



**UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO  
FACULDADE DE ENGENHARIA E ARQUITETURA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA  
Área de Concentração: Infra-estrutura e Meio Ambiente**

**Ibanor Volmir Gehlen**

**Exploração de basalto na região das Missões do estado do Rio Grande do Sul**

**Passo Fundo  
2007**

**Ibanor Volmir Gehlen**

**Exploração de basalto na região das Missões do estado do Rio Grande do Sul**

**Ibanor Volmir Gehlen**

**Exploração de basalto na região das Missões do estado do Rio Grande do Sul**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia da Universidade de Passo Fundo, para obtenção do título de Mestre em Engenharia.

Orientador: Prof. Fernando José Pugliero Gonçalves, Dr.

Passo Fundo

2007

**Ibanor Volmir Gehlen**

**Exploração de basalto na região das Missões do estado do Rio Grande do Sul**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia da Universidade de Passo Fundo, para obtenção do título de Mestre em Engenharia.

Data de aprovação: Passo Fundo, 23 de outubro de 2007

Os membros componentes da Banca Examinadora abaixo aprovam a Dissertação:

Fernando José Pugliero Gonçalves, Dr.  
Orientador

Marcio Antonio Vendrusculo, Dr.  
Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões - URI

Luciana Londero Brandli, Dra.  
Universidade de Passo Fundo

Aguida Gomes de Abreu, Dra.  
Universidade de Passo Fundo

Passo Fundo

2007

## **DEDICATÓRIA**

A todas as pessoas as quais amo muito e que de alguma maneira colaboraram para que esse sonho se transformasse em realidade.

## **AGRADECIMENTOS**

Externo meus agradecimentos a todos aqueles que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho, em especial:

Ao Professor Fernando Pugliero Gonçalves, pelos ensinamentos, pelas trocas de experiências pessoais e profissionais que foram possíveis vivenciarmos juntos, pela sua amizade e dedicação durante todo o desenvolvimento do meu trabalho.

Aos verdadeiros amigos e colegas que sempre estiveram juntos, seja apoiando, deixando muitas vezes seus afazeres para prestar inúmeros favores, que Deus lhes pague.

Aos demais professores do mestrado a minha eterna admiração pelas suas aptidões profissionais, e pelo grau de amizade que vivenciamos independente de nomes a serem citados.

A um dos maiores mestres da área de exploração de pedreiras e pavimentação com o qual muito aprendi (in memoriam) meu pai, Lucidio Ávila da Silva, a minha mãe Zilga Rainher da Silva, aos meus filhos, a minha companheira, e demais pessoas que foram muitas, e considero arriscado nomear todos que dispensaram sua atenção e paciência, para que esse sonho se tornasse real.

E a um ser supremo chamado Deus que independente de dia, hora ou minuto está sempre a meu lado.

## **RESUMO**

Neste trabalho, foram descritos os critérios preconizados nas fases de solicitação/liberação das áreas de extração, bem como o cronograma evolutivo do surgimento dos órgãos responsáveis pela legislação ambiental das áreas das pedreiras de basalto no Brasil. Na seqüência foi quantificada a reserva atual de basalto explorável nas pedreiras legalizadas na Região das Missões do estado do Rio Grande do Sul. Foram descritas as etapas de trabalho aplicáveis no processo de extração de basalto e caracterizada a atualidade tecnológica disponível em uma pedreira de basalto localizada no município de Cerro Largo/RS.

Os estudos realizados neste trabalho apontam à disponibilidade de reserva de basalto na Região das Missões do Rio Grande do Sul.

Palavras-chaves: regularização – extração - pedreiras.

## ***Abstract***

*In this work, they were described the approaches indication in the phases of solicitation/liberation of the extraction areas, as well as the evolutionary sequence of the appearance of the responsible organs for the environmental legislation of the areas of the quarries of basalt in Brazil. In the sequence the current reservation of basalt exploration was quantified in the quarries legalized in the Missions region of Rio Grande do Sul. The applicable work stages were described in the process of extraction of basalt and characterized the available technological present time in a located quarry of basalt in the municipality district of Cerro Largo/RS.*

*The studies accomplished in this work aim the readiness of reservation of basalt in the Missions region of Rio Grande do Sul.*

*Keys-words: regulation - extraction - Quarry.*

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	10
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	14
2.1	ATIVIDADES DE MINERAÇÃO EXTRAÇÃO E BENEFICIAMENTO DAS PEDREIRAS DE BASALTO.....	16
2.2	ASPECTOS GEOLÓGICOS E GEOMORFOLÓGICOS NO BRASIL.....	19
2.3	DESCRIÇÃO CIENTÍFICA DO BASALTO.....	
2.4	ETAPAS DE TRABALHO, EQUIPAMENTOS, DESCRIÇÃO DOS TIPOS DE EXPLOSIVOS E ACESSÓRIOS EMPREGADOS NO PROCESSO DE EXTRAÇÃO DAS PEDREIRAS.....	20
2.4.1	CAPEAMENTO DA JAZIDA.....	20
2.4.2	MÉTODOS DE PERFURAÇÃO DE ROCHAS.....	21
2.4.2.1	PERFURAÇÕES DE PEQUENO DIÂMETRO EM BANCADAS BAIXAS.....	21
2.4.2.2	PERFURAÇÕES DE PEQUENO DIÂMETRO, EM BANCADAS ALTAS.....	21
2.4.2.3	PERFURAÇÕES DE DIÂMETRO MÉDIO DE 3 A 5 POLEGADAS.....	22
2.4.2.4	PERFURAÇÕES DE GRANDE DIÂMETRO 5 A 9 POLEGADAS.....	22
2.4.2.5	MÉTODO DE PERFURAÇÃO LINEAR.....	22
2.4.2.6	TIPOS DE PERFURATRIZES USADAS EM FURAÇÕES DE MATERIAIS DE SEGUNDA CATEGORIA.....	23
2.4.2.7	TIPOS DE PERFURAÇÃO EMPREGADOS EM VALAS.....	23
2.4.3	TRANSPORTE DE EXPLOSIVOS.....	24
2.4.3.1	REGULAMENTAÇÕES DOS TRANSPORTES.....	24
2.4.3.2	CUIDADOS ESPECIAIS NO TRANSPORTE DE EXPLOSIVOS.....	25
2.4.3.3	A SEGURANÇA NO TRANSPORTE DE EXPLOSIVOS.....	26
2.4.3.4	TRANSPORTE DE EXPLOSIVOS E SUAS REGRAS BÁSICAS DE CUIDADOS.....	26
2.4.4	ARMAZENAMENTO DE EXPLOSIVOS.....	27
2.4.4.1	CRITÉRIOS A SEREM ADOTADOS PARA UMA ADEQUADA E RIGOROSA INSTALAÇÃO DOS PAIÓIS DE ARMAZENAGEM.....	29
2.4.5	USO E EMPREGO DE EXPLOSIVOS.....	29
2.4.5.1	EXPLOSIVOS INDUSTRIAIS.....	30
2.4.5.2	COMBUSTÃO, DEFLAGRAÇÃO E DETONAÇÃO DOS EXPLOSIVOS.....	31
2.4.5.3	CLASSIFICAÇÃO DOS EXPLOSIVOS.....	31
2.4.5.4	CLASSIFICAÇÃO DOS EXPLOSIVOS QUANTO A SUA COMPOSIÇÃO.....	32
2.4.5.5	CLASSIFICAÇÃO DOS EXPLOSIVOS QUANTO A SUA CONSISTÊNCIA.....	33
2.4.5.6	PROPRIEDADES DOS EXPLOSIVOS.....	33
2.4.5.7	TIPOS DE EXPLOSIVOS.....	38
2.4.5.8	CARACTERÍSTICAS DOS EXPLOSIVOS.....	40
2.4.5.9	ACESSÓRIOS DE DETONAÇÃO.....	40
2.4.5.10	CLASSIFICAÇÃO DOS ACENDEDORES.....	42
2.4.5.11	DETONAÇÃO DAS ESPOLETAS ELÉTRICAS.....	44
2.4.5.12	CIRCUITOS DE DETONAÇÃO DO FOGO ELÉTRICO.....	44
2.4.5.13	RECOMENDAÇÕES GERAIS DOS FABRICANTES DE EXPLOSIVOS COM SUA SEGURANÇA.....	45
2.4.6	CARREGAMENTO DOS EXPLOSIVOS.....	46
2.4.6.1	CARREGAMENTO MANUAL DOS EXPLOSIVOS.....	46
2.4.6.2	CARREGAMENTO MECÂNICO DOS EXPLOSIVOS.....	47
2.4.6.3	TAMPONAMENTO.....	47
2.5	EXTRAÇÃO DO BASALTO E SUA RELAÇÃO COM O MEIO AMBIENTE.....	48
2.6	A MINERAÇÃO E SEUS ASPECTOS CONSTITUCIONAIS.....	49



2.7	IMPACTOS ECONOMICOS SOCIASIA AMBIENTAIS CAUSADOS PELA MINERAÇÃO E SUA RECUPERAÇÃO	52
2.8	O PROCESSO DE MINERAÇÃO E SEUS ASPECTOS FINANCEIROS	53
2.9	A MINERAÇÃO E A DEGRADAÇÃO DO MEIO AMBIENTE	55
2.10	O PROCESSO DE RECUPERAÇÃO DAS ÁREAS DEGRADADASS PELA MINERAÇÃO	56
2.11	O PROCESSO DE FECHAMENTO DA PEDREIRA	60
3	METODOLOGIA	62
3.1	LOCAL DO ESTUDO	62
3.2	DELINEAMENTO DA PESQUISA	64
4	APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	70
4.1	A EVOLUÇÃO DA LEGISLAÇÃO AMBIENTAL NO BRASIL E SEUS ASPECTOS LEGAIS EM RELAÇÃO ÀS PEDREIRAS BASALTO	70
4.1.1	CARACTERÍSTICAS GERAIS DA MINERAÇÃO E SUA EVOLUÇÃO COM A LEGISLAÇÃO AMBIENTA E O MEIO AMBIENTE NO BRASIL 377	
4.1.2	CÓDIGO DE MINERAÇÃO	73
4.1.3	INSTITUTO BRASILEIRO DE DESENVOLVIMENTO FLORESTAL	75
4.1.4	CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O MEIO AMBIENTE	76
4.1.5	SECRETARIA ESPECIAL DO MEIO AMBIENTE	77
4.1.6	POLÍTICA NACIONAL DO MEIO AMBIENTE	79
4.1.7	INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS	81
4.1.8	FUNDAÇÕES ESTADUAIS DE PROTEÇÃO AMBIENTAL	82
4.1.9	CONSELHOS ESTADUAIS DE MEIO AMBIENTE	83
4.2	CRITÉRIOS APLICÁVEIS NA REGULARIZAÇÃO E LIBERAÇÃO DAS ÁREAS DE EXTRAÇÃO DE BASALTO	87
4.2.1	LOCALIZAÇÃO DA JAZIDA	87
4.2.2	REGISTRO DA ÁREA NO CARTÓRIO NOTORIAL E DE REGISTRO DE IMÓVEIS	89
4.2.3	LICENÇA MUNICIPAL DE EXTRAÇÃO DO BASALTO	89
4.2.4	RESPONSÁVEIS TÉCNICOS	89
4.2.5	TERMO DE CONCESSÃO JUNTO AO DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL	90
4.2.6	LICENÇA AMBIENTAL DA ÁREA	91
4.2.7	CERTIFICADO DE REGISTRO NO MINISTÉRIO DO EXÉRCITO	91
4.2.8	ALVARÁ DE USO E EMPREGO DOS EXPLOSIVOS	92
4.2.9	ALVARÁ DE ARMAZENAMENTO DOS EXPLOSIVOS	93
4.2.10	AQUISIÇÃO DA CARTA BLASTER	93
4.3	QUANTIFICAÇÃO DO POTENCIAL DE BASALTO NAS PEDREIRAS EM ATIVIDADES/LEGALIZADAS NA REGIÃO DAS MISSÕES	96
4.3.1	QUANTIFICAÇÃO DO POTENCIAL DE BASALTO NA PEDREIRA GEHLEN LTDA	97
4.3.1.1	LOCALIZAÇÃO DA SEDE DA JAZIDA	97
4.3.1.2	A QUANTIFICAÇÃO E RESERVA DO BASALTO EXTRAÍDO EXISTENTE NA JAZIDA (J1)	98
4.3.2	QUANTIFICAÇÃO DO POTENCIAL DE BASALTO NA PEDREIRA GLIBER LTDA	100
4.3.2.1	LOCALIZAÇÃO DA SEDE DA JAZIDA	100
4.3.2.2	A QUANTIFICAÇÃO E RESERVA DO BASALTO EXTRAÍDO EXISTENTE NA JAZIDA (J2)	100
4.3.3	A QUANTIFICAÇÃO DO POTENCIAL DE BASALTO DA PEDREIRA SANTO ÂNGELO LTDA	102
4.3.3.1	LOCALIZAÇÃO DA SEDE DA JAZIDA	102
4.3.3.2	A QUANTIFICAÇÃO E RESERVA DO BASALTO EXTRAÍDO/EXISTENTE NA JAZIDA (3)	103
4.3.4	QUANTIFICAÇÃO DO POTENCIAL DE BASALTO PEDREIRA DALL'AQUA INDÚSTRIA E COMÉRCIO DE LADRILHOS LTDA	105
4.3.4.1	LOCALIZAÇÃO DA SEDE DA JAZIDA	105
4.3.4.2	A QUANTIFICAÇÃO E RESERVA DO BASALTO EXTRAÍDO/EXISTENTE NA JAZIDA (4)	105
4.3.5	QUANTIFICAÇÃO DO POTENCIAL DE BASALTO DA PEDREIRA INDÚSTRIA DE PEDRAS SÃO RAFAEL LTDA	107
4.3.5.1	LOCALIZAÇÃO DA SEDE DA JAZIDA	107
4.3.5.2	A QUANTIFICAÇÃO E RESERVA DO BASALTO EXTRAÍDO/EXISTENTE NA JAZIDA (5)	108
4.3.6	VALOR TOTAL DA QUANTIFICAÇÃO DAS PEDREIRAS NAS MISSÕES	110
4.3.7	CONTROLE DA RESERVA FUTURA DAS ÁREAS EM ATIVIDADE NA REGIÃO DAS MISSÕES	111
4.4	RELACIONAR AS ETAPAS APLICÁVEIS NO PROCESSO DE EXTRAÇÃO DE BASALTO EMPREGANDO ATUALIZAÇÕES TECNOLÓGICAS EM UMA PEDREIRA LOCALIZADA NA CIDADE DE CERRO LARGO NA REGIÃO DAS MISSÕES	113
4.4.1	CAPEAMENTO DA PEDREIRA	115
4.4.1.1	CAPEAMENTO MECÂNICO DA PEDREIRA	115
4.4.1.2	CAPEAMENTO MANUAL DA PEDREIRA	116

4.4.2	MÉTODOS DE PERFURAÇÃO DAS ROCHAS .....	116
4.4.3	ARMAZENAMENTO DOS EXPLOSIVOS NOS PAIÓIS DA PEDREIRA .....	117
4.4.4	TRANSPORTE DOS EXPLOSIVOS.....	118
4.4.5	USO E EMPREGO DOS EXPLOSIVOS.....	119
4.4.5.1	PLANO DE FOGO .....	119
4.4.5.2	REGRAS PRÁTICAS EMPREGADAS EM UM PLANO DE FOGO.....	120
4.4.5.3	REGRAS PRÁTICAS DE CARREGAMENTO DOS FUROS NO PLANO DE FOGO .....	120
4.4.5.4	EXEMPLO PARA CALCULO DO PLANO DE FOGO.....	121
4.4.6	TIPOS DE EXPLOSIVOS EMPREGADOS NAS DETONAÇÕES DA PEDREIRA .....	122
4.4.6.1	ALTOS EXPLOSIVOS .....	122
4.4.6.2	BAIXOS EXPLOSIVOS .....	123
4.4.6.3	EXPLOSIVOS INICIADORES .....	123
4.4.7	CARREGAMENTO DOS EXPLOSIVOS.....	124
4.4.8	TAMPONAMENTO .....	125
4.4.9	DETONAÇÃO FINAL DA PEDREIRA.....	127
5	CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TABALHOS FUTUROS .....	133
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	134
	ANEXOS.....	141
	ANEXO 1 - LISTA DE DEFINIÇÕES E TERMOS TÉCNICOS APLICÁVEIS A MINERAÇÃO .....	142
	ANEXO 2 - MODELO DE CARTA BLASTER DE 1º CATEGORIA – EXPEDIDA/DAME.....	145
	ANEXO 3 - GUIA DE TRAFEGO PARA TRANSPORTE DE EXPLOSIVOS – MODELO UTILIZADO PELO MINISTÉRIO DO EXÉRCITO (SFPC/3) .....	146

# 1 INTRODUÇÃO

O basalto está enquadrado no grupo das substâncias mais exploradas e comercializadas, merecendo destaque mundial em caráter de consumo, ficando atrás apenas da água potável, o bem mais consumido no planeta Terra. O Brasil é rico em recursos minerais para a indústria extrativa, cujo setor mais representativo é o dos minerais basálticos.

A extração de basalto é conceituada como sendo a ação de descobrir, avaliar e extrair as substâncias minerais úteis existentes no interior ou na superfície do planeta terra (MORRISON, 1992).

A exploração do basalto está diretamente ligada ao aproveitamento de um recurso natural e cuja extração causa impactos ambientais, no entanto os efeitos negativos permanecem em grande parte circunscritos ao local da extração e não tem efeitos globais (HARTMAN, 1992).

As considerações iniciais dessa dissertação estão baseadas nas questões ambientais, as quais estão sendo abordadas de forma acentuada na atualidade.

Neste contexto, a evolução tecnológica está tomando caminhos que a levam a ter uma afinidade com o meio ambiente, desta forma minimizando os impactos ambientais e os custos do setor da mineração.

Atualmente, no Brasil a atividade de extração exige um equilíbrio entre as iniciativas das mineradoras para adequação ambiental das áreas e as complexidades relacionadas com a exploração propriamente dita. Os projetos de legalização/extração das áreas passam pelo processo de licenciamento que inclui regulamentação ambiental.

No passado, as principais preocupações das autoridades estatais eram especialmente ditadas por questões de propriedades e acesso aos recursos do subsolo, hoje, para além das exigências regulamentares, contemplam também preocupações ambientais.

O licenciamento e a legalização de uma jazida de basalto ou de outros materiais afins, tornam-se um processo complexo, requerendo pareceres vinculativos de diversas entidades ou órgãos que levam tempo a ser aprovado (SOUZA, 2000, *apud* FARIAS, 2002).

O problema da pesquisa pode ser traduzido pelos seguintes questionamentos principais:

- a) Quais os aspectos da evolução da legislação ambiental junto às áreas de mineração, e quais os critérios a serem adotados nas fases de regularização das áreas de extração de basalto?
- b) Quais os aspectos técnicos empregados nas quantificações/etapas práticas aplicáveis às pedreiras de basalto?

A justificativa central para o desenvolvimento dessa pesquisa *é a* preocupação com as questões ambientais, que é um fator importante e que está sendo abordado de forma acentuada na atualidade, nas obras de engenharia.

No século XIX, quando surgiram as primeiras pedreiras no Brasil, o processo de extração do basalto era executado de forma lenta e rudimentar. Naquela época pode ser descrito como tímido o desenvolvimento tecnológico que ocorria na extração das rochas para o emprego na construção civil, a fim de atender aos artífices trazidos pelos colonizadores.

Os diversos materiais de construção eram principalmente retirados dos aluviões e, quando de afloramentos rochosos, eram cuidadosamente desagregados com cunhas, acompanhando-se as clivagens e amarrados ou cortados com ponteiros e marretas e, quando necessário, perfurados e detonados com pólvoras caseiras (GERMANI, 2002).

Em 1955, na região das Missões, foi iniciada de forma rudimentar a extração de basalto nas pedreiras, com fins específicos de utilização do material extraído para uso e emprego na construção civil. A região possui uma das maiores reservas de basalto do tipo fissural, sendo descrito que o derrame de lavra basáltica da bacia do Paraná cobre cerca de 40% da superfície do Rio Grande do Sul (NÚÑEZ, 1997).

Até a década de 70, a extração de basalto, no Brasil, era executada livremente sem qualquer legislação ambiental, e as áreas de exploração de basalto (pedreiras) acabavam degradadas de forma abrupta, trazendo conseqüências de devastação ao meio ambiente (GOMES, 1984).

O processo de regularização/legalização das pedreiras de basalto foi instituído em lei em 1990 pelas Fundações Estaduais de Proteção Ambiental exigindo das mineradoras o

cumprimento da legislação ambiental para obtenção das licenças inicial, prévia e de operação das jazidas.

As atuações dos órgãos fiscalizadores passaram a ser mais eficientes. As exigências no atendimento das questões ambientais fizeram com que, a partir da década de 90, ocorresse uma nova filosofia por parte das empresas mineradoras, em termos de respeitabilidade com o meio ambiente, no processo de extração do basalto nas pedreiras.

O mapeamento prévio e a identificação das pedreiras potencialmente exploráveis são fundamentais para utilização de basalto em obras viárias e na construção civil. Quando elaborado, a identificação das jazidas permite que os projetos possam ser orçados considerando as DMTs ( Distâncias Médias de Transporte) aplicáveis quando da execução da obra.

Os mapeamentos deveram permitir que órgãos públicos, ao elaborarem editais para licitação de obras de infra-estrutura disponibilizem aos participantes do processo licitatório a licença de operação (LO), evitando atrasos e alterações de viabilidade econômica dos projetos contratados.

De acordo com o artigo 225 § 2º, da Constituição Federal Brasileira, cabe lembrar que a mineração é o único empreendimento ao qual foi dado formalmente o direito constitucional de degradar áreas, desde que seja feita sua reabilitação posterior. Portanto, é dever do poder público, das empresas mineradoras e da coletividade defender e preservar o meio ambiente de forma ecologicamente equilibrada para as presentes e as futuras gerações.

No presente trabalhos são descritos os critérios eficazes a serem percorridos nas fases que envolvem a legislação ambiental junto à área de mineração, os critérios de regularização/legalização das pedreiras, aspectos técnicos empregados nas quantificações e etapas práticas aplicáveis às pedreiras de basalto.

Tal justificativa se faz necessário devido à descrição dos procedimentos que devem ser adotadas nas fases de regularização/legalização das áreas de extração e conseqüentemente a adoção de medidas por parte dos órgãos responsáveis pelo processo de extração das pedreiras de basalto.

Neste contexto, o objetivo geral dessa pesquisa é descrever critérios de regularização/liberação aplicáveis às áreas de extração de basalto e as técnicas de exploração das pedreiras em atividades/legalizadas na região das Missões/RS.

Os objetivos específicos são:

- Descrever a evolução da legislação ambiental no Brasil e seus aspectos legais em relação às pedreiras de basalto.
- Ordenar os critérios aplicáveis na regularização/liberação das áreas de extração de basalto.
- Quantificar o potencial de basalto existente nas pedreiras em atividade/legalizadas na região das Missões - RS.
- Relacionar as etapas aplicáveis no processo de extração de basalto empregando atualizações tecnológicas em uma pedreira localizada na cidade de Cerro Largo na região das Missões/RS.

Esta dissertação está estruturada da seguinte forma:

- a. No capítulo I são apresentados os conceitos básicos acerca dos processos de extração do basalto, a justificativa do trabalho e seus objetivos geral e específicos;
- b. No capítulo II é apresentada a Revisão Bibliográfica abordando os seguintes assuntos principais: Atividades de mineração e extração das pedreiras de basalto, aspectos geológicos e geomorfológicos no Brasil, descrição científica do basalto, a descrição das etapas de trabalho, equipamentos, tipos de explosivos e acessórios empregados no processo de extração de basalto em todas as suas fases operacionais.
- c. No capítulo III está descrita a metodologia aplicada no desenvolvimento do trabalho.
- d. No capítulo IV são apresentados os resultados das análises realizadas na pesquisa.
- e. No capítulo V são apresentadas as conclusões e sugestões para o desenvolvimento de trabalhos futuros.

## **2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 Atividades de mineração extração e beneficiamento das pedreiras de basalto**

O processo de exploração das pedreiras de basalto é uma atividade cara e complexa. Tem início com a localização de jazidas minerais, o que se faz por mero acaso ou cientificamente, através de estudos geológicos regionais, seguidos por mapeamento geológico de detalhe da área selecionada (ZUSMAN, 1977).

Uma vez confirmada a existência de jazimento mineral, passa-se a realizar a pesquisa mineral. Nesta fase faz-se uso de vários trabalhos técnicos, quais sejam: sondagens, poços de pesquisa, trincheiras, bem como a eventual aplicação de métodos de prospecção geofísicos e/ou geoquímicos (MORRISON, 1992).

Todo esse trabalho visa confirmar, com nível razoável de segurança, a existência do jazimento, seu condicionamento geológico (extensão, comportamento estrutural, teores do basalto) e, sobretudo, calcular as reservas do minério em foco e sua economicidade.

Segundo Morrison (1992), somente depois de qualificado e quantificado a reserva total de basalto na jazida e determinada a sua exequibilidade econômica é que se deve dar início à atividade de mineração propriamente dita: extração e beneficiamento do basalto.

A mineração é sem dúvida, um fator determinante no desenvolvimento do país, não somente como gerador de riquezas, mas também como mecanismo de progresso e desenvolvimento de diversas regiões brasileiras. A história da mineração, em nosso país, se confunde com a própria história do Brasil, tendo visto que o mesmo foi desbravado pela constante busca de ouro e pedras preciosas (CAMPOS, FERNANDES, 2006).

As operações que envolvem a mineração comportam quatro etapas distintas, sendo elas: a prospecção; a exploração, o desenvolvimento e a lavra ou exploração.

A prospecção é a etapa da descoberta de ocorrências minerais através de pesquisa bibliográfica, levantamentos geológicos já existentes, imagens de satélites, ortofotos e outros.

A segunda etapa, denominada exploração, consiste na realização de trabalhos necessários ao conhecimento geológico detalhado de uma ou mais ocorrência mineral.

Segundo Campos e Fernandes (2006), somente após este conhecimento é possível atribuir um valor a esta ocorrência e determinar sua viabilidade econômica.

A etapa de desenvolvimento compreende todos os trabalhos necessários ao aproveitamento industrial da jazida mineral, como: a abertura de estradas, a implantação de estruturas de apoio (oficinas, portarias, escritórios, banheiros, refeitório, almoxarifado, outros); a implantação de estruturas de controle (diques, barragens, sistemas de drenagem, etc) e outros.

Por fim, a lavra ou (exploração) é definida como o conjunto de operações necessárias para o aproveitamento industrial da jazida até o seu beneficiamento, e efetuado de modo não predatório, isto é, respeitando às Normas Reguladoras de Mineração e às leis de segurança e meio ambiente.

Mineração é um termo que abrange os processos, atividades e indústrias cujo objetivo é a extração de substâncias minerais a partir de depósitos ou massas minerais. Numa interpretação mais ampla, podem incluir-se aqui a exploração de basalto. Como atividade industrial, a mineração é indispensável para a manutenção do nível de vida e avanço das sociedades modernas (HARTMAN, 1992).

Desde os metais às cerâmicas e ao betão, dos combustíveis aos plásticos, equipamentos elétricos e eletrônicos, cablagens, computadores, cosméticos, passando pelas estradas e outras vias de comunicação e muitos outros produtos e materiais que utiliza-se ou de que se desfruta todos os dias, todos eles têm origem na atividade da mineração.

Segundo Hartmam (1992), pode-se dizer que, sem a mineração, a civilização atual, tal como se conhece, pura e simplesmente, não existiria, fato do qual a maioria da população nem sequer se apercebe .

A imagem um tanto negativa desta atividade junto a sociedade em geral, sobretudo dos indivíduos nas últimas décadas, deve-se aos profundos impactos que ela pode ter no ambiente (sobretudo os negativos) e que têm sido a causa de numerosos acidentes ao longo dos tempos (ZUSMAN, 1977).

Por último, não se pode esquecer que a capacidade desta atividade em fornecer à sociedade os materiais que esta necessita não é infinita, pois muitos dos recursos minerais explorados são, pelo contrário, finitos.



Segundo Hartman (1992), a vida de uma exploração de mina ou pedreira é composta pelo conjunto de etapas a seguir:

1. Pesquisa para localização do basalto.
2. Prospecção para determinação da extensão e valor do basalto localizado.
3. Estimativa dos recursos em termos de extensão e teor do depósito.
4. Planejamento, para avaliação da parte do depósito economicamente extraível.
5. Estudo de viabilidade para avaliação global do projeto e tomada de decisão entre iniciar ou abandonar a exploração do depósito.
6. Desenvolvimento de acessos ao depósito que se vai explorar.
7. Exploração, com vista à extração de basalto em grande escala.
8. Recuperação da zona afetada pela exploração de forma a que tenha um possível uso futuro.

E entre a fase de pesquisa e o início da exploração podem decorrer vários anos ou mesmo décadas, sendo os investimentos necessários nesta fase muito elevados (podendo ser da ordem das centenas de milhões de dólares) e o seu retorno não assegurado, o que ilustra bem o risco associado a esta atividade (ZUSMAN, 1977).

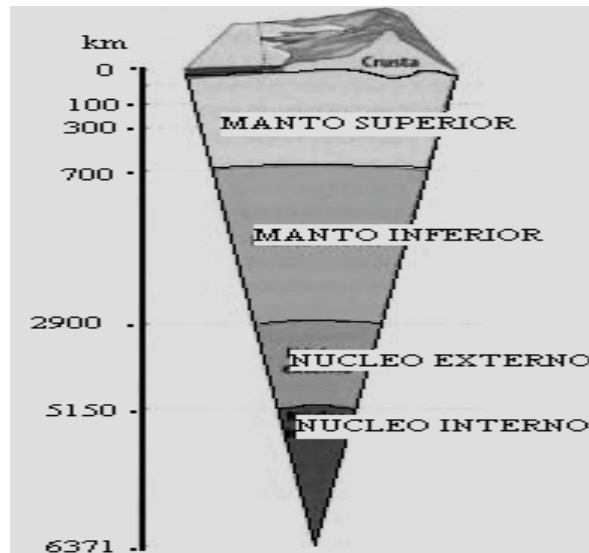
## **2.2 Aspectos geológicos e geomorfológicos no Brasil**

Para compreender as formas de relevo existentes no planeta, assim como as áreas da superfície das quais possam ser extraídas minérios e combustíveis fósseis, é necessário conhecer tanto a estrutura interna da terra (Fig.1) como também um pouco de sua história e evolução ao longo do tempo geológico (ROSS, 1988).

A terra é constituída por diversas camadas que apresentam densidades e materiais diferentes. Entre essas camadas, destacam-se as seguintes:

- Crosta ou litosfera – camada mais superficial, subdividida em SIAL (crosta continental) e SIMA (crosta oceânica).

- Manto – camada intermediária, com grande variação de material constituinte.
- Núcleo – camada mais profunda, constituída principalmente por ferro e níquel.



Fonte: [www.labgis.uerj.br](http://www.labgis.uerj.br)

Figura 1 - Constituição Interna da Terra

Como cada camada apresenta características físicas diferenciadas, nota-se que, entre cada uma delas, existe as chamadas descontinuidades que se constituem em zonas de contato. A descontinuidade de Mohorovic, que se situa na astenosfera (camada superior do manto, em contato com a crosta), constitui-se naquela que diretamente interfere nos movimentos das que ocorrem na crosta.

Segundo Ross (1988), a crosta terrestre é dividida em pedaços que chamamos de placas tectônicas. Esta divisão ocorre devido à movimentação do manto que, constituído de material fluido e quente, em constante movimento, provoca a “quebra” da crosta terrestre em partes (placas - teoria da Tectônica de Placas).

Ao movimento interno que ocorre no manto dá-se, genericamente, o nome de correntes de convecção. São estas correntes as responsáveis pela movimentação das placas tectônicas que geram os processos endógenos (tectonismo e vulcanismo) de produção do relevo.

A litosfera terrestre é composta por rochas, sendo que as mesmas são, basicamente, associações naturais de dois ou mais minerais agregados ou não e, normalmente, cobrindo vastas áreas da crosta terrestres e por vezes, embora raras, constituídas por um só mineral.

São, normalmente, agrupadas de acordo com a sua origem, em três grandes classes, definidas como: magmáticas ou ígneas, metamórficas e sedimentares (CANTO, 1.999).

As rochas magmáticas ou ígneas são também denominadas primárias, pois provém diretamente da consolidação do magma e vão dar origem às rochas metamórficas e sedimentares. São subdivididas em intrusivas ou plutônicas: originadas nas camadas internas da crosta - ex. granito e diabásio e extrusivas ou vulcânicas originadas na superfície – ex. basalto e pomito (*pedra-pômes*).

Segundo Canto (1999), na era mesozóica ocorreu uma intensa atividade vulcânica no centro-sul do Brasil, resultando no recobrimento de extensas áreas por rochas vulcânicas tais como o basalto.

O embasamento do rochoso da terra é denominado estrutura geológica, sobre a qual está assentado o relevo, semelhante a um alicerce para o relevo.

Há três domínios de estrutura geológica: escudos cristalinos ou maciços antigos, bacias sedimentares e dobramentos modernos.

A gênese do relevo brasileiro, ao contrário de sua estrutura geológica que é muito antiga, é relativamente recente, sendo datada a partir do final da era mesozóica e principalmente na Cenozóica (período terciário – quaternário).

As formas do relevo brasileiro resultam principalmente do soerguimento da placa sul-americana (epirogênese) e dos processos de erosão e sedimentação da era cenozóica (LEINZ; AMARAL, 1973).

Pelo fato da estrutura geológica brasileira ser muito antiga, predominam no país as baixas altitudes (97% do território possuem altitude inferior a 900 metros, apenas 0,5% superam os 1200 metros).

Conforme citado por Leinz e Amaral (1.973), desde a década de 1940, destacados geógrafos propuseram mapeamentos que identificavam as grandes unidades do relevo brasileiro.

Entretanto, estudos geológicos e geomorfológicos recentes, conduzidos pelo professor Jurandyr Ross (1989) e baseados principalmente na análise crítica de imagens de radar (Projeto RADAM-BRASIL) resultaram na identificação e localização de três macroformas de

relevo no Brasil: planaltos (11 unidades), depressões (11) e planícies (6), totalizando 28 unidades do relevo.

