

HO

ITAMAR OTAVIO TESSEROLI SIQUEIRA

PROTEÇÃO RESPIRATÓRIA NAS EMPRESAS DE MINERAÇÃO DE  
BRITA NO EXTREMO OESTE DE SANTA CATARINA

EPMI  
ESP/HO-2008  
Si75p

São Paulo  
2008

ITAMAR OTAVIO TESSEROLI SIQUEIRA

PROTEÇÃO RESPIRATÓRIA NAS EMPRESAS DE MINERAÇÃO DE  
BRITA NO EXTREMO OESTE DE SANTA CATARINA

Monografia de conclusão de curso  
apresentado à Escola Politécnica da  
Universidade de São Paulo para a obtenção  
do título de Especialista em Higiene  
Ocupacional.

São Paulo  
2008

## DEDICATÓRIA

A Samantha e Nathasha.

## AGRADECIMENTOS

A direção do SENAI de São Miguel do Oeste pelo apoio para a realização deste trabalho.

A direção da A.S. JÚNIOR pelo apoio e recursos disponibilizados.

As empresas que abriram suas portas e permitiram conhecer um pouco da realidade do trabalho, demonstrando a importância desta atividade para o desenvolvimento regional.

Aos professores e instrutores do PECE que não mediram esforços para que cada vez mais profissionais detenham o conhecimento e ajudem a melhorar as condições de saúde, segurança meio ambiente nas empresas.

Aos trabalhadores, razão principal deste trabalho, que laboram nas mais difíceis condições.

A Nilza Regina pela revisão e tradução do texto.

A minha mãe, Nilza, que não mediu esforços para minha formação e de meus irmãos.

Ao meu pai, Áureo, pelas palavras amigas que sempre estão comigo.

## EPIGRAFE OPCIONAL

*"Historicamente, el hombre ha tenido que convivir con el riesgo ... En el desarrollo humano, su propia evolución y el entorno natural y tecnológico plantean un universo de riesgos, que desde un nivel elemental cuando el hombre aparece sobre la Tierra, llega a alcanzar una extrema complejidad en el momento presente, caracterizado por la concurrencia de múltiples y sofisticados sistemas, interrelacionados a nivel local y global."*

*Francisco Martínez García*

## RESUMO

Este estudo teve como objetivos conhecer o perfil das empresas do ramo da mineração na extração e beneficiamento rocha para brita (pedreira) na região do Extremo Oeste de Santa Catarina, e verificar se as empresa possuem um Programa de Proteção Respiratória (PPR) implantado conforme recomendação da FUNDACENTRO e da IN nº 1 de 1994 do MTE devido à incidência de poeira de sílica cristalizada que é característica nessa atividade. O reconhecimento das características das empresas, de suas peculiaridades e a análise dos dados coletados permite concluir que a grande maioria dessas empresas não possui o documento PPR. Ocorre o desconhecimento e conseqüentemente a compreensão do PPR, de seus requisitos e das implicações desse desconhecimento. Ocorre o fornecimento em, alguns casos, do respirador para o usuário, sem o conhecimento do risco da possível ineficácia, o que resulta na exposição dos trabalhadores a poeira e possibilita o desenvolvimento de pneumoconiose como a silicose, que lenta e gradativamente vai se instalando de forma irreversível e com graves conseqüências para a saúde do trabalho.

**Palavras-chave:** Proteção respiratória. Pedreiras.

## ABSTRACT

This study had as a purpose knowing the profile of the companies in the branch of mining in the extraction and benefit of small pieces of stone (stone-pit) in the region of extreme West from Santa Catarina, and to verify if the companies have a Breath Protection Program (BPP) implanted according to the recommendation of FUNDACENTRO and IN, number 1 from 1994 MTE because of the incidence of silex crystalline dust, which is feature in this activity. The recognition of the companies features, its peculiarity and the data analysis collected allow us to conclude that the most part of this companies doesn't have the PPR document. In some cases, the furnishing occurs from the respirator to the user, without the knowledge of the risk of a possible inefficacy which results in the worker's exposition to the dust and makes possible the development of pneumoniosis as the siliceous, that slow and advancing, installs in an irreversible way and with serious consequences for the work's healthy.

**keyords:** Protection Program. Stone-pit.

## LISTAS DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	Vista geral de lavra de pedra para brita . . . . .	18
Figura 2	Vista geral de lavra de pedra para brita . . . . .	19
Figura 3	Vista geral de lavra de pedra para brita . . . . .	20
Figura 4	Vista geral de lavra de pedra para brita . . . . .	22
Figura 5	Carreta de perfuração . . . . .	23
Figura 6	Perfuratriz pneumática manual . . . . .	23
Figura 7	Carregamento e transporte de rochas . . . . .	24
Figura 8	Alimentação do britador primário . . . . .	25
Figura 9	Detalhe do britador de mandíbulas . . . . .	25
Figura 10	Detalhe da correia transportadora e da peneira . . . . .	26
Figura 11	Movimentação de pedra britada . . . . .	26
Figura 12	Área de armazenagem de pedra britada . . . . .	27
Figura 13	Detalhe do carregamento de brita para transporte . . . . .	27
Figura 14	Fluxograma do processo produtivo para obtenção da brita . . . .	33
Figura 15	Quadro comparativo Atividade Unitária x Risco Ocupacional . . . .	36
Figura 16	Quadro comparativo Atividade Unitária x Medida de segurança . .	37
Figura 17	Níveis de ruído emitidos por equipamentos de mineração, oriundo de diversos autores. . . . .	38
Figura 18	Tabela comparativa entre o valor da concentração de poeira com o Limite de Tolerância, Nível de Ação e o Risco. . . . .	40
Figura 19	Tabela comparativa entre o valor da concentração de quartzo com o TLV e o Risco. . . . .	41
Figura 20	Pneumoconioses, poeiras causadoras e processos anatomopatológicos subjacentes. . . . .	44
Figura 21	Principais regiões do trato respiratório . . . . .	46



Figura 22	Número total de internações hospitalares por pneumoconioses no Brasil e nos estados no período entre 1993 e 2003. . . . .	50
Figura 23	Número total de internações hospitalares por pneumoconioses no Brasil e nos estados no período entre 1993 e 2003. . . . .	51
Figura 24	Classificação dos equipamentos de proteção respiratória. . . . .	56
Figura 25	Respirador purificador de ar com peça semifacial filtrante (PFF) . . . . .	57
Figura 26	Respirador purificador de ar tipo peça um semifacial com filtro combinado para particulados e químico. . . . .	57
Figura 27	Respirador purificador de ar tipo peça facial inteira com filtro químico. . . . .	58
Figura 28	Respirador de ar tipo máscara autônoma. . . . .	58
Figura 29	Recomendações de seleção de EPR para sílica cristalizada. . . .	62
Figura 30	Resumo das avaliações realizadas nas empresas . . . . .	69

## LISTAS DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ACGIH	American Conference of Governmental Industrial Hygienists
CID	Classificação Internacional de Doenças
CLT	Consolidação da Leis do Trabalho
CNAE	Código Nacional de Atividades Econômicas
DNPM	Departamento Nacional de Produção Mineral
EPI	Equipamento de Proteção Individual
EPR	Equipamento de Proteção Respiratória
FUNDACENTRO	Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IN	Instrução Normativa
INSS	Instituto Nacional do seguro Social
LE	Limite de Exposição
MTE	Ministério de Trabalho e Emprego
NBR	Norma Brasileira
NR	Norma Regulamentadora
NRR	Norma Regulamentadora Rural
OIT	Organização Internacional do Trabalho
ONU	Organização das Nações Unidas
PCMAT	Programa de Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção
PCMSO	Programa de Controle Médico e Saúde Ocupacional
PGR	Programa de Gerenciamento de Riscos
PPR	Programa de Proteção Respiratória
PPRA	Programa de Prevenção de Riscos Ambientais
SESMT	Serviço Especializado em segurança e Medicina do Trabalho
TLV®	Threshold Limit Value
USP	Universidade de São Paulo

## LISTAS DE SIMBOLOS

t	tonelada
m <sup>3</sup>	metro cúbico
mg	miligrama
μm	micrometro
R\$	reais

## SUMÁRIO

RESUMO	i
LISTA DE ILUSTRAÇÕES	ii
LISTA DE TABELAS	iii
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	iv
LISTA SIMBOLOS	v
1 INTRODUÇÃO	13
2 REVISÃO DA LITERATURA	15
2.1 Descrição do processo de mineração e beneficiamento de rocha (brita)	21
2.1.1 Principais Operações	22
2.2 Requisitos legais de saúde e Segurança.	28
2.3 Riscos ambientais.	32
2.4 Pneumoconioses.	43
2.4.1 <i>Sílica e Silicose.</i>	47
2.5 Controle de exposição à poeira.	51
2.5.1 Equipamento de proteção respiratória	53
2.5.1.1 Filtros	59
2.5.1.2 Proteção oferecida pelos respiradores	59
2.5.1.3 Seleção do Respirador	61
2.6 Programa Nacional de Eliminação da Silicose.	63
2.7 Programa de proteção respiratória - PPR.	64
3 MATERIAIS E MÉTODOS.	68
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	69
5 CONCLUSÕES	74
REFERÊNCIAS	75

## 1 INTRODUÇÃO

A exploração dos recursos minerais, atividade exercida pelo homem desde a pré-história, esta intimamente ligada ao desenvolvimento da humanidade. O setor da mineração, que é uma das bases do poder econômico, militar e político de uma nação, é responsável por mais de 1% da mão-de-obra mundial.

A rocha britada é considerada uma substância (*comoddities*), estando entre as cinco primeiras substâncias com maior valor de produção, que são petróleo, ferro, gás natural, pedras britadas e ouro. Excluindo o petróleo e o gás natural, as pedras britadas contribuem com 11% do valor da produção mineral brasileira em 2000.

Porém como em tantos outros setores esta exploração causa sérios danos à saúde do homem, com destaque para aqueles relacionados à geração de poeiras nos ambientes de trabalho, que nos trás a problemática da exposição à sílica e suas conseqüências para a saúde dos expostos em especial a doença pulmonar denominada silicose.

Requisitos legais têm surgido com o objetivo de minimizar tais exposições dos trabalhadores a poeira, reduzindo e eliminando suas graves conseqüências para a saúde do trabalhador e eliminando um alto custo para a sociedade.

É importante ressaltar, conforme Gruenzner (2003) que nessa atividade de pedreira, o risco da exposição à poeira respirável contendo sílica não acontece por acidente tecnológico ou intervenção não planejada, mas ocorre de forma contínua e constante e é de conhecimento público, ou seja, é uma situação onde o resultado é previsível e danoso para o trabalhador caso não ocorram ações de controle dessa exposição.

Nesse sentido o Ministério do Trabalho e Emprego do Brasil, visando, dentre outros objetivos, à diminuição das doenças respiratórias adquiridas pelos trabalhadores em seus ambientes de trabalho, instruiu por meio da Instrução Normativa n.º 1, de 11/04/94, que em todo local onde for necessário o uso de equipamentos de proteção respiratória, esses devem ser utilizados segundo as recomendações contidas no Programa de Proteção Respiratória publicado pela Fundacentro.

