óleos e solventes nas operações de manutenção em geral.

#### 4.2.3 Riscos biológicos

- Exposição a fungos, bactérias e outros parasitas: decorrentes de precárias condições de higiene como calçados úmidos, falta de limpeza dos locais de trabalho, de sanitários e vestiários.

#### 4.2.4 Riscos ergonômicos

- Esforço físico excessivo: quebra manual de rochas, levantamento e transporte de pesos, uso e transporte de ferramentas pesadas (martelletes) e manuseio de pás e picaretas;
- Posturas inadequadas: trabalhos em lugares de difícil acesso e em assentos inadequados (principalmente durante a desagregação de drusas);
- Pode-se citar também a monotonia e repetitividade (desagregador de drusas e operador máquina e de perfuratriz).

#### 4.2.5 Riscos de acidentes

- Desmoronamentos e quedas de blocos;
- Choque elétrico: fiação elétrica desprotegida (durante lavagem de pedras ou quando se utiliza algum equipamento elétrico);
- Queda de pessoas: falta de atenção ao transitar no local de trabalho, falta de proteção em rampas de acesso improvisadas e de sinalização nos taludes;
- Choque, esmagamento e agarramento: trânsito de pessoas próximo a equipamentos pesados;
- Deslizamento e tombamento da máquina de escavação: pode ocorrer por falta de manutenção na máquina e por imprudência do operador.

#### 4.2.6 Riscos de incêndio e explosão

- Depósitos de combustíveis (galões para reabastecimento);
- Equipamentos de solda e curtos-circuitos;
- Depósitos de explosivos sem ventilação e iluminação adequada, armazenamento inadequado (armazenagem de explosivos e acessórios no mesmo local e ou excesso de explosivos) e sinalização imprópria;
- Falha na detonação dos explosivos.

### **4.3 Descrição dos riscos, causas, equipamentos de proteção individual e medidas preventivas e de proteção coletiva**

Neste subitem são apresentados, para cada atividade das etapas do processo produtivo, os riscos mais frequentes, as causas, os equipamentos de proteção individual recomendados e as medidas preventivas e de proteção coletiva que deverão ser adotadas.

#### 4.3.1 Escavação e transporte de material

##### 4.3.1.1 Movimentação de solo

*Riscos:* desmoronamento e quedas de blocos; quedas de pessoas; incêndio e explosões; choques, atropelamento e agarramento de pessoas pela máquina; tombamento e deslizamento da máquina; formação de poeiras; ruídos.

*Causas:* desmoronamentos e quedas de blocos – cargas excessivas nas bordas de talude, verticalidade da escavação, erosão provocada por ação de água e vibrações provocadas pela máquina de escavação, pela perfuratriz e pela detonação de explosivos; queda de pessoas – escorregamento ou tropeço de pessoas em nível, no topo do talude ou na rampa improvisada (se existir) de acesso ao talude; incêndio e explosões – fumar durante o manuseio de combustíveis, utilizar gasolina para limpar peças aquecidas, não desligar o motor quando for fazer o abastecimento e

não armazenar combustíveis e lubrificantes (mesmo em pouca quantidade) em local isolado e independente; choque, atropelamento e agarramento de pessoas – realizar manobras bruscas com a máquina, permanência indevida de pessoas na zona de ação da máquina, falta de visibilidade do operador, falta de manutenção da máquina e ausência de proteção dos elementos móveis da máquina; formação de poeiras – originada pela escavação em terra e em rocha; ruído – provocado pela máquina durante o processo de escavação.