A geologia local pode ser descrita como a caracterização geológica da área de influência direta da jazida, abordando os aspectos litológicos (composição e grau de alteração das rochas) e estruturais (grau de fraturamento, falhamentos e contatos), geotécnico (estabilidade de maciços e taludes, presença e delimitação de colúvio e elúvio, propensão à erosão e declividade dos terrenos), geomorfológicos (formas dos modelados dos terrenos), hidrogeológicos (zoneamento das áreas de recarga e descarga dos aquíferos), acompanhada de mapa em escala 1:10.000, elaborado com base na interpretação das fotos aéreas e levantamento de campo ( FLORIANO ; BANDEIRA, 2004).

A geologia regional é a descrição da área da jazida, e onde o empreendimento se insere quanto aos aspectos litológicos, estratigráficos e estruturais, com a apresentação de mapa geológico de detalhe da área da jazida em escala 1:50.000, com base na interpretação das fotos aéreas e observações de campo.

A caracterização da geomorfologia local e regional contemplando a compartimentação da topografia geral, formas de relevo dominantes e dinâmicas dos processos geomorfológicos (presença ou propensão à erosão, movimentos de massa, assoreamentos e inundações), é elaborada através de mapas geomorfológicos da área de influência direta e indireta, empregando-se escala 1:50.000.

Segundo Floriano e Bandeira (2004), deve ser feito a descrição sintética da jazida, no que diz respeito à localização do depósito, caracterização do minério, determinação de volumes, bem como informar a sua localização. Neste caso as áreas de extração de basalto (pedreiras) deverão ser licenciadas pelo órgão responsável pela área de mineração.

### **2.3 Descrição científica do basalto**

O basalto é uma rocha ígnea eruptiva, de granulação fina, afanítica, isto é, os cristais não são vistos à vista desarmada, podendo, ainda, conter grandes quantidades ou ser constituído integralmente de vidro (material amorfo). Esta rocha é constituída principalmente de plagioclásio e piroxênio e, em muitos casos, de olivina (NEVES, 2004).

A formação do basalto acontece a partir do resfriamento do material expelido pelas erupções vulcânicas atuais ou antigas. A consolidação do magma, então, acontece na

superfície da crosta ou próximo a ela. O resfriamento é rápido, o que faz a que estas rochas, por vezes, apresentem material vítreo.

Essas rochas têm textura microlítica ou vidrosa (vítrea). Há uma grande diversidade de rochas vulcânicas que se agrupam em alguns tipos gerais: siólitos, traquitos, andesitos e basaltos, entre os quais existe uma série de rochas intermédias, do mesmo modo que nas rochas plutônicas

O basalto é produzido principalmente nas erupções que ocorrem: (a) nas cristas meso-oceânicas, que são o foco da expansão do assoalho oceânico e dão origem à chamada tectônica de placas, assim, a maior parte do embasamento oceânico é constituído de basaltos; (b) em enormes derrames que formaram grandes platôs continentais, como, por exemplo, da Bacia do Paraná, no sul do Brasil, no norte da Sibéria, no planalto de Decan, na Índia e (c) em menor volume, embora mais evidentes, em erupções vulcânicas como em algumas das ilhas do arquipélago do Havaí (LAMEGO, 1950).

## **2.4 Etapas de trabalho, equipamentos, descrição dos tipos de explosivos e acessórios empregados no processo de extração das pedreiras**

### **2.4.1 Capeamento da jazida**

Antes de iniciar a exploração de uma pedreira, remove-se a capa de material estéril, a qual está encravada na superfície da jazida. Trata-se de um solo superficial que se misturado à rocha detonada, contamina a pedra produzida. Existem formas de trabalho que devem ser seguidas para executar de maneira correta o capeamento dos solos (DANIEL, 2004).

A remoção é feita por terraplanagem ou por desmonte hidráulico, tornando-se muito mais barato quando houver abundância de água para execução do mesmo. Nas explorações a céu aberto as terras de cobertura devem ser retiradas para uma distância de segurança suficiente do bordo superior da exploração, deixando-se livre uma faixa com largura mínima de 3,00 metros, a circundar e limitar o referido bordo (KUZVART, 1986).

Deve-se garantir o armazenamento do solo de cobertura retirado, tanto quanto possível próximo do seu estado inicial, tendo em vista a posterior reconstituição dos terrenos e da flora, de modo a se proceder à adequada aplicação das técnicas e normas de segurança, e ao

cumprimento das apropriadas medidas de proteção ambiental e recuperação paisagística do mesmo (CRAIG, 1981).

Por conseguinte, a localização do aterro dependerá da forma final de escavação do mesmo. As rochas estéreis provenientes de explorações a céu aberto geralmente são depositadas em montes que são denominados de aterros de materiais estéreis (DANIEL, 2004).

## 2.4.2 Métodos de perfuração de rochas

### 2.4.2.1 Perfurações de pequeno diâmetro em bancadas baixas

Adotadas em pedreiras de material irregular, com planos de fratura impedindo perfurações profundas ou quando se quer uma pequena produção. São usadas perfuratrizes manuais com diâmetro dos furos geralmente de 7/8", com a altura máxima de 6,00 metros. Furos com média de profundidade de até 6,00 metros conseguem aumentar a produção, conforme a formação rochosa. A figura 2 mostra a forma de execução do furo linear.



Figura 2 - Representação Furo linear

### 2.4.2.2 Perfurações de pequeno diâmetro, em bancadas altas

Os furos de 1,5 a 2,5 polegadas são executados por *wagon-drill* ou *crawler-drill*, face vertical ou inclinada. Devido a grande profundidade os desvios são comuns, e os furos de levante ajudam a evitar o repé da base da pedreira. Para reduzir as vibrações indesejáveis nas proximidades urbanas ou estruturas sensíveis a elas devem ser usados intervalos entre as detonações. A malha deve ser ajustada para produzir blocos compatíveis com a boca do britador primário (RICARDO e CATALLANI, 1976).

A figura 3 mostra o sistema de trabalho da perfuratriz *crawler-drill*, sendo uma das perfuratrizes mais usadas em escavação de rochas a céu abert



Fonte: RICARDO E CATALANI, 1976, P. 332

Figura 3 - Perfuratriz sobre trator especial

#### 2.4.2.3 Perfurações de diâmetro médio de 3 a 5 polegadas

São executadas por perfuratriz percussivo-rotativa ou DTH e podem chegar a uma profundidade de até 30,00 metros. Possuem grandes vibrações, geralmente tem a face inclinada. Quando se faz necessário um alinhamento preciso geralmente é realizado com dispositivo eletrônico (COLOMBO, 1988).

#### 2.4.2.4 Perfurações de grande diâmetro 5 a 9 polegadas

São usadas quando o topo da bancada permite fácil acesso de conjuntos pesados de perfuração. Usados quando se deseja alta produção, resultando geralmente grandes blocos.

#### 2.4.2.5 Método de perfuração linear

Funciona bem apenas em maciços homogêneos, sem possuir planos de estratificação, fraturas ou veios. Requer muitos furos e é pouco econômica.

Os furos de pequeno diâmetro, apenas enfraquecem o maciço, criando um plano enfraquecido de corte. Para os furos com diâmetro de 2 a 3 polegadas, devem ser usados espaçamentos de 2 a 4 vezes o diâmetro. “A profundidade mais eficiente é limitada pelos desvios da perfuração: para os diâmetros de 2 a 3”, e não deve ultrapassar 9,00 metros.

O ângulo empregado na perfuração é de aproximadamente  $10^\circ$  na inclinação do furo, segundo aspectos técnicos descritos por Falquete (2005), está ilustrada a perfuração linear, de acordo com a figura 4.



Fonte: FALQUETE, 2005

Figura 4 - Método Perfuração Linear

#### 2.4.2.6 Tipos de perfuratrizes usadas em furações de materiais de segunda categoria

Quando o escarificador é insuficiente para arrancar o material de corte, a alteração de rocha ou rocha branda, geralmente são usadas perfuratrizes manuais, a não ser quando é preciso alta produção, quando então são usada *wagon-drills* ou *crawler-drills* e furos de até  $1\frac{1}{2}$ '' ou  $2\frac{1}{2}$ '' . As profundidades raramente são maiores que 3,00 metros e não é necessária uma malha precisa, exceto para grandes blocos (RICARDO e CATALANI, 1976).

#### 2.4.2.7 Tipos de perfuração empregados em valas

O objetivo da drenagem profunda, utilizada na construção de adutoras, coletores de esgoto, e em redes de água, são obras que necessitam de perfuração em valas. Nas valas de até 1,00 m de largura no fundo, fazem-se duas linhas de perfuração distantes 15 a 30 cm das paredes laterais, com furos opostos ou alternados.

Quando a largura é maior que 1,00 m, há a necessidade de mais uma linha de perfuração central, que é detonada antes ou ao mesmo tempo em que as laterais, como ilustrado na figura 5. A atenção é voltada para a linha principal, sendo esta a maneira correta da perfuração.





Fonte: Fonte: COLOMBO, 1988

Figura 5 - Sistema de Perfuração Central

A sub-furação que é o excesso da altura do furo será de 30 a 50 cm, chegando até a 90 cm em rochas muito duras. O diâmetro dos furos de 7/8'' de perfuratriz manual ou 1 ½ a 2 ½'' de perfuratriz sobre carreta ou trator.

Antes de efetuar a perfuração da rocha deve-se investigar cuidadosamente à frente de trabalho, para evitar perfurações com possíveis presenças de explosivos não detonados (COLOMBO, 1995).

### **2.4.3 Transporte de explosivos**

#### **2.4.3.1 Regulamentações dos transportes**

O Decreto nº 96.044, de 18/05/88, aprovou o regulamento para o Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos. Entretanto, há lei específica para os explosivos, os quais são constituintes da classe I dos Produtos Perigosos, segundo a classificação da ONU, e regulamentada pelo Decreto nº 55.649 (R-105) de 28/01/65 (SMANIOTTO, 2007).

Assim como qualquer construção nova ou modificada, uma fábrica de explosivos precisa de aprovação do Ministério do Exército, sendo que no transporte ocorre o mesmo. O transporte de explosivos e seus acessórios, quando executados desde a fábrica até o consumidor, só pode ser realizado depois de autorizada a Guia de Tráfego pelo Ministério do Exército, a qual é elaborada em seis vias, se for de uma área de Serviço de Fiscalização de Produtos Controlados Regional para outro SFPC Regional, e em cinco vias se não ultrapassar os limites do SFPC em que foi emitido (BARCZA, 2001).

#### 2.4.3.2 Cuidados especiais no transporte de explosivos

A legislação em vigor deve ser obedecida a nível federal, estadual e municipal. Todos os veículos utilizados no transporte de explosivos devem estar em perfeitas condições, estando equipados com piso bem fixado de madeira ou metal, que não produzam centelhas, com proteção nas bordas suficientemente altas para que os explosivos não caiam durante o transporte (ZARZECKI, 2002).

Quando utilizado caminhão de carroceria aberta, os explosivos devem ser cobertos com uma lona impermeável e incombustível. A fiação elétrica deve estar perfeitamente isolada. Para evitar curtos-circuitos, o caminhão deve levar pelo menos dois extintores de incêndio, identificados, de modo a indicar de longe a natureza de sua carga.

Segundo Zarzecki (2002), não se deve permitir que qualquer metal, exceto a carroceria do caminhão entre em contato com os explosivos. Nunca se deve transportar junto com os explosivos outros objetos nem substâncias inflamáveis ou corrosivas.

É expressamente proibido fumar e permitir a presença de qualquer pessoa não autorizada no veículo que esteja transportando os explosivos. Deve-se dirigir com muito cuidado, respeitando todos os regulamentos de tráfego, nunca ultrapassando a velocidade de 40 Km/h (FALQUETE, 2005).

A carga deve ser carregada e descarregada com todo o cuidado. Todos os explosivos devem estar separados das espoletas simples e elétricas, ou de outros tipos de iniciadores de fogo. Somente o cordel detonante pode viajar junto aos explosivos de ruptura. Jamais se deve carregar ou descarregar estes produtos quando estiver relampejando ou trovejando (KUZVART, 1986).

Deve-se ainda ter o devido cuidado de fixar em cada lado do veículo um aviso com a palavra, “Cuidado Explosivo”. O chassi do veículo deve estar ligado, a uma corrente, com o objetivo de haver a ligação terra. Nunca se deve estacionar o veículo carregado com explosivos ou acessórios em locais populosos como escolas, hospitais, ou postos de abastecimento. Quando o veículo estiver parado deve ser mantido freado, colocando-se calços nas rodas, estando o mesmo com o motor e a parte elétrica desligados, antes de iniciar a carga ou descarga (ROGER, 2001).

#### 2.4.3.3 A segurança no transporte de explosivos

Segundo Colombo (1988), o risco de acidentes pode surgir em todas as fases de processamento e transporte dos explosivos e seus acessórios. Portanto, é importante que os funcionários sejam qualificados, e estejam em número suficiente para a execução do transporte dos explosivos, pois trata-se de um trabalho de alto risco.

#### 2.4.3.4 Transporte de explosivos e suas regras básicas de cuidados

A carga e descarga dos explosivos devem ser executadas de maneira segura e dentro das normas de segurança conforme o R-105 do Ministério do Exército (SHUKMAN, 1996).

A saída dos produtos do paiol, o transporte, a distribuição e devolução dos produtos explosivos não utilizados, deverão ser efetuados por pessoas especialmente treinadas para tal função e devidamente autorizadas pelo diretor técnico ou pelo encarregado dos trabalhos.

Segundo Shukman (1996), o transporte de explosivos entre o paiol e o local de utilização ou de preparação das cargas deve ser feito em paióis móveis, conforme a quantidade a transportar.

Na construção das caixas será vedada a aplicação de qualquer material que possa produzir faíscas. Deverão possuir tampas seguras e cadeados para um perfeito fechamento. Os acessórios e os explosivos não devem ser transportados na mesma viatura. Se isso ocorrer deverá ser acondicionado em local separado.

Os explosivos devem ser transportados nas embalagens originais até o local de utilização, salvo para quantidades inferiores ao peso da embalagem.

O escorvamento dos cartuchos deve ser realizado no local de utilização. Havendo local próprio para a preparação das escorvas, estas devem ser transportadas em separado do restante dos explosivos (COLOMBO, 1988).

O local de preparação das escorvas deve possuir iluminação natural ou, se isso não for possível, a iluminação deve ser feita por meio de lanternas. Não será permitido o uso de iluminação de chama nua quando da preparação das escorvas.

Nos casos em que os produtos explosivos sejam transportados por veículos particulares, como o da empresa, deverão ser elaboradas prescrições especiais para o referido

transporte, dentro das normas e regulamentos, as quais deverão ser aprovadas pelo Ministério do Exército e Pelo Departamento de Armas Munições e Explosivos (ZARZECKI, 2002).

Deve-se procurar obedecer as determinações contidas na NR-19, norma regulamentadora que trata exclusivamente dos explosivos.

#### **2.4.4 Armazenamento de explosivos**

O armazenamento de explosivos é regulamentado pelo R-105 do Ministério do Exército, sendo que outros critérios de segurança poderão ser seguidos pelo que determina a norma regulamentadora NR-19.

Os acessórios de detonação devem ficar em paióis diferentes dos explosivos de ruptura. O projeto de construção dos paióis deve ser aprovado pelo que determina o R-105 do Ministério do Exército quanto à sua localização, no que determina as distâncias das proximidades de rodovias, ferrovias e habitações, etc (ALLEN, 1981).

Quantidades de estoque são limitadas pelo projeto aprovado. Irregularidades devem ser imediatamente comunicadas à autoridade policial ou militar mais próxima. Os fabricantes costumam prestar todo o apoio em todas as fases de projeto e execução (SMANIOTTO, 2007).

A construção dos Depósitos de Explosivos deve obedecer alguns requisitos e devem estar em conformidade com o que determina o R-105.

Devem ser construídos em terreno firme, secos, a salvo de inundações e não sujeito à mudança freqüente de temperatura ou ventos fortes. Devem estar afastados de centros povoados, rodovias, ferrovias, obras de arte importantes, habitações isoladas, oleodutos, linha tronco de distribuição de energia elétrica, água e gás entre outros.

Segundo, Smaniotto (2007), as distâncias mínimas determinados pelo Ministério de Exército, de acordo com o R-105, para a construção dos depósitos de armazenagem dos explosivos e seus acessórios devem obedecer às quantidades de armazenagem e as distâncias contidas nos quadros 1, 2 e 3.

Quadro 1 - Armazenagem de pólvoras químicas e artificios pirotécnicos (Ministério do Exército, 2007).

Quantidade em quilos (capacidade do paiol)	Distâncias Mínimas, em Metros, a respeitar-R-105.			
	Edifícios Habitados	Ferrovias	Rodovias	Depósitos
4.500	45	45	45	30
45.000	90	90	90	60
90.000	110	110	110	75
225.000(*)	180	180	180	120
(*) Quantidade máxima que não pode ser ultrapassada em caso algum				

Quadro 2 - Armazenagem de explosivos iniciadores (Ministério do Exército, 2007).

Quantidade em quilos (capacidade do paiol)	Distâncias Mínimas, em Metros, a respeitar-R-105			
	Edifícios Habitados	Ferrovias	Rodovias	Depósitos
20	75	45	22	20
200	220	135	70	45
900	300	180	95	90
2.200	370	220	110	90
4.500	460	280	140	90
6.800	500	300	150	90
9.000(*)	530	320	160	90
(*) Quantidade máxima que não pode ser ultrapassada em caso algum				

Quadro 3 - Armazenagem de pólvora mecânica negra (Ministério do Exército, 2007).

Quantidade em quilos (capacidade do paiól)	Distâncias Mínimas, em Metros, a respeitar- R-105			
	Edifícios Habitados	Ferrovias	Rodovias	Depósitos
23	45	30	15	20
45	75	45	30	25
90	110	70	35	30
135	160	100	45	35
180	200	120	60	40
225	220	130	70	43
270	250	150	75	45
300	265	160	80	48
360	280	170	85	50
400	300	180	92	52
450	310	190	95	55
680	345	210	105	65
900	365	220	110	70
1.300	405	240	120	80
1.800	435	260	130	85
2.200	460	280	140	90
2.700	480	290	145	90
3.100	490	300	150	90
3.600	510	305	153	90
4.000	520	310	155	90
4.500	530	320	158	90
6.800	570	340	170	90
9.000	620	370	185	90
11.300	660	400	195	90
13.600	700	420	210	90
18.100	780	470	230	90
22.600	860	520	260	90
34.000	1.000	610	305	125
45.300	1.100	670	335	125
68.000	1.150	700	350	250
90.700	1.250	750	375	250
113.300(*)	1.350	790	400	250
(*) Quantidade máxima que não pode ser ultrapassada em caso algum.				

#### 2.4.4.1 Critérios a serem adotados para uma adequada e rigorosa instalação dos paióis de armazenagem

As áreas dos depósitos devem se protegidas por pára-raios, segundo a norma regulamentadora - NR 10 e os paióis devem ser dotados de um sistema eficiente e adequado para o combate a incêndio (BARCZA, 2001).

Nos paióis de armazenagem, deverão constar placas como “Proibido Fumar” e “Cuidado Explosivo” para que possam ser identificados por todos que tenham acesso ao local.

O piso deverá ser impermeabilizado, com material apropriado e acabamento liso, para evitar centelhamento, por atrito ou choques, e facilitar a limpeza.

As portas devem ser abertas para fora, com bom isolamento térmico e proteção a intempéries.

As distâncias mínimas indicadas nos quadros 01, 02, e 03 poderão ser reduzidas à metade, quando se tratar de depósito barricado ou entrincheirado, desde que previamente vistoriado pela autoridade competente (SMANIOTTO, 2007).

Será obrigatória a existência física de delimitação da área de risco, sendo assim entendido, qualquer obstáculo que impeça o ingresso de pessoas não autorizadas aos locais de armazenagem (ALLEN, 1981).

#### **2.4.5 Uso e emprego de explosivos**

Segundo a história dos explosivos, a pólvora foi usada primeiramente na China como artefato pirotécnico, mais tarde como propelente de projéteis tendo seu emprego de maneira real nos primeiros canhões (ALLEN, 1981).

Em meados de 1354 DC o monge Schwartz, desenvolveu uma mistura explosiva semelhante à pólvora, usada para fins bélicos com emprego em morteiros, bombardas e outros (BARCZA, 2002).

A nitroglicerina foi descoberta em 1847 por Ascanio Sobreno, o qual prova que sua explosão é muitas vezes maior que a da pólvora, mais perigosa, quando manuseada bruscamente (KUZVART, 1986).

Alfred Nobel foi o inventor da dinamite explosiva em 1863, pela mistura do Kiesekguhr Diatomácea com a Nitroglicerina, com boas condições de segurança (ROCHA, 2001).

Segundo Rocha (2001), em meados de 1923 a história mostra grandes acidentes com explosivos, como o ocorrido em Oppau na Alemanha quando foi dinamitando uma partícula de Nitrato de Amônio empedrada por umidade, a qual provocou uma enorme explosão.

De outro acidente nasceu o ANFO, tendo sua definição química descrita como *Ammonium and Fuel Oil Nitrate*, mistura de Nitrato de Amônio e Óleo Diesel. Um dos mais graves acidentes da história aconteceu com o choque entre dois navios, carregando os dois produtos, resultando em incêndio seguido de violenta explosão que arrasou o Porto de Texas, nos Estados Unidos da América (HENNIES, 1998).

Em 1958 surgem as lamas explosivas, que misturadas em proporções adequadas de Nitrato de Amônio, Óleo Diesel, Água e outros produtos tais como pó de Alumínio, Goma, Bórax, constituem-se de um excelente explosivo (BARCZA, 2002).

Pela enorme quantidade de energia útil desenvolvida, os explosivos apresentam grande capacidade de trabalho na ruptura de rochas e materiais duros em geral.

#### 2.4.5.1 Explosivos industriais

São substâncias ou misturas de substâncias que, quando excitadas por algum agente externo, são capazes de decompor-se quimicamente gerando considerável volume de gases a altas temperaturas. Estas reações de decomposições podem ser iniciadas por agentes mecânicos tais como pressão, atrito, impacto, vibração, e pela ação do calor como aquecimento, faísca, chama, ou ainda pela ação de outro explosivo, citando as espoletas, ou outros iniciadores (COOK, 1971).

Segundo Cook (1971) a tendência atual sugere que na sua fabricação sejam utilizados componentes que, isoladamente, não sejam substâncias explosivas, de forma a garantir completa segurança dentro das fábricas. É o caso da moderna lama explosiva *Slurry* que é misturada no próprio local de consumo e bombeada para dentro dos furos na rocha. Somente alguns segundos após o lançamento da mistura dentro dos furos, tempo necessário para a complementação da reação química, o produto torna-se uma substância explosiva.

#### 2.4.5.2 Combustão, deflagração e detonação dos explosivos.

A reação química de decomposição do explosivo pode se dar sob a forma de combustão, deflagração e detonação em função das características químicas da substância explosiva, bem como das condições de iniciação e confinamento (ROGER, 2001).

- Combustão

Segundo Roger (2001), combustão é uma reação química de oxidação e geralmente acontece na presença do oxigênio do ar. O fenômeno ocorre em baixas velocidades e tem como exemplo a queima de um pedaço de carvão.

- Deflagração

Quando a velocidade da reação de decomposição da substância explosiva é maior que o caso anterior, chegando em alguns casos a 1.000 m/s, ocorre a deflagração. Nesta reação há a participação não só do oxigênio do ar, mas também de suas substâncias intrínsecas. É o caso da decomposição das pólvoras, ou ainda de explosivos mais potentes, que se submetidos a condições desfavoráveis de iniciação e confinamento perdem seu poder de deflagração (LANTER, 2001).

- Detonação

É uma reação de decomposição com a participação exclusiva do oxigênio intrínseco da substância explosiva. Ocorrem com velocidades que variam de 1.500 m/s a 9.000 m/s. Em função da quantidade de energia envolvida no processo, será acompanhada sempre por uma onda de choque, também chamada onda de detonação. Esta onda de choque que com sua frente de elevada pressão dinâmica, confere a detonação um enorme poder de ruptura (BARCZA, 2002).

#### 2.4.5.3 Classificação dos explosivos

Os explosivos classificam-se basicamente em três categorias, os primários, secundários e os baixos explosivos.



- Explosivos primários ou iniciadores

São extremamente sensíveis, e por isso se prestam à detonação da massa de explosivos da perfuração. Produzem um efeito de sopro intenso ou uma onda de choque capaz de fazer iniciar a detonação da massa de explosivos. Não são, entretanto suficientes para, por si só, executar o trabalho de demolição de rocha. Os explosivos iniciadores considerados como acessórios de detonação, são também chamados de explosivos primários (DHANASEKARAN, 2007).

- Explosivos secundários ou altos explosivos

São os explosivos propriamente ditos ou explosivos de ruptura. São tão potentes quanto os explosivos primários, porém por serem mais estáveis necessitam de uma maior quantidade de energia para iniciar o processo de detonação, energia esta geralmente fornecida pela ação direta da detonação de um explosivo primário. E o caso das Dinamites, Gelatinas, ANFOS, e Lamas (COOK, 1971).

Alguns materiais podem atuar tanto como primários como secundários em um processo de detonação. É o caso da Nitropenta que no Cordel Detonante atua como explosivo primário ou iniciador e em cargas especiais atua como secundários em cargas de demolição. Detonam com velocidades de 2500 a 7500 m/s, com pressões de até 100.000 atmosferas (KUZVART, 1986).

- Baixos explosivos

A reação de detonação consiste numa queima rápida sem a produção de onda de choque de grande intensidade. Dentre os baixos explosivos o único que ainda tem alguma importância é a pólvora negra. Empregada para o corte de rochas destinada à produção de paralelepípedos, placas de revestimento e blocos de mármore (BARCZA, 2002).

#### 2.4.5.4 Classificação dos explosivos quanto à composição.

Os explosivos podem ser classificados como simples, mistos e compostos.

- Simples

São chamados aqueles formados por um único componente químico. Pertencem a esta categoria a nitroglicerina, nitroglicol, nitrocelulose, trotil e ciclonite (CROSBY, 1998).

- Mistos

São constituídos por substâncias que isoladamente não são explosivas. Pertencem a esta categoria os nitratos inorgânicos, cloratos e percloratos. O componente principal é o nitrato de amônio, que se torna explosivo quando misturado ao óleo diesel, tendo desta mistura originado o ANFO ( NEVES, 2004).

- Compostos

É uma mistura de explosivos simples com substâncias capazes de consumir e também produzir oxigênio. A maior parte dos explosivos comerciais situa-se nesta categoria, porque apresentam a vantagem, de poder variar as proporções ou tipo dos componentes. Conseguem desta maneira melhorar as propriedades do explosivo simples adicionando-o a uma substância produtora de oxigênio (DHANASEKARAN, 2007).

#### 2.4.5.5 Classificação dos explosivos quanto a sua consistência

Podem ser classificados como plásticos e semi-plásticos, sólidos e líquidos.

- Plásticos e semi-plásticos

Apresentam a propriedade de se adaptarem a forma do furo, podendo, assim, preencher maior volume (CROSBY, 1998).

- Sólidos

São utilizados sob a forma de cartuchos contendo o explosivo em pó. Pode-se citar como exemplo a dinamite em cartuchos (HENNIES, 1997).

- Líquidos

São aqueles explosivos que, por serem líquidos, apresentam grande facilidade de carregamento, como a nitroglicerina (ALLEN, 1981).

#### 2.4.5.6 Propriedades dos explosivos

- Força do explosivo

Traduz a quantidade de energia liberada. Medido pela prova de TRAUZI, que compara com a de uma gelatina composta de 92% de nitroglicerina com 8% de nitrocelulose, e

expressa como percentagem em relação a este padrão. Outro padrão utilizado é o nitrato de amônio. Traduz a quantidade de energia liberada na detonação responsável pela capacidade do explosivo produzir trabalho de demolição das rochas (SCHOUTEN, 1962).

- Velocidade do explosivo

A explosão é uma reação química rápida que inicia em um ponto da massa do explosivo, e se propaga por essa massa produzindo luz, calor e gases. Supondo forma cilíndrica, sua velocidade é medida ao longo da altura do cilindro, e pode variar de 1500 a 7500 m/s. Os mais velozes têm nitroglicerina como base, agindo de 4000 a 7500 m/s e os de amônia de 1500 a 3000 m/s (SMANIOTTO, 2007).

Segundo Smaniotto (2007), denomina-se velocidade estabilizada aquela atingida após a fase de aceleração do explosivo, variando o seu diâmetro e a quantidade da carga explosiva empregada.

Pode-se considerar como explosivo de baixa velocidade todo aquele que detonar com até 3.000 m/s e de alta velocidade todo aquele que o superar (KUZVART, 1986).

- Densidade

A unidade de medida teórica é expressa em  $\text{kg}/\text{dm}^3$ . Um explosivo de alta densidade permite maior concentração do explosivo isto é, permite introduzir maior número de quilos por metro de perfuração (LANTER, 2001).

Quanto maior a densidade, maior será a sua a concentração em um furo e maior a sua fragmentação. Na prática, a densidade das dinamites e gelatinas é medida pela quantidade de cartuchos em uma caixa de 25 kg, mas como os diâmetros variam isto é discutível.

- Segurança no Manuseio

Segundo Colombo (1988), o explosivo, entre sua produção detonação e final nas perfurações, deve ser armazenado, transportado, sofre uma série de transbordos e choques.

Por isso é imprescindível que apresente segurança no manuseio, isto é, que não detone com facilidade.

Prevedendo-se os principais riscos a que um explosivo estará sujeito desde sua produção até a detonação foi desenvolvida uma série de testes não quantitativos dos quais pode-se mencionar alguns: capacidade de resistir à explosão ou projétil, onda de choque, descarga elétrica (SCHOUTEN, 1962).

- Resistência à água

Alguns explosivos, como os de nitrato de amônio, não detonam quando molhados. Por isso é necessário saber se há água nos furos, para a escolha do explosivo. A dinamite tem grande resistência à água. É medida pelo número de horas que pode ficar submerso e ainda assim iniciar com eficiência e detonar completamente com a espoleta nº 6 (GOMES, 1984).

Quanto à resistência a água, os explosivos também são divididos em classes, como ilustrado no quadro 4.

Quadro 4 - Resistência dos explosivos a água ([www.ce2ufib.br/rsc-ROCHA06-esplosivos,htm](http://www.ce2ufib.br/rsc-ROCHA06-esplosivos.htm) , 2006).

Classe	Resistência à água (horas)	Exemplos da marca Explo
1	Indefinida	Dinacom – Especial Bragel 1
2	32 a 71	Dinamon, SL 400, Bragel
3	16 a 31	Braspon – EC -100
4	8 a 15	Braspon – EC -50
5	4 a 7	Braspon – ECX -25
6	1 a 3	Carbonita RX
7	Não resiste	Explon I e IV

- Sensibilidade

Quanto à sensibilidade à iniciação, diz-se que um explosivo é sensível ao cordel detonante, e à espoleta simples nº 6, e nº 8 .

Quanto à indução pela explosão de um cartucho próximo, é feita pela distância máxima entre os cartuchos chamada sensibilidade. Esta propagação é expressa em centímetros (COLOMBO, 1988).

- Volume de gases na temperatura e pressão da explosão

Podem ser classificados como sendo de baixa pressão gasosa e de alta expansão gasosa, sendo no primeiro de 800 l/kg e no segundo acima deste valor (KUZVART, 1986).

- Emissão de gases tóxicos

Não existem grandes problemas nas explosões a céu aberto. Alguns explosivos podem causar intoxicações nas explosões subterrâneas, provocando náuseas e dores de cabeça. Os gases são chamados de classe 1, 2 e 3, e os explosivos pelas categorias A, B, C, respectivamente, conforme produzam suas emissões (BARCZA, 2002).

Segundo Barcza (2001), suas categorias e classes são as seguintes:

- **Categoria A**

Com valores de até 22,6 l/kg de gases para a classe 1

- **Categoria B**

Com valores de 22,5 a 46,7 l/kg de gases para a classe 2

- **Categoria C**

Com valores de 46,7 a 94,8 l/kg de gases para a classe 3 considerada uma quantidade elevada.

- Pressão de detonação.

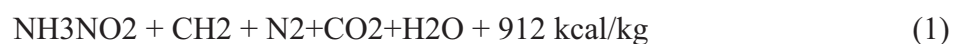
A pressão de detonação é gerada pela onda de frente da explosão, definida pela densidade do explosivo e dividida pela velocidade de detonação (COOK, 1971).

- Pressão de Explosão

Utilizada para efetuar a comparação entre explosivos de mesma categoria quanto à superfície específica e suas características físicas (CALZIA, 1969).

- Energia absoluta

Conforme cita Galzia (1969), energia absoluta é a quantidade de energia liberada por kg de explosivo. Como exemplo pode-se citar o explosivo ANFO, onde sua quantidade de energia absoluta é expressa pela fórmula:



No padrão *AWS* 912 kcal/kg é a energia absoluta do ANFO. Pode ser expressa no padrão *AWS – absolute weight strength kcal/kg* No padrão *ABS* 739 Kcal/litro é a energia absoluta do ANFO. Pode ser expressa no padrão *ABS – absolute bottle strength kcal/litro*.

Quando usado o padrão *AWS*, o valor numérico do ANFO é de 912 Kcal/Kg, para sua energia absoluta. Se usado o padrão *ABS* o valor numérico do ANFO será de 739 Kcal/litro para sua energia absoluta.

- Energia relativa

É expressa em percentagem e obtida pela relação entre as energias absolutas de um explosivo, dividido pela energia do padrão ANFO (CALZIA, 1969).

Quando usado o padrão ANFO *AWS*, o valor numérico para cálculo é de 912 Kcal/Kg.

Segundo Calzia (1969), quando usado o padrão ANFO *ABS*, o valor numérico para cálculo da energia relativa será de 739 Kcal/litro.

No quadro 5 está ilustrado o cálculo das energias relativa e absoluta.

Quadro 5 - Cálculo da energia relativa ([www.ce2ufib.br/rsc-ROCHA06-esplosivos,htm](http://www.ce2ufib.br/rsc-ROCHA06-esplosivos.htm) , 2006).