Tal ação em forma de um programa, com detalhes de como fazer para chegar a um objetivo específico de efetivamente conseguir reduzir a exposição do trabalhador a poeira, no presente caso proveniente da exploração da rocha, é justificada. Pois é pouco provável que o simples e corriqueiro fornecimento e a utilização de equipamentos de proteção respiratória para a proteção contra os riscos da exposição à poeira de sílica, fora das recomendações contidas num PPR, resultem em algum benefício para a saúde do trabalhador (Torloni e Vieira, 2003).

É nesse sentido que procuramos desenvolver esta pesquisa de modo a apresentar as características do ramo da mineração de material não-metálico com exploração de mina a céu aberto e as etapas de beneficiamento da pedra britada em pedreiras.

O objetivo geral dessa pesquisa é identificar o nível de implantação do programa de proteção respiratória nas empresas que produzem britas (pedreiras) na região extremo oeste de Santa Catarina.

Para tanto entendemos que este objetivo será alcançado através do desenvolvimento de ações específicas:

- Conhecer o processo de obtenção da pedra britada.
- Identificar os riscos ambientais a que estão expostos os trabalhadores do setor e as principais medidas de controle.
- Compreender os requisitos de um programa de proteção respiratória (PPR) nos moldes da Fundacentro e a legislação associada.
- Fazer uma pesquisa de campo, coletando dados para identificar se as empresas desenvolvem ações relacionadas a proteção respiratória.

A escolha do tema é justificada pela importância econômica da atividade, pela aparente desvalorização dessa atividade econômica, pelos riscos a que os trabalhadores estão expostos, pela oportunidade de conhecer melhor o processo de mineração de pedra e de aprofundar os conhecimentos sobre o programa de proteção respiratória e dessa forma contribuir para ampliar a visão dos empregadores e empregados sobre essa realidade e as possíveis medidas de controle.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

De acordo com (ALBERTON, 1996) as primeiras referências escritas, relacionadas ao ambiente de trabalho e dos riscos inerentes a eles, datam de 2360 A.C., encontradas num papiro egípcio, o "Papiro Seller II", que diz:

*"Eu jamais vi ferreiros em embaixadas e fundidores em missões. O que vejo sempre é o operário em seu trabalho; ele se consome nas goelas de seus fornos. O pedreiro, exposto a todos os ventos, enquanto a doença o espreita, constrói sem agasalho; seus dois braços se gastam no trabalho; seus alimentos vivem misturados com os detritos; ele se come a si mesmo, porque só tem como pão os seus dedos. O barbeiro cansa os seus braços para encher o ventre. O tecelão vive encolhido - joelho ao estômago - ele não respira. As lavadeiras sobre as bordas do rio, são vizinhas do crocodilo. O tintureiro fede a morrinha de peixe, seus olhos são abatidos de fadiga, suas mãos não param e suas vestes vivem em desalinho".*

Em 460 A.C. Hipócrates, considerado o Pai da Medicina, também fala dos acidentes e doenças de trabalho. No início da era cristã, Plínio novamente retoma o problema. Mas foi George Bauer quem fez um estudo concreto sobre as doenças que afetam os trabalhadores (ALBERTON, 1996).

Em 1556 George Bauer, conhecido por seu nome latino Georgius Agrícola publicava o livro "De Re Metallica", onde foram estudados os problemas relacionados à extração de minerais argentíferos e auríferos e à fundição de prata e ouro. Ele discute os acidentes do trabalho e as doenças mais comuns entre os mineiros, em destaque a "asma dos mineiros", que segundo Agrícola era provocada por poeiras corrosivas, cuja descrição dos sintomas e rápida evolução da doença demonstraram tratar-se de silicose, mas cuja origem não ficou claramente descrita por Agrícola. Onze anos após a publicação deste livro aparece a primeira monografia sobre as relações entre trabalho e doença, de autoria de Aureolus Theophrastus Bombastus von Hohenheim - o famoso Paracelso -, intitulada "Dos ofícios e doenças da montanha", onde foram realizadas numerosas observações relacionando métodos de trabalho e substâncias manuseadas, com doenças. Fala, na sua obra, da silicose e das intoxicações pelo chumbo e mercúrio sofridas pelos mineiros e fundidores de metais.

Foi apenas em 1700, com a publicação da obra "De Morbis Artificum Diatriba" do médico italiano Bernardino Ramazzini que o assunto de doenças do trabalho começou a ter maior repercussão. Ramazzini, considerado o Pai da Medicina do Trabalho, descreveu uma série de doenças relacionadas à cerca de 50 profissões, deixando uma pergunta no ar "Qual é sua ocupação?", qual não seja alertar para a desinformação quanto ao risco das inúmeras doenças que qualquer trabalhador poderia estar sendo alvo.

A preocupação em se estudar e proteger adequadamente os trabalhadores da mineração já existia no início da era cristã, quando Plinius Seciundus (Plínio, o Velho, que viveu entre 23 e 79), ao visitar galerias de minas, encontrou trabalhadores que utilizavam um capuz de bexiga de animal, para atenuar a inalação de poeiras nos trabalhos realizados no interior das minas. Julius Pollex (124-192) descreve um protetor do mesmo tipo, com filtro de pano, utilizado para a mesma finalidade (TERESISKI e CHEREMISINOFF, 1983 apud VIEIRA, 2004).

Conforme Vieira (2004) o constante avanço tecnológico de nossa sociedade e a maior preocupação com a adoção de medidas para redução dos riscos ocupacionais tem propiciado o desenvolvimento de pesquisas e estudos científicos que efetivamente tem colaborado para a redução dos problemas relacionados à saúde e à segurança do trabalhador no setor da mineração.

O anuário mineral Brasileiro editado pelo Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM considera substância como toda matéria mineral de interesse econômico, englobando minerais, minérios, rochas e produtos (como por exemplo, rocha britada) (BRASIL, 2006b).

O anuário apresenta dados nas tabelas onde são consideradas as usinas de porte aquelas que processam mais de 10.000 toneladas/ano, e desconsidera aquelas com produção inferior por considerar sua participação simbólica.

A exploração dos recursos minerais é uma atividade exercida pelo homem desde a pré-história e tem uma íntima ligação com o desenvolvimento da humanidade nos seus mais variados aspectos. O setor da mineração, que é uma



das bases do poder econômico, militar e político de uma nação, é responsável por mais de 1% da mão-de-obra mundial, em torno de 30 milhões de pessoas (JENNINGS, 1998 apud VIEIRA, 2004).

A mineração é uma atividade econômica que pode ser designada, num sentido mais amplo, como indústria extrativista mineral ou indústria de produtos minerais (VIEIRA, 2004). Nesse sentido para o DNPM mineral (is) ou rocha de interesse econômico ou, ainda, rocha contendo mineral (is) de interesse econômico suscetível(is) de ser extraído(s) e processado economicamente (BRASIL, 2006b).

Para o DNPM o beneficiamento consiste nas operações aplicadas aos bens minerais visando modificar a granulometria, a concentração relativa dos minerais presentes ou até alterações de ordem química, resultantes da decomposição térmica ou mesmo de reações típicas geradas pela presença de calor (BRASIL, 2006b). A mina é a jazida em lavra de onde é retirado o minério (mineral ou rocha de interesse econômico) levado para usina entendida como a instalação na qual se realiza o processo de beneficiamento ou tratamento das substâncias minerais.

A rocha britada é considerada uma substância (*comoddities*) pelo DNPM, não metálico, que conforme o anuário 2006 existiam no Brasil 570 minas a céu aberto de Rochas (britadas) e Cascalho com produção ROM<sup>1</sup> acima de 10.000 t/ano, sendo que destas 11 de grande porte, 237 de médio porte e 322 de pequeno porte que beneficiaram ao todo, 94.893.347 m<sup>3</sup> que corresponde a um valor comercializado de R\$ 1.722.149.295,00

A pedra britada está entre as cinco primeiras substâncias com maior valor de produção, que são petróleo, ferro, gás natural, pedras britadas e ouro, e que respondem a 82,1% da produção mineral brasileira durante o ano 2000.

Excluindo o petróleo e o gás natural, as pedras britadas contribuem com 11% do valor da produção mineral brasileira em 2000 (GRUENZNER, 2003).

<sup>1</sup>ROM - (Run of Mine): É o minério bruto, obtido diretamente da mina, sem sofrer qualquer tipo de beneficiamento

Segundo VALVERDE apud RODRIGUES (2004) a produção de brita encontra-se distribuída praticamente por todo o país, contando com aproximadamente 250 empresas, sendo a maioria delas de controle familiar. Essa atividade gera em torno de 15.000 empregos diretos. Com relação à produção, o Estado de São Paulo lidera com 30% da produção nacional, seguido por Minas Gerais com 12%, Rio de Janeiro 9%, Paraná 7%, Rio Grande do Sul 6% e Santa Catarina 4%.

O gráfico da figura 1 mostra a distribuição do mercado consumidor dos produtos brutos no ano de 2005 das substâncias Rochas (Britadas) e Cascalho (BRASIL, 2006b).

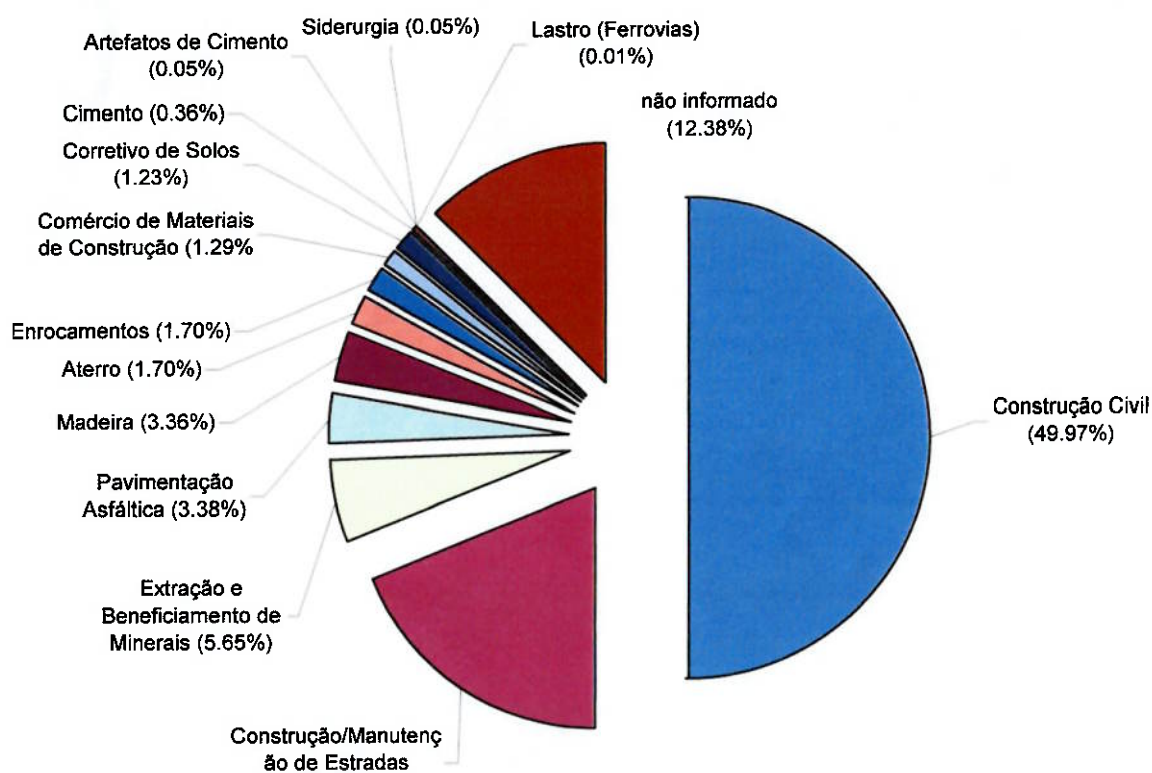


Figura 1 - Mercado consumidor dos produtos brutos no ano de 2005 das substâncias Rochas (Britadas) e Cascalho

Fonte: adaptado (BRASIL, 2006b)

No mesmo ano o resultado do beneficiamento de Rochas (Britadas) e Cascalho foi aquele apresentado no gráfico da figura 2 (BRASIL, 2006b).