*Medidas preventivas e de proteção coletiva:* desmoronamentos e queda de blocos – evitar transitar com a máquina ou equipamento pesado próximo à borda do talude, retirar blocos soltos do talude, tentar eliminar a presença de água no talude, diminuir a verticalidade do talude, inspecionar as paredes da escavação após um grande período de chuva ou quando se interromper o trabalho por mais de um dia e proibir a presença de trabalhadores próximos a taludes que apresentam possibilidade de desmoronamento ou de queda de material; queda de pessoas – colocar e conservar adequadamente guarda-corpos nas rampas de acesso ao talude, sinalizar os taludes quanto à possibilidade de queda, cuidar ao transitar próximo ao talude e sobre pedras soltas, não transitar próximo ao talude quando há presença de vibrações, proibir o transporte de pessoas na máquina de escavação e manter o local de trabalho limpo e em ordem (não deixar ferramentas atiradas); incêndio e explosões – não fumar próximo a combustíveis e inflamáveis, evitar a utilização de gasolina na limpeza de peças aquecidas, fechar hermeticamente os recipientes que contenham produtos tóxicos ou inflamáveis, desligar o motor no momento do abastecimento e armazenar combustíveis e óleos lubrificantes em locais isolados, apropriados, sinalizados e de acesso permitido somente a pessoas autorizadas; choque, atropelamento e agarramento de pessoas – realizar manutenções preventivas e corretivas na máquina de escavação, permitir operar a máquina somente pessoas habilitadas e qualificadas, delimitar o local de trabalho da máquina, operar a máquina com atenção, proibir no local de escavação a presença de curiosos, proteger todas as partes móveis da máquina contra o contato de pessoas e impedir o carregamento de terra ou blocos de pedra que impeçam a visibilidade do operador; tombamento e deslizamento da máquina – autorizar operar a máquina apenas pessoas habilitadas e qualificadas, conduzir a máquina com precaução, efetuar

manutenções periodicamente e proibir o carregamento de materiais que impeçam a visibilidade do operador; formação de poeiras – umidificar o solo.

*Equipamentos de proteção individual:* capacete de segurança; calçado de segurança; óculos de segurança com ampla visão; protetor auricular; máscara descartável.

#### 4.3.1.2 Perfuração em rocha

*Riscos:* radiações não-ionizantes; calor; ruído; vibrações; poeiras minerais (sílica livre); névoas; esforço físico excessivo; monotonia e repetitividade; queda de pessoas; incêndio e explosões.

*Causas:* radiações não-ionizantes – exposições excessivas à radiação solar; ruído e vibrações – provocados pelo funcionamento do compressor de ar e principalmente durante a perfuração com a utilização do martetele manual; poeiras minerais - formação de poeiras durante o processo de perfuração; névoas – ocorrência devido à necessidade de lubrificação do martetele; esforço físico, monotomia e repetitividade – manuseio e transporte do martetele; queda de pessoas – tropeço e escorregamento em nível ou sobre a bancada; incêndio e explosões – fumar durante o manuseio de combustíveis, utilizar gasolina para limpar peças aquecidas, não desligar o motor quando for fazer o abastecimento e não armazenar combustíveis e lubrificantes (mesmo em pouca quantidade) em local isolado e independente.

*Medidas preventivas e de proteção coletiva:* radiações não-ionizantes – utilizar vestimentas ou protetores solares de forma a proteger o trabalhador contra as radiações solares; poeiras minerais – umidificar ao solo; esforço físico, monotomia e repetitividade – realizar um rodízio de funções com outros trabalhadores para evitar a fadiga; queda de pessoas – caminhar com cuidado em locais que apresentam possibilidade de queda, manter limpo e em ordem (não deixar ferramentas atiradas) o local de trabalho; incêndio e explosões – manter em bom estado de conservação as mangueiras de alimentação do martetele, realizar manutenções preventivas e corretivas no compressor, não fumar próximo a combustíveis e inflamáveis, evitar a

utilização de gasolina na limpeza de peças aquecidas do compressor de ar, fechar hermeticamente os recipientes que contenham produtos tóxicos ou inflamáveis, desligar o motor do compressor no momento do abastecimento e armazenar combustíveis e óleos lubrificantes em locais isolados, apropriados, sinalizados e de acesso permitido somente a pessoas autorizadas.

*Equipamentos de proteção individual:* capacete de segurança; calçado de segurança; luvas de raspa óculos de segurança com ampla visão, protetor auricular; máscara semifacial.

#### 4.3.1.3 Desmonte de rocha

*Riscos:* incêndios e explosões; gases tóxicos; poeiras minerais; arremesso de fragmentos de rocha.

*Causas:* Incêndio e explosões – falha na detonação de explosivos, armazenamento inadequado de explosivos em locais desapropriados e em depósitos sem iluminação, ventilação e sinalização adequada; gases tóxicos – se dá pela reação química que ocorre durante a detonação dos explosivos; poeiras minerais – oriundas após a detonação dos explosivos; arremesso de fragmentos de rocha – originados pela detonação dos explosivos.