Explosivo	Energia absoluta WG		Densidade	Energia relativa	
	AWS	ABS		RWS	RBS
Dinamon D40	634	925,6	1,46	69,5	125,3
Dinamon D60	706	1030,8	1,46	77,4	139,5
Dinamon D75	750	1038,8	1,46	79,51	146,5
Dinamon DC	750	806	1,35	79,91	145,3
Dinacon DB	750	805	1,45	79,93	145,5
Dinacom DA	750	807	1,47	79,95	145,7

- Razão linear de energia

É a razão de energia liberada por metro linear de carga explosiva, usada no furo a uma determinada velocidade estabilizada do explosivo (ALLEN, 1981).

#### 2.4.5.7 Tipos de explosivos

- Pólvora negra

As pólvoras foram muito utilizadas até a descoberta da nitroglicerina. São explosivos de baixa velocidade e enquadrados na categoria de baixos explosivos. São altamente higroscópicas não podendo ser utilizadas em presença de água (KUZVART, 1986).

A pólvora negra explosiva é produzida em dois tipos. O tipo A que contém nitrato de potássio, enxofre e carvão vegetal. É utilizada nas escavações a céu aberto quase que exclusivamente para cortar pedras, na produção de paralelepípedos, lajotas para revestimentos de pisos e paredes. Praticamente não é mais usada no desmonte intensivo da rocha. É de baixa velocidade, sendo pouco explosiva, é higroscópica (CALZIA, 1969).

O tipo B contém nitrato de sódio, enxofre e carvão vegetal, é mais lenta que a do tipo A, empregada na detonação de argilas e folhelhos. “Ambas são confeccionadas em cartuchos de cilíndricos, Ø 1 ¼ a 2”, sendo também chamada pólvora tubular. Não são usadas no desmonte de rochas (SCHOUTEN, 1962).

- Semi-gelatinosos

São explosivos que possuem consistência plástica e a sua densidade varia de 1 a 1,3 g/cm<sup>3</sup>.

- Gelatinosos

Possuem consistência plástica. “São embalados em caixas com 25 kg com 96 a 220 cartuchos, 7/8” a 1 ½” (KUZVART, 1986).

- *Anfos Ammonium Nitrate + Fuel Oil*

Basicamente constituídos de nitrato de amônio. Precisam de escorva para detonar, geralmente semi-gelatinoso ou gelatinoso, de explosão inicial. Sem resistência à água, possuem baixa densidade e baixo custo. Devido à baixa densidade, são usados em carga de coluna. Os explosivos de nitrato de amônio são usualmente utilizados em perfurações a partir de 2”, sendo freqüentemente empregados em diâmetros de 3 a 5” (BARCZA, 2002).

- Granulados

Geralmente são carbonitratos em forma de grãos. Precisam explosão iniciante, possuem baixa densidade, sem resistência à água. Facilmente manuseáveis do tipo a granel, e no carregamento pneumático ou por derrame nos furos. Seu principal emprego está em carga de coluna (DHANASEKARAN, 2007).

- Lamas explosivas

São constituídas por pasta fluidas, com nitroglicerina e água. Possuem alta densidade e pela plasticidade tem alta razão linear de carregamento. É um tipo de explosivo que tem água como ingrediente essencial. A água assume a elaboração de um gel. O gel confere a lama explosiva alta resistência à água. Costuma-se comparar a lama explosiva com o ANFO, associando-se a lama um menor custo de escavação e alta resistência à água. “A lama explosiva tem sido utilizada com sucesso em perfurações de diâmetros a partir de 2 ½” (ALLEN, 1981).

- Pastas

Semelhantes a lamas explosivas, mas sem nitroglicerina. Tem partículas metálicas finas que aumentam a quantidade de energia liberada. São acondicionadas em caixas de 32 a 96 cartuchos 7/8 a 1 ½” por caixa de 25 kg .Utilizada em fogachos, túneis, aplicação geral (ROGER, 2001).

- Emulsões

Segundo Roger (2001), a emulsão é líquida e de fácil carregamento, por bombeamento. Sua densidade é maior que a da água, pois conseguem expulsá-la. Tem excelente resistência à água e densidade de carregamento. Exigem “*BOOSTER*” reforçador com diâmetro próximo do furo. Muito estável ao atrito e choque.Sua iniciação é feita com cordel detonante ou espoleta n.º 8 de alta velocidade,com cartuchos de polietileno acondicionados em caixas de 25 kg.

- Bombeados

São pastas explosivas, como emulsões ou granulados, bombeados diretamente de caminhões para os furos. São seguros no transporte, porque só se tornam explosivos após mistura nos furos. Exige reforçador na explosão iniciante. O inconveniente é que vazam quando a rocha é fraturada (COOK, 1969).



#### 2.4.5.8 Características dos explosivos.

Alguns itens devem ser observados como: pressão de explosão, velocidade de detonação, isto para cada diâmetro, volume de gases, energia absoluta e relativa, razão linear de energia para cada diâmetro, potência disponível para cada diâmetro (SCHOUTEN, 1962).

Os explosivos deverão ser testados antes de sua detonação para medir a sua eficiência.

Sempre que for utilizado algum explosivo, é recomendada a sua consulta e formulação junto aos fabricantes. É impossível a escolha definitiva dos mesmos sem a realização de testes locais, para uma melhor adequação de suas características (FALQUETE, 2005).

#### 2.4.5.9 Acessórios de detonação

Conforme descreve Falquete (2005), depois de introduzidas as cargas explosivas nos furos, é necessário fazê-las detonar, ou seja, criar uma detonação inicial que provocará a explosão das cargas, a qual é executada através dos acessórios de detonação.

Os principais acessórios utilizados nas escavações de rochas a céu aberto são as espoletas comuns, elétricas, cordéis detonantes, retardos e os acendedores.

- Espoletas comuns

São constituídas por cápsulas de alumínio com tetranitrato de penta-eritritol ou nitropenta e carga iniciadora de azida de chumbo. Ligam o explosivo ao estopim comum por pressão de alicate especial. Usadas quando se deseja seqüência de explosão, não quando o fogo é simultâneo. Possuem acoplamento perigoso, porque a carga explosiva está aberta ao ligar (CROSBY, 1998).

Na figura 6 está ilustrada as espoletas comuns, as quais são acondicionadas em caixas de 100 unidades.



Fonte: Fonte: ALLEN, 1981

Figura 6 - Espoleta elétrica comum.

- Espoletas elétricas comuns

As espoletas elétricas consistem numa cápsula geralmente de alumínio, na qual foram introduzidos um explosivo de base treta-nitrato de penta-eritritol e uma carga iniciadora de azida de chumbo.

A detonação é provocada pelo aquecimento ao rubro de uma ponte que é um fio de pequeno diâmetro que une no interior da cápsula os dois fios elétricos através dos quais circula a corrente elétrica (ALLEN, 1981).

- Cordéis detonantes

Trata-se da forma mais segura para a detonação de fogo a céu aberto. São explosivos, e dispensam espoletas, funcionando como escorvas. Tem núcleo de alto explosivo PETN – tetranitrato de pentaeritritol e revestimento em fibras de PVC ou náilon conforme a finalidade.

A velocidade de detonação é de 7000 m/s, superior à dinamite e gelatinas. Os cordéis são fornecidos em rolos, e possuem aspecto de cabo elétrico. Devem ser utilizados em circuitos como os elétricos. As ligações devem ser feitas por nós padronizados ou fita isolante. Sua iniciação ocorre com o uso de espoleta elétrica ou simples (n.º 8) ou por cordel de diâmetro igual ou maior (FALQUETE, 2005).

- Cuidados no emprego de cordéis

Não fazer ligações perpendiculares. Deve-se evitar cruzamento das pontas. Não permitir o cruzamento de linhas nem mesmo suas aproximações. Proteger a entrada de água

nos furos com tampa plástica, ou que se umedeçam com óleo do explosivo. Em presença de umidade, devem-se isolar as extremidades. Evitar o atrito e o esmagamento do cordel. Antes da iniciação devem-se conferir todas as ligações, e o tensionamento dos circuitos. Em situações onde ocorram grandes atritos e condições desfavoráveis recomenda-se o cordel com alma de arame (CHACÓN, 2000).

- Retardos

Os retardos de milisegundos são utilizados para detonações com cordel detonante.

Sua velocidade é variável dentro de uma faixa aproximada de 5, 10, 20, 30, 50 e 100 milisegundos, diferenciados pelas cores azul, verde, amarela, laranja, vermelha e branca, respectivamente. São armazenados em caixas com 50 unidades (CHACÓN, 2000).

Na figura 7 encontra-se ilustrado os retardos milisegundos e suas referidas faixas.



Figura 7 - Retardos milisegundos.

- Acendedores

Utilizados para iniciar a detonação de espoletas ou dos reforçadores *boosters* (ALLEN, 1981).

#### 2.4.5.10 Classificação dos acendedores

Os acendedores classificam-se em estopim de segurança, estopim ultra-rápido, cordão ignitor, reforçadores *booster*, espoleta elétrica de tempo.

- Estopim de segurança

Tem aspecto de cordão com núcleo de nitrato de potássio, revestido com tecido impermeabilizante. Queima com velocidade uniforme, em torno de 145 m/s. Para se detonar a pólvora negra é necessário o emprego da espoleta (HENNIES, 1997).

- Estopim ultra-rápido

Utilizado para iniciar dinamites e nitrocarbonitratos. Possuem alta segurança contra impacto, correntes parasitas e eletricidade estática. Sua velocidade é na ordem de 2000 m/s. Devem ser compostos por um conector numa ponta e a espoleta instantânea ou retardo, na outra ponta (CROSBY, 1998).

- Cordão ignitor

Trata-se de um cordão fino e flexível revestido com polietileno, que queima com chama firme. É usado para acender linhas de estopins em qualquer quantidade (ALLEN, 1981).

- Reforçadores – boosters

São cargas explosivas de alta potência usadas para iniciar explosivos de baixa sensibilidade, como ANFOS, e pastas detonantes, para assegurar a continuidade da onda explosiva ao longo da coluna.

Combinam alta velocidade de detonação com alta energia. Geralmente são iniciados com cordel detonante, espoletas simples ou elétricas. Aumentam a segurança contra detonações falhas (HENNIES, 1998).

Na figura 8 estão ilustrados os tipos de reforçadores – boosters de 150, 250, 350 e 450 gramas, disponíveis em caixas de 100 unidades.



Fonte: HENNIES, 1998.

Figura 8 - Diferentes Tipos de Reforçadores.

- Espoletas elétricas de tempo

As espoletas elétricas de tempo são semelhantes às comuns, diferindo apenas por possuírem um elemento de retardo colocado entre a ponte elétrica e a carga explosiva.

As espoletas elétricas de tempo podem ser do tipo de espera regular ou de espera rápida. Sua identificação é realizada através de uma etiqueta de alumínio presa aos fios, apresentando de um lado o número de frequência e do outro o tempo de detonação.

Essas etiquetas têm cores distintas, uma para cada intervalo.

As espoletas elétricas de tempo permitem detonações simultâneas. Podem ser instantâneas ou de tempo (CHACÓN, 2000).

#### 2.4.5.11 Detonação das espoletas elétricas

Segundo Chacon (2000), as detonações das espoletas elétricas exigem um circuito elétrico. Cada espoleta necessita de uma determinada intensidade de corrente para poder detonar no instante esperado. Se a intensidade da corrente for pequena em relação à intensidade de corrente específica, a ponte elétrica existente no interior da espoleta demandará um tempo maior do que o previsto para atingir a temperatura que provocará a explosão da carga iniciadora. Intensidade de corrente muito elevada por sua vez poderá abreviar a detonação ou então avariar espoleta, anulando-a.

#### 2.4.5.12 Circuitos de detonação do fogo elétrico

Os circuitos utilizados para a detonação do fogo elétrico são classificados em número de três: circuito em série, em paralelo e circuito série-paralelo.

- Circuito em série

Conforme cita Crosby (1998), recomenda-se usar no máximo 50 espoletas, exceto em fogachos. Se usar corrente alternada, a intensidade da corrente deve ser maior que na contínua, devido às variações existentes. No cálculo, deve-se levar em consideração a resistência de cada espoleta.

- Circuito em Paralelos

Em circuitos paralelos, a resistência do circuito equivalente é igual à resistência de cada espoleta, dividida pelo número de espoletas, em geral desprezível. Considera-se apenas a resistência dos fios. Quando são usadas espoletas comuns, estas devem ficar nas extremidades a fim de evitar que sua detonação antecipada corte a corrente impedindo a detonação das espoletas com espera. Não há limitação teórica quanto à quantidade de espoletas. Os limites são práticos. No insucesso de detonação muito extensa, torna-se muito difícil e perigoso o desarmamento. Também aumenta o tempo, e em conseqüência o risco de detonação antecipada causada por relâmpagos, eletricidade estática da atmosfera, proximidade de linhas de alta-tensão, eletricidade estática produzida por carregamento pneumático ou equipamentos de rádio, televisão ou radar (CROSBY, 1998).

- Circuitos em série-paralelo.

No circuito série-paralelo encontra-se baterias de espoletas ligadas em série e as mesmas são interligadas através de um circuito paralelo. Esse circuito apresenta-se vantajoso diante do circuito paralelo, por permitir detonar grande número de espoletas sem necessidade de corrente muito elevada (ALLEN, 1981).

#### 2.4.5.13 Recomendações gerais dos fabricantes de explosivos com sua segurança.

Os fabricantes de explosivos procuram orientar e recomendar a aplicação dos mesmos no sentido de evitar acidentes. Dentre as principais orientações devem ser usadas fontes de energia adequada quanto à capacidade e intensidade da corrente e conferir visualmente o circuito, medindo as resistências elétricas contra choques (HENNIES, 1997).

Segundo Hennies (1997), deve-se somente retirar o lacre de proteção na hora da detonação. Evitar rádios transmissores ou outras fontes de correntes parasitas, procurando usar em seu carregamento pneumático mangueiras anti-eletrostáticas e ou aterradas. Manter as emendas isoladas. No mesmo fogo, usar espoletas de mesmo fabricante e modelo, para evitar variações na resistência.

Nas detonações em série, usa-se corrente maior que nas detonações isoladas. Nas detonações em série e paralelo, usar tabelas para determinar a intensidade da corrente,

procurando sempre verificar as resistências do circuito, com o Ohmímetro. Utilizar *boosters* e cordéis detonantes na iniciação à distância (CROSBY, 2000).

#### **2.4.6 Carregamento dos explosivos**

O carregamento dos explosivos pode ser manual ou mecânico. É sempre lento, cuidadoso, e se mal executado pode levar a explosões incompletas, que, se não detectadas e tomadas as providências necessárias, podem causar acidentes (CHACÓN, 2000).

##### **2.4.6.1 Carregamento manual dos explosivos**

Os furos devem estar limpos e desobstruídos. Após a perfuração os furos são limpos com sopro de ar sendo desta forma removidas as pedras soltas no interior dos furos. Os mesmos são tampados com cones de plástico. No Brasil ainda é usado o sistema de tornos de madeira. Os explosivos são cortados ao longo do comprimento, colocados em posição e adensados para ocupar todo o volume do furo. “Em furos lisos admite-se folga entre o diâmetro dos cartuchos e o do furo de  $\frac{1}{2}$ ”, ou  $\frac{1}{4}$ ” em furos estreitos (HENNIES, 1997).

Quando as paredes dos furos são ásperas, usa-se dobrar a folga. Cartuchos de dinamite não precisam ser rasgados, pois quando apiloados, o material pulverulento se amolga.

Segundo Hennies (1997), os explosivos granulares podem ser despejados no furo, geralmente com o auxílio de funil. A escorva do cartucho que inicia o fogo não é socada, por motivo de segurança.

A espoleta elétrica fica no fundo, com a ponta para cima, iniciando a explosão pela carga de fundo. No caso do uso do cordel detonante, a carga de coluna inicia a explosão, com velocidade de propagação do cordel em torno de 7000 m/s. Os soquetes empregados são de madeira, às vezes de plástico e nunca metálicos (CROSBY, 1998).

A densidade ideal é obtida compactando-se a carga de fundo ou usando espaçadores na carga de coluna, ou ainda utilizando explosivos de densidades diferentes. Nos furos estreitos, de  $\frac{1}{8}$ ” a carga usada é de bananas do mesmo diâmetro. Quando o carregamento é realizado nos furos estreitos e compridos, o adensamento das bananas é feito com uma vara de madeira, para melhor adequação da carga. Nos furos de grande diâmetro e profundidade, o soquete é um bloco de madeira lastreado. Quando existe água no furo, o lastro é aumentado. Se os cartuchos descem pendurados por cordéis, devem ser usados cartuchos com alça, ou

laçar o cordel ao cartucho de fundo, para garantia de um carregamento de carga de fundo de forma correta.

Segundo descreve Crosby (1998), o controle de profundidade é executado com trenas ou vara de madeira. Nunca se faz o carregamento de furos quando houver possibilidade de temporal, por motivo de segurança.

#### 2.4.6.2 Carregamento mecânico dos explosivos

Ainda é pouco empregado no Brasil. Testado e aprovado para explosivos como a dinamite gelatinosa, sendo empregada no seu carregamento a forma de carga por meio de tubos metálicos ou de polietileno preferíveis e ar comprimido (KUZVART, 1986).

Os carregamentos são rápidos e produzem densidades maiores que no processo manual. Também existem carregadores mecânicos para explosivos granulares, principalmente de nitrato de amônio.

Na figura 9 está ilustrada a forma utilizada para executar-se o carregamento de explosivos de maneira mecânica.



Fonte: KUZVART, 1986.

Figura 9 - Caminhão Carga Bombeada

#### 2.4.6.3 Tamponamento

O tamponamento deve ser executado da maneira mais segura possível, devendo usar regras básicas e práticas para sua aplicabilidade no carregamento final dos furos a serem detonados.



Devem-se usar soquetes de madeira, sem partes metálicas expostas, exceto conectores metálicos aprovados, para os soquetes unidos. Evita-se socar as cargas com violência, e jamais socar a escorva (HENNIES, 1997).

Conforme cita Hennies (1997), deve-se efetuar a colocação dos explosivos dentro do furo, e evitar deixarem-se dobras ou nós que avariem o estopim durante o carregamento, bem como os fios de espoletas elétricas.

O tamponamento é feito com o próprio resíduo da furação, areia, argila, pedrisco, e tem a finalidade de evitar a interferência indesejável de explosão de furos próximos, durante o fogo, ou a propagação de alguma explosão antecipada, acidental.

Sendo que o objetivo principal do tamponamento está na capacidade do mesmo evitar que sejam arremessados blocos de pedra no momento da detonação para distâncias não desejadas (CROSBY, 2000).

Segundo Crosby (2000), um tamponamento adequado, executado de maneira correta, trará maior segurança na detonação.

## **2.5 Extração do basalto e sua relação com o meio ambiente**

Atualmente as empresas de extração de basalto são obrigadas a cumprir normas ambientais, de encerramento e de funcionamento bastante estritas, de forma a assegurar que a área afetada pela exploração do basalto regressa à sua condição inicial, ou próxima da inicial e em alguns casos até melhor que a inicial (MORRISON, 1992).

Alguns métodos de exploração antiquados tiveram, e continuam a ter em países com fraca regulamentação, efeitos devastadores no ambiente e na saúde pública. Pode ocorrer contaminação química grave do solo nas áreas afetadas, a qual pode ser ampliada e disseminada por exemplo pela água, criando situações de contaminação maciça.

Segundo Morrison (1992), existem outros problemas ambientais a serem destacados, tais como a erosão, subsidência, abandono de resíduos perigosos, perda de biodiversidade e contaminação de aquíferos e cursos de água.

No entanto, as explorações de pedreiras de basalto nos dias atuais têm práticas que diminuíram significativamente a ocorrência destes problemas, sendo alvo de apertado escrutínio ambiental.

A evolução da legislação ambiental para regularização/legalização das áreas das pedreiras de basalto no Brasil começa a surgir, de forma lenta e gradual, principalmente no que se relaciona às questões ambientais, apenas na década de 70 (FEPAM, 2000).

Segundo Magrini (2001), a evolução da política ambiental pode ser descrita através de importantes marcos de referência, isto é, grandes acontecimentos internacionais ocorridos a partir da segunda metade do século XX, que influenciaram o curso das políticas ambientais no mundo e, conseqüentemente, no Brasil.

Houve, nesse período o desenvolvimento de três óticas em relação à questão ambiental: a ótica corretiva (preponderante nos anos 1970), a ótica preventiva (preponderante nos anos 1980) e finalmente, a ótica integradora (característica dos anos 1990), que fornece a base teórica para a elaboração das ações políticas ambientais atuais (MAGRINI, 2001).

Com relação ao meio ambiente, em meados da década de 1970 já se esboça um maior controle através da criação de leis mais específicas e do surgimento dos órgãos de controle ambiental. Essa preocupação, mesmo que ainda incipiente, culmina na Constituinte em 1988, quando é votada a nova Constituição do Brasil, contendo diversos artigos versando especificamente sobre a proteção ao meio ambiente (ROSE, 2000).

A exploração de basalto tem características peculiares específicas que a diferenciam de outras atividades econômicas em geral. A distinção, por exemplo, entre propriedade do solo e do subsolo é desconhecida por muitos mineradores. As obrigações quanto ao direito minerário são também relegadas a um segundo plano, assim como a compatibilização da atividade mineral com a preservação ambiental (SANCHEZ, 1994, *apud* NASCIMENTO, 2000).

## **2.6 A mineração e seus aspectos Constitucionais**

A mineração no Brasil sempre teve caráter social. Assim, desde o início, em todo empreendimento mineiro, esta concepção prevalecia. A evidência do caráter social é enfatizada pela Lei Calógeras, estabelecida pelo Decreto n. 2933, de 6 de janeiro de 1915 e na

Lei Simões Lopes, n. 4265, de 15 de janeiro de 1921, regulamentado pelo Decreto n. 15211, de 28 de dezembro de 1921 (CARVALHO, 2003).

Ao longo dos últimos dez anos, a mineração mundial vem experimentando um processo de deslocamento regional de mercado. Tal processo fundamenta-se em marcante redirecionamento dos fluxos de investimentos no sentido das denominadas economias emergentes, dotadas de cenários geológicos promissores e políticas econômicas sintonizadas com as atuais tendências de abertura de mercado de integração competitiva com a economia mundial (TEIXEIRA, 1997, *apud* CARVALHO, 2003).

Em relação aos aspectos constitucionais, a mineração é regulamentada em lei, através do Código de Minas Brasileiro datado de 1934, sob o regime *res nullius* (BARBOSA, 1977, *apud* CARVALHO, 2003).

A nova Carta Magna de 1988 e a Emenda Constitucional (EC) n. 06/1995, segundo Barreto (2001) *apud* Carvalho (2003), foi um marco no tratamento de temas considerados novos, em termos constitucionais, como Meio Ambiente, Garimpo e Direitos Indígenas, além de impor novos limites às atividades minerais brasileiras, com relação ao pagamento de tributos e renda, ou seja, encargos da mineração, promovendo, na década de 90, importantes alterações para o setor, sendo aplicável de maneira idêntica para todos os ramos da mineração.

O Departamento Nacional da Produção Mineral foi criado no governo de Getúlio Vargas, pelo Decreto n. 23.979, de 08.03.34. Resende (1982) ressalta que o Código de Minas do país foi promulgado em 10.07.34, portanto, quatro meses após a criação do Departamento Nacional de Produção Mineral. Era, aquela, uma época de tomada de consciência da importância da produção mineral para o país; estudos de geologia e mineração que deram suporte à dinâmica do setor produtivo mineral brasileiro.

O Departamento Nacional da Produção Mineral atua como órgão executor da política mineral do país, cuja função é promover planejamento e fomento à exploração e aproveitamento dos recursos minerais, superintender as pesquisas geológicas e tecnológicas minerais, bem como assegurar, controlar e fiscalizar o exercício das atividades de mineração em todo o território nacional, na forma em que dispõe o Código de Mineração (CM), o Código de Águas Minerais (CAM) e os respectivos regulamentos, além da legislação que os complementa (BARRETO, 2001, *apud* CARVALHO, 2003).

A missão do Departamento Nacional de Produção Mineral é “garantir que o patrimônio mineral Brasileiro, recurso não-renovável, seja aproveitado de forma racional, segura, em harmonia com o meio ambiente e em proveito de toda a sociedade” (BARRETO, 2001 *apud* CARVALHO, 2003).

Em relação à atividade mineral, o governo procurou estimular a elevação dos investimentos privados em pesquisa, a prospecção e exploração de novas jazidas minerais, o aperfeiçoamento do arcabouço jurídico-institucional e o aprimoramento dos mecanismos de fomento tecnológico e industrial do setor, de forma a criar ambiente propício para o desenvolvimento da atividade, no país, em bases sustentáveis (BRASIL, 2001, *apud* CARVALHO, 2003).

A Lei n. 6.938, de 31 de agosto de 1981, que institui a Política Nacional do Meio Ambiente, inclui, entre os instrumentos de sua execução, o licenciamento ambiental da construção, instalação, ampliação e funcionamento de estabelecimentos e atividades utilizadores de recursos naturais, considerados efetiva e potencialmente poluidores, bem como os capazes, sob qualquer forma, de causar degradação ambiental (JUNIOR, 2001, *apud* CARVALHO, 2003).

Injustificável é o desconhecimento da importância do setor mineral para o desenvolvimento brasileiro. É inconcebível esquecer um setor que representa 8,5% do Produto Interno Bruto (PIB), segundo dados publicados no jornal Gazeta Mercantil gerando 500 mil empregos diretos e um saldo na balança comercial de US\$ 7,7 bilhões, além de ter crescimento médio anual de 8,2%, no período de 1995/2000, em comparação com os 2,9% do setor agropecuário (CARVALHO, 2003).

As atividades de mineração são tão importantes para o país quanto a Agricultura, desde que haja aplicação efetiva de políticas públicas para o setor mineral, que resultem no desenvolvimento e no aumento de utilização de bens minerais pela sociedade brasileira.

Convém ressaltar que todo montante arrecadado de imposto sobre a extração, beneficiamento, circulação, exportação e consumo de substâncias minerais do país é rateado entre a União, os Estados e os Municípios.

## **2.7 Impactos econômicos sociais ambientais causados pela mineração e sua recuperação**

A atividade de mineração compreende as etapas de pesquisa mineral, lavras e beneficiamento. Entretanto, as demais substâncias minerais (metálicas e industriais), constituem-se atividade tradicional da mineração.

Nos últimos anos a mineração vem encontrando inúmeras dificuldades para cumprir suas funções sociais e econômicas devido à concorrência com as demais formas de uso e ocupação dos espaços remanescentes, notadamente pelo crescimento e avanço dos núcleos habitacionais de forma bastante desordenada.

Em geral, a mineração provoca um conjunto de efeitos não desejados que podem ser denominados de externalidades. Algumas dessas externalidades são: alterações ambientais, conflitos de uso do solo, depreciação de imóveis circunvizinhos, geração de áreas degradadas e transtornos ao tráfego urbano.

Estas externalidades geram conflitos com a comunidade, que normalmente têm origem quando da implantação do empreendimento, pois o empreendedor não se informa sobre as expectativas, anseios e preocupações da comunidade que vive nas proximidades da empresa de mineração (BITAR, 1997, *apud* FARIAS, 2002).

Os impactos da mineração em área urbana sobre o meio antrópico revestem-se de especial importância devido ao alto grau de ocupação urbana, que são agravados face à proximidade entre as áreas mineradas e as áreas habitadas.

É o caso dos impactos visuais, resultantes dos altos volumes de rocha e solos movimentados e às dimensões da cava ou da frente de lavra.

O desconforto ambiental pode ser sentido mesmo quando as emissões estiverem abaixo dos padrões ambientais estabelecidos. Os impactos causados sobre a saúde, por outro lado, dificilmente ocorrem quando esses limites são respeitados (DIAS, 2001, *apud* FARIAS, 2002).

Os problemas ambientais originados pela mineração de materiais de uso imediato na construção civil (basalto) e os conflitos com outras formas de uso e ocupação do solo vêm conduzindo a uma diminuição crescente de jazidas disponíveis para o atendimento da demanda das principais regiões metropolitanas (MACHADO, 1995, *apud* FARIAS, 2002).

A extração de basalto deve ser incluída nos planejamentos urbanos e regionais, visando assegurar os suprimentos contínuos, estáveis e harmônicos das matérias-primas minerais para a melhoria da qualidade de vida das populações urbanas (BARBOZA, 1995).

Barboza (1995) defende o envolvimento da comunidade na fase de operação, planejamento e desativação da lavra. Hoje, é necessário conceber o empreendimento desde o seu nascimento até o seu fechamento. Há um entendimento mais recente de que recuperar uma área significa é encontrar um uso produtivo que pode ser o mesmo uso inicial ou não.

A lavra de um recurso natural provoca modificações ao meio ambiente, que deve ser minimizada, sendo necessária a recuperação da área minerada, que deve ser entendida como reincorporação da área à paisagem local, e não como retorno da área à situação encontrada antes da mineração, o que seria impossível de ocorrer.

É importante salientar que os impactos podem ser controlados por meio da adoção de medidas preventivas e corretivas. O primeiro caso reveste-se da maior importância, tendo em vista que a prevenção atenua a intensidade de determinados impactos inevitáveis na mineração e, economicamente, representa custos menores em relação às medidas de correção.

Segundo Pires (2000), o meio ambiente, urbano ou não, exige tecnologias adequadas na exploração dos bens minerais, bens que não são renováveis e, portanto, não devem ser desperdiçados. Práticas conservacionistas que garantam a qualidade de vida das populações adjacentes e a salubridade da água, do ar, do solo, da fauna e da flora, fazem parte do elenco de normas técnicas de um projeto de mineração.

## **2.8 O Processo de mineração e seus aspectos financeiros**

No processo de exploração de pedreiras deve-se salientar o papel do empreendedor de pequeno porte, o qual possui uma significativa representação no processo produtivo da extração de basalto.

Entretanto, o cálculo do número de empreendimentos de pequeno porte é uma empreitada complexa, devido ao grande número de empresas que produzem na informalidade, aliada a paralisações frequentes das atividades, que distorcem as estatísticas. O perfil do setor mineral brasileiro é composto por 95% de pequenas e médias minerações (WAGNER, 2002).

Segundo a Revista *Minérios & Minerales* (1999), os dados obtidos nas concessões de lavra demonstram que as minas no Brasil estão distribuídas regionalmente em 4% no norte, 8% no centro-oeste, 13% no nordeste, 21% no sul e 54% no sudeste. Estima-se que em 1992 existiam em torno de 16.528 pequenas empresas, com produção mineral de US\$ 1,98 bilhões, em geral atuando em regiões metropolitanas na extração de material para construção civil (BARRETO, 2000, *apud* FARIAS, 2002).

O escasso investimento na pesquisa mineral, tanto básica quanto específica, foi um dos graves problemas da mineração na última década, que interrompeu o processo de geração de novas pedreiras no país, sejam de pequeno ou de grande porte.

A atividade mineral, tanto na fase de pesquisa quanto de lavra, depende de métodos e equipamentos às vezes dispendiosos e inacessíveis ao pequeno empresário. Os investimentos relativos a essa fase são bastante variáveis, dependendo da complexidade da jazida, da localização, das condições de acesso, e da infra-estrutura disponível, entre outros.

Com o objetivo de manter ou fomentar os empreendimentos no setor, o governo procura atenuar os riscos da iniciativa privada, investindo diretamente nas fases de pesquisa básica e intermediária. Quanto às fases finais da pesquisa e de desenvolvimento, o governo ainda carece de organismos que financiem e incentivem o setor, visando apoiar o empreendedor e reduzir os riscos do investimento. O empresário ao investir na pesquisa mineral deve ter à sua disposição informações técnicas que aconselhem ou não o investimento (CHIODI FILHO, 2000 *apud* NASCIMENTO, 2001).

De um modo geral, as características marcantes da mineração, como o uso intensivo de capital, o alto risco financeiro e o longo prazo de maturação do capital investido são fatores adversos à atuação das pequenas empresas mineradoras (FERREIRA, 1996 *apud* NASCIMENTO, 2001).

O consumo de agregados constitui-se em um importante indicador da situação econômica e social de uma nação. Enquanto os EUA consomem, anualmente, cerca de 7,5 t por habitante de agregados e a Europa Ocidental, de 5 a 8 t por habitante/ano, no Brasil, o consumo está pouco acima de 2 t por habitante/ano (NASCIMENTO, 2001).

Mesmo dentro do país, os níveis de consumo de agregados têm diferenças significativas. O consumo no Estado de São Paulo chega a 4,5 t/hab/ano, enquanto que, em Fortaleza e Salvador, não atinge 2 t/hab/ano (VALVERDE, 2001, *apud* BACCI, 2006).

A experiência mostra que o tempo entre a definição da jazida e o início da produção da mina é de oito anos, significando que uma empresa de mineração, na hipótese de suportar todo esse longo tempo, jamais poderá ter um insucesso em suas atividades de prospecção.

Para a identificação dos aspectos e avaliação dos impactos ambientais associados a determinado empreendimento, deve-se procurar, inicialmente, selecionar todas as atividades, produtos e serviços relacionados à atividade produtiva, de modo a separar o maior número possível de impactos ambientais gerados, reais e potenciais, benéficos e adversos, decorrentes de cada aspecto identificado, considerando, sempre, se são significativos ou não (SÁNCHEZ, 2001, *apud* BACCI, 2006).

## **2.9 A Mineração e a degradação do meio ambiente**

A Constituição Federal Brasileira determina que é obrigatório o Estudo de Impacto Ambiental (EIA) para o processo de licenciamento ambiental. Isto porque o artigo 225, § 1º determina que cabe ao poder público (no caso, o órgão licenciador) “exigir, na forma da lei, para instalação de obra ou atividade potencialmente degradadora do meio ambiente, estudo prévio de impacto ambiental, a que se dará publicidade”.

Em empreendimentos de extração mineral, no caso de extração de basalto em pedreiras, por menor que seja o empreendimento, sempre haverá o potencial de degradação do meio ambiente.

A Constituição Federal, no mesmo artigo 225, no § 2º, determina que 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, ou seja, a extração mineral degrada o meio ambiente, sendo possível sua realização mediante a posterior recuperação do meio ambiente (CARVALHO, 2001).