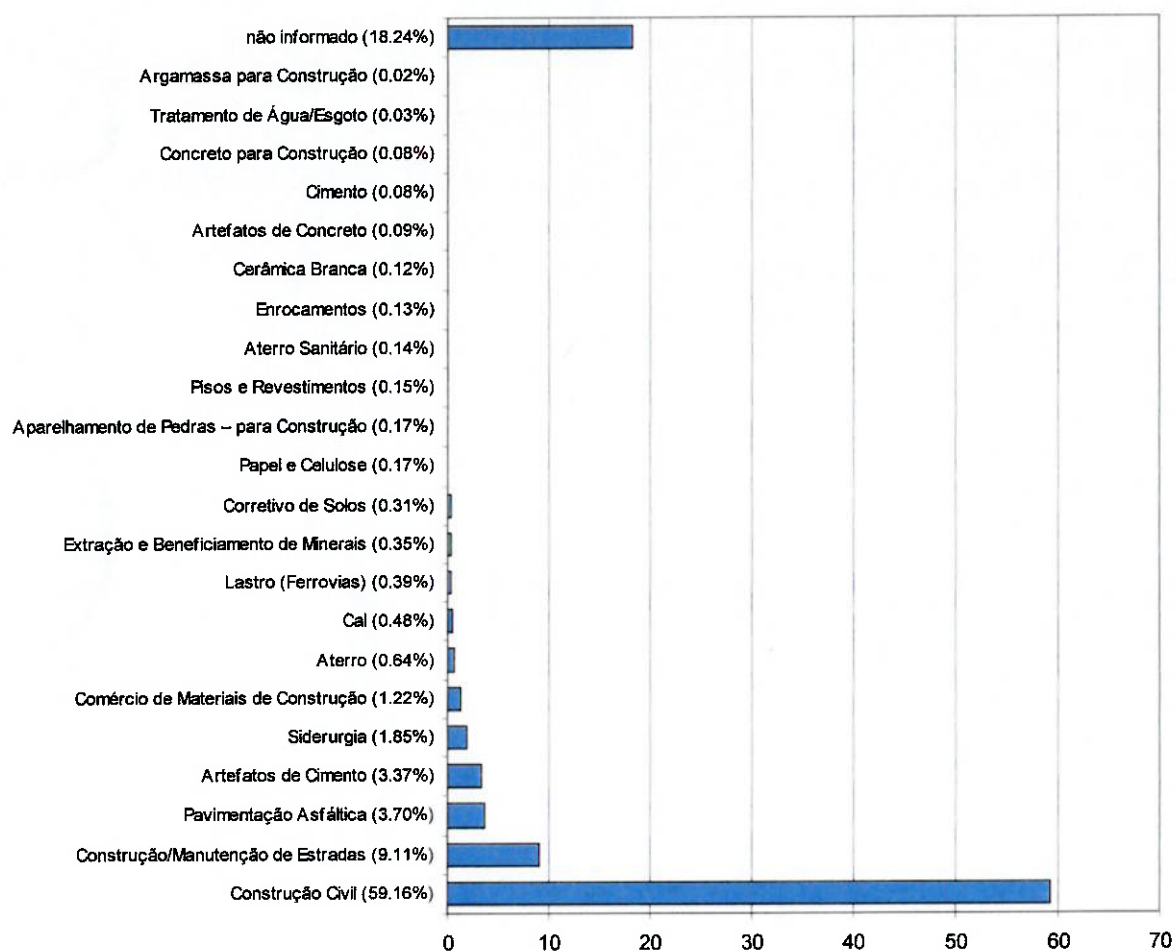


Figura 2 – Distribuição do resultado do beneficiamento de Rochas (Britadas) e Cascalho ano de 2005  
Fonte: adaptado (BRASIL, 2006b)

O mercado consumidor do produto final de Rochas (Britadas) e Cascalho esta distribuído conforme o gráfico da figura 3 (BRASIL, 2006b).

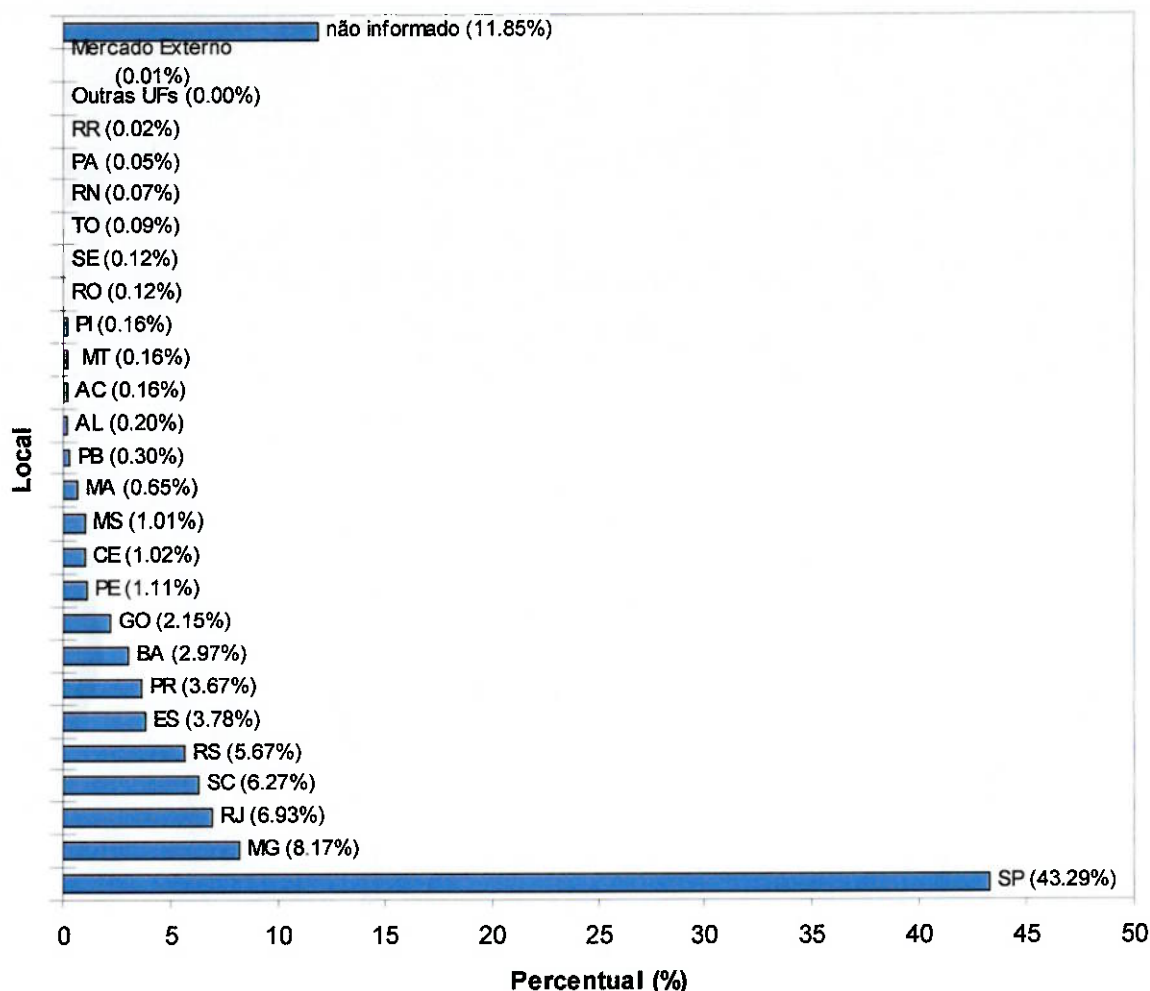


Figura 3 – Distribuição do mercado consumidor dos produtos final de Rochas (Britadas) e Cascalho no ano de 2005

Fonte: adaptado (BRASIL, 2006b)

A mão-de-obra utilizada na mineração em 2005 na substância Rocha (brita) e Cascalho foi de: 13.857 empregados, 1.289 terceirizado, 83 cooperativo, 15.229 total, 11,89 % por substância e 18,71 % por classe (não metálico).

Em Santa Catarina a produção bruta de minério, não metálico, Rocha (brita) e Cascalho foi de 3.758.247 m<sup>3</sup>, sendo beneficiadas 4.252.581 m<sup>3</sup>, que resultou num valor comercializado de R\$ 83.867.797,00. Num total de 73 lavras de minas a céu aberto com produção acima de 10.000 t/ano, sendo 19 médias e 54 pequenas.

Desta 68 usinas de beneficiamento. Em Santa Catarina o setor emprega na mineração 1409 trabalhadores, 16,63 % por substância e 29,88 % por classe (BRASIL, 2006b)..

Conforme o quadro I da NR – 4 Serviços Especializados em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho, a Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE) para a atividade de extração de minerais não-metálicos, incluindo a extração de pedra, areia e argila é 14.10-9 com grau de risco 4. Já a atividade de britamento, aparelhamento e outros trabalhos em pedras (não-associado à extração possui código 26.91-3 e grau de risco 4 A referida norma classifica as atividades econômicas em graus de risco: 1,2,3 e 4, sendo que as atividades consideradas de menor risco são grau 1 e as de maior risco são classificadas com o grau 4, o que implica em um maior dimensionamento do quadro de profissionais que compõem o Serviços Especializados em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho, associado ao número de empregados do estabelecimento (SEGURANÇA, 2007).

## **2.1 Descrição do processo de mineração e beneficiamento de rocha (brita)**

A indústria da mineração possui dois estágios ou setores básicos: a lavra e o beneficiamento. Na lavra, a partir de uma mina, é onde será extraído o minério ou mineral e na usina de beneficiamento é onde são realizados os tratamentos para separação e concentração do minério ou mineral em questão.

As pedreiras visam o aproveitamento econômico de certos maciços rochosos, por meio de desmonte de rochas e posterior beneficiamento, obtendo-se brita dentro de padrões granulométricos comercializáveis. Em função das características geológicas das jazidas minerais e da topografia local, a lavra da brita é realizada a céu aberto pelo método de lavra por bancadas em meia encosta. A figura 4 apresenta uma vista parcial da lavra por bancada (GRUENZNER, 2003).



Figura 4 - Vista geral de lavra de pedra para brita  
Fonte: arquivo do autor

### 2.1.1 Principais Operações

As principais etapas do processo produtivo para obtenção da brita consistem nas operações de perfuração, desmonte, carregamento e transporte, britagem e classificação (GRUENZNER, 2003).