*Medidas preventivas e de proteção coletiva:* incêndio e explosões – substituir explosivos artesanais por comerciais, elaborar plano de fogo por responsável técnico (Bláster) que deverá executá-lo ou supervisioná-lo, proibir a estocagem de explosivos e acessórios fora dos locais apropriados, assegurar que o manuseio e a utilização de material explosivo sejam efetuados por pessoal devidamente treinado, garantir que os trabalhadores envolvidos no transporte de explosivos e acessórios recebam treinamento específico para realizar esta atividade, confirmar as condições de estabilidade da área antes de retornar ao local detonado, marcar e eliminar os fogos falhados (deverá ser executada pelo técnico ou, sob sua orientação, por trabalhador qualificado e treinado) e proibir aproveitamento de furos falhados na fase de perfuração; gases tóxicos e poeiras minerais – permitir retornar ao local detonado

somente após a dissipação dos gases e poeiras; arremesso de fragmentos de rocha – evitar efetuar detonações simultâneas, proibir o acesso de pessoas não autorizadas na área de detonação; utilizar sinal sonoro antes das detonações, tomar distância suficiente para garantir a segurança e procurar algum tipo de barreira (se existir) para buscar proteção contra qualquer tipo de fragmento arremessado.

*Equipamentos de proteção individual:* capacete de segurança; calçado de segurança.

#### 4.3.2 Identificação e extração de gemas

*Riscos:* calor; radiações não-ionizantes; queda de pessoas; desmoronamento e quedas de blocos; cortes.

*Causas:* calor e radiações não-ionizantes – exposições excessivas à radiação solar; quedas de pessoas – tropeço ou escorregamento em nível e queda em pequena altura; desmoronamentos e quedas de blocos – cargas excessivas nas bordas de talude, verticalidade da escavação, erosão provocada por ação de água e vibrações provocadas pela máquina de escavação; cortes – principalmente nas mãos, causados por fragmentos de rocha ou pelos cristais durante a extração do geodo.

*Medidas preventivas e de proteção coletiva:* calor e radiações não-ionizantes – utilizar vestimentas ou protetores solares de forma a proteger o trabalhador contra as radiações solares; queda de pessoas – caminhar com cuidado em locais que apresentam possibilidade de queda, sinalizar os taludes quanto à possibilidade de queda e manter o local de trabalho limpo e em ordem (não deixar ferramentas atiradas); desmoronamento e queda de blocos – proibir a presença de curiosos no local de extração, evitar transitar com a máquina ou equipamento pesado próximo à borda do talude, retirar blocos soltos do talude, tentar eliminar a presença (se existir) de água no talude, diminuir a verticalidade do talude, inspecionar as paredes da escavação após um grande período de chuva ou quando se interromper o trabalho por mais de um dia e proibir a presença de trabalhadores próximos a taludes que apresentam possibilidade de desmoronamento ou de queda de material.

*Equipamentos de proteção individual:* capacete de segurança; calçado de segurança; luvas de raspa; óculos de segurança contra impacto.

#### 4.3.3 Preparo das gemas para beneficiamento

##### 4.3.3.1 Processo de Lavagem

*Riscos:* exposição a fungos, bactérias e outros parasitas; umidade; cortes; choques elétricos.

*Causas:* exposição a fungos, bactérias e outros parasitas – em decorrência de calçados úmidos; umidade – é verificada na execução do processo de lavagem com água; cortes – principalmente das mãos, durante a lavagem das drusas e cristais soltos; choques elétricos – podem ser originados através da fiação elétrica desprotegida (lava jato), interrupção no fio e contato com água entre outros.

*Medidas preventivas e de proteção coletiva:* umidade e exposição a fungos, bactérias e outros parasitas – utilizar calçados impermeáveis; cortes – utilizar luvas de proteção e manter o local de trabalho limpo e em ordem; choques elétricos – inspecionar o equipamento de lavagem antes de utilizá-lo e conservar adequadamente a alimentação elétrica.

*Equipamentos de proteção individual:* luvas de raspa; botas impermeáveis de PVC.

##### 4.3.3.2 Processo desagregação das drusas

*Riscos:* posturas inadequadas; cortes; esmagamentos de dedos ou parte da mão; monotonia e repetitividade.

*Causas:* posturas inadequadas – trabalho em assentos inadequados (sentados no chão); cortes – principalmente nas mãos, através da cravação de fragmentos de cristais e rocha; monotonia e repetitividade – durante o processo de desagregação;

esmagamento de dedos ou parte da mão – esmagamento através de golpes de martelo ou por pedaços de pedra, durante algum descuido.