A resolução do CONAMA 237/97, em seu artigo 12, § 1º, prevê que órgão ambiental poderá estabelecer procedimentos simplificados para as atividades e empreendimentos de pequeno potencial de impacto ambiental, que deverão ser aprovados pelos respectivos conselhos de meio ambiente.



Segundo Carvalho (2001), no caso da extração de basalto, considerando tratar-se de atividade degradadora do meio ambiente (conforme previsto na Constituição), a princípio esta simplificação não caberia. Por outro lado, no caso do licenciamento federal, tal simplificação, se coubesse, deveria ser previamente aprovada pelo CONAMA, como prevê a resolução 237/97.

## **2.10 O Processo de recuperação das áreas degradadas pela mineração**

Em relação aos impactos causados pela mineração ao meio ambiente, o setor produtivo lembra que a atividade já está sujeita a regras e controles de órgãos competentes, tais como, o licenciamento ambiental e a recuperação de áreas degradadas, entre outros (SOUZA, 2001).

Portanto, deve haver sempre o equilíbrio entre a preocupação ambiental e o desenvolvimento da atividade enfatiza a vice-diretora da Federação das Indústrias de São Paulo (FIESP), lembrando que o meio ambiente é importante para as futuras gerações quanto ao uso dos minerais (CARVALHO, 2001).

A maior parte de todos os conflitos entre a mineração e o meio ambiente reside na definição da disponibilidade do uso do solo pela mineração, ou seja, se a mineração pode ser realizada ou não em locais determinados ou em certas regiões, e, em caso positivo, quais as restrições impostas.

Pela natureza do problema, a tendência é resolvê-lo de forma polarizada, permitindo ou não a atividade mineral, sem maiores esforços na regulamentação dessa atividade no local proposto, inclusive, geralmente com possibilidades de prejuízos para própria comunidade (SOUZA, 2001).

Em alguns casos, uma convivência pode ser encontrada, por exemplo, uma mina subterrânea pode prosseguir com sua lavra de extração mesmo com a redução da recuperação de lavra, fato que não pode ocorrer com as operações a céu aberto.

Dessa forma, o problema consiste em determinar como proceder para reduzir os impactos ambientais.

Provavelmente, a maneira mais racional de decidir e resolver os conflitos sobre o uso do solo pela mineração seja o conceito de uso seqüencial do solo, que consiste em planejar sucessivas ocupações do solo, de tal modo que o primeiro uso não venha a produzir danos irreversíveis para fins do segundo aproveitamento, e assim sucessivamente.

Em relação à recuperação das áreas degradadas pela mineração, cabe apresentar alguns conceitos básicos para um melhor entendimento dos termos, especificações e terminologia usada nos estudos e avaliação do impacto ambiental.

Segundo Bitar (1995), *apud* Souza (2001), o primeiro conceito a ser considerado é o de degradação, que no contexto de alterações do meio físico, remete ao sentido de degradação do solo.

Pela legislação ambiental brasileira (Decreto nº 97.632/89), são considerados como degradação os processos resultantes dos danos ao meio ambiente, pelos quais se perdem ou se reduzem algumas de suas propriedades, tais como, a qualidade ou a capacidade produtiva dos recursos ambientais.

Especificamente, a degradação do solo é expressa como sendo a alteração adversa das características do solo com relação a seus diversos usos possíveis, tanto os estabelecidos no planejamento como os potenciais (NBR 10.703 da ABNT, 1989).

Nesse contexto, o termo alteração adversa aproxima-se do conceito de impacto ambiental negativo.

Também, para o termo solo, há o sentido amplo de parte da superfície da terra (*land*) e o sentido restrito de elemento ou componente ambiental (*soil*) (Bitar, *op. cit.*).

Sobre o termo recuperação, a literatura técnica é relativamente vasta e podem ser encontradas referências em distintas áreas do conhecimento que, de algum modo, contribuem para a questão da recuperação de áreas degradadas (SOUZA, 2001).

Segundo De Jorge (2001), o processo completo de avaliação do desempenho ambiental, realizado em uma base contínua e de forma sistemática e periódica, permite às empresas verificar se os seus objetivos estão sendo atingidos, além de fornecer um mecanismo para investigar e apresentar informações confiáveis e verificáveis, inclusive de

natureza financeira, que podem ser relatadas às partes interessadas, por exemplo, acionistas e usuários, órgãos financiadores, fiscalizadores e ambientais.

Portanto, o minerador tem a obrigação de implantar o plano de recuperação de área degradada pela atividade de mineração aprovada pelo órgão ambiental competente, que contempla o uso futuro da área de influência da mina, após o fechamento da mesma. (SOUZA, 2000, *apud* FARIAS, 2002).

A economia ambiental seria uma maneira de controlar a ação das atividades degradadoras com a aplicação de instrumentos econômicos. Estes estabeleceriam soluções econômicas para o gerenciamento ambiental em conjunto com os instrumentos jurídicos. (LANNA, 1996, *apud* NETO; PETTER, 2006).

Na mineração, além desses descartes, há a degradação do meio físico devido à exploração dos minérios. Gera-se, portanto, uma segunda escassez, considerando que as jazidas minerais são como bens não renováveis (NETO; PETTER, 2006).

Na problemática ambiental da indústria de mineração, a política econômico-ambiental pode auxiliar na definição de critérios ou regulamentos que não se baseiem apenas como fixação de níveis de quantidade e qualidade (POULIN & SINDING, 1994, *apud* NETO & PETTER, 2006).

É preciso ter bem em mente qual é o objetivo inicial da recuperação, pois as áreas degradadas podem tanto ser “restauradas” como “reabilitadas” segundo Cairns (1988) e Viana (1990) *apud* Lott, Bessa, Vilela (2004).

A restauração refere-se à série de tratamentos que busca recuperar a forma original do ecossistema, isto é, sua estrutura original, dinâmica e interações biológicas. Ela é geralmente recomendada para ecossistemas raros e ameaçados, geralmente demanda mais tempo e resulta em maiores custos. A reabilitação refere-se à série de tratamentos que buscam a recuperação de uma ou mais funções do ecossistema. Essas funções podem ser produção econômica e/ou ambiental (LOTT; BESSA; VILELA, 2004).

Geralmente, as principais justificativas para os reflorestamentos de proteção ambiental envolvem a recuperação imediata, tanto quanto possível, dos benefícios ambientais. Essa questão muitas vezes não é analisada coerentemente, e a restauração da forma (composição e diversidade de espécies, estrutura trófica, fisionomia, dinâmica, entre outras torna-se

prioritária frente à recuperação dos serviços do ecossistema, ou seja, sua função ambiental (VIANA, 1990, *apud* LOTT; BESSA ; VILELA, 2004).

O processo de extração de basalto proporciona uma desfiguração do terreno e uma completa alteração da paisagem. Essas alterações da superfície manifestam-se mais obviamente no aspecto estético, pelos elementos visuais da linha, forma, textura, escala, complexidade e cor que compõe a paisagem.

Conseqüentemente, causam impactos topográficos, edáficos, vegetativos e hídricos na área de influência direta do empreendimento. As recomposições topográficas das áreas, a drenagem e o plantio de espécies vegetais constituem medidas que minimizam esses impactos.

As estratégias de recuperação de áreas degradadas executadas pelas empresas de mineração, de maneira geral, são baseadas na colocação de um dossel de espécies adaptadas às condições adversas, para a recuperação do substrato degradados (solo) de maneira a auxiliar no desenvolvimento de espécies nativas, que compunham a vegetação local antes do processo de exploração (SOUZA, 1997, *apud* RIBEIRO, 2005).

A legislação brasileira, em especial a Constituição Federal, determina em seu texto que o empreendedor tem a obrigação de reabilitar as áreas degradadas. Tal obrigação já vem sendo atendida, parcialmente, durante a fase de exploração da mina, através da aplicação de recursos (custeio) na contenção de taludes e tratamento das áreas adjacentes (barragens e depósitos).

Entretanto, quando do encerramento da vida útil de uma mina, ou frente de lavra, deve ser realizada a reabilitação definitiva da área, que culmina com a sua devolução para o superficiário (descomissionamento).

Um dos quesitos impostos ao minerador, para a obtenção da licença ambiental de operação, é a apresentação do Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD), que estabelece, em linhas gerais, os programas de recuperação a serem dotadas durante a lavra e após a exaustão da jazida (LOTT; BESSA; VILELA, 2004). O plano de recuperação das áreas degradadas é fundamental ao setor de extração de basalto, para áreas de pequeno, médio e grande porte, devendo as mesmas estabelecer critérios básicos de extração do basalto em suas jazidas, e elaborarem um cronograma de recuperação para as áreas degradadas.

Hoje, o setor de exploração de basalto no território brasileiro pode ser avaliado como parte importante do sistema econômico global, capaz de transformar e aperfeiçoar uma perspectiva de desenvolvimento econômico, social e ecológico, sustentável, ante a atual realidade, uma vez que, por motivos óbvios, não haverá desenvolvimento sustentável enquanto grande parte da população viver em níveis de extrema pobreza (LOTT; BESSA; VILELA, 2004).

Conforme citam os autores, é imprescindível propor um novo sistema econômico e uma nova estrutura para a sociedade, capaz de equilibrar suas necessidades atuais e, sobretudo, as necessidades futuras.

Por outro lado, também se faz necessário impor limites à expansão da produção e, ao mesmo tempo, que essa seja perfeitamente viável em produzir novas condições para a sustentabilidade, considerando-se que o desenvolvimento não deve apenas se harmonizar com o meio ambiente e a natureza, garantindo condições ambientais adequadas (SOUZA, 2001).

Segundo Souza (2001), o importante é que isso deve ser feito de modo a garantir a existência das futuras gerações, ou seja, a própria sobrevivência da humanidade, sendo possível explorar de forma planejada todo e qualquer tipo de extração mineral, mas com o princípio básico de respeito ao meio ambiente.

### **2.11 O Processo de fechamento da pedreira**

A peculiaridade da questão do fechamento de uma mina decorre do processo de mudança de uso da área, sendo fundamental que sejam observadas as imposições legais que derivam deste fato, relativas ao fechamento da mina propriamente dita, a necessidade de licenciamento da nova forma de uso, a responsabilidade do minerador pelo cumprimento da obrigação de executar o plano de recuperação de área degradada aprovado pelo órgão ambiental competente (SOUZA, 2001).

A experiência com a desativação e o fechamento planejado de minas no Brasil ainda é pequena. Houve sim avanços importantes em recuperação de áreas degradadas, para vários minérios e métodos de lavra a céu aberto, inclusive no restabelecimento de comunidades vegetais nativas, mas persistem importantes lacunas jurídicas que retardam o avanço do planejamento do fechamento de minas (OLIVEIRA, 2005).

Algumas empresas já desenvolveram critérios e procedimentos internos para planejar o fechamento de suas minas, seja para atender a políticas corporativas, seja para responder a exigências de órgãos reguladores do mercado de capitais, caso das empresas que têm ações nas bolsas de Nova York ou Toronto. Em decorrência, algumas empresas de consultoria também começaram a desenvolver competências na preparação de planos de fechamento das minas (FARIAS, 2002).

Segundo Farias (2002), no campo governamental, porém, os órgãos ambientais ainda não têm diretrizes ou critérios para orientar a elaboração ou analisar planos de fechamento, ao passo que está estagnada a discussão sobre o uso de instrumentos financeiros para garantir a disponibilidade de recursos para o fechamento – tais como cauções, fianças, fundos e outros mecanismos.

Os planos de fechamento de minas deveriam contemplar um inventário do patrimônio cultural mineiro e incluir, quando apropriado, programas que visassem sua valorização.

### 3 METODOLOGIA

#### 3.1 Local Objeto do Estudo

O presente estudo foi realizado na região das Missões localizada a noroeste do estado do Rio Grande do Sul. Composta por 25 municípios, apresenta temperatura média anual de 18°C, clima seco, e possui uma população regional estimada em 261.782 habitantes, com uma área territorial de 13.026 km<sup>2</sup>, (IBGE, 2006). A economia regional está baseada na agricultura, pecuária e no setor metal mecânico.

Nas pedreiras investigadas foram quantificados os volumes basálticos existentes em suas respectivas áreas de extração nos municípios de Cerro Largo, RS, que possui (02) unidades em operação, Santo Ângelo (01), São Luiz Gonzaga (01) e Santo Antonio das Missões (01) unidades de extração de basalto todas devidamente legalizadas/atividades.

As etapas empregadas no processo de extração de basalto e suas atualizações tecnológicas aplicadas de maneira prática foram realizadas na área da Pedreira Gehlen Ltda, a qual é acessada a partir da cidade de Cerro Largo, situada a noroeste do estado do Rio Grande do Sul.

O ponto de amarração da área está localizado a leste da cidade no entroncamento da RS-544 com a estrada municipal Cerro Largo – Linha São Marcos. A RS 544 liga Cerro Largo a São Luiz Gonzaga.

Este entroncamento possui as seguintes coordenadas geográficas:

Latitude:

S 28° 9' 3,00'' – 6.883.950 (UTM);

Longitude:

W - 54° 43'26,3'' – 0.723.515(UTM)

O vetor de amarração situado, conforme coordenadas acima, possui distância ao primeiro vértice da poligonal, e rumo de:

Distância: 1.700,00 metros

Rumo: 61°, no quadrante SE (Sudeste)

No quadro 6 está descrito a poligonal envolvente, da área:

Quadro 6 – Poligonal envolvente da área da Pedreira Gehlen Ltda.

LADO	DISTÂNCIA, metros	RUMO
Vértice 1 ao Vértice 2	100,00	Leste, E
Vértice 2 ao Vértice 3	100,00	Sul, S
Vértice 3 ao Vértice 4	100,00	Oeste, W
Vértice 4 ao Vértice 1	100,00	Norte, N
ÁREA TOTAL, Há	1,0	-

A área da pedreira é acessada pela estrada municipal que vai à Linha São Marcos a 1.800 metros a partir do ponto de amarração tomando-se à esquerda.

Há sinalização na entrada da pedreira. O acesso, em revestimento solto, dá-se por área com reforço de plantio de vegetação nativa.

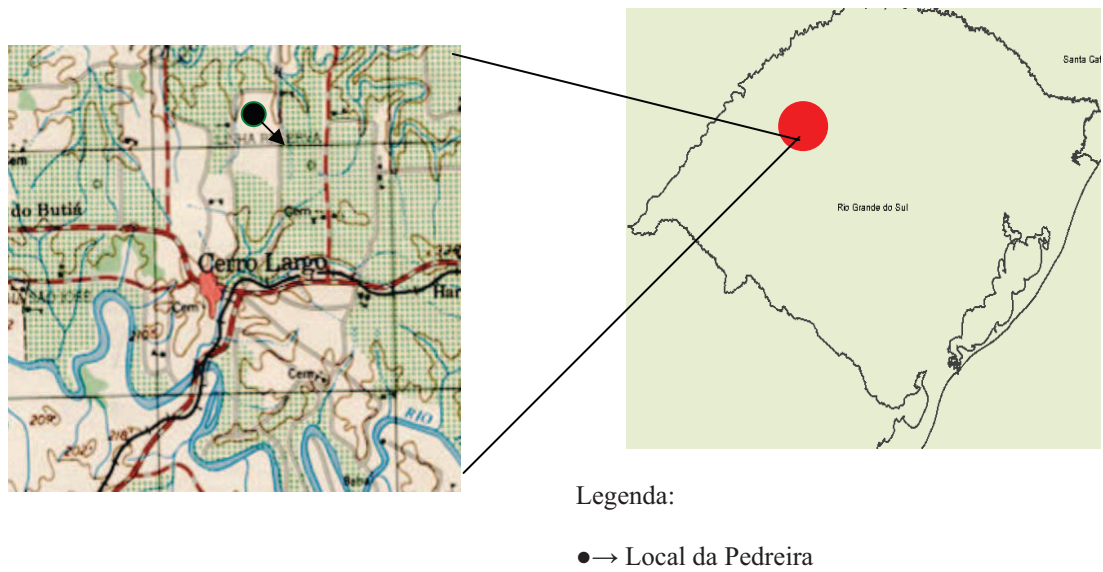
A área está autorizada/licenciada através da licença de nº 01 expedida pela prefeitura municipal para extração de basalto até a data de 10 de julho de 2021.

O Instrumento Particular de Cessão de Direitos Minerários está registrado sob o número 843/91 com prazo de validade até 10 de julho de 2021, sendo expedido pelo Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM).

A licença de operação (LO) de nº 7589/2006-DL com validade até 22/09/09 foi expedida pela Fundação de Proteção Ambiental (FEPAM).

A pedreira está localizada a leste da cidade de Cerro Largo, RS, visualizada através do mapa de localização e situação da área, na figura 10.





Fonte: MINISTÉRIO EXÉRCITO, 2007.

Figura 10 - Mapa de Localização da pedreira.

### 3.2 Delineamento da Pesquisa

Na figura 11 está ilustrado o Fluxograma empregado para o estudo, estando descrito de maneira ordenada cada uma de suas etapas.

A pesquisa foi dividida em quatro etapas para o seu delineamento e descrito conforme as fases a seguir descritas.

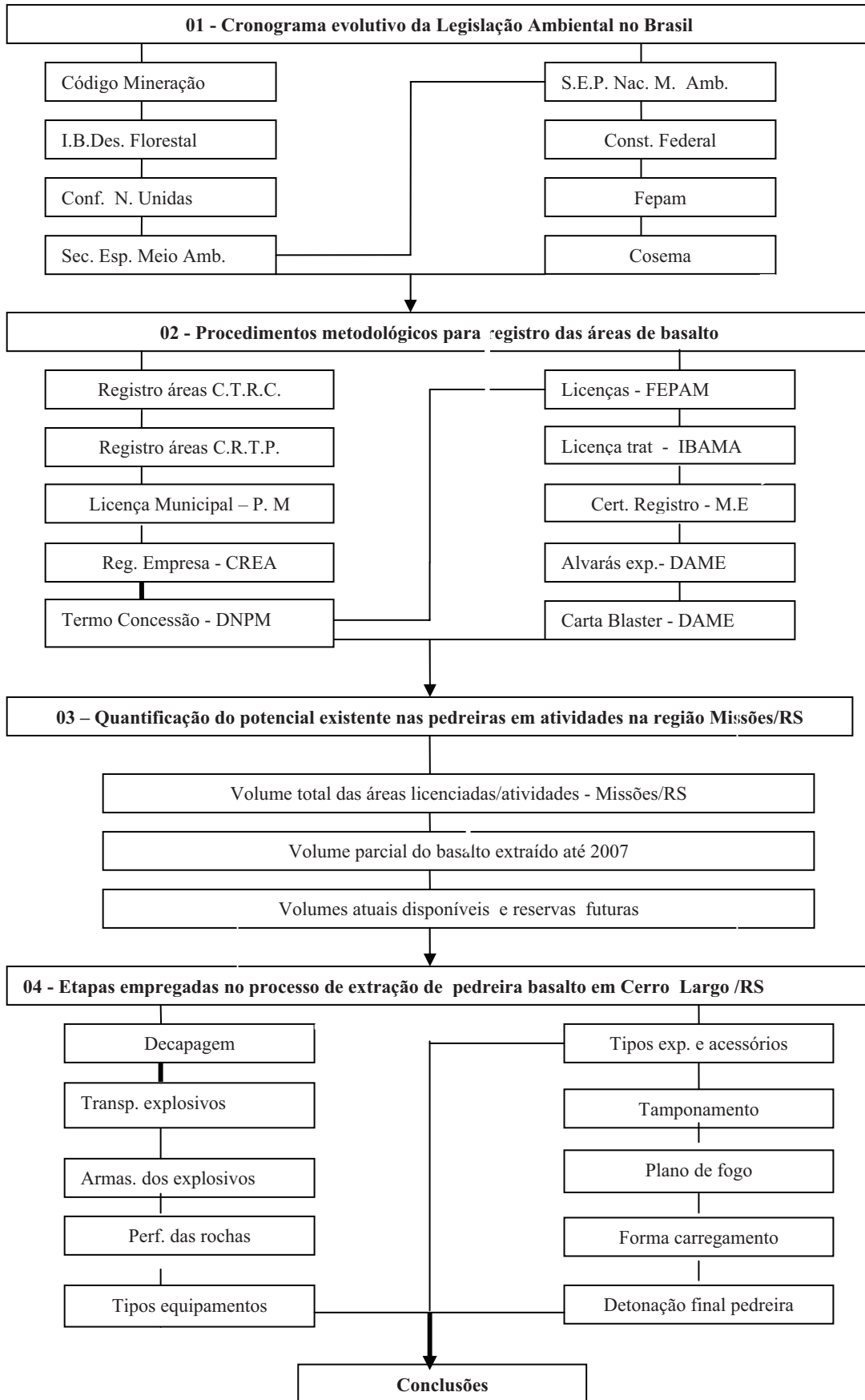


Figura 11 – Etapas de desenvolvimento do trabalho

Na primeira etapa, foi descrito e demonstrado através de um cronograma evolutivo, o crescimento da legislação ambiental no Brasil. Descrito cada um dos órgãos e suas respectivas datas de criação, seu poder de atuação em cada uma das esferas de abrangência, a nível municipal, estadual, e federal, e seus aspectos legais em relação com as áreas de extração de basalto.

Os dados relacionados na elaboração do cronograma evolutivo foram obtidos através de referenciais bibliográficas existentes na literatura brasileira. Através da avaliação de documentos obtidos junto a Fundação Estadual de Proteção Ambiental (FEPAM), delegacia regional do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Renováveis (IBAMA), junto às empresas de consultoria, profissionais da área ambiental, ainda foram buscadas informações nas secretarias municipais de meio ambiente (SMME) dos municípios que compõem a região das Missões.

Na segunda etapa foram descritos os critérios a serem percorridos nas fases de solicitação de regularização/liberação das áreas de extração de basalto. Foi descrito e mencionado o nome de cada órgão e a sua respectiva responsabilidade quando da expedição do documento de sua competência, bem como o período de vigência do documento, listando ainda as exigências pertinentes para obtenção do documento oficial junto a cada órgão, obedecendo a uma seqüência ordenada de solicitação, a nível municipal, estadual e federal.

Os dados aplicáveis na regularização/legalização das áreas de extração de basalto foram obtidos através de referenciais bibliográficas existentes na literatura. Outros elementos complementares para aquisição de informações foram buscados junto as seguintes fontes: Cartório Natorial, Registro de Imóveis, Prefeitura Municipal de Cerro Largo, Conselho Regional de Engenharia (CREA/RS), Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), Ministério do Exército (SFPC/ME), Fundação Estadual de Proteção Ambiental (FEPAM), Departamento Estadual de Armas, Munições e Explosivos (DAME).

Os critérios obtidos neste item buscam atender de forma ordenada quando da solicitação dos documentos de registro das áreas das pedreiras junto aos órgãos responsáveis pela sua regularização/liberação.

Na terceira etapa, foram quantificados os volumes das reservas minerais existentes nas pedreiras de basalto legalizadas/operação localizadas na região das Missões.

A quantificação da extração foi estimada em volume/área, em cada uma das pedreiras de forma individualizada, conseguindo dessa forma demonstrar o volume extraído/existente em cada município. Posteriormente foi realizada a quantificação do basalto já extraído/existente em todas as pedreiras da região. Buscou-se como resultado final estimar o volume de basalto ainda existente nas pedreiras legalizadas/atividades dentro do período legal de concessão das áreas em estudo. Conseguindo assim estimar o somatório geral da quantificação do basalto existente nas pedreiras em estudo, para um controle da reserva mineral futura das áreas legalizadas/atividades na região das Missões do estado do Rio Grande do Sul.

As quantificações foram efetuadas através de levantamentos topográficos realizados nas áreas quantificadas, através de levantamentos fotográficos de cada jazido demonstrado através das figuras relacionadas no trabalho. Os volumes iniciais foram obtidos junto ao Cadastro Mineiro do (DNPM). Os volumes já extraídos mensais/ anuais de extração das jazidas foram obtidos através do somatório das guias das taxas de Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais (CEFEM), obtidas junto ao banco de dados das empresas relacionadas nos estudos. Os dados referentes à reserva extraída ou existente de basalto nas jazidas foram obtidos através do Relatório Anual de Lavras (RAL), junto ao banco de dados das mineradoras e do (DNPM).

Para o levantamento dos dados de quantificação das jazidas foram elaboradas planilhas individuais de cada unidade mineradora, e posteriormente efetuado o somatório global de todas as pedreiras descritas no estudo. Sendo descrito na etapa final o total quantificado em todas as áreas e o cruzamento dos levantamentos parciais e totais de todas as jazidas.

Para calcular os volumes das quantificações das jazidas foram empregadas as simbologias e as formulas abaixo relacionadas:

Nhm = Número de habitantes por município

Cah = Consumo anual p/habitante

Tep = Tempo extração parcial da jazida

Vpe = Volume parcial extraído

$V_{tj}$  = Volume total jazida

$V_{fj}$  = Volume futuro da jazida

$Tecj$  = Tempo existente concessão da jazida

$Sbfe$  = Saldo basáltico futuro existente

$Cfmm$  = Consumo futuro mercado do município

$Sbexj$  = Sobra basáltica excedente na jazida

$Trfj1$  = Tempo reserva futura jazida 1

Modelo de cálculo empregado na quantificação da jazida (1) e padrão para todas as outras jazidas quantificadas

$V_{pe} = N_{hm} \times C_{ah}$

$V_{pe} = 12.650 \text{ hab} \times 1,60\text{m}^3$

$V_{pe} = 20.240\text{m}^3/\text{ano} \times 6 \text{ anos}$

**$V_{pe} = 121.440.000\text{m}^3$**

$R_{fj} = V_{tj} - V_{pe}$

$R_{fj} = 500.000,00\text{m}^3 - 121.440,00\text{m}^3$

**$R_{fj} = 378.560,00\text{m}^3$**

$C_{fmm} = V_{pe} \times Tecj$

$C_{fmm} = 20.240\text{m}^3 \times 14 \text{ anos}$

**$C_{fmm} = 283.360,00\text{m}^3$**

$S_{bef} = R_{fj} - C_{fmm}$

$S_{bef} = 378.360,00\text{m}^3 - 283.360,00\text{m}^3$

**$S_{bef} = 95.200, 00\text{m}^3$**

$$S_{bexj} = s_{bef} \div N_{hm}$$

$$S_{bexj} = 95.200,00m^3 \div 12.650 \text{ habitantes}$$

$$\mathbf{S_{bexj} = 8m^3}$$

$$Trfj1 = S_{bef} \div Cha$$

$$Trfj1 = 8 \div 1,60m^3$$

$$\mathbf{Trfj1 = 5 \text{ anos}}$$

Na quarta etapa, foram descritas de forma prática as fases de trabalho aplicáveis a uma pedreira de basalto na cidade de Cerro Largo/RS. Foi descrito cada etapa da operação que envolve o processo de extração do basalto, iniciando-se pelo: capeamento da jazida, as formas de perfurações empregadas, o transporte dos explosivos, armazenamento dos explosivos nos paióis, tipos de equipamentos empregados, a descrição dos tipos de explosivos empregados e seus respectivos acessórios, formas de carregamento dos explosivos, planos de fogo, tamponamento e a detonação final da mina buscando atender a atualização tecnológica.

## **4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS**

### **4.1 A Evolução da legislação ambiental no Brasil e seus aspectos legais em relação às pedreiras de basalto**

Nesta etapa foram descritos os processos evolutivos da legislação ambiental no Brasil e seus aspectos legais em relação às pedreiras de basalto, relacionando os órgãos ambientais, suas respectivas datas de fundação, seus poderes de atuação/fiscalização junto às áreas de extração de basalto.

#### **4.1.1 Características gerais da mineração e sua evolução com a legislação ambiental e o meio ambiente no Brasil**

A mineração é um dos setores básicos da economia do país, que contribui de forma decisiva para o bem estar e a melhoria da qualidade de vida das presentes e futuras gerações, sendo fundamental para o desenvolvimento de uma sociedade equânime, desde que seja operada com responsabilidade social, estando sempre presentes os preceitos do desenvolvimento sustentável.

A nível municipal, estadual e federal, os órgãos que têm a responsabilidade de definir as diretrizes e regulamentações, bem como atuar na concessão, fiscalização e cumprimento da legislação mineral e ambiental para o aproveitamento dos recursos minerais são os seguintes:

◦ Secretaria Municipal do Meio Ambiente: responsável pelo licenciamento dentro da área de abrangência do município (**SEMA**).

◦ Fundação Estadual de Proteção Ambiental: responsável pela expedição das licenças ambientais na esfera estadual (**FEPAM**).

◦ Conselho Estadual do Meio Ambiente: responsável pela política ambiental dos municípios a nível estadual (**CONSEMA**).

◦ Ministério do Meio Ambiente: responsável por formular e coordenar as políticas ambientais, assim como acompanhar e superintender sua execução (**MMA**).

◦ Ministério de Minas e Energia: responsável por formular e coordenar as políticas dos setores mineral, elétrico e de petróleo/gás (**MME**).

◦ Secretaria de Minas e Metalurgia: responsável por formular e coordenar a implementação das políticas do setor mineral (**SMM/MME**).

◦ Departamento Nacional de Produção Mineral: responsável pelo planejamento e fomento do aproveitamento dos recursos minerais, preservação e estudo do patrimônio paleontológico, cabendo-lhe também superintender as pesquisas geológicas e minerais, bem como conceder, controlar e fiscalizar o exercício das atividades de mineração em todo o território nacional, de acordo o Código de Mineração (**DNPM**).

◦ Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais Serviço Geológico do Brasil: responsável por gerar e difundir conhecimento geológico e hidrológico básico, além de disponibilizar informações e conhecimento sobre o meio físico para a gestão territorial (**CPRM**).

◦ Agência Nacional de Águas: Responsável pela execução da Política Nacional de Recursos Hídricos, sua principal competência é a de implementar o gerenciamento dos recursos hídricos no país. Responsável também pela outorga de água superficial e subterrânea, inclusive aquelas que são utilizadas na mineração (**ANA**).

◦ Conselho Nacional do Meio Ambiente: responsável por formular as políticas ambientais, cujas Resoluções têm poder normativo, com força de lei, desde que o Poder Legislativo não tenha aprovada legislação específica (**CONAMA**).

◦ Conselho Nacional de Recursos Hídricos: responsável por formular as políticas de recursos hídricos; promover a articulação do planejamento de recursos hídricos; estabelecer critérios gerais para a outorga de direito de uso dos recursos hídricos e para a cobrança pelo seu uso (**CNRH**).

◦ Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis: responsável, a nível federal, pelo licenciamento e fiscalização ambiental (**IBAMA**).

◦ Centro de Estudos de Cavernas: responsável pelo patrimônio espeleológico (**CECAV/IBAMA**).

A obtenção do Licenciamento Ambiental (LA) é obrigatória para a localização, instalação ou ampliação e operação de qualquer atividade de mineração objeto dos regimes de concessão de lavra e licenciamento.



Esse licenciamento está regulado pelo Decreto no 99.274/90, que dá competência aos órgãos estaduais de meio ambiente para expedição e controle da licença prévia, licença de instalação, e licença de operação da jazida.

A coordenação e a formulação da Política Nacional do Meio Ambiente são de responsabilidade do Ministério do Meio Ambiente.

A ele se vincula o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), órgão deliberativo e consultivo de política ambiental.

É de competência do CONAMA o estabelecimento das normas, padrões e critérios para o licenciamento ambiental a ser concedido e controlado pelos órgãos ambientais estaduais e municipais competentes, integrantes do Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA), e pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais (IBAMA), em caráter supletivo.

Além desses órgãos do poder executivo, nos três níveis, o Ministério Público Federal e Estadual também fiscalizam, emitem normas e diretrizes, sendo a maioria delas conflitantes entre si.

Existem incompatibilidades entre as disposições das leis de zoneamento municipais e a vocação mineral das zonas estabelecidas na legislação municipal de uso e ocupação do solo.

Os conflitos gerados pela mineração, inclusive em várias regiões metropolitanas no Brasil, devido à expansão desordenada e sem controle dos loteamentos nas áreas limítrofes, exigem uma constante evolução na condução dessa atividade para evitar situações de impasse.

As percepções acerca dos problemas ambientais de cada uma das partes envolvidas, normalmente, é diferente daquela do empresário.

As partes envolvidas na mineração, uma vez informadas sobre a atividade, têm condições de interferir no processo de gerenciamento dos impactos sócios ambientais, para a busca de soluções que minimizem as situações de conflito.

Em geral, as empresas de mineração já vêem a necessidade de serem internalizados os custos de recuperação ambiental e já reconhecem como legítimas as reivindicações das comunidades, incorporando em suas práticas a responsabilidade social.

Definido as características gerais da mineração e a sua respectiva evolução com a legislação ambiental no Brasil, desde a década de 30 até os dias atuais, será descrito cada um dos órgãos que compõe essa estrutura, sendo que o surgimento dos mesmos está relacionado a seguir em ordem crescente.

#### **4.1.2 Código de mineração**

Desde os tempos coloniais, a legislação brasileira preocupava-se com a proteção da natureza, especialmente recursos naturais, florestais e pesqueiros. Contudo, era sempre uma preocupação setorial voltada aos interesses econômicos imediatos.

Basta lembrar que, nos primeiros tempos, as explorações da madeira e de seus subprodutos representavam a base colonial e se constituíam em Monopólio da Coroa.

Ainda depois da Independência, este espírito continuou presente, protegendo-se sempre setores do meio ambiente tendo em vista prolongar sua exploração. Mesmo já neste século, a partir da década de 30, quando o país sofreu profundas modificações políticas, o velho Código Florestal, o Código de Águas (ambos de 1934), assim como o Código de Caça e o de Mineração, tinham seu foco voltado para a proteção de determinados recursos ambientais de importância econômica.

Descritos como marcos regulatórios da mineração no Brasil os órgãos criados no final do séc. XIX séc.XX, ambos abaixo relacionados :

#### **Marcos regulatórios da mineração**

- Regimes: Acesso J e M pertencem ao dono do solo (1891/34); “Res Nullius J e M conf. Códigos de Minas (1934/67).
- 1907 - Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil;
- 1934 - Código de Minas;
- 1967 - Código de Minas: III - Regime de Matrícula (Garimpagem); Cap. VI da garimpagem, Faiscação e Cata;
- 1988 / 89 Redemocratização: Constituição Federal e dos Estados;

- 1989 - Lei 7.805:: Alt o CM e cria o regime da PL Garimpeira;
- 1996- Lei 9.314 : Altera dispositivos do Código de Minas (DL n. 227/67) e dá outras providências;

O código de mineração é criado no Brasil em 1934 a partir do Decreto 24.643/34.