- **Perfuração**

A primeira etapa do processo produção da brita é a preparação do maciço rochoso, onde através da detonação por explosivos é realizada a fragmentação da rocha, conforme um elaborado plano de fogo. Para isso é necessário perfurar a rocha para que o material explosivo possa ser acondicionado em seu interior. Isso é realizado através de equipamentos manuais tipo martetele em exploração de pequena escala, ou utilizando carretas de perfuração pneumáticas, montadas sobre esteiras com sistema próprio de locomoção. As perfuratrizes são máquinas ruidosas por natureza e que geram uma grande quantidade de poeira, devido à constante



produção de material particulado do processo de quebra da rocha por atrito ou percussão (GRUENZNER, 2003)..



Figura 5 - Carreta de perfuração hidráulica  
Fonte: (GRUENZNER, 2003).

- Desmonte

Para conseguir o desmonte da rocha são utilizados explosivos introduzidos nos furos do processo de perfuração, conforme o plano de fogo. Após a detonação da carga explosiva são produzidos blocos de tamanhos variados, sendo que os blocos maiores, ou matabacos, são submetidos à detonação secundária, com a finalidade de reduzir as dimensões dos matabacos de forma a serem compatíveis com a capacidade de alimentação do britador primário.



Figura 6 - Perfuratriz pneumática manual  
Fonte: (GRUENZNER, 2003).

- Carregamento e Transporte

Após a detonação do maciço rochoso são gerados materiais fragmentados que ficam espalhados na chamada praça de trabalho e devem ser carregados e transportados até a área de beneficiamento. Esse carregamento é feito por meio de uma pá carregadeira, e transportadas por meio de caminhões caçamba até a alimentação do britador primário.



Figura 7 - Carregamento e transporte de rochas  
Fonte: (GRUENZNER, 2003).

- Beneficiamento - Britagem e classificação

A britagem é a etapa da produção onde ocorre a quebra do material rochoso em diferentes granulometrias. Isto é conseguido através de um equipamento denominado britador de mandíbulas, em que a rocha é descarregada numa câmara em forma de cunha entre uma chapa fixa e outra móvel.



O material da lavra chega até o britador primário. A britagem é uma operação contínua, com as mandíbulas gerando tamanhos adequados na passagem por entre as chapas.



Figura 8 - Alimentação do britador primário  
Fonte: arquivo do autor



Figura 9 - Detalhe do britador de mandíbulas  
Fonte: arquivo do autor

Os materiais são classificados por tamanho sendo os maiores reprocessados em britadores secundários e terciários, até se obter os produtos com a granulometria desejada. O material fragmentado é então transferido para correias transportadoras

abertas e lançado nas pilhas de estocagem ao ar livre, descarregados em silos ou diretamente em caminhões caçamba.



Figura 10 - Detalhe da correia transportadora e da peneira  
Fonte: arquivo do autor

Ainda durante o processo de britagem, o material processado vai sendo acumulado em pilhas, sendo necessária sua movimentação através de máquinas carregadeiras, para não criar um gargalo no processo.



Figura 11 - Movimentação de pedra britada  
Fonte: arquivo do autor

O material produzido é armazenado conforme sua granulometria para depois ser expedido a granel e transportado via caminhão para o consumo. Podendo ser movimentado internamente através de carregadeiras.



Figura 12 - Área de armazenagem de pedra britada  
Fonte: arquivo do autor

A etapa final do processo compreende o carregamento e o transporte do material para o consumo final. Isto ocorre através de máquinas carregadeiras e caminhões tipo caçamba.



Figura 13 - Detalhe do carregamento de brita para transporte  
Fonte: arquivo do autor

## 2.2 Requisitos legais de saúde e Segurança

Segundo Silva apud Vieira (2004), são muitas as técnicas para promover a redução dos acidentes e das doenças no trabalho e melhorar a qualidade de vida. Dentre essas técnicas, a abordagem de sistema de gestão da segurança e saúde no trabalho é a que mais tem se destacado entre as organizações nos últimos anos.

Para Vieira (2004) existem sistemas de gestão que as empresas buscam de forma voluntária, os quais se caracterizam por incorporarem princípios da melhoria contínua de processos e permitirem uma integração com outros sistemas de gestão da empresa. É uma ação fundamental da alta direção da empresa, pois demonstram para seus comandados o seu efetivo comprometimento com o atendimento das disposições da política e dos objetivos da segurança e saúde.

Não é o caso da maioria de nossas empresas, onde o atendimento aos requisitos compulsórios, estabelecidos nos diplomas legais, na maioria das vezes não são cumpridos. Conforme Aquino (2003, p.15) apud Vieira (2004), "a ocorrência de acidentes de trabalho, em muitos casos, é consequência da falta de aplicação de medidas eficazes de controle dos riscos existentes nos ambientes de trabalho".

As citadas medidas de controle são compulsórias, pois estão estabelecidas em requisitos legais, como a Constituição Federal, Consolidação das Leis do Trabalho (CLT), Leis 6.514 de 22 de dezembro de 1977 e Normas Regulamentadoras (NR), do ministério do Trabalho em Emprego (MTE) (SEGURANÇA, 2007).

A Constituição Federal (BRASIL, 1988), apresenta no capítulo II – Dos Direitos Sociais, o primeiro indicativo das ações de caráter compulsório por parte do empregador:

*II – **Redução dos riscos inerentes ao trabalho**, por meio de Normas de Saúde, Higiene e Segurança; ...*

*XXVIII – **Seguro contra acidente de trabalho**, a cargo do empregador ...*



Na mesma linha a CLT (BRASIL, 1943) trata do assunto no capítulo – DA SEGURANÇA E MEDICINA DO TRABALHO, com destaque para o artigo 157, 158 e 166.

Art. 157. Cabe às empresas

- I – cumprir e fazer cumprir as normas de segurança e medicina do trabalho;
- II – instruir os empregados, através de ordens de serviço, quanto às precauções a tomar no sentido de evitar acidentes de trabalho ou doenças ocupacionais;
- III – adotar medidas que lhes sejam determinadas pelo órgão regional competente.

Art. 158. Cabe aos empregados:

- I – observar as normas de segurança e medicina do trabalho, inclusive as instruções de que trata o item II do artigo anterior;
  - II – colaborar com a empresa na aplicação dos dispositivos deste Capítulo.
- Parágrafo único. Constitui ato faltoso do empregado a recusa injustificada:
- a) à observância das instruções expedidas pelo empregador na forma do item II do artigo anterior;
  - b) ao uso dos equipamentos de proteção individual fornecidos pela empresa.

Vieira (2004) destaca o artigo 166 da CLT que estabelece que quando houver necessidade da complementação dos controles coletivos existentes (por exemplo, na mineração) para a diminuição ou eliminação dos riscos de exposição dos trabalhadores a agentes químicos, poderão ser adotadas medidas de controles individuais, cabendo então o uso de respiradores para o controle da inalação de certos agentes nocivos.

O Código Penal Brasileiro define em seu artigo 132 que responde pelo crime de perigo qualquer membro da empresa que tenha envolvimento na ação ou omissão, dolosa ou culposa quando expor a vida ou a saúde de outrem a perigo direto e iminente. Ocorrendo morte ou lesões corporais, responderá por crime de homicídio ou de lesões corporais (BRASIL, 1984).

Conforme Vieira (2003, p. 20), apud Aquino (2003, p.15), “a ocorrência de acidentes de trabalho, em muitos casos, é consequência da falta de aplicação de medidas eficazes de controle dos riscos existentes nos ambientes de trabalho”.

Na maioria das situações, tais medidas de controle são compulsórias, isto é são baseadas em requisitos legais. No Brasil, por exemplo, a legislação sobre as questões de saúde e segurança nos ambientes de trabalho é estabelecida na Lei 6.514, de 22 de dezembro de 1977, e nas Normas Regulamentadoras (NR), do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE) (SEGURANÇA, 2007).

O MTE possui atualmente 33 NRs e 5 normas regulamentadoras para o setor rural (NRR) (SEGURANÇA, 2007). Entre as que estabelecem a obrigatoriedade da elaboração e da implementação de programas na área de SST, encontram-se: a NR-7, Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional (PCMSO); a NR-9, Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA); o anexo 13-A da NR-15, Programa de Prevenção Ocupacional ao Benzeno (PPOB); e a NR-18, Programa de Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção (PCMAT).

Especificamente para o setor mineral, em dezembro de 1999, o MTE publicou a NR-22, Segurança e Saúde Ocupacional na Mineração, determinando a obrigatoriedade da existência do Programa de Gerenciamento de Riscos na Mineração (PGR) (SEGURANÇA, 2007), o qual consiste em contemplar os aspectos relacionados a:

- a) riscos físicos, químicos e biológicos;
- b) atmosferas explosivas
- c) deficiências de oxigênio;
- d) ventilação;
- e) proteção respiratória, de acordo com a Instrução Normativa (IN) n.º 1, de 11/04/94, da Secretaria de Segurança e Saúde no Trabalho;
- f) investigação e análise de acidentes do trabalho;
- g) ergonomia e organização do trabalho;
- h) riscos decorrentes do trabalho em altura, em profundidade e em espaços confinados;
- i) riscos decorrentes da utilização de energia elétrica, máquinas, equipamentos, veículos e trabalhos manuais;
- j) equipamentos de proteção individual de uso obrigatório,
- k) estabilidade do maciço;

- l) plano de emergência; e
- m) outros resultantes de modificações e introduções de novas tecnologias.

De acordo com o que é citado no item “e”, são obrigatórias a elaboração e a implementação de um subprograma de SST voltado às questões de prevenção das doenças respiratórias, isto é, um Programa de Proteção Respiratória.

O MTE visando, dentre outros objetivos, à diminuição das doenças respiratórias adquiridas pelos trabalhadores em seus ambientes de trabalho, instruiu por meio da IN n.º 1, de 11/04/94, que em todo local onde for necessário o uso de equipamentos de proteção respiratória, esses devem ser utilizados segundo as recomendações contidas no Programa de Proteção Respiratória publicado pela Fundacentro (BRASIL, 1994).

Para Torloni e Vieira (2003), o PPR visa adequar o uso dos respiradores, de modo a complementar outras medidas de controle existentes e também em situações como manutenção, operações de fabricação, de limpeza, de construção e desmontagem, emergências e incêndios. Deve ser adotado em todo local em que for necessário o uso de qualquer tipo de respirador, porque conforme Torloni e Vieira (2003, p.486) “é pouco provável que equipamentos empregados fora das recomendações contidas no PPR resultem em algum benefício para a saúde”. Além disso, deve ser um dos itens do PGR.

Conforme as recomendações da Fundacentro (TORLONI, 2002), um programa mínimo de proteção respiratória deve fazer referência aos seguintes elementos:

- a) administração do programa;
- b) existência de procedimentos operacionais escritos;
- c) exame médico do candidato ao uso de respiradores;
- d) seleção de respiradores;
- e) treinamento;
- f) uso de barba;
- g) ensaios de vedação;

- h) uso de respiradores para fuga;
- i) uso de respiradores para emergência e resgate; e
- j) avaliação periódica do programa.

No Brasil, apenas a partir de 1994 o MTE obrigou a implementação de um programa específico de proteção respiratória, porém devemos lembrar que a legislação brasileira que trata sobre medicina e segurança do trabalho (Lei 6.514), já tratava da proteção respiratória como uma medida de controle eficiente para a prevenção do trabalhador a exposição ocupacional, através do uso de equipamentos de proteção individual, estabelecendo vários quesitos para tornar seu uso eficiente e eficaz (SEGURANÇA, 2007).