*Medidas preventivas e de proteção coletiva:* posturas inadequadas – realizar intervalos durante o processo de desagregação de modo evitar a fadiga e melhorar as condições de trabalho buscando desenvolver assentos adequados; cortes e esmagamentos de dedos – manter o local de trabalho limpo e em ordem, utilizar luvas e manter atenção na atividade que está executando.

*Equipamentos de proteção individual:* luvas de raspa; óculos de proteção contra impacto.

## 5 CONCLUSÕES E SUGESTÕES

Apresentam-se neste capítulo as conclusões mais importantes deste trabalho, no que refere às visitas técnicas e sobre a proposta do programa de prevenção de acidentes e doenças ocupacionais. Também são apresentadas algumas sugestões para futuros trabalhos.

### 5.1 Conclusões

- Em nenhum local estudado, a exploração era realizada por empresas;
- As relações de trabalho que ocorrem nestes locais caracterizavam-se por ser dono, percentista e assalariados (incluindo o diarista);
- Observa-se que em cada jazida, três trabalhadores estavam envolvidos diretamente no processo produtivo de extração de gemas. Quando necessário, eram contratados diaristas para execução de algumas atividades deste processo e também para realizar as atividades de preparo das gemas para beneficiamento;
- Quanto ao uso de equipamentos de proteção individual (EPI), em todos os locais analisados, foi observado que os trabalhadores não utilizavam os EPIs apropriados para cada atividade. Verificou-se em alguns trabalhadores apenas o uso eventual do capacete de proteção e luvas de raspa;
- Talvez não seja necessário utilizar alguns dos EPIs (máscaras de proteção contra poeiras minerais e protetores auriculares) que foram indicados em certas atividades, pois a obrigatoriedade de uso somente será comprovada, através de laudo de inspeção do local de trabalho, quando os índices de exposição aos agentes de risco forem superiores aos limites de tolerância estabelecidos na NR 15 (Atividades e Operações Insalubres);
- Não foi observada nenhuma situação de risco eminente em todo o processo produtivo;
- Mesmo utilizando munição artesanal (pólvora negra) não foi verificado nenhum incidente, pois em cada detonação eram tomadas medidas de

segurança. A pólvora negra caracteriza-se por ser um explosivo de baixa potência;

- Em nenhum local foi observada a existência de sanitários, conforme prescreve a NR 24;
- Quanto ao programa de prevenção proposto, deve-se salientar que é apenas um trabalho de conclusão de curso de pós-graduação e que não deve ser utilizado como um único instrumento de prevenção de acidentes de trabalho e doenças ocupacionais nos trabalhadores desses locais;
- As normas regulamentadoras (NR) e as normas reguladoras da mineração (NRM) são os instrumentos que deverão ser sempre consultados e seguidos para garantir a saúde e a segurança dos trabalhadores;
- Espera-se que as informações apresentadas neste trabalho possam servir para conscientizar, os trabalhadores e principalmente os responsáveis pelos garimpos, quanto aos riscos que os trabalhadores estão submetidos e que é necessário adotar medidas urgentes de proteção individual (fornecimento, orientação e treinamento para o uso de EPIs) e coletivas.

## **5.2 Sugestões para futuras pesquisas**

- Efetuar um monitoramento (com equipamentos específicos) em todas as atividades do processo produtivo, para verificar a intensidade, natureza e tempo de exposição ao agente insalubre;
- A partir dos resultados do monitoramento, realizar um Laudo Técnico das Condições do Ambiente de Trabalho (LTCAT), para cada atividade do processo produtivo, para verificar a real exposição dos trabalhadores quanto aos agentes de risco (principalmente quanto aos insalubres). Objetiva-se neste laudo, determinar medidas (entre elas, adoção ou não de EPIs e prescrição do EPI mais apropriado para cada tipo de exposição) que possam implementar a maneira correta para execução de cada atividade do processo com segurança.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ATLAS COPCO BRASILEIRA S. A. **Perfuração e desmanche de rochas**. São Paulo: Editora Verbo Divino, 1969. 100p.

BARRETO, M.L. (coord.). **Mineração e desenvolvimento sustentável: desafios para o Brasil**. Rio de Janeiro: Centro de Tecnologia Mineral – CETEM / Ministério de Ciência e Tecnologia - MCT, 2001. 215p.