O Código de Mineração, é originalmente o DECRETO-LEI Nº 227 de 28/2/67, vêm sofrendo várias alterações, culminando com o advento da LEI Nº 9.314 de 14/11/96, que entrou em vigor a partir de 17/1/97.

O antigo código de mineração passa ser descrito como o Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), e foi integrado ao Ministério de Minas e Energia em 1960. Em 1994, por meio da Lei Nº 8.876 e do Decreto Nº 1.324, foi transformado em autarquia.

Pode-se dizer que, basicamente, o código regula os direitos sobre os recursos minerais do País, os regimes de aproveitamento de tais recursos (concessão, autorização, licenciamento, permissão de lavra garimpeira e monopolização) e a fiscalização, pelo governo federal, da pesquisa, da lavra e de outros aspectos da indústria mineral.

Em agosto de 1999, foi promulgada a LEI Nº. 9.827/99 que alterou o Código de Mineração a fim de que seja permitido aos órgãos da administração direta e autárquica da união, dos estados, do distrito federal e dos municípios, a extração de substâncias minerais de emprego imediato na construção civil, definidas em portaria do Ministério de Minas e Energia, para uso exclusivo em obras públicas por eles executadas diretamente, respeitados os direitos minerários em vigor nas áreas onde devam ser executadas as obras e vedada a sua comercialização.

O código de mineração, hoje Departamento Nacional de Produção Mineral, é composto em sua íntegra por 98 artigos, dividido em sete capítulos, distribuído na seguinte ordem: capítulo I que trata das Disposições Preliminares, capítulo II da Pesquisa Mineral, capítulo III da Lavra, capítulo IV das Servidões, capítulo V das Sanções e das Nulidades, capítulo VI da Garimpagem, Faiscação e Cata, Capítulo VII das disposições Finais.

Em relação aos aspectos constitucionais, a mineração é regulamentada em lei através do Código de Minas Brasileiro datado de 1934, sob o regime *res nullius* (BARBOSA, 1977, *apud* CARVALHO, 2003).

O poder de atuação do código de mineração, representado na atualidade pelo Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) abrange sua responsabilidade pelo planejamento e o fomento da exploração mineral e do aproveitamento dos recursos minerais e pelo controle e fiscalização das atividades de mineração no país, a nível municipal, estadual e federal.

#### **4.1.3 Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal**

O Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (IBDF) foi criado no Brasil em 1967 a partir do Decreto lei 289/67.

Foi no ciclo de governos inaugurados pela auto denominada Revolução de 1964 que apareceram as primeiras preocupações referentes à utilização dos recursos naturais de forma racional, pela compreensão que se atingiu de que tais recursos só se transformariam em riquezas se explorados de forma racional e de que se deveria dar múltiplos usos a esses recursos, de tal forma que sua exploração para uma determinada finalidade, não impedisse sua exploração para outros fins, nem viesse em detrimento da saúde da população e de sua qualidade de vida (OLIVEIRA, 2005).

Desse período datam, dentre outras, a Lei nº4.504, de 30.12.1964 (Estatuto da Terra), o novo Código Florestal (Lei nº 4.771, de 15.09.1965), a Lei de Proteção à Fauna (Lei nº 5.197, de 03.01.1967), Decreto-lei nº 221 (Código de Pesca), Decreto-lei nº 227 (Código de Mineração), Decreto-lei nº 289, (todos de 28.02.1967), que criam o Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal, com incumbência expressa de "cumprir e fazer cumprir" tanto o Código Florestal como a Lei de Proteção à Fauna.

A criação do Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal – IBDF, na década de 60, transforma os Parques Florestais em Florestas Nacionais, que passam a ser administradas por esse Órgão.

O regulamento das Florestas Nacionais é aprovado para que os usos sustentáveis dos recursos naturais renováveis tenham fins de produção e pesquisa, respeitando os mecanismos de sustentação dos ecossistemas.

As Florestas Nacionais são áreas de domínio público, com cobertura vegetal nativa ou têm objetivo de exploração estritamente racional, de modo a permanecer em constante

produção, visando à convivência harmônica do homem com a natureza, através do desenvolvimento sustentável (RIBEIRO, 2005).

Em 1989, com a criação do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Renováveis (IBAMA) as funções do antigo Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (IBDF) são absorvidas pelo novo Órgão.

#### **4.1.4 Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente**

Marco decisivo e que repercutiu de forma notável sobre a legislação ambiental brasileira foi a Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente realizado em Estocolmo em 1972.

A participação brasileira nesta Conferência foi muito importante para os seus rumos, influenciando fortemente nas recomendações da Declaração de Estocolmo sobre o Meio Ambiente, mas, no nível da mídia influenciando na opinião pública, nacional e internacional, foi bastante mal compreendida, gerando-se conceito distorcido de que o Brasil preconizava o desenvolvimento econômico a qualquer custo, mesmo devendo pagar o preço da poluição em alto grau (OLIVEIRA, 2005).

A Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento Rio 92, ao adotar a Agenda 21 como um programa para o próximo século, reconheceu formalmente a necessidade de mobilizar atores no nível global, regional e local para a promoção do uso sustentável de recursos naturais e abordar o processo de desenvolvimento sob o enfoque da sustentabilidade (FERNANDES, 1988, *apud* OLIVEIRA, 2005).

A Agenda 21, adotada por 178 países, destaca-se como o mais importante protocolo da Rio 92, constituído por 40 capítulos estruturados em quatro seções, referentes aos seguintes temas: (1) Aspectos Econômicos e Sociais do desenvolvimento e suas relações com os problemas ambientais; (2) Conservação e Administração de Recursos para o Desenvolvimento, abordando os temas ligados à proteção da atmosfera, dos ecossistemas terrestres e aquáticos, e à gestão de resíduos dos processos produtivos; (3) Estabelecimento do Papel dos Grandes Grupos Sociais contendo análise e sugestões sobre a forma de participação da sociedade mulheres, ONG's, trabalhadores, cientistas, entre outros de desenvolvimento sustentável, e (4) Meios de Implementação da Agenda, abordando os

recursos financeiros, o conhecimento científico, a formação de consciência e a disseminação das informações, num quadro de cooperação internacional (OLIVEIRA, 2005).

Segundo Oliveira (2005), a agenda 21 pode ser elaborada também na escala microrregional, orientando planos de desenvolvimento de conjuntos de municípios e regiões.

Ela pode ser internalizada em cada política pública setorial, da agricultura aos recursos hídricos, da cultura à saúde. Pode ser o elemento catalisador para estimular o associativismo municipal e elevar o nível na priorização de investimentos, nos orçamentos participativos, para além das demandas pontuais locais, voltando-as para estratégias coletivas mais amplas.

Portanto, a Agenda 21 local constitui instrumento de planejamento estratégico, no qual a sociedade, gradativamente, identifica e realiza metas que podem ser revistas e aperfeiçoadas, tendo em vista que se trata de um processo dinâmico a médio e longo prazo.

É caminho para a construção de um planejamento participativo, de forma gradual e negociada, cuja meta é um novo paradigma sócio-econômico e ambiental, no qual a comunidade, conselhos municipais, o setor produtivo, e o poder executivo do município estabelecem um compromisso com a sustentabilidade local (MAGRINI, 2001).

Especificamente, a Agenda 21 Brasileira, coordenada pela Comissão de Políticas de Desenvolvimento Sustentável (CPDS/Ministério do Meio Ambiente - MMA), convocou os diversos setores da sociedade para a discussão de seis temas preferenciais, dentre os quais, destaca-se a temática referente às Cidades Sustentáveis, considerada uma abordagem relevante para a política sustentável nacional.

Este tema visou à mobilização dos dirigentes municipais e da comunidade local, para a incorporação ambiental no planejamento urbano e para a adoção de estratégias ecológicas na construção das cidades.

#### **4.1.5 Secretaria Especial do Meio Ambiente**

A necessidade de dar uma prova pública de que o Governo Brasileiro tinha também preocupações com a poluição e com o uso racional dos recursos ambientais resultou na criação da Secretaria Especial do Meio Ambiente.

Foi ela criada pelo Decreto nº 73.030, de 30 de outubro de 1973, como "órgão autônomo da Administração Direta" no âmbito do Ministério do Interior "orientada para a conservação do meio ambiente e uso racional dos recursos naturais" (RIBEIRO, 2005).

No entanto, a Secretaria Especial do Meio Ambiente (SEMA) não contava com nenhum poder policial para atuar na defesa do meio ambiente.

A Secretaria propôs o que seria de fato a primeira lei ambiental, no País, destinada à proteção da natureza: a Lei nº 6.902, de 1981 – ano-chave em relação ao meio ambiente brasileiro.

Oriunda de uma mensagem do Poder Executivo, elaborada pela Secretaria Especial do Meio Ambiente (SEMA) e amplamente discutida no Congresso Nacional, foi, em 31 de outubro de 1981, sancionada a Lei nº 6.938, que estabeleceu a Política Nacional do Meio Ambiente, consolidando e ampliando as conquistas já obtidas a nível estadual e federal (RIBEIRO, 2005).

A principal qualidade desta legislação foi o reconhecimento, ditado pela experiência, de que a execução de uma Política Nacional do Meio Ambiente, em um país com as dimensões geográficas do Brasil, não seria possível se não houvesse uma descentralização de ações, acionando-se os Estados e Municípios como executores de medidas e providências que devem estar solidamente embasadas no postulado que o meio ambiente representa "um patrimônio a ser necessariamente assegurado e protegido, tendo em vista o uso coletivo" (OLIVEIRA, 2005).

O advento da Lei da Política Nacional do Meio Ambiente alterou completamente o enfoque legal que, até então, contemplava a utilização dos recursos naturais.

Várias medidas legais foram tomadas posteriormente com o objetivo de preservar e conservar os recursos ambientais e de controlar as diversas formas de poluição.

A Secretaria Especial do Meio Ambiente dedicou-se a defender dois grandes objetivos: estar atenta à poluição, principalmente a de caráter industrial, mais visível, e proteger a natureza.

As competências outorgadas à Secretaria Especial do Meio Ambiente (SEMA), deu-lhe condições de encarar o meio ambiente de uma forma integrada, cuidando das

transformações ambientais adversas por vários instrumentos, inclusive influenciando nas normas de financiamentos e na concessão de incentivos fiscais.

Essas competências representaram uma verdadeira guinada na forma que a União vinha encarando a utilização dos recursos naturais e o controle da poluição ambiental. A primeira delas já é emblemática dessa nova visão: acompanhar as transformações do ambiente através de técnicas de aferição direta e sensoriamento remoto, identificando as ocorrências adversas e atuando no sentido de sua correção (SOUZA, 2001).

As demais também representam notável progresso, basta ver que entre suas competências estava a de promover a elaboração e o estabelecimento de normas e padrões relativos à preservação do meio ambiente, especialmente dos recursos hídricos, que assegurem o bem-estar das populações e o seu desenvolvimento econômico.

Pela primeira vez é acentuada a íntima ligação existente entre a necessidade da conservação ambiental com o desenvolvimento econômico e o bem-estar das populações e é outorgado a um órgão ambiental a missão de "atuar junto aos agentes financeiros para concessão de financiamento a entidades públicas e privadas com vistas à recuperação dos recursos naturais afetados por processos predatórios ou poluidores e de assessorar órgãos e entidades incumbidas da conservação do meio ambiente, tendo em vista o uso racional dos recursos ambientais (MAGRINI, 2001).

Fica determinada através da Lei nº 7.804, de 18.07.89 que seja substituída a Secretaria Especial do Meio Ambiente - SEMA pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis (IBAMA).

#### **4.1.6 Política Nacional do Meio Ambiente**

A Constituição promulgada em 1988, ao contrário das anteriores, em todo o seu texto demonstra séria preocupação ambientalista e, na prática, acolheu sob seu manto toda a moderna legislação ambiental editada a partir de 1975, vigente quando de sua promulgação.

Essa preocupação é muita bem sintetizada em seu artigo 225: "Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações".



A Constituição de 5 de outubro de 1988 foi um passo decisivo para a formulação da nossa política ambiental. Pela primeira vez na história de uma nação, uma constituição dedicou um capítulo inteiro ao meio ambiente, dividindo entre o governo e a sociedade a responsabilidade pela sua preservação e conservação.

Dessa forma, a Constituição recebeu e avaliou toda a legislação ambiental no país, inclusive, e principalmente a necessidade da intervenção da coletividade, ou seja, participação da sociedade civil, nela compreendida o empresariado na co-gestão da Política Nacional do Meio Ambiente (OLIVEIRA, 2005).

Foi acolhida praticamente toda a legislação vigente, mesmo a de âmbito estadual, uma vez que, ainda seguindo o espírito da Lei de Política Nacional do Meio Ambiente, determinou que essa legislação passasse a ser concorrente com a federal (CF, art. 24, VI).

Os objetivos da Política Nacional do Meio Ambiente são bem mais ambiciosos que a simples proteção de recursos naturais para fins econômicos imediatos, visam à utilização racional do meio ambiente como um todo, consoante determina o artigo 2º da lei.

A legislação mais recente, como a Lei dos Recursos Hídricos, mostra que estes princípios vêm sendo bem assimilados, tendo como objetivo o desenvolvimento sustentável, para a consecução do qual é indispensável a consciência de ser imprescindível à parceria do Governo e dos usuários dos recursos ambientais para sua utilização racional e conservação.

A nova Carta Magna de 1988 e a Emenda Constitucional (EC) n. 06/1995, segundo Barreto (2001) *apud* Carvalho (2003), foi um marco no tratamento de temas considerados novos, em termos constitucionais, como Meio Ambiente, Garimpo e Direitos Indígenas, além de impor novos limites às atividades minerais brasileiras, com relação ao pagamento de tributos e renda, ou seja, encargos da mineração, promovendo, na década de 90, importantes alterações para o setor, sendo aplicável de maneira idêntica para todos os ramos da mineração.

O surgimento dos órgãos de proteção ambiental é de fundamental importância para o setor da mineração, mais especificamente para área de extração de basalto (Pedreiras), abrangendo a sua capacidade de fiscalização nas três esferas, destacadas a nível federal, estadual e municipal.

#### **4.1.7 Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis**

O Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA foi criado pela Lei nº 7.735, de 22 de fevereiro de 1989. O IBAMA foi formado pela fusão de quatro entidades brasileiras que trabalhavam na área ambiental: Secretaria do Meio Ambiente - SEMA; Superintendência da Borracha - SUDHEVEA; Superintendência da Pesca – SUDEPE, e o Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal – IBDF.

Com este instrumento busca-se garantir que as medidas preventivas e de controle adotadas nos empreendimentos sejam compatíveis com o desenvolvimento sustentável (OLIVEIRA, 2005).

O poder de responsabilidade/fiscalização do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis fica restrito as áreas de extração de basalto dentro da esfera federal.

Mas, deve ser salientada a sua abrangência de atuação, quando da cobrança da taxa de controle e fiscalização ambiental, junto às empresas mineradoras que já sofrem a fiscalização na esfera municipal e estadual, serem obrigadas a pagar as taxas nas GRU – Guias de Recolhimento da União para o IBAMA, ou optarem por fazer o referido depósito em juízo, e a posterior solicitada sua devolução para os cofres da empresa.

Portanto, as atribuições de fiscalização/legalização na área ambiental por parte do município, estado, e a união muitas vezes não são respeitados pelos respectivos órgãos descritos no contexto, o que acaba por prejudicar as empresas que atuam na área de extração de basalto, as quais enfrentam um descontrole na delimitação dos espaços de atuação dos respectivos órgãos ambientais.

Buscando um equilíbrio dentro da esfera ambiental a nível federal é reformulada a sua estrutura burocrática e em 16 de outubro de 1992, foi criado o Ministério do Meio Ambiente - MMA, órgão de hierarquia superior, com o objetivo de estruturar a política do meio ambiente no Brasil na qual o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) agora está subordinado.

#### **4.1.8 Fundações Estaduais de Proteção Ambiental**

A legislação ambiental dos estados é de responsabilidade das fundações estaduais de meio ambiente, instituições responsáveis pelo licenciamento ambiental em cada estado representativo da federação.

No Rio Grande do Sul, desde 1999, o órgão responsável é a Fundação Estadual de Proteção Ambiental (FEPAM) é vinculada à Secretaria Estadual do Meio Ambiente (SEMA).

Instituída pela Lei 9.077 de 4 de junho de 1990 e implantada em 4 de dezembro de 1991, a Fundação Estadual de Proteção Ambiental (FEPAM) tem suas origens na Coordenadoria do Controle do Equilíbrio Ecológico do Rio Grande do Sul (criada na década de 70) e no antigo Departamento de Meio Ambiente - DMA - da Secretaria de Saúde e Meio Ambiente (Secretaria Estadual da Saúde).

Para as áreas de extração de basalto referentes ao presente estudo de caso, mais especificamente no Rio Grande do Sul, a fiscalização fica restrita à Fundação Estadual de Proteção Ambiental (FEPAM).

As fundações estaduais de proteção ambiental dos estados brasileiros e do Distrito Federal estão listadas com suas respectivas denominações no quadro 7:

Quadro 7 – Fundações Estaduais de Proteção Ambiental no Brasil (Cetrel, 2007).

	Fundações Estaduais de Proteção Ambiental existentes no Brasil
Acre	IMAC (Instituto de Meio Ambiente do Acre)
Alagoas	IMA (Instituto do Meio Ambiente do Estado de Alagoas)
Amapá	SEMA (Secretaria de Estado de Meio Ambiente)
Amazonas	IPAAM (Instituto de Proteção Ambiental do Amazonas)
Bahia	CRA (Centro de Recursos Ambientais)
Ceará	SOMA (Secretaria da Ouvidoria Geral e Meio Ambiente)
Distrito Federal	SEMARH (Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do DF)
Espírito Santo	FEES ( Fundação Estadual Espírito Santo )
Goiás	AAMG (Agência Ambiental de Goiás)
Mato Grosso	FEMA (Fundação Estadual do Meio Ambiente)
Mato Grosso do Sul	IMAP (Instituto de Meio Ambiente Pantanal)
Minas Gerais	FEAM (Fundação Estadual do Meio Ambiente)
Maranhão	FEAM (Fundação Estadual e Ambiental do Maranhão)
Pará	SECTAM (Secretaria Executiva de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente)
Pernambuco	IMAMP (Instituto do Meio Ambiente de Pernambuco)
Paraíba	SEMARH (Secretaria Extraordinária do Meio Ambiente, dos R. e Minerais)
Paraná	IAP (Instituto Ambiental do Paraná)
Piauí	FEMAP (Fundação Estadual do Meio Ambiente do Piauí)
Rio de Janeiro	FEEMA (Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente)
Rio Grande do Norte	IDEMA (Instituto de Desenvolvimento Econômico e Meio Ambiente)
Rio Grande do Sul	FEPAM (Fundação Estadual de Proteção Ambiental)
Rondônia	SEDAM (Secretaria de Estado de Desenvolvimento Ambiental)
Roraima	FEMRO (Fundação Estadual do Meio Ambiente Roraima)
Santa Catarina	FATMA (Fundação do Meio Ambiente)
São Paulo	CETESB (Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental)
Sergipe	ADEMA (Administração Estadual do Meio Ambiente)
Tocantins	NATURATINS (Instituto Natureza do Tocantins)

#### 4.1.9 Conselhos Estaduais de Meio Ambiente

Na esfera municipal, mais especificamente no Rio Grande do Sul, os Municípios são responsáveis pelo licenciamento ambiental das atividades de impacto local (Código Estadual de Meio Ambiente, Lei 11520/00).

O conselho estadual de meio ambiente (CONSEMA) foi criado no estado do Rio Grande do Sul em 2000.

A definição destas atividades e o regramento do processo de descentralização do licenciamento foram estabelecidos pelo Conselho Estadual de Meio Ambiente (CONSEMA).

O licenciamento é um dos instrumentos de gestão ambiental estabelecidos pela Lei Federal 6.938/81, também conhecida como Lei da Política Nacional do Meio Ambiente.

O Código do Meio Ambiente do RS (Lei Estadual nº 11.520/2000) estabelece, em seu artigo 69, que "caberá aos municípios o licenciamento ambiental dos empreendimentos e atividades consideradas como de impacto local, bem como aquelas que lhe forem delegadas pelo Estado por instrumento legal ou Convênio".

O Estado do Rio Grande do Sul, por meio do Sistema Integrado de Gestão Ambiental (SIGA/RS) da Secretaria do Meio Ambiente, vem promovendo a descentralização do licenciamento ambiental, orientando e capacitando os municípios para as atividades cujo impacto é estritamente local, descritas na Resolução CONSEMA 102/2005.

Ao município, através de sua Lei Orgânica, cabe estabelecer as formas mais adequadas, diante de sua realidade geográfica e econômica, de compatibilizar as suas atividades produtivas e sociais com a proteção e melhoria da qualidade ambiental.

Os Conselhos Estaduais de Meio Ambiente existentes nos estados Brasileiros e no Distrito Federal são definidos como CONSEMA.

Na figura 12 está apresentada a curva evolutiva dos órgãos ambientais reguladores da legislação ambiental no Brasil, junto às áreas de extração de basalto desde a década de 30 até 2007.

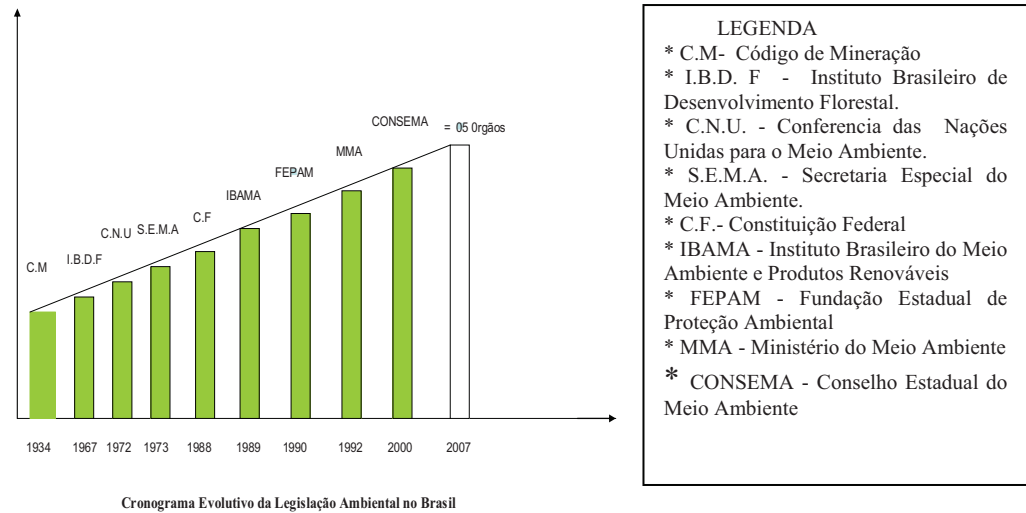


Figura 12 – Cronograma Evolutivo da Legislação Ambiental no Brasil

A partir da análise do cronograma evolutivo da legislação ambiental no Brasil, descritos no subitem 4.1, é possível avaliar de maneira positiva que ocorreu um avanço significativo na criação e regulamentação dos órgãos ambientais dentro do período analisado no presente trabalho.

A evolução da legislação ambiental é objeto de estudo dos órgãos que existiam na década de 30, e alguns que foram criados a posterior, e que, por questões de adequação aos interesses de grupos, e até por questões políticas, foram extintos da legislação brasileira.

O surgimento do primeiro órgão oficial a tratar da questão ambiental da mineração no Brasil, definido como o Código de Mineração, está datado de 1934.

A legislação ambiental no Brasil fica a mercê do Código de Mineração por um período de trinta anos. Nesse período, a regulamentação de leis no aspecto ambiental das áreas de extração de basalto é precário e carente de atuação e fiscalização (LAMEGO, 1950).

Em 1964, a partir do decreto lei 289/67, no ciclo dos governos da ditadura militar, nasce o Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (IBDF), muito pouco a ser comemorado em relação à legislação ambiental. Em 1989, com a criação do IBAMA, suas funções são absorvidas pelo novo órgão.

Somente em 1972, é dado o passo mais importante na questão ambiental, quando o Brasil, participa em Estocolmo, da Conferência das Nações Unidas para o meio ambiente, e sua participação é de suma importância para a nação.

Em 1973, com a necessidade de dar uma prova pública de que o Governo Brasileiro também tinha preocupações com a poluição e com o uso racional dos recursos ambientais, é criada a Secretaria Especial do Meio Ambiente (SEMA). Essa, no entanto não contava com nenhum poder de polícia para atuar na defesa do meio ambiente.

Várias medidas legais foram tomadas pela SEMA com o objetivo de preservar e conservar os recursos ambientais e de controlar as diversas formas de poluição, mas lamentavelmente não se chegou a lugar algum.

Em 1981 é criada a Secretaria Especial de Política Nacional do Meio Ambiente SEPNA.

Em 1988 é promulgada a Constituição Federal. Ao contrário de outras anteriores, em todo o seu texto demonstra séria preocupação ambientalista e, na prática, acolheu sob seu manto toda a moderna legislação ambiental editada a partir de 1975, vigente quando de sua promulgação. A Constituição de 5 de outubro de 1988 foi um passo decisivo para a política ambiental. Pela primeira vez, na história de uma nação, uma constituição dedicou um capítulo inteiro ao meio ambiente, dividindo entre o governo e a sociedade a responsabilidade pela sua preservação e conservação.

Em 1989, é criado o Instituto Brasileiro de Recursos Renováveis – IBAMA, o qual foi formado pela fusão de quatro entidades brasileiras que trabalhavam na área ambiental: Secretaria do Meio Ambiente - SEMA; Superintendência da Borracha - SUDHEVEA; Superintendência da Pesca – SUDEPE, e o Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal – IBDF.

Na década de 90 surgem as Fundações Estaduais de Proteção Ambiental, indicando ser um novo marco em termos de regulamentação/legalização na abrangência das áreas de extração de basalto, onde é possível ver um novo quadro na área de fiscalização e atuação das Fundações Estaduais junto às empresas do setor de mineração. Com um aspecto positivo para a área ambiental, ou a empresa é adequada à legislação/fiscalização do órgão, ou deixa de exercer suas atividades.

A partir de 1992 o IBAMA fica subordinado ao Ministério do Meio Ambiente (MMA).

Em 2000 são instituídos os Conselhos Estaduais de Meio Ambiente (CONSEMAS) em todos os estados da federação com a finalidade de ampliar a ajuda à fiscalização ambiental. Na esfera municipal, mais especificamente no Rio Grande do Sul, os Municípios são responsáveis pelo licenciamento ambiental das atividades de impacto local (Código Estadual de Meio Ambiente, Lei 11520/00).

Com base na análise da legislação ambiental, a qual regulamenta a legalização das áreas das pedreiras de basalto no Brasil, pode-se considerar que ocorreu um avanço significativo nos critérios de regulamentação/legalização para com as áreas de extração de basalto.

A questão ambiental deve ser tratada como fator fundamental no processo de extração de basalto nas pedreiras. A mineração é um dos setores básicos da economia do país, contribuindo de forma decisiva para o bem estar e melhoria da qualidade de vida das presentes e futuras gerações. Além da Constituição Federal (CF), hoje, existem como órgãos fiscalizadores da legislação ambiental das pedreiras de basalto, o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), as Fundações Estaduais de Proteção Ambiental, e os Conselhos Estaduais de Meio Ambiente (CONSEMAS), estando todos subordinados ao Ministério do Meio Ambiente (MMA).

## **4.2 Critérios aplicáveis na regularização e liberação das áreas de extração de basalto**

Neste tópico são listados os critérios aplicáveis na regularização/liberação das áreas de extração de basalto. Busca-se, por intermédio dessa descrição, definir de forma ordenada a solicitação de tais documentos necessários junto aos órgãos expedidores.

### **4.2.1 Localização da jazida**

O primeiro passo é definir o local da área da jazida a ser utilizada no processo de extração do basalto. Poderá ser executado através de métodos de sondagens, tipo, profundidade, de técnicas específicas de localização do mineral, afloramentos (definições



técnicas no anexo 1). Deverá ser descrita as características físicas e químicas do basalto existente *'in loco'*.

Na fase seguinte deverá ser elaborado o levantamento da quantidade da reserva basáltica existente na área. É importante a utilização de um método preciso, que forneça a capacidade de volume existente de basalto na área, e seja essa quantificação compatível com a demanda do mercado consumidor para que o investimento seja viável.

Quando for adquirida a área da jazida para extração do basalto o empreendedor deverá adotar alguns critérios importantes em relação à sua aquisição, tais como:

- A Capacidade de reserva da área de extração existente deverá ser compatível com o tamanho do investimento.

- Deverá ser observada a localização da área da jazida para que a mesma seja afastada de residências a uma distância mínima de 500 metros, distância exigida pelo Ministério do Exército para liberação do uso e emprego dos explosivos nas fases de detonação.

- Observar a distância das estradas de acesso da jazida no que determina o R-105 do Ministério do Exército.

- A construção dos paióis de armazenamento dos explosivos e seus acessórios deverão obedecer ao que determina o R-105 do Ministério do Exército.

- Fazer uma análise preliminar da questão do impacto ambiental em relação à derrubada de árvores para que não venha prejudicar a liberação, posterior, da jazida nos órgãos ambientais.

- Verificar junto à prefeitura do município se a área da jazida adquirida se encontra dentro do plano diretor do município (DNPM, 2007).

- Se a prefeitura municipal definiu no plano diretor do município a zona destinada à mineração no zoneamento mineral do Município, que seja determinada a obrigatoriedade de estudo prévio de impacto de vizinhança (IEV) para novos empreendimentos localizados nas proximidades de empreendimentos produtores de minérios.

#### **4.2.2 Registro da área no Cartório Notarial e de Registro de Imóveis**

Nesta fase será lavrado no Cartório Notarial de Notas o registro da escritura pública de compra e venda do imóvel quando da aquisição da área em nome do legítimo comprador, e a posterior deverá ser efetuado o registro e averbação da escritura pública no Cartório de Registro de Imóveis do município.

Quando se tratar de contrato de arrendamento da área deverá ser feito o contrato entre o proprietário do imóvel e o arrendatário, e o contrato conter as assinaturas dos titulares devidamente reconhecidas no Cartório Notarial do município. Após, efetuar registro do contrato de arrendamento no Cartório de Ofícios de Registros Públicos, e no Cartório de Registro de Imóveis.

A escritura pública do imóvel terá sua validade permanente, ou até quando efetuar-se o processo de venda do Imóvel.

#### **4.2.3 Licença municipal de extração do basalto**

A terceira etapa trata da licença municipal de extração de basalto, a qual deverá ser solicitada junto à prefeitura municipal sendo que o período de licença concedido poderá variar de 0 a 20 anos.

A licença municipal deverá ser solicitada através de processo administrativo, protocolado junto à secretaria da administração do município, e posterior à sua análise, caberá ao prefeito municipal a expedição da licença para a extração do basalto.

A concessão para extração do basalto dentro da esfera municipal é fundamental para a legalização da jazida.

#### **4.2.4 Responsáveis Técnicos**

A quarta etapa trata da contratação dos responsáveis técnicos no quadro funcional da empresa, devendo a empresa possuir engenheiro civil, engenheiro de minas, encarregado de fogo, estando os referidos profissionais devidamente registrados no Conselho Regional de Engenharia - CREA.

Esses profissionais deverão estipular a sua carga horária de trabalho, junto à empresa em suas ARTs, de responsabilidade, fixando a sua carga horária de trabalho junto à área de extração da jazida.

O prazo de registro dos profissionais junto ao CREA é em média de um ano.

#### **4.2.5 Termo de concessão junto ao Departamento Nacional de Produção Mineral**

A quinta etapa é a solicitação do termo de concessão e extração junto ao Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), o qual fixa o prazo de concessão exigido para a extração do basalto que será em um período de 0 a 20 anos, podendo ser renovado no futuro se atendido suas exigência legais da concessão.

O termo de concessão dos minerais determina, de acordo com Constituição Federal em seu artigo 225, que toda substância mineral existente no subsolo pertence à União, portanto o proprietário do imóvel apenas é proprietário da terra existente na camada superficial do solo.

A extração de bens minerais do subsolo somente poderá ser feita sob o regime de concessão, sendo o responsável pela autorização oficial de extração o Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM).

Para a expedição do termo de concessão de basalto o Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) deverá solicitar junto ao minerador, os documentos pertencentes à jazida, tais como:

- Mapa de situação e localização da jazida.
- Mapa planimétrico e altimétrico da jazida.
- Plano de fogo e dimensionamento das cargas a serem utilizadas nas detonações da jazida.
- Descrição detalhada do cronograma das atividades de produção anual.
- Licença municipal para extração do basalto.
- Certificado de Registro (CR) Ministério do Exército.
- Arts dos responsáveis técnicos da jazida.

#### **4.2.6 Licença ambiental da área**

Na sexta etapa deverá ser encaminhada, junto à Fundação Estadual de Proteção Ambiental do estado, a solicitação da licença inicial (LI), licença prévia (LP) e licença de operação (LO).

A licença ambiental, quando for renovada, deverá estar em conformidade com as exigências já contidas na licença do ano base, ou seja, deverão ser atendidos os quesitos impostos pelo órgão à empresa mineradora sob pena de não liberação da licença para o ano vigente.

O processo de licenciamento ambiental é elaborado dentro das exigências da documentação exigida pelo órgão licenciador em um prazo de noventa dias anterior ao vencimento da licença vigente, devendo ser protocolado na secretaria do órgão para possuir validade.

Após o protocolo a área do empreendimento será vistoriada pela equipe de fiscalização da Fundação Estadual, através de visita 'in loco', para confirmar a veracidade das informações contidas no processo inicial da empresa mineradora, o qual foi protocolado na instituição, e estando todo o conteúdo do processo cumprindo as exigências, a licença final será liberada ao minerador em um prazo de no máximo noventa dias.

O prazo de validade da licença de operação poderá variar de 01 a 03 anos, dependendo da interpretação e do grau de impacto da mineração avaliado pelos fiscais na fase de vistoria no empreendimento.

Depois do recebimento da licença de operação (LO), contendo o prazo de validade, bem como o seu respectivo número de registro, deverá o minerador publicar a licença em jornal de circulação de nível regional ou estadual.

A licença deverá estar afixada em local visível na sede da empresa para atender os quesitos de obrigatoriedade de estar à vista da fiscalização.