### **2.3 Riscos Ambientais**

A indústria da mineração apresenta vários riscos à saúde e a segurança dos trabalhadores envolvidos. As etapas para a produção de brita trazem consigo diversos riscos ocupacionais (ZECCHINI, et al., 2006).

Para a Fundacentro (BRASIL, 2008a) risco é a probabilidade de ocorrência de um evento (dano ou exposição) geralmente indesejado. A gravidade do risco (efeito) pode ser determinada pela probabilidade de ocorrência do evento indesejado e as consequências geradas pelo evento indesejado. O risco ocupacional é a possibilidade de uma pessoa sofrer determinado dano para a sua saúde em virtude das condições de trabalho. Para qualificar um risco de acordo com a gravidade, avaliam-se conjuntamente a probabilidade de ocorrência do dano e a severidade do mesmo

Gruenzner (2003) apresenta uma definição de perigo de acordo com British Standards Institute, perigo (*hazard*) é uma fonte ou uma situação com potencial para provocar danos em termos de lesão, doença, danos à propriedade, dano ao meio ambiente, ou uma combinação destes.



Da mesma forma entende Gruenzner (2003) que o perigo é somente determinado se uma substância ou situação tem o potencial de causar um efeito danoso. O risco não existe se não houver perigo. Um perigo totalmente isolado ou afastado não se constitui num risco. Assim por exemplo, a sílica cristalizada contida num maciço granítico representa perigo, no entanto não há risco, a menos que a sílica seja liberada e dispersa no ambiente e que algum indivíduo esteja exposto e também inale as partículas.

Todas as substâncias são potencialmente tóxicas, uma vez que todas podem causar dano ou morte com dose excessiva. Por outro lado, se a exposição para os organismos suscetíveis for mantida abaixo dos limites de tolerância, e forem tomadas as precauções necessárias, as substâncias podem ser usadas de forma segura (Organização Mundial da Saúde, 1994) apud Gruenzner (2003).

Em sua monografia Zecchini, et al., (2006) apresentam um fluxograma que permite melhor visualizar como se desenvolve o processo de extração da rocha e seu beneficiamento para a obtenção da brita, reproduzido na figura 1.

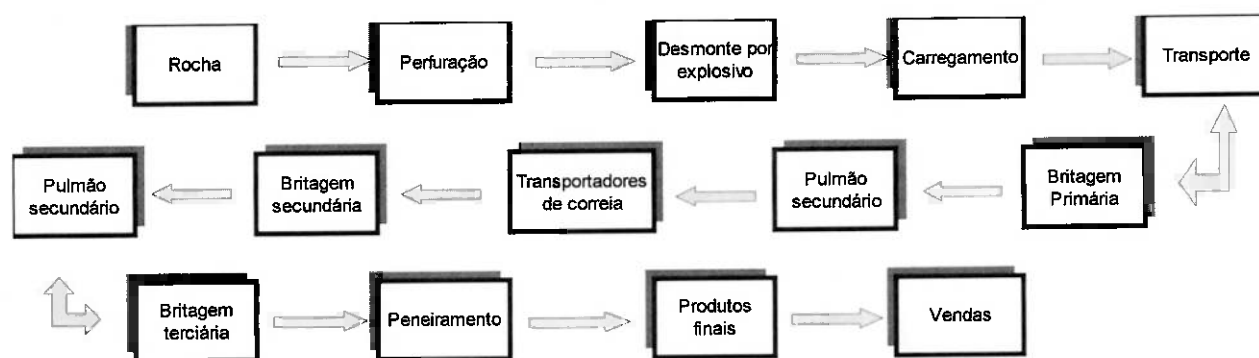


Figura 14 - Fluxograma do processo produtivo para obtenção da brita.  
Fonte: Adaptado de Zecchini, et al., (2006)

As principais operações unitárias nesse processo são conforme Zecchini, et al., (2006):

- Perfuração: a primeira etapa onde ocorre a preparação do maciço rochoso através de perfuração e preparação do local para receber a carga de material explosivo para sua detonação.
- Desmonte: é a ação de fragmentação do maciço rochoso através de carga explosiva detonada.
- Carregamento e transporte: compreende o carregamento do material rochoso que proveniente do desmonte, através de pás-carregadeiras, escavadeiras e caminhões, até o local de beneficiamento.
- Beneficiamento: nessa etapa a rocha é fragmentada por britadores e classificada em granulometrias que atendam o mercado consumidor.

O DNPM (BRASIL, 2006b) define a mineração de rocha para britagem como material não metálico. Normalmente a extração ocorre a céu aberto, expondo os trabalhadores, aos agentes ambientais, que podem causar prejuízos a sua saúde e a sua segurança, especialmente quando inexisterem medidas adequadas de controle.

Entre os principais agentes ambientais Zecchini, et al., (2006) destacam os seguintes na mineração e beneficiamento de rocha para a obtenção de brita:

- Poeiras, Gases e Fumos: a poeira é um agente químico com destaque para a poeira mineral contendo sílica cristalizada, agente causador da pneumoconiose denominada silicose, a principal preocupação na mineração.
- Ruído: é um agente físico presente e praticamente indissociável da atividade devido à movimentação do material e aos equipamentos e máquinas necessários ao beneficiamento e transporte do mineral. A exposição a níveis elevados de ruído sem a adequada proteção pode levar a perda auditiva do trabalhador.
- Calor: o agente está relacionado a atividade devido a exposição dos trabalhadores ao sol, pois o trabalho ocorre a céu aberto e na grande maioria

das vezes sem a proteção adequada, expondo a temperatura elevada, que associada ao trabalho pesado, a umidade e ventilação pode levar a um estresse térmico com consequências sérias.

- **Vibração Mecânica:** o agente físico vibração esta associado a utilização de marteletes pneumáticos, aos equipamentos como carregadeiras e caminhões e ao trabalho próximo ao equipamentos de britagem, podendo causar vários danos ao trabalhador.
- **Estabilidade do Talude:** esta associado a altura do talude, que caso não adequadamente controlado pode provocar seu desmoronamento e a queda de materiais que estão soltos, causando graves acidentes.
- **Acidentes:** oriundo do manuseio de máquinas, ferramentas e equipamentos, de partes girantes sem a devida proteção, e da movimentação de cargas.
- **Incêndios e explosões:** esta associado a utilização de lubrificantes, combustíveis para abastecimento de viaturas e materiais explosivos.
- **Ultralançamento:** quando ocorre a preparação do plano de fogo para o desmonte da rocha e o carregamento com o material explosivo em demasia, pode resultar que durante o desmonte pela ação dos explosivos, fragmentos de rocha sejam lançados a grandes distâncias, ultrapassando a área de segurança e podendo causar acidentes e danos.
- **Riscos Ergonômicos:** esta associada à má postura de trabalho, a repetição de movimentos e a dificuldade de acesso em determinados pontos do processo.

O quadro da figura 15 faz uma relação entre as principais operações unitárias no processo de extração da rocha e obtenção da brita, e os riscos ocupacionais associados a cada operação.

Atividade Unitária	Perfuração	Desmonte	Carregamento e transporte	Beneficiamento
Risco Ocupacional				
Ruído	X	x	x	X
Calor	X	x	x	X
Vibração Mecânica	X	x	x	X
Estabilidade do Talude	X		x	
Acidentes	X	x	x	X
Incêndios e explosões		x	x	
Ultralançamento		x		
Riscos Ergonômicos	X	x	x	X

Figura 15 - Quadro comparativo Atividade Unitária x Risco Ocupacional  
Fonte: Adaptado de Zecchini, et al., (2006)

Por sua vez os autores apresentam as principais medidas de segurança que podem ser adotadas nesse processo produtivo de obtenção da pedra britada, conforme apresentado no quadro da figura 16.

Atividade Unitária	Perfuração	Desmonte	Carregamento e transporte	Beneficiamento
Medidas de segurança				
Coletores de poeira	X	X		X
Uso de água no processo (umidificação)	X	X	x	X
Enclausuramento de fontes de ruído	X		x	X
Enclausuramento de fontes de poeira	X			X
Uso de EPI's (capacete, óculos, luvas, botas, protetor solas, protetor respiratório, cinto de segurança)	X	X	x	X
Procedimentos operacionais bem definidos		X	x	X
Uso de roupas adequadas				X
Substituição de máquinas ou processos		x	x	X
Uso de tecnologias mais seguras		X	x	X
Automação do processo		X	x	X
Terceirização do processo		X		
Proteção de partes móveis (polias, roletes, correias)				x

Figura 16 - Quadro comparativo Atividade Unitária x Medida de segurança  
Fonte: Adaptado Zecchini, et al., (2006)

O acompanhamento médico associado a exames periódicos é necessário para que o trabalhador e a empresa tomem ações preventivas. O ambiente da mineração possui máquinas e equipamento com elevado nível de ruído. Tal situação é apresentada por Zecchini, et al., (2006), que reproduz os níveis de ruído obtidos por Schrage (2005) conforme a figura 17.

	DOWN; STOCKS 1978	MSHA 1981	DE SILVIO, 1984	SANTOS, 1998	SHRAGE, 2001
Britador de Mandíbulas	101	113	111	90	102
Caminhão 30t	112	95	105	92	106
Pá Carregadeira	92	101	110	92	99
Correia Transportadora	98	-	-	102	-
Perfuratriz	122	-	105	110	111

Figura 17 - Níveis de ruído emitidos por equipamentos de mineração, oriundo de diversos autores.

Fonte: Scharage (2005) apud Zecchini, et al. (2006)

Para (BURGESS, 1997) o problema principal das instalações das pedreiras é o controle de poeira nos britadores, peneiras e tremonhas e, de modo mais importante, nos pontos de transferências nas caçambas e nas correias transportadoras.

A principal doença ocupacional que acomete os trabalhadores da mineração é a silicose (BRASIL, 2008a). Esta é uma doença causada pela inalação de partículas respiráveis que contêm sílica livre cristalizada, sendo esta uma das pneumoconioses conhecidas desde a antiguidade.

De acordo com a Organização Internacional do Trabalho (OIT), as pneumoconioses “são doenças pulmonares causadas pelo acúmulo de poeira nos pulmões e reação tecidual à presença dessas poeiras” (BRASIL, 2006a).

A definição das pneumoconioses foi acordada pelo Grupo de Trabalho da OIT, como sendo a deposição de poeiras no pulmão e a reação tecidual que ocorre por sua presença (PNEUMOCONIOSIS, 1972, apud VIEIRA, 2004)

Nos Estados Unidos, entre 1987 e 1996, ocorreram 1054 mortes causadas por silicose. Dentre estes, 40% eram trabalhadores ligados a mineração e obras

civis. A função mais típica ocupadas por estes trabalhadores era o de operador de máquinas utilizadas na mineração ZECCHINI, et al., (2006).