BRONDANI, V. **Materiais de pavimentação**. Santa Maria: **Notas de aula**, UFSM, 2000. 94p.

BRASIL. Portaria n. 3.214 de 08 de junho de 1978. Normas Regulamentadoras de Segurança e Saúde no Trabalho (NR). **NR 6** – Equipamentos de proteção individual – EPI. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 08 de junho de 1978.

\_\_\_\_. **NR 7** – Programas de controle médico de saúde ocupacional.

\_\_\_\_. **NR 9** – Programa de prevenções de riscos ambientais.

\_\_\_\_. **NR 15** – Atividades e operações insalubres.

\_\_\_\_. **NR 16** – Atividades e operações perigosas.

\_\_\_\_. **NR 17** – Ergonomia.

\_\_\_\_. **NR 19** – Explosivos.

\_\_\_\_. **NR 21** – Trabalho a céu aberto.

\_\_\_\_. **NR 22** – Segurança e saúde ocupacional na mineração.

\_\_\_\_. **NR 24** – Condições sanitárias e de conforto nos locais de trabalho.

\_\_\_\_. **NR 26** – Sinalização de segurança.

BRASIL. Lei n. 6.938 de 31 de agosto de 1981. **Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação e dá outras providências**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 02 de setembro de julho de 1981.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**: promulgada em 5 de outubro de 1988. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 05 de outubro de 1988.

BRASIL. Lei n. 7.805 de 18 de julho de 1989. **Extingue o regime de Matrícula de Garimpeiro e cria o regime de Permissão de Lavra Garimpeira.** Diário Oficial da União, Brasília, DF, 20 de julho de 1989.

BRASIL. Anexo II ao Decreto nº 1.797 de 25 de janeiro de 1996. **Acordo de alcance parcial para a facilitação do transporte de produtos perigosos.** Diário Oficial da União, Brasília, DF, 25 de janeiro de 1996.

BRASIL. Decreto n. 3.665 de 20 de novembro de 2000. **Regulamento para a fiscalização de produtos controlados (R-105).** Diário Oficial da União, Brasília, DF, 20 de novembro de 2000.

BRASIL. Anexo I da Portaria n. 237 de 18 de outubro de 2001. Normas Reguladoras da Mineração (NRM). **NRM 2** - Lavra a céu aberto. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 19 de outubro de 2001.

\_\_\_\_. **NRM 8** - Prevenção contra incêndios, explosões e inundações.

\_\_\_\_. **NRM 9** - Prevenção contra poeiras.

\_\_\_\_. **NRM 12** - Sinalização de áreas de trabalho e de circulação.

\_\_\_\_. **NRM 13** - Circulação e transporte de pessoas e materiais.

\_\_\_\_. **NRM 14** - Máquinas, equipamentos e ferramentas.

\_\_\_\_. **NRM 15** - Instalações.

\_\_\_\_. **NRM 16** - Operações com explosivos e acessórios.

\_\_\_\_. **NRM 22** - Proteção ao trabalhador.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL (DNPM). Levantamento nacional dos garimpeiros. **Relatório Analítico.** Brasília: DNPM, 1993. (Série Tecnologia Mineral, 45).

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO (FIESP/CIESP). **Legislação de segurança e medicina no trabalho** - Manual Prático. São Paulo: FIESP/CIESP, 2003. 50p.

FUNDAÇÃO JORGE DUPRAT FIGUEIREDO DE SEGURANÇA E MEDICINA DO TRABALHO (FUNDACENTRO/MTE). **Recomendação técnica de procedimentos** - Escavações, fundações e desmonte de rochas. Rio de Janeiro: FUNDACENTRO / MTE, 2002. 1º ed., 33p.

MARTINS, J. A. **Manual para o uso de explosivos.** São Paulo: Ministério do Exército, Fábrica Presidente Vargas. 1969. 155p.

MIRANDA, J.G. **Atividades garimpeiras no Brasil:** Aspectos técnicos, econômicos e sociais. Rio de Janeiro: CETEM/CNPq, 1997. (Série Estudos e Documentos, 38).

SAUER J. R. **Brasil paraíso de pedras preciosas.** [s. l.]: AGGS indústrias gráficas, 1982.136p.

VALE, E. **Análise econômica das pequenas e médias empresas de mineração.** Relatório Técnico. Brasília: CPRM, 2000.