#### **4.2.7 Certificado de Registro no Ministério do Exército**

Na sétima etapa deverá ser solicitado o Certificado de Registro (CR), junto ao Ministério do Exército, com fins específicos de aquisição, armazenamento e emprego dos explosivos e seus acessórios.

Quando for solicitado o CR junto ao Ministério do Exército, a empresa mineradora deverá listar a documentação oficial própria e relacionar seus respectivos responsáveis técnicos no processo obtenção do CR.

O processo de liberação inicial, ou de renovação do CR, obedece alguns procedimentos, sendo que em sua fase inicial, deverá ocorrer a visita do comandante regional do M.E.responsável pelo Serviço de Fiscalização de Produtos Controlados (SFPC/Gu) da região, que procede à vistoria “*in loco*” na área da jazida.

Quando efetuada a vistoria na área da pedreira deverá a mesma atender as normas exigidas no que determina o R-105 do Ministério do Exército, nos itens descritos como: distâncias regulamentares das estradas da mina, distâncias das redes elétricas, distâncias das propriedades circunvizinhas, distância dos paióis de armazenamento dos explosivos e seus acessórios, regulamentação na segurança e vigilância dos paióis, Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA), ou no caso de mineradoras, o Programa de Gerenciamento de Riscos (PGR).

O controle das notas fiscais de compras, e as guias de tráfego dos produtos adquiridos pela empresa serão remetidos em mapas mensais ao Ministério do Exército para que se mantenha o controle do estoque dos explosivos existentes nos paióis da empresa.

O CR, bem como os mapas mensais de controles de estoque dos explosivos, deverá estar à vista da fiscalização na sede da empresa. O prazo de validade do CR junto ao Ministério do Exército é de 02 anos.

#### **4.2.8 Alvará de Uso e Emprego dos Explosivos**

Na fase seguinte é solicitado o Alvará de Uso e Emprego dos Explosivos, o qual é requerido junto ao Departamento Estadual de Armas e Explosivos (DAME).

O alvará de uso e emprego de explosivos poderá ser solicitado por meio de ofício padrão, após pagamento de taxa ‘DIR’ anual, ao delegado de polícia do município, devendo ser descrito na íntegra do ofício seu código de controle usado pela Secretaria de Segurança Pública do Estado.

O prazo de validade do alvará é de um ano a contar da data de expedição e deverá estar fixado em local visível a fiscalização.

#### **4.2.9 Alvará de Armazenamento dos Explosivos**

Na oitava etapa é solicitado o Alvará de Armazenamento dos Explosivos junto ao (DAME). O processo poderá ser solicitado junto à delegacia de polícia do município, devendo a empresa solicitante recolher uma taxa 'DIR' anual, e constar no ofício o seu conteúdo e o código de controle de arrecadações usado pela Secretaria de Segurança Pública.

Quando for expedido o alvará de armazenamento dos explosivos à empresa, a fiscalização dos paióis de armazenamento deverá ser feita pelos agentes ou pelo titular da delegacia de polícia civil em visita '*in loco*' para ver se as dimensões dos paióis atendem às exigências contidas no CR do Ministério do Exército em tamanho, quantidade e segurança.

O controle de consumo e estocagem dos explosivos é executado em conjunto pela Polícia Civil e Ministério do Exército, em relação às notas fiscais, guias de tráfego dos explosivos adquiridos pela empresa para seu emprego nas detonações da mina. Ambas são autorizadas pelo Ministério do Exército, mas o controle de estocagem é efetuado em conjunto pelos dois órgãos.

Após a entrega dos mapas mensais de controle de estoque dos explosivos ao comando regional do Serviço de Fiscalização de Produtos Controlados (SFPC/3), junto com as notas de compra dos explosivos e as guias de tráfego, este órgão remete uma via de controle para arquivamento junto à Delegacia de Polícia do município, a qual é responsável pelo arquivamento de uma via dos mapas e das notas da aquisição dos explosivos, motivo desta operação conjunta de controle dos explosivos pelos respectivos órgãos.

Após carimbo oficial do Ministério do Exército, uma das vias dos mapas de controle dos explosivos é remetida à empresa que deve dispô-la em local visível à fiscalização.

O prazo de validade do alvará de armazenamento dos explosivos é de 01 ano.

#### **4.2.10 Aquisição da Carta Blaster**

O documento listado e a ser obtido é a carteira de encarregado de fogo responsável pelas detonações da pedreira, descrita como 'Carta Blaster', a qual é expedida pelo Departamento de Armas Munições e Explosivos (DAME).

A aquisição da Carta Blaster, junto ao (DAME) é feita obedecendo ao tipo de categoria de obtenção da carta de encarregado de fogo, a qual é classificada em dois tipos: Carta Blaster de 3º categoria e Carta Blaster de 1º categoria.

O profissional detentor da carta de 3ª categoria, para adquiri-la, deve possuir escolaridade a nível de segundo grau e prestar prova teórica e prática junto à sede do (DAME). O titular da carta de 3ª categoria poderá exercer suas atividades profissionais exclusivamente dentro da área da pedreira.

O profissional detentor da carteira de 1º categoria deverá possuir escolaridade superior e prestar prova teórica e prática nas dependências do (DAME).

O profissional habilitado com a carta blaster de 1ª categoria poderá exercer suas atividades profissionais em duas modalidades: como responsável de fogo dentro da área da pedreira e caso de prestação de serviços a terceiros poderá exercer suas atividades profissionais em vias públicas, inclusive em locais onde existir grandes aglomerações de concentração humana, em qualquer localidade do território nacional.

Como modelo padrão de alguns documentos já descritos no conteúdo do trabalho como a ‘Carta Blaster’ de 1ª Categoria expedida pelo (DAME) e a Guia de Tráfego para o Transporte dos Explosivos expedida pelo Ministério do Exército estão ilustradas nos Anexos 2 e 3 do trabalho.

Para atender aos procedimentos de legalização e regularização dos documentos exigidos para o exercício das atividades de extração de basalto, buscando ao mesmo tempo relacionar seus respectivos órgãos de expedição, somente será possível se obedecer à seqüência ordenada de tramitação descrita na figura 13.

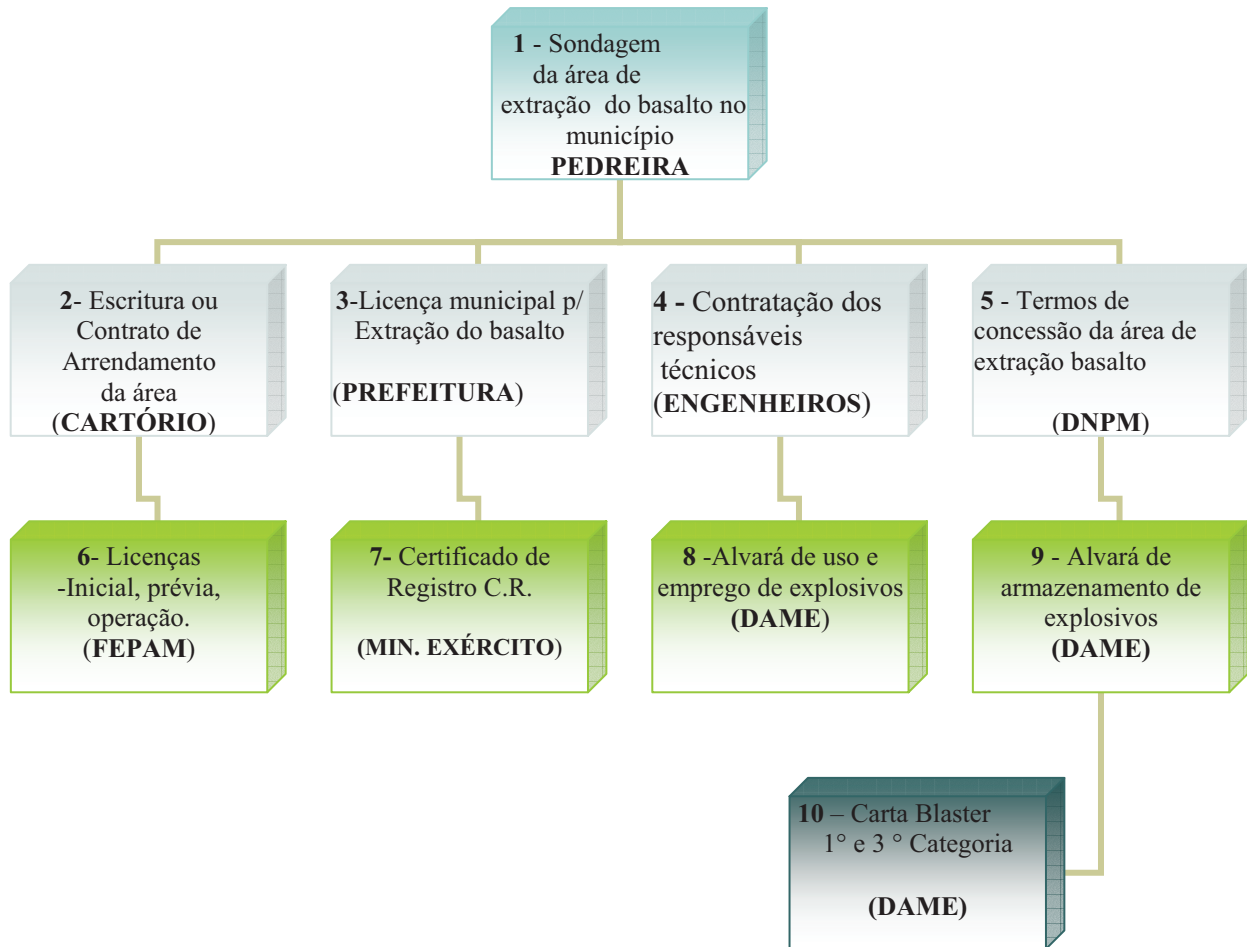


Figura 13 - Organograma dos órgãos de regularização/ legalização das pedreiras de basalto

Através de embasamento teórico e de dados coletados nos órgãos descritos no organograma ilustrado na figura 17 do subitem 4.2, foram descritos os critérios aplicáveis na regularização/liberação das áreas de extração de basalto.

Com base nos critérios adotados nas fases de regularização/liberação das áreas de extração de basalto, para obtenção dos documentos de registro/ legalizações das pedreiras deverão ser obedecidos alguns critérios de registro junto aos respectivos órgãos.

Nas análises relacionadas que tratam, em seu primeiro item, do volume de reserva basáltica da mina, a qual é feita de forma que a sua localização aconteça por afloramento do material rochoso na superfície, ou através de testes de sondagem *'in loco'*, sendo que o tipo de mineral existente é determinado através de estudos geofísicos--geoquímicos. Outro item fundamental trata da quantificação da reserva basáltica existente na jazida a qual define a viabilidade econômica do investimento em relação ao mercado consumidor.



Na abertura da jazida, as localizações das estradas de acesso à pedreira, suas distâncias das propriedades circunvizinhas e das redes de luz, e a solicitação de enquadramento no plano diretor do município são fatores fundamentais.

Através dos resultados apresentados no subitem 4.2 desta dissertação, obedecendo a seqüência do organograma ilustrado na figura 17, ficou constatado que as liberações ocorrerão com maior fluidez, conseguindo dessa forma maior agilidade junto aos órgãos que regularizam e legalizam as pedreiras de basalto.

### **4.3 Quantificação do potencial de basalto nas pedreiras em atividades/legalizadas na região das Missões**

Na seqüência serão descritos os trabalhos de quantificação das áreas das pedreiras legalizadas/atividades, descrevendo a sua identificação, o tempo de concessão do alvará de extração da jazida, a denominação do município sede de instalação de cada unidade, e a descrição individualizada do volume quantificado de basalto em cada jazida.

Foram descritos o número de habitantes do município, o consumo por habitante/ano, o volume inicial existente na jazida no período de concessão, e o volume extraído até 2007. Será relacionado o volume existente até o final da concessão, a reserva basáltica excedente por habitante em cada município, e o tempo de reserva basáltica existente em cada jazida.

As pedreiras que foram quantificadas estão localizadas na região das Missões do estado do Rio Grande do Sul, conforme está ilustrado na figura 14 que demonstra o derrame das lavras basálticas existente.



Fonte: ARNOLD, 1993.

Figura 14 - Ocorrências de lavras basálticas no Rio Grande do Sul

Na fase seguinte foi efetuado o somatório existente de basalto disponível em cada jazida descrevendo o seu respectivo período de concessão, o volume extraído em cada unidade até o ano base de 2007, e a reserva futura existente em cada jazida em seu município de origem.

Na fase final será quantificado o volume total de basalto existente nas 5 jazidas, o volume extraído até o ano base de 2007 e o saldo da reserva basáltica das jazidas quantificadas até o período limite de concessão das áreas (2011), junto ao Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM).

#### 4.3.1 Quantificação do potencial de basalto na Pedreira Gehlen Ltda

##### 4.3.1.1 Localização da sede da jazida

A sede da Pedreira Gehlen Ltda, objeto do presente estudo de caso, está localizada na Linha Primeira s/n interior do município de Cerro Largo, na região das Missões do Estado do Rio Grande do Sul. A área de propriedade da empresa está ilustrada na figura 15:



Figura 15 - Área da Pedreira Gehlen Ltda

#### 4.3.1.2 A quantificação e reserva do basalto extraído/existente na jazida (J1)

O licenciamento da jazida junto ao Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), possui registro de concessão nº 843/91 com validade de 20 anos a contar da data 22 de fevereiro de 2001 a 10 de julho de 2021.

O volume de área licenciada na fase inicial está quantificado em 5,0 hectares, tendo como ponto de amarração o cruzamento da estrada Cerro Largo – Linha São Marcos com RS-544, Latitude +28°9'3,00'', Longitude 54°43'26,3'', com vetor de amarração do primeiro vértice a 1.700 metros, ângulo de 61°0', quadrante SE número de vértices 04, localizada na Linha Primeira, no município de Cerro Largo, RS, com uma média de bancada de 10,00 metros de altura, o que nos dá um volume de 500.000,00m<sup>3</sup> de rocha basáltica.

Cálculo do volume da área da jazida (1), onde:

V= Volume

Ab = Altura da bancada = 10,00 metros

Área da jazida (Aj) = 5,0 hectares =

V= Ab X Aj

V= 10,00 x 50.000,00 m<sup>2</sup>

V= 500.000,00m<sup>3</sup>

A área encontra-se em processo de extração desde 2001, ou seja, 06 anos extraíndo exclusivamente material para fins de pavimentação de ruas. O processo de britagem é apenas executado com os resíduos oriundos da marroagem deste material.

De 2001 até 2007 foram extraídos aproximadamente 1,21 hectares, com uma média de bancada de 10,00 metros de altura, o que nos leva a uma estimativa de extração de 121.400,00 m<sup>3</sup> até maio de 2007. O saldo de basalto existente na jazida (1), está quantificado em 378.400,00m<sup>3</sup> até maio de 2007.

No quadro 8 está apresentado o número de habitantes do município, o consumo por habitante/ano, o volume inicial existente na jazida no período de concessão, e o volume extraído até 2007. Está relacionado o volume existente até o final da concessão, a reserva basáltica excedente por habitante no município e o tempo de reserva basáltica existente na jazida.

Quadro 8 – Quantificação total da jazida (01).

<b>Quantificação do potencial de basalto existente na Pedreira Gehlen Ltda (J1)</b>						
Município de Cerro Largo/RS Habitantes	Tempo parcial de extração da jazida	Volume Inicial de basalto na jazida /2001	Volume Extraído/2007	Reserva existente até final período de concessão da Jazida/2021	Sobra basáltica excedente p/habitante	Tempo Reserva Futura da Jazida 1
12.650.00	6 anos	500.000,00 m <sup>3</sup>	121.440,00 m <sup>3</sup>	378.560,00 m <sup>3</sup>	8,00 m <sup>3</sup>	5 anos
* Média de consumo anual por habitante = 1, 60, m <sup>3</sup> .						

A figura 16 ilustra a reserva inicial de basalto (2001), o volume extraído (2007) e a reserva existente futura (até 2021). A sobra basáltica disponível de 8,00 m<sup>3</sup> p/ habitante, o tempo estimado de cinco anos para o consumo futuro da reserva basáltica existente na jazida 1.

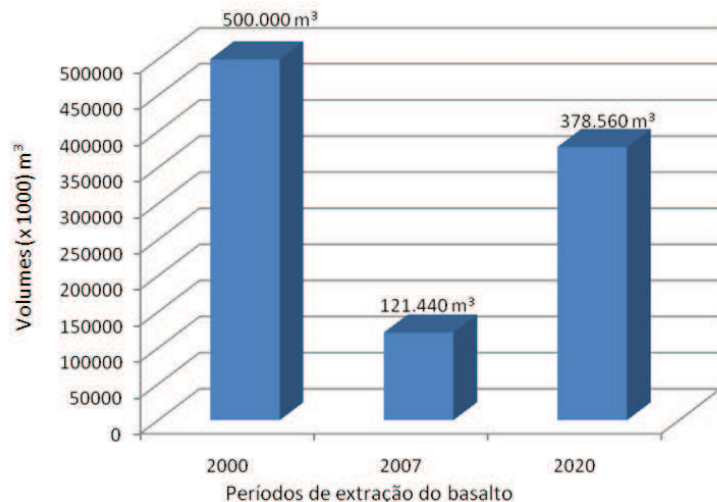


Figura 16 – Demonstrativo da reserva basáltica existente na jazida 1

Após as quantificações obtidas na Jazida (1) pode-se verificar que existe uma reserva excedente de 8,00 m<sup>3</sup> p/habitante, já atendido o mercado consumidor. Com base nos critérios adotados nas fases de quantificação a jazida (1) possui potencial para atender a população do município por um período de cinco anos sem a necessidade de abertura de novas jazidas.

#### **4.3.2 Quantificação do potencial de basalto na Pedreira Gliber Ltda**

##### **4.3.2.1 Localização da sede da jazida**

A sede da empresa Pedreira Gliber Ltda, objeto do presente estudo de caso, está localizada na Linha São João s/n, interior do município de Cerro Largo, na região das Missões do Estado do Rio Grande do Sul. A área de propriedade da empresa está demonstrada na figura 17 em destaque a seguir.



Figura 17 - Sede da Pedreira Gliber Ltda

##### **4.3.2.2 A quantificação e reserva do basalto extraído/existente na jazida (J2)**

O licenciamento da jazida junto ao Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), possui registro de concessão n° 810124 com validade de 20 anos, a contar de 21 de março 2000 até 20 de fevereiro 2020.

O volume da área licenciada na fase inicial está quantificado em de 6,00 hectares, tendo como ponto de amarração a confluência arroio barra grande com o arroio cordeiro, Latitude + 28°33'15,6'' e Longitude 51°48'56,8'', com vetor de amarração do primeiro vértice 30000m, ângulo 56°35', quadrante SE numero de vértices 30, localizada na Linha São João, no município de Cerro Largo, RS, com uma média de bancada de 10,00 metros de altura, o que resulta um volume de aproximadamente 1.080.000,00m<sup>3</sup> de rocha basáltica.

Cálculo do volume da área da jazida (2), onde:

$V = \text{Volume}$

$Ab = \text{Altura da bancada} = 10,00 \text{ metros}$

$\text{Área da jazida (Aj)} = 8,00 \text{ hectares}$

$V = Ab \times Aj$

$V = 10,00 \times 60.000,00 \text{ m}^2$

$V = 600.0000,00 \text{ m}^3$

A área encontra-se em processo de extração desde 2000, ou seja, 07 anos extraindo material de britagem para fins uso e emprego na construção civil. O processo de britagem é executado de forma direta e atende vários municípios da região, o que demanda maior quantidade na extração de basalto.

De 2000 até 2007 foram extraídos aproximadamente 2,00 hectares, com uma média de bancada de 10,00 metros de altura, o que nos leva a uma estimativa de extração de 121.680,00 m<sup>3</sup> até abril de 2007. O saldo de basalto existente na jazida (2), está quantificado em 478.320,00m<sup>3</sup> até maio de 2007.

No quadro 9 está descrito o número de habitantes do município, o consumo por habitante/ano, o período parcial de extração da jazida, o volume inicial existente na jazida no período de concessão, e o volume extraído até 2007. Está relacionado o volume existente até o final da concessão, a reserva basáltica excedente por habitante no município, e o tempo de reserva basáltica existente na jazida.

Quadro 9 – Quantificação total da jazida (02).

<b>Quantificação do potencial de basalto existente na Pedreira Gliber Ltda (J2)</b>						
Município de Cerro Largo/RS Habitantes	Tempo parcial de extração da jazida	Volume Inicial de basalto na jazida /2001	Volume Extraído 2007	Reserva existente até final período de concessão da Jazida/2021	Sobra Bas. Habitante	Tempo Reserva Futura da Jazida 2
12.650.00	7 anos	600.000,00 m <sup>3</sup>	141.680,00 m <sup>3</sup>	458. 320.00m <sup>3</sup>	17,00m <sup>3</sup>	13 anos
* Média de consumo anual por habitante = 1,60 m <sup>3</sup>						

A figura 18 demonstra a reserva inicial de basalto (2000), o volume extraído até (2007), e a reserva existente futura até 2020. A sobra basáltica disponível de 17,00m<sup>3</sup> p/

habitante, o tempo estimado de treze anos para o consumo futuro da reserva basáltica existente na jazida 2.

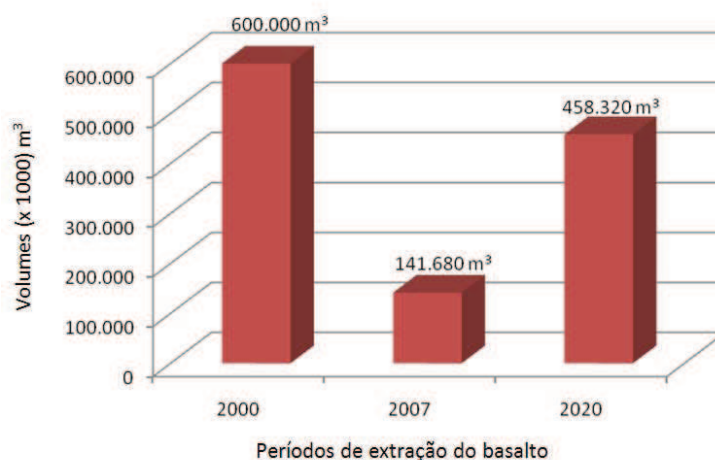


Figura 18 – Demonstrativo de consumo futuro da reserva basáltica existente na jazida 2

Após as quantificações obtidas na Jazida (2) pode-se verificar que existe reserva excedente de  $17,00\text{m}^3$  p/habitante, já atendido o mercado consumidor. Com base nos critérios adotados, nas fases de quantificação da Jazida (2) verifica-se que atende a população municipal por um período de 13 anos (Treze anos), sem a necessidade de abertura de novas jazidas.

### 4.3.3 Quantificação do potencial de basalto da Pedreira Santo Ângelo Ltda

#### 4.3.3.1 Localização da sede da jazida

A sede da Pedreira Santo Ângelo Ltda objeto do presente estudo de caso, esta localizada na Linha Moscon s/n subúrbios do município de Santo Ângelo, na região das Missões do Estado do Rio Grande do Sul. A área de propriedade da empresa está demonstrada na figura 19 em destaque a seguir.



Figura 19 - Pedreira Santo Ângelo Ltda

#### 4.3.3.2 A quantificação e reserva do basalto extraído/existente na jazida (3)

O licenciamento da mina junto ao Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), possui registro de concessão nº815217 com validade de 20 anos, a contar da data de 17 de abril de 2000 a 10 de março de 2020.

O volume que a área possuía quando de seu licenciamento inicial estava quantificado na ordem de 20 hectares, tendo como ponto de amarração o cruzamento da estrada vicinal Linha Moscon com a RS 574, Latitude + 27°8,2'2,00'', Longitude 57°48'28,9'', com vetor de amarração do primeiro vértice a 800,00 metros, ângulo de 55° quadrante NE número de vértices 08, localizada na linha Moscon, no Município de Santo Ângelo, RS, com uma média de bancada de 10,00 metros de altura, o que dá um volume de aproximadamente de 5.000.000,00m<sup>3</sup> de rocha basáltica.

Cálculo do Volume da área, onde:

V= Volume

Ab = Altura da bancada = 10,00 metros

Área da jazida (Aj) = 20 hectares

V= Ab X Aj

V= 10,00 x 200.000,00 m<sup>2</sup>

V= 2.000.000,00m<sup>3</sup>

A área encontra-se em processo de extração desde 2000, ou seja, 07 anos extraindo material de britagem e pavimentação para fins uso e emprego na construção civil. O processo



de britagem é executado de forma direta e atende vários municípios da região das Missões, o que demanda maior quantidade na extração de basalto.

No período de 2000 até 2007 foram extraídos aproximadamente 9 hectares, com média de bancada de 10,00 metros de altura, o que leva a uma estimativa de extração de 902.000,00 m<sup>3</sup> até abril de 2007. O saldo de basalto existente na jazida (3), está quantificado em 1.098.000,00 m<sup>3</sup> até maio de 2007.

No quadro 10 está descrito o número de habitantes do município, o consumo por habitante/ano, o período parcial de extração da jazida, o volume inicial existente na jazida no período de concessão, e o volume extraído até 2007. Está relacionado o volume existente até o final da concessão, a reserva basáltica excedente por habitante no município e o tempo de reserva basáltica existente na jazida.

Quadro 10 – Quantificação total da jazida (03).

<b>Quantificação do potencial de basalto existente na Santo Ângelo Ltda (J3)</b>						
Município de Santo Angelo/RS Habitantes	Tempo parcial de extração da jazida	Volume Inicial de basalto na jazida /2001	Volume Extraído/2007	Reserva existente até final período de concessão da Jazida/2021	Sobra Bas. Ex.habit ante	Tempo Reserva Futura da Jazida 3
80.536.00	7 anos	2.000.000,00 m <sup>3</sup>	902.000.00 m <sup>3</sup>	1.098.000.00m <sup>3</sup>	14 m <sup>3</sup>	13 anos
* Média de consumo anual por habitante = 1,60 m <sup>3</sup>						

Na figura 20 está apresentada a reserva inicial de basalto (2000), o volume extraído (2007), e a reserva existente futura (até 2020). A sobra basáltica disponível de 14,00m<sup>3</sup> p/habitante, o tempo estimado de 13 anos para o consumo futuro da reserva basáltica existente na jazida 3.

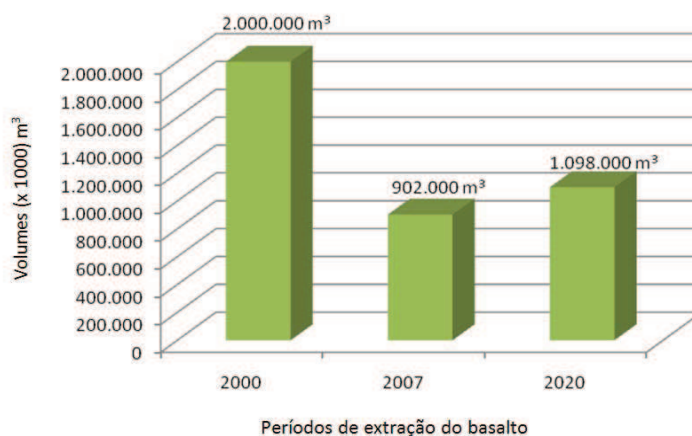


Figura 20 – Demonstrativo do consumo futuro da reserva basáltica existente na jazida 3

Após as quantificações obtidas na Jazida (3) pode-se verificar que existe reserva excedente de 14,00 m<sup>3</sup> p/habitante, já atendido o mercado consumidor. Com base nos critérios adotados, nas fases de quantificação a Jazida (3) possui potencial de atender a população municipal por um período de treze anos sem a necessidade de abertura de novas jazidas.

#### **4.3.4 Quantificação do potencial de basalto da Pedreira Dall'aqua Indústria e Comércio de Ladrilhos Ltda**

##### **4.3.4.1 Localização da sede da jazida**

A sede da empresa Dall'aqua Indústria e Comércio de Ladrilhos Ltda, objeto do presente estudo de caso, está localizada no subúrbio do município de São Luiz Gonzaga, na região das Missões do Estado do Rio Grande do Sul. A área de propriedade da empresa está ilustrada na figura 21 em destaque a seguir.



Figura 21 - Sede da P. Dall'aqua Ltda

##### **4.3.4.2 A quantificação e reserva do basalto extraído/existente na jazida (4)**

O licenciamento da mina junto ao Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), possui registro de concessão n<sup>o</sup> 810576 com validade de 20 anos, a contar da data de 01 junho de 1989 até 31 de maio de 2009.

O volume de área licenciada na fase inicial está quantificado em 12 hectares, tendo como ponto de amarração o entroncamento da BR - 285 com a estrada pra Bossoroca, Latitude + 28°5'5,2'', Longitude 54°57'43,4'', com vetor de amarração do primeiro vértice a 661m, ângulo de 53°37', quadrante SE número de vértices 14, localizada nos subúrbios do

município de São Luiz Gonzaga, RS, com média de bancada de 10,00 metros de altura, o que dá um volume de aproximadamente e 1.200.000,00m<sup>3</sup> de rocha basáltica.

Cálculo do Volume da área da jazida (4), onde:

V= Volume

Ab = Altura da bancada = 10,00 metros

Área da jazida (Aj) = 12 hectares

V= Ab X Aj

V= 10,00 x 120.000,00 m<sup>2</sup>

V= 1.200.000,00m<sup>3</sup>

A área encontra-se em processo de extração desde 1989, ou seja, 18 anos extraindo material de britagem e pavimentação para fins uso e emprego na construção civil. O processo de britagem é executado de forma direta e atende vários municípios da região das Missões, o que demanda maior quantidade na extração de basalto.

Desde 1989 até 2007 foram extraídos aproximadamente 10 hectares, com uma média de bancada de 10,00 metros de altura, o que leva a uma estimativa de extração de 1.051.000,00 m<sup>3</sup> até maio de 2007. O saldo de basalto existente na jazida (4), está quantificado em 149.000,00 m<sup>3</sup> até maio de 2007.

No quadro 11 está descrito o número de habitantes do município, o consumo por habitante/ano, o período parcial de extração da jazida, o volume inicial existente na jazida no período de concessão, e o volume extraído até 2007. Está relacionado o volume existente até o final da concessão, a reserva basáltica excedente por habitante no município, e o tempo de reserva basáltica existente na jazida.

Quadro 11 – Quantificação total da jazida (04).

<b>Quantificação do potencial de basalto existente na Empresa Dall'aqua Indústria e Comércio de Ladrilhos Ltda (J4)</b>						
Município de São Luiz Gonzaga /RS Habitantes	Tempo parcial de extração da jazida	Volume Inicial de basalto na jazida /2001	Volume Extraído 2007	Reserva existente até final período de concessão da Jazida/2021	Sobra basáltica excedente p/habitante	Tempo Reserva Futura da Jazida 4
36.658.00	18 anos	1.200.000,00 m <sup>3</sup>	1.05100,00 m <sup>3</sup>	149.000,00 m <sup>3</sup>	1,00 m <sup>3</sup>	2 anos
* Média de consumo anual por habitante = 1,60 m <sup>3</sup>						

A figura 22 demonstra a reserva inicial de basalto (1989), o volume extraído (2007), e a reserva existente futura (até 2009). A sobra basáltica disponível de 1,00 m<sup>3</sup> p/ habitante, o tempo estimado de 2 anos para o consumo futuro da reserva basáltica existente na jazida 4.

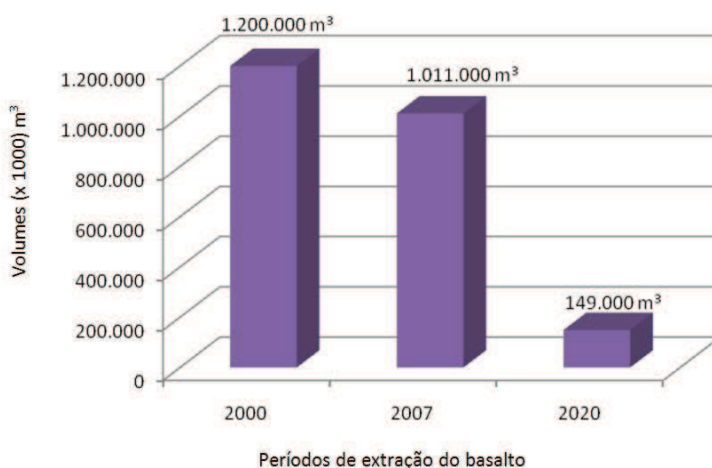


Figura 22 – Demonstrativo do consumo futuro da reserva basáltica existente na jazida 4

Após as quantificações obtidas na Jazida (4) pode-se verificar que existe uma reserva excedente de 1,00m<sup>3</sup> p/habitante, já atendido o mercado consumidor. Com base nos critérios adotados nas fases de quantificação a Jazida (4) possui reserva mineral para atender a população municipal por um período dois anos sem a necessidade de abertura de novas jazidas.

#### **4.3.5 Quantificação do potencial de basalto da Pedreira Indústria de Pedras São Rafael Ltda**

##### **4.3.5.1 Localização da sede da jazida**

A sede da empresa Indústria de Pedras São Rafael Ltda, objeto do presente estudo de caso, esta localizada no rincão São Rafael, município de Santo Antônio das Missões, na região das Missões do Estado do Rio Grande do Sul. A área de propriedade da empresa está demonstrada na figura 23 em destaque a seguir.



Figura 23 - Jazida da Ind. Pedras São Rafael Ltda.

#### 4.3.5.2 A quantificação e reserva do basalto extraído/existente na jazida (5)

O licenciamento da mina junto ao Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), possui registro de concessão n°830779 com validade de 20 anos, a contar da data de 10 de outubro de 1990 a 17 de setembro de 2010.

O volume da área licenciada na fase inicial está quantificada em 7,00 hectares, tendo com ponto de amarração o cruzamento da estrada que liga o Rincão São Gabriel com a BR-285, Latitude + 27°8'2,2'', Longitude 56°34'12,1'', com vetor de amarração do primeiro vértice a 550,00 metros, ângulo 58°0', quadrante SE número de vértices 06, localizada no local denominado Rincão São Rafael no interior do município de Santo Antônio das Missões, RS, com média de bancada de 10,00 metros de altura, o que dá um volume de aproximadamente 240.000,00m<sup>3</sup> de rocha basáltica.