### 2.3.1 Limites de Tolerância de exposição à poeira

O anexo nº 12 da NR 15 Atividades e Operações Insalubres (SEGURANÇA, 2007), apresenta e estabelece o limite de tolerância para a Sílica Livre Cristalizada (quartzo), que pode ser calculada de duas formas:

Poeira respirável:

$$LT = 8 / (\% \text{ quartzo} + 2) \text{ mg/m}^3$$

Poeira total:

$$LT = 24 / (\% \text{ quartzo} + 3) \text{ mg/m}^3$$

Por outro lado a *American Conference of Governmental Industrial Hygienists* (ACGIH), propõe que sejam criados limites de tolerância baseados no tamanho de partícula da sílica cristalizada, sendo expressos então de 3 formas diferentes ZECCHINI, et al., (2006):

- a) Limite de tolerância para massa de particulado inalável: depositados em qualquer local do trato respiratório.
- b) Limite de tolerância para massa de particulado de penetração torácica: depositados no interior das vias aéreas dos pulmões e na região de troca de gases.
- c) Limite de tolerância para massa de particulado respirável: depositados na região de troca de gases.

O Limite de Exposição para 8 horas de exposição, estabelecido pela ACGIH, para a sílica cristalizada nas formas de quartzo ou cristobalita é de 0,025mg/m<sup>3</sup>, expresso em concentração média ponderada. Tal valor foi estabelecido com a

intenção de minimizar o potencial para desenvolvimento da fibrose pulmonar progressiva, conhecida como (silicose) (ABHO, 2006).

Devemos lembrar que tecnicamente, os limites de exposição ocupacional levam em consideração as diferenças entre os indivíduos. Por este motivo, eles não devem ser aplicados para todos os trabalhadores e sim, para uma maioria, devido à variação da suscetibilidade individual em que uma parcela poderá apresentar até uma determinada doença em concentrações iguais ou inferiores aos TLV<sup>®</sup>s (ABHO, 2006).

Conforme Torloni (2003) estes limites de exposição não podem ser entendidos como uma barreira, que separa uma condição segura de uma condição insegura e, por isso, devem ser compreendidas todas as situações que não são contempladas por estes valores estabelecidos, cabendo o julgamento técnico para a tomada de decisões adequadas de gerenciamento de risco. Percebe-se neste ponto a importância do Higienista no reconhecimento de tal situação.

Em seu estudo GRUENZNER (2003) realizou várias medições da exposição ocupacional de trabalhadores em uma pedreira e obteve os valores apresentados o quadro da figura 18.

Atividade	Concentração de quartzo (mg/m <sup>3</sup> )	Limite de Tolerância (mg/m <sup>3</sup> )	Nível de Ação (mg/m <sup>3</sup> )	Índice de risco
Marteleiro	3,76	0,40	0,20	9,4
Operador de britador	1,45	0,37	0,19	3,9
Operador de perfuratriz	1,58	0,35	0,18	4,5
Motorista de caminhão	0,26	1,74	0,87	0,1
Operador de pá carregadeira	0,05	-	-	-

Figura 18 - Tabela comparativa entre o valor da concentração de poeira com o Limite de Tolerância, Nível de Ação e o Risco.

Fonte: Gruenzner, 2003



confirmaram a necessidade de se continuar com as pesquisas médicas e epidemiológicas dos trabalhadores e também de se rever os limites de exposição.

Vieira (2004) ressalta a importância que, em países desenvolvidos, a incidência de casos de silicose tem diminuído, devido à implementação dos sistemas de gestão de segurança e saúde no trabalho. Em contrapartida, em países menos desenvolvidos, onde as questões relacionadas com a segurança e a saúde no trabalho ainda são precárias, há maior incidência da doença. Na África do Sul, cerca de 350 mil pessoas estão empregadas na mineração subterrânea de ouro, e os estudos mostram prevalência de 12,8% a 31% de silicose (CARNEIRO et al., 2002).

No Brasil, o número estimado de trabalhadores potencialmente expostos a poeiras contendo sílica é superior a seis milhões, sendo que quatro milhões estão na construção civil, 500 mil, na mineração e garimpo, e acima de dois milhões, em indústrias de transformação de minerais, de metalurgia, química, da borracha, cerâmica e vidro. Em 1978 estudos estimaram existir entre 25 mil e 30 mil portadores de silicose (BRASIL, 2008a).

A maior parte dos casos diagnosticados de silicose é proveniente da mineração subterrânea de ouro nos estados da Bahia e Minas Gerais, sendo que neste último está o maior número (registro documentado pelo Ministério da Saúde de 7.416 casos, no ano de 1997 (BRASIL, 2008a).

No Brasil, país em que existe elevado número de trabalhadores expostos à sílica, a silicose é uma doença profissional que, para fins previdenciários, é considerada como acidente do trabalho (BRASIL, 2006a). Não há, no entanto, estatísticas sobre novos casos dessa doença, que é responsável pela invalidez e morte de muitos trabalhadores (VIEIRA, 2004).

Conforme Anuário Mineral Brasileiro de 2006 o setor empregou 128.131 trabalhadores, sendo que somente nas minerações de rocha (brita) e cascalho esse número foi de 15.229, no ano de 2005 (BRASIL, 2006b).

A silicose geralmente possui um desenvolvimento lento, porém, na maioria das vezes, após o término da exposição o quadro continua a se agravar. Muitas vezes o diagnóstico só ocorre depois de o trabalhador estar afastado da exposição. Levando em consideração casos de trabalhadores com a doença, provenientes do mercado informal de trabalho, pode-se inferir que o número de silicóticos seja superior aos indicados pelos dados oficiais. Dessa forma, sabe-se que a ausência de medidas de controle eficientes de exposição à poeira contendo sílica esta diretamente relacionada ao aparecimento de novos casos (VIEIRA, 2004).

Em trabalhadores expostos a poeiras de *sílica* e/ou portadores de silicose, a tuberculose e a sílico-tuberculose deverão ser consideradas como doenças relacionadas ao trabalho, do Grupo III da Classificação de Schilling, uma vez que tem sido demonstrada, clínica e epidemiologicamente, que a exposição à sílica pode favorecer a reativação da infecção tuberculosa latente, pois os cristais de sílica no interior dos macrófagos alveolares deprimem sua função fagocitária e aumentam sua destruição (BRASIL, 2001b).

Outras atividades com exposição potencialmente importante, dependendo do teor de sílica livre cristalizada, são trabalho em pedreiras, preparação de mistura a seco na produção de cerâmica branca ou porcelana, extração de minérios, especialmente em minas subterrâneas, fundições de metais usando-se moldes de areia, principalmente no desmonte dos moldes e lixamento das peças ainda com areia aderida à superfície e, ainda, a atividade de construção/reforma de fornos industriais com o corte e lixamento a seco de tijolos refratários (BRASIL, 2001b).

## **2.4 Pneumoconioses**

As pneumopatias relacionadas etiológicamente à inalação de poeiras em ambientes de trabalho são genericamente designadas como pneumoconioses (do grego, *conion* = poeira) (BRASIL, 2006a)

O quadro da figura 20 apresenta uma lista de pneumoconioses com denominações mais específicas, seus agentes etiológicos e sua apresentação anatomopatológica. Ressalte-se que a lista não é exaustiva, não excluindo outras possibilidades etiológicas mais raras, ou ainda não contempladas pela literatura científica (BRASIL, 2006a).

PNEUMOCONIOSE	AGENTE(S) ETIOLÓGICO(S)	PROCESSO ANATOMO-PATOLÓGICO
Silicose	Silica livre	Fibrose nodular
Asbestose	Todas as fibras de asbesto ou amianto	Fibrose difusa
Pneumoconiose do trabalhador do carvão (PTC)	Poeiras contendo carvão mineral e vegetal	Deposição macular sem fibrose ou com diferenciados graus de fibrose
Silicatose	Silicatos variados	Fibrose difusa ou mista
Talcoose	Talco mineral (silicato)	Fibrose nodular e/ou difusa
Pneumoconiose por poeira mista	Poeiras variadas contendo menos que 7,5% de sílica livre	Fibrose nodular estrelada e/ou fibrose difusa
Siderose	Óxidos de ferro	Deposição macular de óxido de ferro associado ou não com fibrose nodular e/ou difusa
Estanose	Óxido de estanho	Deposição macular sem fibrose
Baritose	Sulfato de bário (barita)	Deposição macular sem fibrose

PNEUMOCONIOSE	AGENTE(S) ETIOLÓGICO(S)	PROCESSO ANATOMO-PATOLÓGICO
Antimoniose	Óxidos de antimônio ou Sb metálico	Deposição macular sem fibrose
Pneumoconiose por rocha fosfática	Poeira de rocha fosfática	Deposição macular sem fibrose
Pneumoconiose por abrasivos	Carbeto de silício (SiC)	
Óxido de Alumínio (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	Fibrose nodular e/ou difusa	
Berilioose	Berílio	Granulomatose tipo sarcóide. Fibrose durante evolução crônica
Pneumopatia por metais duros	Poeiras de metais duros (ligas de W, Ti, Ta contendo Co)	Pneumonia intersticial de células gigantes. Fibrose durante evolução
Pneumonites por hipersensibilidade (alveolite alérgica extrínseca)	Poeiras orgânicas contendo fungos, proteínas de penas, pelos e fezes de animais	Pneumonia intersticial por hipersensibilidade (infiltração linfocitária, eosinofílica e neutrofílica na fase aguda e fibrose difusa na fase crônica)

Figura 20 - Pneumoconioses, poeiras causadoras e processos anatomopatológicos subjacentes  
Fonte: (BRASIL, 2006a)

As ocupações que expõem trabalhadores ao risco de inalação de poeiras causadoras de pneumoconiose estão relacionadas a diversos ramos de atividades, como mineração e transformação de minerais em geral, metalurgia, cerâmica, vidros, construção civil (fabricação de materiais construtivos e operações de construção), agricultura e indústria da madeira (poeiras orgânicas), entre outros (BRASIL, 2006a).

Dados epidemiológicos provindos de vários países mostram que o risco de ocorrência de pneumoconiose ainda é um problema mundial, tanto nos países desenvolvidos, quanto nos em vias de desenvolvimento, embora nestes últimos as condições de trabalho e precariedade do controle ambiental e individual da exposição, levem a um risco maior. Na década de 90, por exemplo, foram relatadas epidemias de silicose em países como França, Itália, Holanda, EUA, Canadá e Finlândia, apesar de a mortalidade por silicose nesses países ter decrescido dramaticamente nas últimas décadas. Em países como a África do Sul, na mesma década, a estimativa de ocorrência de silicose entre mineiros era de 20 a 30%. A essa elevada taxa associa-se o elevado risco de tuberculose e as altas prevalências de infecção pelo HIV. Da mesma forma, pesquisadores em países como China, Índia e Brasil, têm publicado resultados de estudos com alta prevalência de silicose, demonstrando a existência do problema e a necessidade de melhoria no diagnóstico e no controle de exposição (BRASIL, 2006a).

Os dados epidemiológicos sobre pneumoconioses no Brasil são escassos e referem-se a alguns desses ramos de atividades em situações focais. Os dados que se dispõe sobre ocorrência de silicose, por exemplo, dão uma idéia parcial da situação de risco relacionada a esta pneumoconiose. A maior casuística nacional de silicose provém da mineração de ouro subterrânea de Minas Gerais, na qual já foram registrados cerca de quatro mil casos (BRASIL, 2006a).

Dados recentes de estimativa de expostos à sílica no Brasil apontam que para o período de 1999 a 2000, cerca de 1.815.953 trabalhadores vinculados a empregos formais, estavam expostos à sílica por mais de 30% de sua jornada de trabalho (BRASIL, 2006a).