Cálculo do Volume da área da jazida (5), onde:

V= Volume

Ab = Altura da bancada = 10,00 metros

Área da jazida (Aj) = 7,00 hectares

V= Ab X Aj

V= 10,00 x 70.000 m<sup>2</sup>

V= 700.000,00m<sup>3</sup>

A área encontra-se em processo de extração desde 1993, ou seja, 14 anos extraindo material de britagem e pavimentação para fins uso e emprego na construção civil. O processo

de britagem atende vários municípios da região das Missões e fronteira, o que demanda maior quantidade de extração de basalto.

De 1993 até 2007 foram extraídos aproximadamente 5,60 hectares, com média de bancada de 10,00 metros de altura, o que leva a uma estimativa de extração de 566.000,00 m<sup>3</sup> até abril de 2007. O saldo do basalto da jazida (5) até maio de 2007 está quantificado em 234.000,00 m<sup>3</sup>.

No quadro 12 está descrito o número de habitantes do município, o consumo por habitante/ano, o período parcial de extração da jazida, o volume inicial existente na jazida no período de concessão, e o volume extraído até 2007. Está relacionado o volume existente até o final da concessão, a reserva basáltica excedente por habitante no município, e o tempo de reserva basáltica existente na jazida.

Quadro 12 – Quantificação total da jazida (05).

<b>Quantificação do potencial de basalto existente na Empresa Indústria de Pedras São Rafael Ltda 5</b>						
Município de Santo Antonio Missões/RS Habitantes	Tempo parcial de extração da jazida	Volume Inicial de basalto na jazida /1990	Volume Extraído 2007	Reserva existente até final período de concessão da Jazida/2013	Sobra basáltica excedente p/habitante	Tempo Reserva Futura da Jazida 5
25.300.00	14 anos	700. 000.00 m <sup>3</sup>	566.000,00 m <sup>3</sup>	234.000,00 m <sup>3</sup>	6,00 m <sup>3</sup>	3,8 anos
* Média de consumo anual por habitante = 1,60 m <sup>3</sup>						

A figura 24 demonstra a reserva inicial de basalto (1993), o volume extraído (2007), e a reserva existente futura (até 2013). A sobra basáltica disponível de 6,00m<sup>3</sup> p/ habitante, o tempo estimado de 3,8 (Três anos e oito meses) para o consumo futuro da reserva basáltica existente na jazida 5.

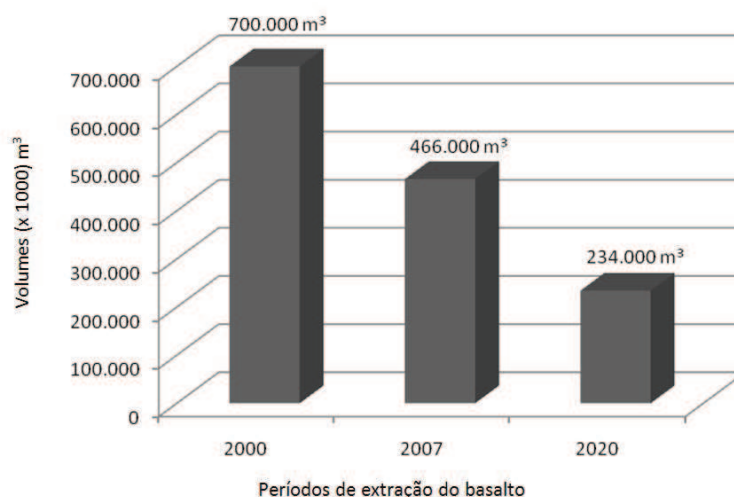


Figura 24 – Demonstrativo do consumo futuro da reserva basáltica existente na jazida 5

Após as quantificações obtidas na Jazida (5) pode-se verificar que existe uma reserva excedente de 6,00 m<sup>3</sup> p/habitante, já atendido o mercado consumidor. Com base nos critérios adotados, nas fases de quantificação a Jazida (5) possui reserva mineral com potencial de atender a população municipal por um período de três anos e oito meses sem a necessidade de abertura de novas jazidas.

#### 4.3.6 Valor total da quantificação das pedreiras na região das Missões

A partir da quantificação e do somatório individualizado das jazidas (J1, J2, J3, J4, J5) pode-se estimar o valor total da reserva basáltica existente nas cinco jazidas legalizadas/atividades localizadas na região das Missões.

O potencial basáltico existente e os resultados finais de quantificação obtidos nas pedreiras em atividades/legalizadas que estão localizadas na região das Missões estão descritos e relacionados no quadro 13.

Quadro 13 – Potencial de basalto nas pedreiras das Missões/RS.

POTENCIAL DE BASALTO NAS PEDREIRAS ATIVIDADE/LEGALIZADAS.							
Jaz.	Município	Empresas	Área Licenciada Total	Período Licença	Volume Extraído até 2007	Volume Disponível Atual nas Jazidas	Tempo Extração Futura
J-1	Cerro Largo	Gehlen	500.000,00 m <sup>3</sup>	20 anos	121400,00m <sup>3</sup>	378.000,00m <sup>3</sup>	14 anos
J-2	Cerro Largo	Gliber	600.000,00 m <sup>3</sup>	20 anos	141.680,00m <sup>3</sup>	458.320,00 m <sup>3</sup>	13 anos
J-3	Santo Ângelo	Pedreira S Ângelo	2.000.000,00 m <sup>3</sup>	20 anos	902.000,00m <sup>3</sup>	1.098.000,00m <sup>3</sup>	13 anos
J-4	S. Luiz G.	Dallaqua	1.200.000,00 m <sup>3</sup>	20 anos	1.011.000,00m <sup>3</sup>	149.000,00m <sup>3</sup>	2 anos
J-5	S.Ant. das Missions	Pedras São Rafael	700.000,00 m <sup>3</sup>	20 anos	466.000,00m <sup>3</sup>	234.000,00m <sup>3</sup>	4 anos
Tj=5	T = 4	T =5	Vt=5.000.000m <sup>3</sup>	±20	2.642.080,00 m <sup>3</sup>	2.357.920,00m <sup>3</sup>	M± 9,2

#### 4.3.7 Controle da reserva futura das áreas em atividade na região das Missões

Diante dos resultados obtidos na quantificação do basalto existente nas pedreiras em estudo, estima-se um controle da reserva mineral futura das áreas legalizadas/atividades na região das Missões do Estado do Rio Grande do Sul conforme descrito no quadro 14.

Quadro 14 - Estimativo do Potencial basáltico da reserva futura das Missões/RS

ESTIMATIVA DO POTENCIAL BASALTICO DA RESERVA FUTURA DAS MISSÕES						
Um	Jaz	Região Missões	Volume Inicial Existente	Volume total extraído até 2007	Volume disponível posterior 2007	População total da região das Missões
04	05	25 mun.	5.000.000m <sup>3</sup>	2.642.080 m <sup>3</sup>	2.357.92000m <sup>3</sup>	261.782 habitantes

Os dados indicam que o volume inicial de basalto existente na região, quando da abertura das cinco jazidas em atividade e legalizadas, que teve seu início de exploração/concessão em 1989, é estimado em 5.000.000,00m<sup>3</sup>. O volume total extraído do período inicial da concessão até 2007, é de 2.642.080,00m<sup>3</sup>, ficando a sua reserva basáltica futura estimada em 2.357.920,00m<sup>3</sup> até a o prazo limite de concessão em 2021, conforme ilustrado na figura 25.



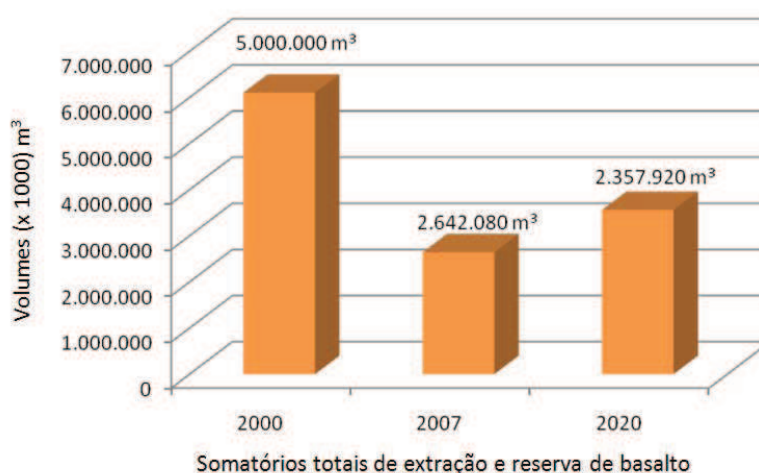


Figura 25 – Demonstrativo dos volumes basálticos iniciais extraídos e existentes nas pedreiras

Com base nos critérios adotados, nas fases de descrição dos resultados obtidos e descritos, o volume existente de reserva basáltica na região das Missões é de 2.357.920,00m<sup>3</sup> dentro do período de concessão das jazidas, o qual terá vencimento em julho de 2021, para uma população de 261.782.00 habitantes concentrados nos 25 municípios da região, o que dá uma média excedente de basalto de 9,00 m<sup>3</sup> por habitante, para um período de cinco anos e seis meses sem abertura de novas jazidas.

O consumo de agregados constitui-se em importante indicador da situação econômica e social de uma nação. Enquanto os EUA consomem, anualmente, cerca de 7,5 t por habitante de agregados e a Europa Ocidental de 5 a 8 t por habitante/ano, no Brasil, a média de consumo per capita anual é na ordem de 2,3 toneladas anos, ou seja, o equivalente a 1,60 m<sup>3</sup>p/habitante/ano (REISDÖRFER, 2007).

Se a região das Missões possui uma população de 261.782.00 habitantes seria necessária uma disponibilidade basáltica na ordem de 418.851,00m<sup>3</sup> para suprir a demanda de consumo da população, anualmente, tomando por base os dados das referências bibliográficas.

Diante da quantificação das cinco jazidas em atividade que nos fornece um total de 2.357.920,00 m<sup>3</sup> de reserva basáltica para um período futuro de 8 anos de concessão individual da jazida (1), a qual possui maior tempo de concessão. Dividindo-se esse valor pela população que é estimado em 261.782.000, 00 habitantes, o valor disponível por habitante seria ordem de 9,00 m<sup>3</sup> de basalto.

Como possui-se um valor estatístico de reserva mineral nas jazidas quantificadas de  $9,00\text{m}^3$  p/habitante, e o consumo médio estatístico na ordem de  $1,60\text{ m}^3$ , dividindo-se os valores tem-se uma sobra basáltica para um período de cinco anos e seis meses de basalto.

Para calcular o tempo disponível de reserva basáltica utiliza-se a formula a seguir:

$T = \text{sobra de basalto disponível anual} \div \text{média anual de consumo} =$

$T = V_{bd} = s_{bda} \div m_{ac}/h$

$T = V_{bd} = 9,00\text{ m}^3 \div 1,60\text{ m}^3 = T = 5,6$  (Cinco anos e seis meses).

A partir da análise da quantificação das jazidas de basalto nas Missões é possível inserir que o volume final estimado está na ordem de  $2.357.920,00\text{m}^3$ .

Através de levantamentos obtidos nas empresas e junto ao cadastro mineiro do (DNPM) e, por meio da elaboração de planilhas e cronogramas, foram elaborados os levantamentos quantitativos de basalto para o desenvolvimento do subitem 4.3 desta dissertação, que trata da quantificação da reserva mineral das jazidas de basalto nas pedreiras em atividades/legalizadas na região das Missões do Rio Grande do Sul.

Com base nos critérios adotados, nas fases de quantificações nas pedreiras (1, 2, 3, 4, 5) é possível descrever a capacidade de reserva mineral das (5) jazidas possui um potencial para atender a demanda do mercado consumidor da região das Missões por um período de tempo estimado de cinco anos, sem a necessidade de abertura de novas jazidas.

#### **4.4 Etapas aplicáveis no processo de extração de basalto empregando atualizações tecnológicas em uma pedreira localizada na Cidade de Cerro Largo na região das Missões /RS**

As etapas aplicáveis no processo de extração de basalto utilizando as suas atualizações tecnológicas estão relacionadas, enumeradas e descritas como as mesmas são aplicadas de forma prática na jazida de propriedade da Pedreira Gehlen Ltda, localizada na linha Primeira interior do município de Cerro Largo, RS.

Todas as etapas que envolvem o processo de extração de rochas de basalto estão relacionadas a seguir, iniciando-se pelo:

- Capeamento da pedreira (Mecânico – Manual).

- Métodos de perfuração das rochas
- Armazenamento dos explosivos nos paióis da pedreira
- Transporte dos explosivos
- Uso e emprego dos explosivos
- Plano de fogo empregado nas detonações da pedreira
- Plano de fogo
- Regra prática empregada em um plano de fogo
- Carga de fundo
- Carga de coluna
- Carga total do furo
- Cargas do plano de fogo
- Exemplo para cálculo do plano de fogo
- Cálculo de um plano de fogo
- Tipo de explosivos empregados nas detonações da pedreira
- Tipos de acessórios empregados nas detonações da pedreira
- Altos explosivos
- Baixos explosivos
- Explosivos iniciadores
- Carregamento dos explosivos
- Detonação final da pedreira

Na figura 26 está ilustrada a pedreira de basalto irregular onde são executadas as etapas de trabalho empregadas no desmonte de rochas a céu aberto, localizada na cidade de Cerro Largo, na região das Missões, Estado do Rio Grande do Sul.



Figura 26 - Pedreira de basalto irregular.

#### 4.4.1 Capeamento da pedreira

O processo de capeamento da pedreira é executado com a finalidade de remover a capa de material estéril (rejeito) da parte superior da bancada da jazida, podendo ser efetuado empregando as formas mecânica ou manual (definição técnica no anexo 1).

##### 4.4.1.1 Capeamento mecânico da pedreira

Para efetuar a limpeza da crista superior da pedreira, de forma mecânica, são empregadas máquinas específicas para execução de tal processo tais como: trator de esteira, retro-escavadeiras e carregadores de conchas frontais.

Na figura 27 pode ser visualizado o capeamento mecânico sendo executada na parte superior da pedreira utilizando-se uma retro-escavadeira.



Figura 27 - Capeamento mecânico da pedreira

#### 4.4.1.2 Capeamento manual da pedreira

O capeamento manual da pedreira pode ser executado por desmonte hidráulico, se existir água em abundância no local da mina, ou por meio de raspagens do solo com o uso e emprego de enxadas, pás, picaretas, removendo os restos do material estéril deixado pelo equipamento mecânico. (definição técnica anexo 1).

Utilizando esse processo de limpeza na parte superior da pedreira é possível evitar a contaminação do basalto quando da detonação final da jazida.

Na figura 28 é visualizada a limpeza manual da pedreira utilizando pás e picaretas para remoção dos rejeitos (material estéril).



Figura 28 - Limpeza manual da pedreira.

#### 4.4.2 Métodos de perfuração das rochas

O sistema de perfuração utilizado para fins de extração de rochas em pedreiras de basalto com bancadas de altura média de 10,00 metros, ou superior, é executado utilizando-se perfuratriz mecânica pneumática.

Normalmente emprega-se para perfuração de rochas um ângulo de inclinação de  $10^\circ$ , o espaçamento entre linhas de furação de 3,80 metros e o afastamento de 2,50 metros da parede, sendo que o número de linhas de perfuração empregado é determinado conforme o plano de fogo.

O sistema de perfuração mais usado é de furos com diâmetros variando entre 1,8”e 2,5”. Para este tipo de perfuração são empregados os compressores pneumáticos de ar tipo Xa-750, os chamados *wagon-drill*, com carreta de esteiras para fácil deslocamento em terrenos de difícil acesso, sendo uma das perfuratrizes mais usadas em escavações de rochas a céu aberto.

Outro fator importante que deve ser observado ao iniciar a perfuração de uma pedreira é de investigar de maneira cuidadosa o local de trabalho, para evitar perfurações com possíveis presenças de explosivos que não foram detonados em fases de trabalhos anteriores na perfuração do material rochoso.

Na figura 29 é visualizado a forma de perfuração da rocha, usando uma perfuratriz *Wagon-Dril*



Figura 29 - Perfuração de pedreira usando perfuratriz Wagon-Drill.

#### **4.4.3 Armazenamento dos explosivos nos paióis da pedreira**

O armazenamento dos explosivos de carga de fundo/coluna e iniciadores deverá ser efetuado dentro das especificações do R-105, em paióis da pedreira vistoriados pelo Ministério do Exército (M.E) e pelo Departamento de Armas Munições e Explosivos (DAME).

Os paióis devem ser em número de dois, um destinado ao armazenamento dos explosivos de ruptura, como bananas, granulados, cordéis detonantes, e o outro deve ser destinado a explosivos iniciadores.

Devem ser afastados um do outro a uma distância mínima de 50,00 metros para segurança do armazenamento dos explosivos.

Ambos devem estar localizados em área definida como restrita e obedecer aos critérios básicos da legislação, possuindo cerca com altura de 2,00 metros, portas de aço, câmaras de monitoramento, vigilância permanente, placas de advertência de “Cuidado Explosivos”, (PPI) Plano de Prevenção de Incêndio, (PGR) Programa de Gerenciamento de Riscos, sistema de comunicação para os vigias e equipamento de pára-raios.

A empresa deve possuir Alvará de Armazenamento e de Uso e Emprego dos Explosivos em local visível aos órgãos fiscalizadores.

A figura 30 mostra os paióis de armazenamento dos explosivos de ruptura.



Figura 30 - Vista de Paiol armazenamento de explosivos de ruptura.

#### **4.4.4 Transporte dos explosivos**

O transporte dos explosivos é realizado por veículo vistoriado e deve obedecer às normas contidas no R-105 do Ministério do Exército.

O veículo deve estar sinalizado com adesivos refletivos contendo os dizeres ‘Cuidado Explosivos’, em cores laranja e preto, conter quatro bandeirolas de cor vermelha fixadas em locais visíveis na parte dianteira e traseira, possuir uma corrente presa ao chassi para fazer terra ao solo para os casos de raios.

Deve acompanhar o veículo 04 cones de sinalização, uma corda ou cambão caso necessite ser rebocado, óculos de segurança, capacetes, máscaras, placas de sinalização e advertência, extintor do tipo C usado exclusivamente para princípios de incêndios no veículo.

O veículo usado no transporte dos explosivos e seus acessórios deve possuir sistema de comunicação via telefone e via rádio registrado nos órgãos responsáveis de comunicação que atenda ao que determina o Ministério do Exército, no R-105.

Os explosivos de ruptura devem ser transportados em uma caixa de madeira na parte traseira. Os explosivos iniciadores devem ser armazenados em uma caixa de metal com revestimento interno de isopor e madeira, e transportados separados dos explosivos de ruptura, devendo estar isolados do compartimento do motorista.

Os explosivos e seus acessórios, ao serem transportados, devem possuir nota fiscal e guia de tráfego emitido pelo Ministério do Exército através de seus Serviços de Fiscalização de Produtos Controlados (SFPC).

O motorista do veículo responsável pelo transporte dos explosivos deve possuir carteira de habilitação e curso de transporte para condução de cargas perigosas.

A figura 31 mostra o veículo sinalizado e vistoriado dentro das normas contidas no R-105 do Ministério do Exército, para o transporte dos explosivos.



Figura 31 - Veículo sinalizado com placas e bandeiras.

#### **4.4.5 Uso e emprego dos explosivos**

##### **4.4.5.1 Plano de Fogo**

Ao elaborar o cálculo de um Plano de Fogo deve-se obedecer a certos fatores, os quais são determinantes para adequar e dimensionar a forma do uso e emprego de explosivos no desmonte de rochas a céu aberto.

Para calcular um plano de fogo (definição técnica anexo 1) devem ser empregados alguns critérios técnicos fundamentais como: a altura projetada da bancada, o volume a ser



desmontado, o equipamento a ser empregado na perfuração e o tipo de explosivo a ser utilizado no desmonte da rocha.

#### 4.4.5.2 Regras Práticas empregadas em um plano de fogo

O Plano de Fogo deve possuir em seu dimensionamento algumas informações básicas como diâmetro das perfurações, afastamento, espaçamento, inclinação da face, altura da bancada, profundidade das perfurações, carga empregada por furo, carga de fundo, carga de coluna, tamponamento, critérios de sinalização adotados e sinais sonoros na hora da detonação.

#### 4.4.5.3 Regras Práticas de carregamento dos furos no plano de fogo

A carga de um furo englobado num plano de fogo é constituída por três partes, a carga de fundo, carga de coluna e tamponamento.

O conjunto da carga de fundo e da carga de coluna constitui a carga total do furo,  $Q_{tot}$  que representa o peso do explosivo a introduzir em cada furo.

$$Q_{tot} = Q_{fun} + Q_{col} \quad (2)$$

- Carga de fundo

O cálculo da carga de fundo é constituído por dois fatores, o peso do explosivo por metro de furo e altura da carga de fundo.

- Carga de coluna

A carga de coluna é determinada a partir da diferença entre o comprimento da carga de fundo e o dimensionamento do tamponamento.

- Carga total do furo

A carga total pode ser determinada em função dos valores práticos do rendimento do explosivo, podendo-se usar como valor médio  $0,45 \text{ Kg/m}^3$  para rochas consideradas homogêneas e medianamente duras. A carga total pode ser definida pela equação:

$$Q_{tot} = Q_{fun} + Q_{col} = 1,5 \times Q_{fun} \quad (3)$$

- Carga do plano de fogo

Em um plano de fogo deve-se considerar que os explosivos nos furos não têm um comportamento isolado havendo influência recíproca, quando a separação entre os tempos de disparo não ultrapassa os 100,00 m. Assim, como resultado de ensaios práticos pode-se definir a carga média ( $Q_{med}$ ) por furo pela seguinte equação:

$$Q_{méd} = Q_{tot} \times \text{número de furos por fiada} / (\text{número de furos por fiada} - 1)$$

$$Q_{méd} = Q_{tot} \times n / (n-1) \quad (4)$$

#### 4.4.5.4 Exemplo para cálculo do plano de fogo

Tipo de rocha: basalto

Volume a desmontar: 1.500 m<sup>3</sup>

Altura de bancada: 10,00 metros.

Malha de perfuração dos furos. 2,50 m x 4,00 metros.

Comprimento da frente da bancada: 100,00 metros.

- Cálculos do plano de fogo

Área a desmontar: 100,00m x 2,50m x 4,00m = 1.500 m<sup>3</sup>

Diâmetro “de perfuração: 2,0” = 51 mm

Pedra máxima: 45 d = 2,30 metros.

Inclinação do furo: 10°

Subfuração: 1,00 m

Profundidade dos furos: 11,00 metros

Espaçamento: 2,50 m x 4,00 m = 100,00 metros.

Número de fiadas: 01

Número de furos por fiadas: 25 furos

Carga de fundo: 04 bananas p/ furo (Peso p/banana = 1.380 kg) = 5,52 kg por furo

Carga de coluna: Explosivos granulo = 2,,30 Kg/m p/ metro linear

Altura da carga de fundo: 2,00 metros lineares

Altura da carga de coluna: 9,00 metros lineares

Total de explosivos da carga de coluna: 16,12 kg p/ furo x 25 furos = 415 kg

Total de explosivos da carga de fundo: 5,52 kg p/ furo x 25 furos = 138 kg

Consumo total de explosivos: 415 kg + 138 kg = T= 553 kg

Cordel detonante: 360,00 metros

Conjunto espoletado (Britapim) = 02 unidades

Volume total desmonte:  $1.500\text{m}^3$

Polarização: 0.6 %

Volume polarização =  $1.500 \times 0.6 = 900,00 \text{ m}^3$

Volume total do desmonte =  $1.500\text{m} + 900 \text{ m} = 2.400 \text{ m}^3$

#### 4.4.6 Tipos de explosivos empregados nas detonações da pedreira

São classificados em número de três: os altos explosivos, baixos explosivos e explosivos iniciadores.

##### 4.4.6.1 Altos explosivos

Os altos explosivos são utilizados para o carregamento da carga de fundo dos furos.

Na figura 32 pode ser visualizado a dinamite gelatinosa (Bananas) com diâmetro de 2", para uso e emprego na carga de fundo do furo devido seu alto poder de ruptura.



Figura 32 - Alto explosivo emulsão, encartuchada.

Outro tipo de dinamite usado em cargas de fundo são as bananas de 1/8", com alto poder de ruptura.

Podem ser empregadas em pedreiras com bancadas não superiores a 6,00 metros de alturas, sendo utilizadas em serviços de detonações de rochas em valas, dentro dos perímetros urbanos.

A figura 33 mostra bananas 1/8", usadas em detonações de pedreiras de paredes de baixa altura, e utilizada em serviços de desmonte de rochas em valas em vias públicas.



Figura 33 - "Bananas de 1/8" empregadas em pedreiras/ valas.

#### 4.4.6.2 Baixos explosivos

Os baixos explosivos são utilizados para o carregamento da carga de coluna dos furos.

Os explosivos granulados são empregados no carregamento de carga de coluna dos furos devido ao seu médio poder de ruptura do maciço. Possui baixo custo financeiro, o que determina a sua aquisição e emprego em grande escala nas detonações de pedreiras de basalto.

Na figura 34 pode-se visualizar o tipo de dinamite granulada empregada em carga de coluna.



Figura 34 - Dinamite granulada

#### 4.4.6.3 Explosivos iniciadores

Os explosivos iniciadores por serem considerados como acessórios de detonações, são extremantes sensíveis e por isso se prestam às detonações de massa de explosivos da perfuração.

Como explosivos iniciadores podemos classificar os cordéis detonantes tipos 02, 03, 04, 05 e 10 mm, os conjuntos espoletados e os retardos de 15, 17, e 25 milissegundos.

Nas figuras 35 e 36 podemos visualizar os explosivos iniciadores como cordel detonante, as espoletas comuns, conjuntos espoletados, e retardos de 17 e 25 milissegundos.



Figura 35 - Cordel detonante



Figura 36 - Explosivos Iniciadores.

#### 4.4.7 Carregamento dos explosivos

A operação de introdução dos explosivos nas perfurações, denominadas carregamento, deve ser feita de maneira muito cuidadosa, pois além dos riscos inerentes ao manuseio dos explosivos, dela depende a eficiência do fogo. O carregamento dos furos é executado de forma manual.

Um carregamento mal conduzido poderá comprometer os resultados da detonação de uma bancada, ocorrendo falhas de alguns cartuchos em certos furos, fato que representa um notável risco em todas as operações subseqüentes se não for detectado, localizado e solucionado a tempo.

Trata-se de uma operação lenta e prolongada, devendo ser executada com o máximo cuidado para evitar riscos de acidentes ou explosões antecipadas.

São duas as formas utilizadas para o carregamento dos explosivos, a manual e mecânica. O carregamento manual é o tipo mais utilizado em pedreiras, introduzindo-se o explosivo manualmente no furo.

Para que o explosivo de ruptura possa adensar na carga de fundo do furo executam-se cortes longitudinais de 10 a 12 cm de comprimento de cada lado do cartucho.

Antes de iniciar o carregamento é necessário um exame prévio do furo para verificar se está desobstruído. Caso haja obstrução, será necessário removê-las usando uma barra de aço. Se não for possível deve-se utilizar a perfuratriz para desobstruir o furo de sujeiras e resíduos de pedras.

A grande variedade de explosivos existentes no mercado possibilita escolher o que mais se aproxima das necessidades técnicas exigidas.

Após a introdução dos explosivos nos respectivos furos e dimensionados sua carga, sempre usando a maneira de escorva do cordel detonante enlaçado `a primeira banana, a qual é introduzida na parte inferior do furo, posterior a tal processo será completada a carga total do furo com os explosivos.

Posterior ao carregamento das cargas de fundo e de coluna dos explosivos nos furos, inicia-se a etapa final de preenchimento do furo denominada de tamponamento sendo sua principal função a de confinar a carga explosiva e obter assim um maior rendimento do material rochoso.

#### **4.4.8 Tamponamento**

Operação de preenchimento adequado do tampão, isto é, da porção do furo junto à superfície, pode ser realizada com detritos da própria perfuração, argila, areia, pedrisco, na proporção 1: 2. Sua principal função é de confinar a carga explosiva.

Quando várias linhas de furos são detonadas em um único fogo, o tamponamento deve manter os cartuchos na posição ideal, evitando que sejam deslocados para fora, pelo efeito da detonação antecipada de outros furos.

Quando o tamponamento for executado dentro dos padrões, obtém-se uma excelente detonação, tendo como resultado a aquisição de um agregado dentro das fragmentações desejadas.

Quando concluído o tamponamento deve-se deixar uma sobra de 20 centímetros de cordel para fora em cada furo, onde será amarrada a rede geral para posterior detonação dos respectivos explosivos utilizados na carga total.

A figura 37 mostra os furos carregados e a rede geral amarrada com cordel detonante NP-10 onde será amarrado o explosivo iniciador (conjunto espoletado), para a detonação final do maciço rochoso da pedreira.



Figura 37 - Furos carregados e rede amarrada com cordel detonante NP-10.

O explosivo iniciador é anexado ao cordel detonante, e após seu acendimento deverá ocorrer um período de queima do conjunto espoletado de 05 minutos até que ocorra a explosão final de toda a carga introduzida no respectivo plano de fogo, vindo desta maneira incidir a fragmentação projetada do material rochoso.

A figura 38 mostra a colocação do explosivo iniciador o qual é preso por meio de fita, à rede do cordel detonante para detonação final.



Figura 38 - Conjunto espoletado fixado a rede de cordel NP-10

#### 4.4.9 Detonação final da pedreira

Posterior ao tamponamento dos furos, posterior aos explosivos estarem confinados é iniciado o processo final de detonação da pedreira.

Após a fixação do explosivo iniciador `a rede geral do cordel detonante NP-10 o qual possui uma velocidade de 10.000 metros/segundo, ou seja, é proporcional `a velocidade do som, é iniciada a segunda fase do processo de detonação, ou seja, afastar as pessoas da área de risco da pedreira para uma distância média de 500,00 metros, para locais protegidos e providos de segurança.

O responsável pelo plano de fogo pré-dimensionado é o engenheiro da empresa, sendo que o processo de detonação final da pedreira é atribuição do responsável pelo carregamento dos explosivos, o encarregado de fogo.

A figura 43 mostra o momento de acendimento do conjunto espoletado (Britapim).



Figura 43 - Início do fogo introduzido no conjunto espoletado.

Posterior a queima do conjunto espoletado, a qual possui um tempo de 05 minutos em sua condução de fogo até atingir a rede geral do cordel detonante, momento em que ocorre a explosão final do maciço rochoso da pedreira.



Na figura 39 pode-se visualizar a detonação final da pedreira.



Figura 39 - Detonação da pedreira

Após a detonação final da pedreira é possível verificar que se obteve um material fragmentado de forma uniforme, mostrando que todas as fases de trabalho aplicadas no processo de desmonte de material rochoso ocorreram dentro dos padrões de trabalho pré-determinados.

Na figura 40 é possível visualizar a fragmentação do maciço rochoso com blocos dentro das dimensões desejadas na detonação final da pedreira.



Figura 40 - Pedreira Detonada fase final.

Como forma de prevenção, após a detonação final da pedreira, não é recomendado às pessoas retornarem ao local da mina a um tempo no mínimo de 15 minutos, para que ocorra a dispersão dos gases provenientes da detonação.

É uma maneira de prevenir e não prejudicar a saúde e a integridade física das pessoas envolvidas no trabalho dentro da pedreira, e obedecer às exigências contidas na NR-21, que é a norma que rege a segurança do trabalho em pedreiras.

Através de levantamentos de campo executados dentro da aplicabilidade diária de forma prática em uma jazida foram descritos no subitem 4.4 desta dissertação as etapas aplicáveis no processo de extração de basalto e suas atualizações tecnológicas em uma pedreira de basalto, localizada na cidade de Cerro Largo, na região das Missões do Rio Grande do Sul.

As etapas aplicáveis no processo de extração do basalto na pedreira deverão seguir uma seqüência, que se inicia, pelo capeamento até a detonação final.

Com base nos resultados obtidos na fase inicial do processo de detonação da jazida, onde é executado o capeamento da mina, o processo é fundamental porque eliminamos a mistura do material estéril, evitando a mistura ao basalto puro da jazida. Tendo a partir deste processo um produto de primeira qualidade a ser remetido ao mercado consumidor.

Diante dos resultados obtidos pode ser descrito que a perfuração das rochas é fundamental, mas deve ser adotado alguns pontos fundamentais para obter-se uma perfuração ideal, observando-se a malha a ser utilizada, o ângulo do furo, e a sub-furação da mina, e se possível tamponar os furos, de forma a evitar a entrada de água nos furos.

A partir da análise dos resultados obtidos fica evidenciado que armazenamento dos explosivos nos paióis é fundamental, e exige alguns detalhes importantes para sua conservação, deve ser observado o seu empilhamento, a ventilação dos paióis, evitando muito tempo de estocagem, para que obedeça a sua capacidade de detonação e força de aplicabilidade determinada em sua fabricação.

Outro fator fundamental trata do transporte dos explosivos, que requer cuidados especiais quando transportando, devendo o veículo que efetua esse processo estar dentro das normas de regulamentação contidas no que determina o R-105 do Ministério do Exército.

Diante dos resultados obtidos no uso e emprego dos explosivos em uma jazida, uma das etapas mais importantes é a que trata da elaboração do plano de fogo. Para um bom dimensionamento do plano de fogo são fundamentais alguns critérios técnicos a serem observados: altura da bancada, o volume a ser desmontado, o tipo de equipamento a ser

empregado na perfuração, e o tipo de explosivo a ser utilizado no desmonte do material rochoso.

Com base na análise dos resultados obtidos no carregamento dos furos é importante dimensionar as cargas nos furos, descritas como carga de fundo e carga de coluna e o tamponamento. A carga de fundo geralmente é executada por meio de explosivos encartuchados (bananas), de boa aplicabilidade se existir água na base do furo. Na carga de coluna, podemos empregar os baixos explosivos (granulados), devido a seu custo de aquisição. Sendo de fundamental importância para a detonação depois de confinadas as cargas de fundo e coluna, a aplicabilidade dos explosivos iniciadores.

Os explosivos iniciadores por serem considerados como acessórios de detonações, devido a sua sensibilidade se prestam às detonações da massa de explosivos.