Para que ocorra pneumoconiose é necessário que o material particulado seja inalado e atinja as vias respiratórias inferiores, em quantidade capaz de superar os mecanismos de depuração: o transporte mucociliar, transporte linfático (conhecidos como clearance) e a fagocitose pelos macrófagos alveolares. O transporte mucociliar é predominantemente realizado pelo sistema mucociliar ascendente (80%), através do sistema ciliar a partir dos bronquíolos terminais. Cerca de 20% do transporte pulmonar é realizado pelo sistema linfático, que recebe partículas livres ou fagocitadas por macrófagos alveolares. As pneumoconioses são doenças por inalação de poeiras, substâncias que o organismo pouco consegue combater com seus mecanismos de defesa imunológica e/ou leucocitária, diferentemente do que ocorre com microorganismos que podem ser fagocitados, digeridos ou destruídos pela ação de anticorpos e de células de defesa por meio das enzimas lisossomais e outros mecanismos.

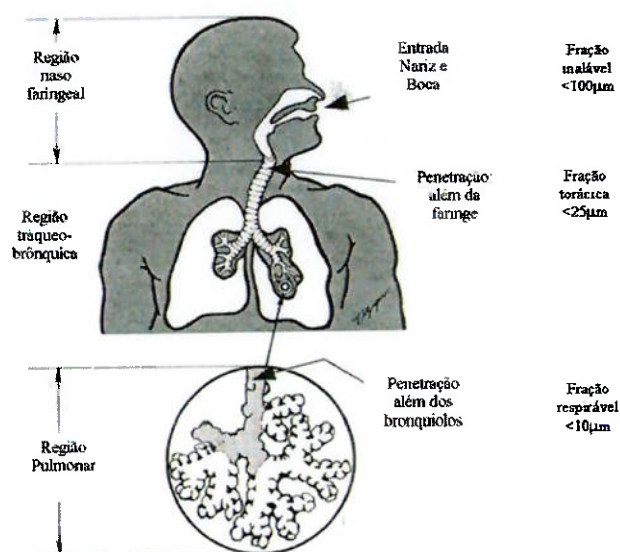


Figura 21 – Principais regiões do trato respiratório  
Fonte: (BON, 2006)

Para ter eficácia em atingir as vias respiratórias inferiores as partículas devem ter a mediana do diâmetro aerodinâmico inferior a  $10\mu\text{m}$ , pois acima deste tamanho são retidas nas vias aéreas superiores, conforme ilustra a figura 21. A fração respirável ( $<5\mu\text{m}$ ) tem maior chance de se depositar no trato respiratório baixo (bronquíolos terminais e respiratórios e os alvéolos), e dar início ao processo inflamatório que, se perpetuado pela inalação crônica e/ou em quantidade que

supera as defesas, pode levar à instalação das alterações pulmonares. Partículas com diâmetros de 5 a 10 $\mu$ m, embora em menor proporção, também têm condição de se depositar nessas regiões e produzir doença.

As reações pulmonares à deposição de poeiras inorgânicas no pulmão vão depender das características físico-químicas do aerossol (como por exemplo: partículas menores e recém-fraturadas de sílica, fibras mais finas e longas, no caso do asbesto, são mais lesivas) da dose (que depende, entre outros, da concentração no ar inalado, do volume/minuto e do tempo de exposição), presença de outras poeiras, de doenças pulmonares prévias, podendo ser moduladas por fatores imunológicos individuais e em muitos casos pelo tabagismo (BRASIL, 2006a).

#### 2.4.1 Silica e Silicose

A silicose é uma pneumoconiose de maior ocorrência no Brasil, responsável pelo enrijecimento progressivo do tecido pulmonar, podendo predispor à tuberculose ou causar câncer. Trata-se de uma doença que após se instalar não tem como regredir e apresenta sintomas clínicos tais como perda de capacidade respiratória (falta de ar) e dor pulmonar (CAPITANI, 2006).

Esta doença torna-se ainda mais complexa para sua prevenção pelo seu desenvolvimento lento (excetuando-se os casos de silicose aguda e sub-aguda) e tem o poder de progredir independentemente da exposição continuada, de modo que, geralmente, se diagnosticam os casos após o trabalhador já se encontrar afastado. A precariedade e a ausência de medidas de controle de exposição a poeiras, bem como a falta de conscientização de empregadores e trabalhadores agrava ainda mais a situação relatada. (SOUTO et al., 2005)

Silicose é uma pneumoconiose caracterizada pela deposição de poeiras no pulmão, com reação tissular decorrente causada pela inalação de sílica livre (quartzo, SiO<sub>2</sub> cristalizada) (BRASIL, 2006a).

São fatores de risco de natureza ocupacional a silicose é causada pela inalação de partículas de sílica livre (quartzo, sílica cristalizada,  $\text{SiO}_2$ ). Constituem fatores de risco de adoecimento dependentes da exposição ocupacional (BRASIL, 2001b).

- Concentração total de poeira respirável;
- Dimensão das partículas (as menores de 10  $\mu\text{m}$  podem atingir os alvéolos);
- Composição mineralógica da poeira respirável (em % de *sílica livre*);
- Tempo de exposição.

A silicose pode apresentar-se em três formas (BRASIL, 2001b).

- a) SILICOSE AGUDA: forma rara, associada à exposição maciça à sílica livre, em jateamento de areia ou moagem de quartzo puro, levando à proteinose alveolar pulmonar associada a infiltrado intersticial inflamatório. Normalmente aparece dentro dos cinco primeiros anos de exposição com sobrevida em torno de um ano;
- b) SILICOSE SUBAGUDA: alterações radiológicas precoces, após cinco anos de exposição. As alterações radiológicas são de rápida evolução, apresentando-se inicialmente como nódulos que, devido ao componente inflamatório, evoluem para conglomeração e grandes opacidades. Os sintomas respiratórios são precoces e limitantes. Encontrada, no Brasil, em cavadores de poços;
- c) SILICOSE CRÔNICA: latência longa, cerca de dez anos após o início da exposição. Radiologicamente nota-se a presença de nódulos que podem evoluir para grandes opacidades com a progressão da doença. Os sintomas aparecem nas fases tardias.

A silicose se apresenta assintomática no início. Com a progressão das lesões, aparece dispnéia aos esforços e astenia. Nas fases avançadas, leva à insuficiência respiratória, dispnéia aos mínimos esforços e em repouso.



Não há tratamento específico para a silicose. Dada a possibilidade da progressão, o trabalhador deve ser imediatamente afastado da exposição. Recomenda-se a suspensão do tabagismo. O transplante pulmonar pode ser indicado em casos selecionados (BRASIL, 2001b).

A história das doenças causadas por poeiras minerais é antiga. Foram denominadas pneumoconioses por Zenker, em 1866, e o nome específico para a silicose foi dado por Visconti, em 1870. Em 1900, o patologista londrino Montague Murray descreveu o que conhecemos hoje como asbestose e Fahr, em 1906, relatou a presença de corpos asbestóticos ou corpos ferruginosos em trabalhadores expostos ao asbesto ou amianto. No Brasil, as principais pneumoconioses são: a silicose, asbestose, pneumoconiose de poeira mista, talcose, por metais pesados, do carvão, silicatose, siderose, baritose, estanhose. A silicose é mais freqüente e relevante, seguindo-se a asbestose. Estima-se, na década de 90, haver 6.600.000 trabalhadores expostos à sílica, dos quais 500.000 em mineração e garimpo, 2.300.000 na indústria de transformação e 3.800.000 na construção civil. Para o amianto não existem estimativas publicadas quanto à exposição, mas admite-se a existência de 240.000 expostos apenas nas indústrias de fibrocimento e freios. Por essas informações evidencia-se a importância de estudar essas doenças aproveitando-se dados existentes, mesmo quando estes não representem a totalidade dos eventos em foco (CASTRO et al., 2003).

O principal sintoma da silicose complicada é a dispnéia progressiva e incapacitante. Nas fases avançadas da doença, pode apresentar quadro de franca insuficiência respiratória, perda de peso e fraqueza, ficando o paciente suscetível a infecções do trato respiratório inferior. A principal complicação da silicose é a tuberculose. Esta associação agrava a evolução da pneumoconiose. (FERREIRA et al (2006).

No Brasil, em função da multiplicidade de atividades extrativistas e industriais, existe um número elevado de trabalhadores expostos às poeiras minerais capazes de produzir essas doenças, constituindo um problema de saúde pública. A principal pneumoconiose no país, do ponto de vista epidemiológico e de Saúde Pública, é a



silicose, causada pela exposição à poeira de sílica livre ou dióxido de silício (SiO<sub>2</sub>) em sua forma cristalizada (CASTRO et al. 2007)

Castro et AL. (2007) apresentam o resultado do estudo da frequência e distribuição de pneumoconioses no Brasil e suas unidades federadas, através de levantamento das internações hospitalares por pneumoconiose no período entre 1993 e 2003, e levantam a possibilidades de estas internações estarem relacionadas ao processo de trabalho de cada região, conforme mapa da figura 22.

Das onze pneumoconioses registradas, destacam-se cinco, conforme a codificação das causas das internações hospitalares e a Classificação Internacional de Doenças (CID): Pneumoconiose dos Trabalhadores Expostos ao Carvão (códigos 500 e J60), Pneumoconiose devido a outras sílicas e silicatos (Silicose) (502 e J62.8), Pneumoconiose derivada de outras poeiras inorgânicas (503 e J63.8), Pneumoconiose não especificada (505 e J64) e Pneumoconiose associada à tuberculose (J65).

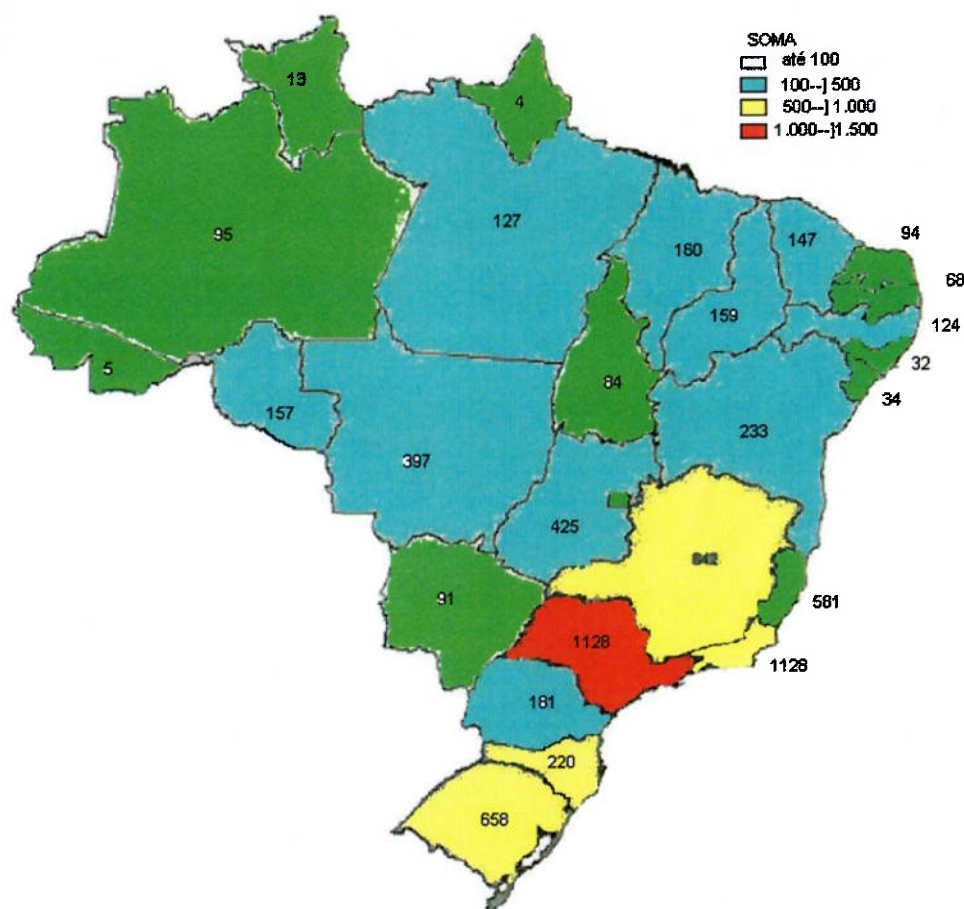


Figura 22 - Número total de internações hospitalares por pneumoconioses no Brasil e nos estados no período entre 1993 e 2003  
Fonte: (CASTRO et al., 2007)

O mesmo estudo apresenta a distribuição percentual por faixa etária das internações por pneumoconioses.