Os dados diante dos resultados obtidos no carregamento dos furos são de que devemos efetuá-lo com muito cuidado, pois além dos riscos inerentes ao manuseio dos explosivos, dele depende a eficiência do fogo. Devemos tomar muito cuidado na fase de carregamento dos explosivos, pois se trata de uma operação lenta, e com o máximo de cuidado para evitar riscos de acidentes ou explosões antecipadas.

O processo de carregamento dos furos é lento, pois na maioria das vezes é efetuado de forma manual. Antes de iniciar o carregamento dos furos devemos fazer um exame prévio do furo para verificar se não está obstruído. Outro fator determinante para uma detonação considerada ideal, é a escolha do explosivo a ser empregado.

A grande variedade de explosivos existentes no mercado nos possibilita escolher o que mais se aproxima das necessidades técnicas exigidas, e nos dá a possibilidade de dimensionarmos o tamanho do agregado que desejamos extrair na detonação final da mina.

Com base nos resultados descritos de aplicabilidade dos explosivos podemos afirmar que a escolha de sua capacidade de ruptura é importante no dimensionamento da bitola do agregado desejado.

A partir da análise dos dados obtidos a última etapa é talvez uma das mais importantes nas fases de um carregamento é o tamponamento, sendo responsável pelo confinamento dos explosivos dentro dos furos. O tamponamento pode ser efetuado com resíduo da perfuração, areia, pedrisco, argila, e outros materiais ideais para tal processo.

Quando estiver dimensionado o tamponamento na parte superior do furo, deve ser levado em conta como base a profundidade do furo, em um percentual de 20 % do furo.

Deve-se deixar uma sobra de 20 centímetros de cordel detonante para fora em cada furo carregado, com isso teremos a possibilidade de amarrarmos a rede geral em cada um dos furos para sua detonação. Nesta etapa é anexado o explosivo iniciador a rede geral, o que é feito utilizando fita ou por meio de amarra dos cordéis ao explosivo iniciador.

Com base nos critérios adotados, após fixar o explosivo iniciador à rede geral, é executado o afastamento das pessoas da mina, para uma distância superior a 500 metros, para locais protegidos e providos de segurança.

Deverá ser acionada a sirene de advertência no mínimo três vezes prevista no plano de fogo, em conformidade com o que determina o R-105, devendo-se ainda ser interrompida as vias de acesso à mina, para finalmente ser procedida a detonação final da pedreira.

Com base nos critérios adotados, o responsável pelo plano de fogo pré-dimensionado é o engenheiro da empresa, sendo que o processo final de detonação é responsabilidade do encarregado de fogo, ou pelo responsável técnico se assim for determinado.

Com base nos critérios adotados, nas fases de análise dos resultados obtidos para com as normas de prevenção de acidentes deverão obedecer-se critérios de segurança. Posterior a detonação final da pedreira é recomendado às pessoas não retornarem ao interior da mina em um tempo não inferior a quinze minutos, para que ocorra a dispersão dos gases provenientes dos explosivos.

Com base nos critérios adotados, nas fases de análise das etapas práticas aplicáveis no processo de extração de basalto em uma pedreira de forma prática empregando tecnologia atualizada em uma pedreira localizada na cidade de Cerro Largo/RS, deve-se buscar executar essas etapas de maneira ordenada conforme demonstrado na figura 41.

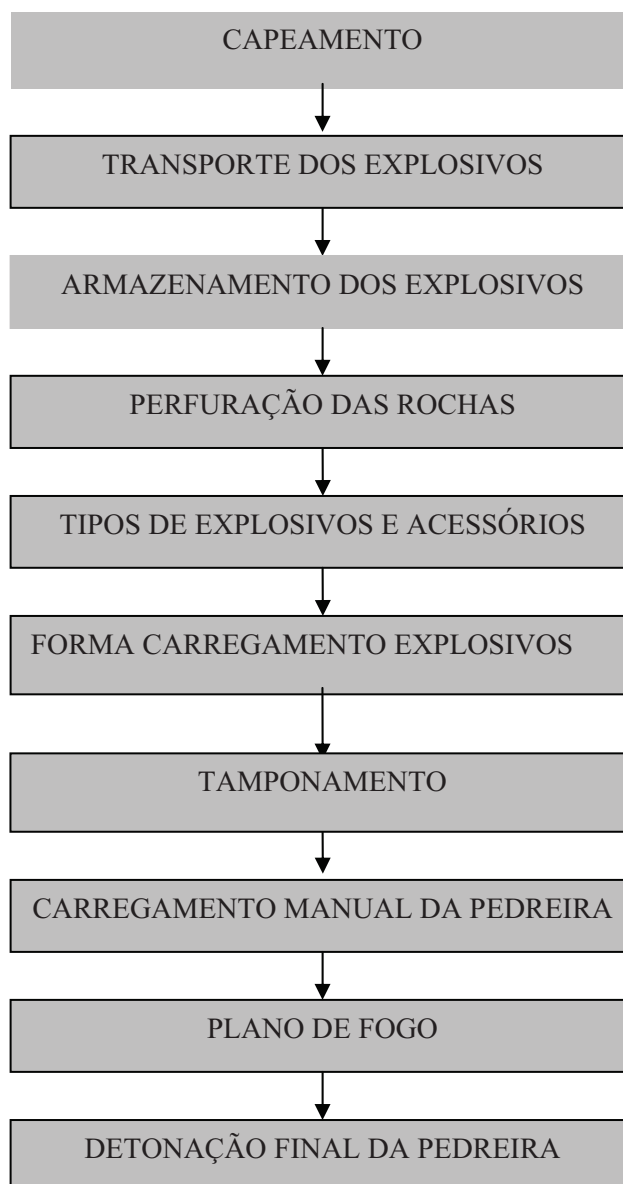


Figura 41 - Etapas práticas aplicáveis em uma detonação de pedreira de basalto

## 5 CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Através dos resultados obtidos pode-se destacar as seguintes conclusões:

- A ordenação das fases para liberação/regularização das jazidas de basalto permite a agilização dos processos legais e futuros;
- A legislação ambiental obteve um significativo avanço para com os aspectos de fiscalização/legalização das pedreiras de basalto no Brasil;
- A reserva de basalto disponível revelada pelo estudo de caso realizado é da ordem de 2.357.920,00m<sup>3</sup>, para atender o mercado regional por um período de cinco anos considerando-se as pedreiras legalizadas/atividades existentes na atualidade;
- Foram reunidas numa seqüência prática as etapas de legalização/liberação para a exploração das áreas de pedreiras de basalto;
- Foram descritas as etapas necessárias para a exploração de pedreiras de basalto empregando tecnologia atualizada disponível na região em estudo;
- Pode-se verificar que a ausência na legislação atual de requisitos de exigibilidade da licença de operação (LO) para fornecimento do basalto na época da licitação das obras, faz com que na maioria das obras contratadas sejam necessários aditivos contratuais em decorrências da alteração nas DMTs (Distância média de transportes) na época da execução da obra.

Sugestões para trabalhos futuros:

- Realização de estudos geológicos aplicáveis ao processo extrativo das pedreiras de basalto;
- As pedreiras de basalto localizadas nos municípios devem obedecer a uma distância média de transportes (DMTs) desde o ponto de localização da jazida até o local da obra, visando demonstrar sua viabilidade econômica em relação ao custo do transporte;
- Investigar o processo de exploração do basalto e sua viabilidade econômica de modo comparativo com outros materiais alternativos para pavimentação urbana;
- Quantificar as áreas de basalto em outras regiões do Estado demonstrando a capacidade de reserva futura em cada região do Rio Grande do Sul.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6029**: apresentação de livros e folhetos. Rio de Janeiro, 1993.

\_\_\_\_\_. **NBR 10520**: apresentação de citações em documentos. Rio de Janeiro, 2002.

\_\_\_\_\_. **NBR 12256**: apresentação de originais. Rio de Janeiro, 1992.

\_\_\_\_\_. **NBR 14724**: informação e documentação – trabalhos acadêmicos – apresentação. Rio de Janeiro, 2001.

ACIOLY, C.; DAVIDSON, F. **Densidade urbana**: um instrumento de planejamento e gestão urbana. Rio de Janeiro: Mauad, 1998.

ALLEN, T. **Particle Size Measurement**. Chapman & Hall, London, 1981.

ARCARI, Wilson Luiz, **Diagnóstico de Alterações Urbanas no Município de São Sebastião do Caí com a Duplicação da Rodovia RS - 122** - Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia da Universidade de Passo Fundo, 2006.

ARNOLD, G. P. - **Estudo do comportamento mecânico de basaltos alterados do Rio Grande do Sul para emprego em pavimentos rodoviários**. Dissertação de Mestrado. Porto Alegre, CPGEC/UFRGS, 145 p., 1993.

BACCI, Denise de La Corte; LANDIM, Paulo Milton Barbosa e ESTON, Sérgio Médici de. **Aspectos e impactos ambientais de pedreira em área urbana**. *Rem: Rev. Esc. Minas*. [online]. 2006, vol. 59, no. 1 [citado 2006-08-19], pp. 47-54. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0370-](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0370-)>.

BARRETO, Maria Laura. **Mineração e Desenvolvimento Sustentável**. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2001.

BARBOZA, F. L. M. e GURMENDI, A. C. **Economia mineral do Brasil**. Brasília: DNPM. 1995

BARCZA, Marcos Villela. **Os Processos Unitários Orgânicos (PUO) de Nitrocelulose e Nitroglicerina**. Revista Científica dos Minerais, 2002.

BRESSAN, Flávio. **O Método do Estudo de Caso - FEA-USP**. Volume 1 - Número 1 (janeiro/fevereiro/março - 2000).

CALZIA, J. "**Les Substances Explosives et Leurs Nuisances**". Editora Dunod, Paris, 1 ed 1969.

CALAES, Gilberto Dias. **Bases para a Conciliação da Produção de Agregados com o Desenvolvimento Urbano Sustentável**. Departamento de Geologia da UFRJ, 2004.

CAMPOS, Edson Esteves; FERNANDES, Lúcia E. V. Ampli. **Controle Ambiental Aplicado a Produção de Agregados, 2006**.

CANTO, E. Minerais. **Minérios e Metais**. Moderna, 1999.

CARTÓRIO CATETE. Disponível em < [www. Cartóriocatete.com. br](http://www.cartoriocatete.com.br)> Acesso 21 de março de 2007.

CARVALHO, Eliane Garcia de. **O Setor de Rochas Ornamentais do Ceará: reflexões e desafios**. 2003. 445 p. Dissertação (Mestrado em Economia) – Universidade de Fortaleza: UNIFOR, Fortaleza/Ce, 2003.

CARVALHO, H. L. **Elementos para o estudo da urbanização brasileira**. Passo Fundo: Ediupf, 1988. 44 p.

CARVALHO, P. F. de. Problemas ambientais na produção da cidade e da habitação de interesse social. In: CARVALHO, P. F. de e BRAGA, R. (orgs). **Perspectivas de gestão ambiental em cidades médias**. Rio Claro: UNESP – IGCE – Laboratório de Planejamento Municipal - Deplan, 2001.

CETREL, S.A. **Empresa de Proteção Ambiental**. Disponível em: [www.cetrel.com.br](http://www.cetrel.com.br). Acesso em 25 de abril de 2007.

COLOMBO, José Carlos. A. Segurança na Fabricação, Manuseio e Transporte de Explosivos. **Revista CIPA**, Curitiba, p. 92-100. 1995.

CHACÓN, J. F. **Tecnología de Los Explosivos**. Santiago, 2000.

COOK, Melvin A. "**The Science of High Explosives**". Editora Robert E. Krieger Publishing Co. Inc., Huntington, N. Y., 2 edição 1971.

CRAIG, J.R. & VAUGHAN, D.J. **Ore Microscopy and ore Petrography**. John Wiley & Sons, New York, 1981.

CROSBY, W. A. **International, Drilling, Basting and Explosives Technology Course**, Ouro Preto, 1998.

DANIEL, Fernando. **Manual de Utilização de Explosivos em Explorações a Céu Aberto**. Divisão de Minas e Pedreiras do Instituto Geológico e Mineiro. Disponível em: <[http://www.igm.pt/edicoes\\_online/diversos/explosivos/indice.htm](http://www.igm.pt/edicoes_online/diversos/explosivos/indice.htm)> Acesso em 27 dez. 2004.



DHANASEKARAN, Danny, **Estudos do trinitrotolueno (TNT)**, Temple University School of Medicine da Filadélfia, maio de 2007.

DNPM. Disponível em: <<http://www.dnpm.com.br>> Departamento Nacional de Produção Mineral. Acesso em 28 agosto de 2006.

DNPM - **Manual de Procedimentos de Arrecadação e Cobrança da Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais** – CFEM -2005.

ENGENHARIA & PROJETOS, **Manual de Saneamento e Proteção Ambiental para os Municípios** - vol 1. Disponível em < <http://www.Engenhariaprojetos.com.br>> Acesso em 27 de março de 2007.

FEPAM – Disponível em: <<http://www.fepam.com.br>> Acesso em 28 de agosto de 2006.

FERNADES, Edésio. **O Mito da Zona Rural**. 1998.

FALQUETE, Marco Antonio. **Vocação para o Pioneirismo em Explosivos**. Área de Pesquisa e Desenvolvimento da Britanite, SP – 2005.

FARIAS, Carlos Eugenio Gomes. **Mineração e Meio Ambiente no Brasil - Relatório** Preparado para o CGEE PNUD – Contribuição: José Mário Coelho, DSc Outubro de 2002.

FLORIANO, Eduardo Pagel; BANDEIRA Clarice. **Avaliação de Impacto Ambiental de Rodovias**. Santa Rosa, RS, 2004.

FUNDAÇÃO DE ECONOMIA E ESTATÍSTICA. **Dados econômicos**. Disponível em: <<http://www.fee.rs.gov.br>>. Acesso em: 17 maio 2007.

FIESP – Disponível em ,<<http://www.Fiesp.com.br>> **Federação das Industrias de São Paulo-SP**. Acesso em 19 de agosto de 2006. Elaine Carvalho, Agência Indusnet, 2006.

GEHLEN, Ibanor Volmir. **Implementação de um Protótipo para Uso e Emprego de Explosivos em Desmonte de Rochas a Céu Aberto**. Santo Ângelo: URI, 2005 (Monografia Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho).

GEHLEN, Ibanor Volmir; SOARES, Igor Norbert; BRANDLI, Luciana. **Implementação de Custos Ambientais em Pedreiras de Basalto a Céu Aberto**. V Simpósio Internacional de Qualidade Ambiental, Porto Alegre: PUCRS, 2006.

GERMANI, Darcy José. **A Mineração no Brasil**. Relatório Final. Rio de Janeiro, 2002.

GONÇALVES, F. P. **O Diagnóstico e a Manutenção dos Pavimentos**. Outubro de 1999.

GOMES, C. B. **Técnicas Analíticas Instrumentais Aplicadas à Geologia**. São Paulo: Edgard Blücher, 1984.

CRAIG, J.R. & Vaughan, D.J. - 1981 - **Ore Microscopy and ore Petrography**. John Wiley & Sons, New York, 405 p.

HARTMAN, H. L. **SME Mining Engineering Handbook**, 2 Ed, 1992.

HENNIES, W. T.; AYRES, L. A. da Silva. **Vias Subterrâneas em Rocha - Escavação por Explosivos**, Boletim Técnico da EPUSP - Departamento de Engenharia de Minas, BT/PMI/058, São Paulo, 1997.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 17 maio. 2007.

INSTITUTO DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRARIA. Disponível em: <<http://www.incra.gov.br>>. Acesso em 15 de junho de 2007.

IBRAM (Instituto Brasileiro de Mineração) - 1993 - **Seminário: O computador e sua aplicação no setor mineral; pesquisa lavra e beneficiamento mineral**. Poços de Caldas (M.G)

LAMEGO, Alberto Ribeiro. “**O Homem e a Serra**”.INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 1950.

LANTER, Pierrei. **O estudo de combustion**; CPE, Ecole Supérieure de Chimie PhysiqueElectronique de Lyon, France, 2001.

LEINZ, V.; AMARAL, S.E. **Geologia Geral**. Companhia Editora nacional, 1973.

LOTT, Camilla P. M; BESSA, Gustavo D.; VILELA, Otoniel. **Reabilitação de Áreas e Fechamento de Minas**. BRASIL MINERAL - Edição Especial Mineração e Meio Ambiente, nº 228 - Junho de 2004.

MAGRINI, Alessandra. **Gestão Ambiental**. PPE/ COPPE/ UFRJ, 2001. (Apostila de Curso).

MAGNOLI, D.; OLIVEIRA, G.; MENEGOTTO, R. **Cenário gaúcho: representações históricas e geográficas**. São Paulo: Moderna, 2001. 12p.

MORRISON, Tom. **Hardrock Gold: A Miner's Tale**, 1992.

MINISTÉRIO DO EXÉRCITO – SFPC. **Serviços de Fiscalização de Produtos Controlados - R – 105**. Distrito Federal, Brasília, 2005.

MINISTÉRIO DO TRABALHO. **NR-19: Segurança e medicina do trabalho para o uso de Explosivos**. Rio de Janeiro: Atlas, 1988.

MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES. **Regulamentação do Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos**. São Paulo, 1988.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE-SECRETARIA DE QUALIDADE AMBIENTAL NOS ASSENTAMENTOS HUMANOS - **Programa de Proteção e Melhoria da Qualidade Ambiental**, *Texto Básico sobre Impactos Ambientais no Setor de Extração Mineral*, Brasília, DF, Elaborado em Abril de 2001.

MÜLLER, Mary Stela. **Normas e Padrões para Teses, Dissertação e Monografias**. 3. ed. Londrina: Ed. UEL, 2001.

NASCIMENTO, José Antônio Sena do. *Projeto Banco de Informações Documentais Sobre Pequena Mineração e Mineração Artesanal* – CETEM – Centro de Tecnologia Mineral, Rio de Janeiro, 2001.

NETO OLIVEIRA; PETTER, Raul and Carlos Otávio. **A abordagem da economia ambiental no contexto da mineração.** *Rem: Rev. Esc. Minas.* [online]. 2005, vol. 58, no. 1. Acesso: 22-08-2006[cited 2006-08-22], pp. 71-75. Available from: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0370->](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0370-)

NEVES, José Luíz Peixoto; **Basalto da Serra Gaúcha e sua Relação com o Desenvolvimento Regional**, UERJ. Anais do 2º Congresso Brasileiro de Extensão Universitária Belo Horizonte – 2004.

NUNES, Washington Nuñez; **Análise Experimental de Pavimentos Rodoviários Delgados com Basaltos Alterados.** Dissertação de Mestrado. Porto Alegre, CPGEC/UFRGS, 1977.

OLIVEIRA, Antonio Inagê de Assis. **Introdução à Legislação Ambiental Brasileira e Licenciamento Ambiental** - Associação Brasileira dos Advogados Ambientalistas - ABAA 2005.

OLIVEIRA, José Augusto de - *II Simpósio de Prática de Engenharia Geotécnica da Região Sul* - GEOSUL-2000, Editores: Jorge A. Ceratti e Fernando Schanaid – **Materiais Alternativos de Pavimentação a Necessidade de Praticá-los**, p.165-172.

PREFEITURA MUNICIPAL DE CERRO LARGO. **Plano Diretor** – Lei nº 1.072. Cerro Largo, 2007.

RAUBER, Jaime; SOARES, Márcio et. al. **Apresentação de Trabalhos Científicos: Normas e Orientações Práticas.** 3. ed. Passo Fundo: UPF, 2003.

REISDÖRFER, Andréia Fioravante. **Mineração de agregados: a sustentabilidade é possível.** Conselho em Revista; Ano IV, nº38, outubro 2007.

REVISTA AREIA & BRITA. Ano V, nº 02, junho 2000.

REVISTA ESTRADAS. **Transporte & Turismo, Região das Missões.** Ano IV, n. 07, novembro 2004.

REVISTA MORASHÁ. Ano IX nº. 32, abril 2001. Disponível em [www.morashá.com.br/conteudo/artigos](http://www.morashá.com.br/conteudo/artigos). Acesso em junho de 2005.

REVISTA MINÉRIOS & MINERALES. Ano II, nº 7 janeiro 1999.

RICARDO, Hélio de Souza; CATALANI, Guilherme. **Manual Prático de Escavação, (Terraplanagem e Escavação de Rochas).** Rio de Janeiro: Mcgraw-Hill do Brasil, 1976.

RIBEIRO, Adalberto. **Evolução da Responsabilidade Governamental no Gerenciamento da Garimpagem.** Secretaria da Indústria Comércio da Mineração – BA, 2005.

RIBEIRO, Admilson Írio. **Diagnóstico de uma Área Compactada por Atividade Minerária, na Floresta Amazônica, Empregando Métodos Geoestatísticos a Variável Resistência Mecânica a Penetração do Solo.** Parte do projeto temático financiado pela FAPESP, 2005.

ROCHAS E EXPLOSIVOS. Disponível em: <<http://www.ce2ufib.br/rsc-ROCHA06-explosivos,htm,2006>> Acesso em 25 dez. 2006.

ROCHA, Maria da Graça Carneiro da Rocha. **A combustão catalítica do metano.** Departamento de Físico-Química, Instituto de Química, UFBA, Campus de Ondina. Salvador, BA, 2001.

ROGER Frety; **O estudo estatístico do efeito das variáveis de preparação e pré-tratamento de catalisadores de paládio suportado sobre a atividade catalítica** Laboratoire des Applications de la Chimie à l'Environnement, LACE/CNRS, Lyon, France, 2001.

ROSE, Ricardo. Disponível em: <<http://www.planetaorganico.com.br/ricardo-rose.htm>,> Acesso em 19 outubro 2006.

ROSS, J. L. S. **Geografia do Brasil.** Edusp, 1998.

ROSS, Jurandir. **Estudos geológicos e geomorfológicos da camada terrestre – Projeto Radam-Brasil,** 1989.

SÁNCHEZ, L.E. 1998. **Industry response to the challenge of sustainability: the case of Canadian nonferrous mining sector.** *Environmental Management* 22(4): 521-531.

SCHOUTEN, C. **Determination Tables for Ore Microscopy.** Elsevier, Amsterdam, 1962.

SMANIOTTO (SFPC/5) – Disponível em <http://www.5rm5de.eb.mil.br/secoes/escter/sfpc/>. Acesso em 22 março de 2007.

SOUZA, Petain Ávila de. **A dimensão ambiental no planejamento da mineração – Um Enfoque Empresarial - BAHIA ANÁLISE & DADOS** Salvador – BA SEI v.10 n.4 p.280-305 Março 2001.

SHUKMAN, D. **Tomorrow's War: The Threat of High-Technology Weapons.** Editora Harcourt, N. Y., 1996.

TAVARES, Eduardo. **Municípios da Rota Missões.** *Revista Rota Missões.* Ano 01, n. 01, p. 01-02, out. 2004.

KUZVART, R.J.L.& Böhmer. **Prospecting and Exploration of Mineral Deposits.** Amsterdam, Oxford, New York, Ellsevier/ACADEMIA,1986, illustr., 430 p.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ – UFPR. *Normas para Apresentação de Documentos Científicos – Referências – Sistema de Bibliotecas.* Universidade Federal do Paraná, Curitiba: Ed. da UFPR, 2000.

WAGNER, A. et. alli. A eleição presidencial e a mineração. **Gazeta Mercantil** 20 de setembro de 2002. p.A3.

ZARZECKI, T. W. **Arms Diffusion: The Spread of Military Innovations in the International System (Issues in Globalization)**. N. Y: Editora Routledge,. 2002.

ZUSMAN, J. **Physical Methods in Determinative Mineralogy**. Academic Press, London, 1977, 720p.

## **ANEXOS**

## ANEXO 1

### LISTA DE DEFINIÇÕES E TERMOS TÉCNICOS APLICÁVEIS A MINERAÇÃO

**Afloramento:** é a exposição de rocha ou minério na superfície do terreno.

**Banco ou bancada:** sistema de exploração mineral em que a extração do material é realizada em degraus devido às condições topográficas.

**Caapeamento:** camada estéril que recobre a jazida mineral e que deve ser retirada para efeito de extração do minério na lavra a céu aberto.

**Compartimentação geológica:** situação física que alguns minerais se encontram na natureza em função de sua formação geológica.

**Cristal:** é a forma externa, geometricamente definida, da substância mineral.

**Desmonte hidráulico:** desmonte e desagregação do corpo mineral realizado pelo impacto de um jato d'água lançado por um monitor.

**Estéril:** termo usado em geologia econômica para as substâncias minerais que não têm aproveitamento econômico.

**Jazidas aluvionares:** depósitos formados por sedimentos transportados pelas águas dos rios que os acumulam em bancos formando jazidas.

**Jazidas minerais:** considera-se jazida toda massa individualizada de substância mineral ou fóssil aflorando à superfície ou existente no interior da terra, em quantidades e teores que possibilitem seu aproveitamento em condições econômicas favoráveis.

**Lavra ambiciosa:** é aquela exercida de modo a dificultar ou impossibilitar o aproveitamento ulterior da mina.

**Lavra clandestina:** é aquela praticada sem título hábil( de concessão ou licença / registro), que a autorize ou justifique.

**Mina:** é a jazida mineral em fase de lavra, abrangendo a própria e as instalações de extração, beneficiamento e apoio.

**Mina concedida:** é aquela cujo direito de lavra está consubstanciado em ato emanado do Governo Federal.

**Mina manifestada:** em lavra, ainda que transitoriamente suspensa a 16 de julho de 1934 e que tenha sido manifestada na conformidade do artigo 10 do decreto 24.642 de 10 de julho de 1934 e da Lei nº 94 de 10 de setembro de 1935.

**Mineral:** é toda substância natural formada por processos inorgânicos e que possui composição química definida. O mineral não significa somente matéria sólida, pois água e mercúrios em temperatura ambientes são líquidos.

**Minerais combustíveis:** minerais que são utilizados como matérias-primas para a produção de metais.

**Minerais metálicos:** são aqueles que podem ser utilizados como matérias-primas para a produção de metais.

**Minerais não-metálicos:** são aqueles não utilizados para a obtenção dos metais, mas sim como matérias-primas para diversos setores da indústria.

**Minério:** mineral ou associação de minerais que pode, sob condições econômicas favoráveis ser utilizado como matéria prima para a extração de um ou mais metais. Na falta de designação adequada, extensivo também a não-metálicos.

**Bens minerais carentes:** são os que ainda não são conhecidos no território nacional, criando assim a necessidade de importação.

**Bens minerais deficientes:** são aqueles que ocorrem em quantidades insuficientes para satisfazer ao consumo interno, sendo, portanto, necessária sua importação.

**Bens minerais suficientes:** são os que possuem reservas que poderão suprir as necessidades do país em longo prazo, podendo até ser exportado em determinadas circunstâncias.

**Bens minerais abundantes:** são os que, a julgar pelas reservas conhecidas, poderão, além de suprir as necessidades internas, ser exportados sem risco para o abastecimento nacional a longo prazo.

**Ocorrência mineral:** indícios que poderão indicar a existência de uma jazida mineral.

**Plano de fogo:** detalhamento da distribuição de cargas explosivas.

**Potencial efetivo:** áreas onde existem reservas minerais em volume e quantidade que justifiquem economicamente a extração.

**Potencial mineral:** áreas e regiões nas quais ocorrem reservas minerais que indicam a possibilidade de sua exploração.

**Potencial restrito:** áreas e regiões nas quais os depósitos minerais ocorrem em pequenas quantidades e/ou baixos teores não se justificando, economicamente, o seu aproveitamento.

**Recuperação da reserva:** relação entre a reserva de minério que pode ser extraída e a sua reserva total conhecida.

**Rejeito:** rochas ou minerais inaproveitáveis presentes no minério e que são separados deste, total ou parcialmente, durante o beneficiamento.

**Rocha:** é um agregado de uma ou mais espécies de minerais constituindo unidades definidas da crosta terrestre. Rocha simples é aquela constituída de um único mineral; rocha composta é a constituída de vários minerais como o granito, composto basicamente de quartzo, feldspato, mica e outros minerais secundários.

**Superficial:** é o proprietário do terreno, excluindo o bem mineral que porventura nele exista.

**Rocha fresca ou sã:** é aquela em que os elementos originais ou primitivos não sofreram transformações movidas pelo intemperismo.

**Rocha magmática:** é aquela formada pelo resfriamento e consolidação do magma, material em estado de fusão (semelhante às lavas vulcânicas) que se encontram no interior da terra. Ocorrem, como via de regra, em forma de corpos maciços.(Rochas magmáticas, topografia acidentada e corpo maciço. Não apresentam camadas).

**Rocha metamórfica:** é toda originada da ação da pressão e temperatura, sobre outras rochas. Apresentam camadas inclinadas ou dobradas.(Rochas metamórficas: topografia acidentada e mineral orientados em plana inclinada ou dobra).



**Rocha sedimentar:** é aquela formada em regiões topograficamente mais baixas (vales, depressões) pelo acúmulo de sedimentos, que são transportados e depositados nesses locais. Posteriormente, pelo seu próprio peso ou pela cimentação por meio de soluções circulantes, ocorre sua consolidação. Apresenta-se em camadas horizontais ou quase.(Rochas sedimentares: Topografia suave a plana, camadas horizontais.

## ANEXO 2

### MODELO DE CARTA BLASTER DE 1º CATEGORIA – EXPEDIDA/DAME

ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL  
SECRETARIA DA JUSTIÇA E DA SEGURANÇA  
POLÍCIA CIVIL  
DIVISÃO DE ARMAS, MUNIÇÕES E EXPLOSIVOS

## CARTA BLASTER Nº 1448/91

**IBANOR VOLMIR GEHLEN**, filho de Ofliedes Ari Gehlen e de Zilga Rainehr, nascido em 21/07/1958, estado civil separado, nacionalidade brasileira, natural de Passo Fundo/RS, Cédula de Identidade RG nº 3006975795, residente na rua Marechal Floriano, 970, Cerro Largo/RS, **EMPREGADOR: PEDREIRA GEHLEN LTDA.- CR nº168-SFPC/3**, satisfaz as exigências para fins do inciso XII, do artigo 34, do Decreto Federal nº 3.665, de 20 de novembro de 2000, estando habilitado para o exercício do cargo de **ENCARREGADO DE FOGO de 1ª categoria.**

**PODERÁ EXERCER SUAS ATIVIDADES DENTRO DE ÁREAS URBANAS, EM LOCAIS DE AGLOMERAÇÃO HUMANA.**

**Válido até: 31/12/2006.**

Porto Alegre, 15 de dezembro de 2004






ARISTÓTELES JORGE BRIDI  
Del. Pol. Diretor da DAME

OBS: A PRESENTE LICENÇA DEVERÁ FICAR À VISTA DA FISCALIZAÇÃO DA POLÍCIA CIVIL

## ANEXO 3

### GUIA DE TRÁFEGO PARA TRANSPORTE DE EXPLOSIVOS – MODELO UTILIZADO PELO MINISTÉRIO DO EXÉRCITO (SFPC/3)

	<b>MINISTÉRIO DA DEFESA</b> <b>EXERCITO BRASILEIRO</b> <b>CMS-3º RM-CMDO 3º RM</b> <b>"REGIÃO DOM DIOGO DE SOUZA"</b> <b>SERVIÇO DE FISCALIZAÇÃO DE PRODUTOS CONTROLADOS</b>					
<b>GUIA DE TRÁFEGO Nº 002038 / (1/1) - SFPC/3</b> Permissão para tráfego das mercadorias abaixo de acordo com :						
Nota Fiscal nº <u>002038</u> / Data <u>13/07/05</u>						
Número de Volumes: 4 CXS						
<b>Empresa origem:</b> <NOME DA EMPRESA DE ORIGEM> IBQ INDÚSTRIAS QUÍMICAS LTDA. <NÚMERO DO REGISTRO> 100 <NÚMERO DO CNPJ> 78.391.612/0026-06 <ENDEREÇO DA EMPRESA> LINHA NOVA TREVIÇO - NOVA ROMA DO SUL/RS. <NÚMERO DO TELEFONE> 54)294.1670						
<b>Empresa de transporte:</b> <NOME DA EMPRESA TRANSPORTADORA> IBQ INDÚSTRIAS QUÍMICAS LTDA. <NÚMERO DO REGISTRO> 100 <NÚMERO DO CNPJ> 78.391.612/0026-06 <ENDEREÇO DA EMPRESA> LINHA NOVA TREVIÇO - NOVA ROMA DO SUL/RS. <NÚMERO DO TELEFONE> (54)294.1670						
<b>Empresa destino:</b> <NOME DA EMPRESA DE DESTINO> PEDREIRA GEHLEN LTDA. <NÚMERO DO REGISTRO> 17.629 <NÚMERO DO CNPJ> 04.445.395/0001-97 <ENDEREÇO DA EMPRESA> LINHA PRIMEIRA S/Nº - CERRO LARGO - RS. <NÚMERO DO TELEFONE>						
<b>Empresa consignatária:</b> <NOME DA EMPRESA CONSIGNATÁRIA> <NÚMERO DO REGISTRO> <NÚMERO DO CNPJ> <ENDEREÇO DA EMPRESA> <NÚMERO DO TELEFONE>						
<b>Redespacho: SEM REDESPACHO</b>						
Nome transportadora	Endereço	Nº-Registro	CNPJ	Telefone		
Produto	Complemento	Unidade	Qtde.	Volume	Marca	Nº
EXPLOSIVOS	-	KG	50	CX	IBQ	2
CORDEL DETONANTE	-	M	750	CX	IBQ	1
CJ. ESPOLETAS/ESTOPIM	-	PÇ	20	CX	IBQ	1
AUTZ Nº <u>34112005</u>						
SELO DE AUTENTICIDADE SELO DE AUTENTICIDADE DE GUIA DE TRÁFEGO  Nº: 0000030784		Mo disp / Carlos R. de Melo - 12 791 Carlos Roberto Pacheco de Melo - Cap / Chefe do SFPC/3				
		Porto Alegre, RS, 27 de junho de 2005.				

Duções:  
 No caso de transporte aéreo, apresentar mais 3(três) vias ao Comando da Aeronáutica/Empresa aérea;  
 As alterações devem ser anotadas no verso;  
 Esta Guia de Tráfego terá validade de 60 (sessenta) dias. ✓  
 Amparo Legal Art. 24 da Lei 10.826 de 22 de Dezembro 2003