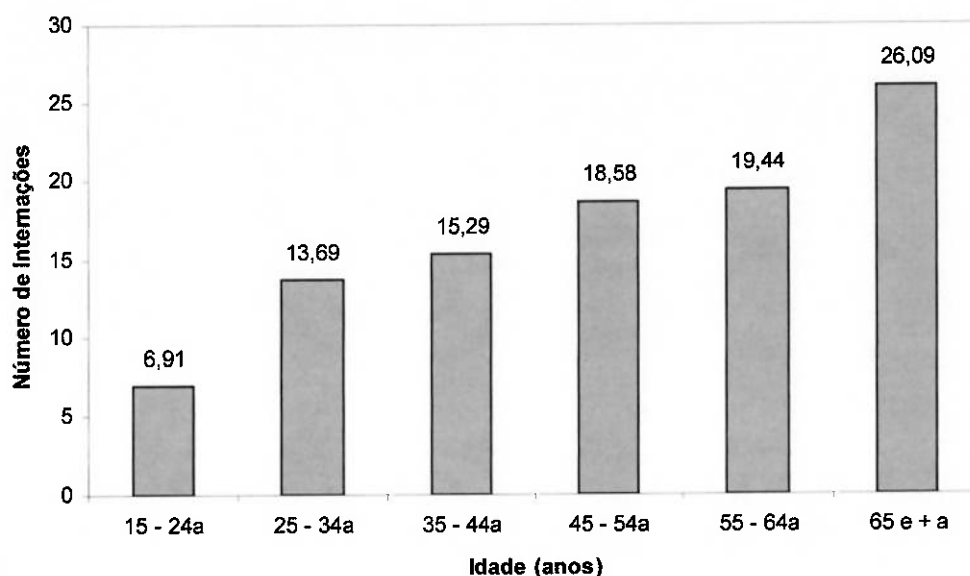


Figura 23 - Número total de internações hospitalares por pneumoconioses no Brasil e nos estados no período entre 1993 e 2003  
Fonte: (CASTRO et al., 2007)

O estudo destaca que 60% das internações ocorrem em pessoas acima de 45 anos de idade, tendência esperada e que pode ser explicada pelo longo período de latência da doença e pelo próprio processo de adoecimento, em geral mais grave nos idosos (CASTRO et al., 2007)

## 2.5 Controle de Exposição à Poeira

Muitas são as técnicas para promover a redução dos acidentes e das doenças no trabalho com conseqüências diretas para o empregado, para o empregador e para a sociedade, resultando em uma melhor qualidade de vida. Dentre essas técnicas, a abordagem de sistema de gestão da segurança e saúde no

trabalho é a que mais tem se destacado entre as organizações nos últimos anos (VIEIRA, 2004).

Para Vieira (2004) existem sistemas de gestão que as empresas buscam de forma voluntária, os quais se caracterizam por incorporarem princípios da melhoria contínua de processos e permitirem uma integração com outros sistemas de gestão da empresa. Demonstram dessa forma o comprometimento da alta direção com o atendimento das disposições da política e dos objetivos da segurança e saúde.

Não é o caso da maioria de nossas empresas, onde o atendimento aos requisitos compulsórios estabelecidos nos diplomas legais, na maioria das vezes não são cumpridos. Conforme Aquino (2003, p.15) apud Vieira (2004), “a ocorrência de acidentes de trabalho, em muitos casos, é consequência da falta de aplicação de medidas eficazes de controle dos riscos existentes nos ambientes de trabalho”.

As citadas medidas de controle são compulsórias pois estão estabelecidas em requisitos legais, como a Constituição Federal , Consolidação das Leis do Trabalho, Leis 6.514, de 22 de dezembro de 1977 e Normas Regulamentadoras (NR), do ministério do Trabalho em Emprego (MTE).

Segunda o Manual de Referência em Marmorarias (BRASIL, 2008b) existem várias as medidas de controle a exposição ocupacional do trabalhador à poeira da sílica que podem ser adotadas. As medidas podem ser de caráter coletivo, relacionadas ao local e ao processo de trabalho, e de caráter administrativo e pessoal. Em geral, é necessário adotar um conjunto delas para prevenir a silicose.

As principais medidas coletivas são: modificações nos processos de produção, nas máquinas e nas ferramentas; implantação de umidificação nas operações que geram poeira; instalação de sistemas de ventilação local exaustora; isolamento ou enclausuramento de fontes geradoras de poeira; implantação de programa de manutenção, entre outras (BRASIL, 2008b).

As principais medidas administrativas e pessoais são: exames médicos; orientação aos trabalhadores; implantação de procedimentos de segurança e de

boas práticas de trabalho; implantação de programa de proteção respiratória; utilização de equipamentos de proteção individual; manutenção da organização e da limpeza; sinalização de advertência, entre outros.

Outras medidas de segurança e proteção em atividades de mineração são definidas pela NR 22, da Portaria/ MTb n.º 3.214/1978.

A utilização de areia para jateamento, em processos de manutenção de estruturas metálicas e outras, deve ser substituída por outras tecnologias, a exemplo do que já ocorre em alguns estados e municípios do Brasil. Tal substituição poderá ser estabelecida por meio da aprovação de leis ou portarias estaduais ou municipais.

Para Gruenzner (2003) atividades como as que ocorrem em pedreira, com grande geração de poeira, o controle da exposição deveria ser considerado prioridade para as empresas e para os trabalhadores, assim como para a sociedade em geral, dada a propriedade carcinogênica da sílica e a silicose ser uma doença irreversível. Para ele:

As medidas de controle de engenharia observados para redução da poeira na pedreira consistem em métodos de umedecimento e de ventilação local exaustora na perfuração primária da rocha, aspersão de água diretamente sobre as rochas na britagem e nas vias de transporte, e enclausuramento (cabina com ar condicionado) nas máquinas de carregamento e caminhões de transporte. (Gruenzner, 2003)

### **2.5.1 Equipamento de proteção respiratória**

Quando os controles de engenharia não são aplicáveis ou não são suficientes por razões técnicas ou econômicas, quando são inviáveis ou quando medidas coletivas estão sendo implantadas, pode ser necessário utilizar respiradores (TORLONI, VIEIRA, 2003). Estes equipamentos variam quanto à concepção, às aplicações e ao nível de proteção que podem proporcionar ao usuário.

A forma mais barata ou mais conveniente ainda é a utilização de EPI, ou seja, uma medida de uso pessoal. A utilização de respirador como equipamento de proteção respiratória é uma medida paliativa, impondo restrições individuais, por vezes desconfortáveis, e com eficiência questionável, pois depende fundamentalmente do comportamento individual para o uso correto desse equipamento. (GRUENZNER, 2003).

A empresa deve fornecer aos trabalhadores, gratuitamente, os equipamentos de proteção individual com Certificado de Aprovação (CA) emitido pelo órgão competente em Segurança e Saúde no Trabalho do Ministério do Trabalho e Emprego, conforme a Norma Regulamentadora NR-6 - Equipamento de Proteção Individual (EPI) (SEGURANÇA, 2007), sendo de fundamental importância a sua qualidade, eficiência, adaptação ao rosto do trabalhador, e também a manutenção adequada e periódica.

Os trabalhadores deverão utilizar o equipamento de proteção respiratória (respiradores/ máscaras) em todas as atividades realizadas onde houver exposição a poeira de sílica, conforme o Quadro II da Instrução Normativa Nº 01 de 11/4/1994, nas seguintes situações:

- Enquanto a umidificação no processo de acabamento não estiver completamente implantada e ainda forem executadas operações a seco, deve ser utilizado respirador do tipo peça facial inteira com filtro P3;
- Após a implantação da umidificação e quando o monitoramento da exposição indicar que as concentrações de sílica cristalizada presentes na névoa de água formada no processo forem superiores ao nível de ação, correspondente a metade do limite de exposição ocupacional, poderá ser utilizado respirador do tipo peça semifacial com filtro P3 ou um respirador do tipo peça semifacial filtrante do tipo PFF3 (máscara descartável) (TORLONI et al., 2002).

A empresa deve oferecer equipamentos de proteção respiratória que permitam o melhor ajuste ao rosto de cada operador (peça facial inteira, semifacial ou máscara descartável), de modo a proporcionar uma vedação adequada e conseqüentemente a proteção necessária com esse tipo de medida de controle. A

utilização dos respiradores deve fazer parte de um programa de proteção respiratória (BRASIL, 1994).

Na exposição à sílica, as máscaras protetoras respiratórias devem ser utilizadas como medida temporária, em emergências. Quando as medidas de proteção coletivas forem insuficientes, essas deverão ser cuidadosamente indicadas para alguns setores ou funções. Os trabalhadores devem ser treinados apropriadamente para sua utilização (BRASIL, 2008b).

As máscaras devem ser de qualidade e adequadas às exposições, com filtros químicos ou de poeiras, específicos para cada substância manipulada ou para grupos de substâncias passíveis de ser retidas pelo mesmo filtro. Os filtros devem ser rigorosamente trocados conforme as recomendações do fabricante. A Instrução Normativa/ MTb nº 1/1994 estabelece regulamento técnico sobre o uso de equipamentos para proteção respiratória (BRASIL, 1994).

Um respirador é um dispositivo para uso individual, posicionado próximo à zona respiratória do usuário. A maneira através da qual esses equipamentos eliminam ou diminuem o risco de exposição indevida a agentes químicos baseia-se fundamentalmente na utilização de uma cobertura das vias respiratórias ou peça facial que isola o usuário do ar contaminado e de um sistema de purificação composto por filtros, ou de suprimento de ar respirável externo ao ambiente contaminado (TORLONI e VIEIRA, 2003).

Tais equipamentos podem ser divididos em duas grandes classes conforme a Torloni, Vieira (2003): os purificadores de ar e os de adução de ar, conforme figura 24. Cada uma dessas classes possui uma diversidade de respiradores que oferece aos usuários níveis de proteção e conforto diferenciados.

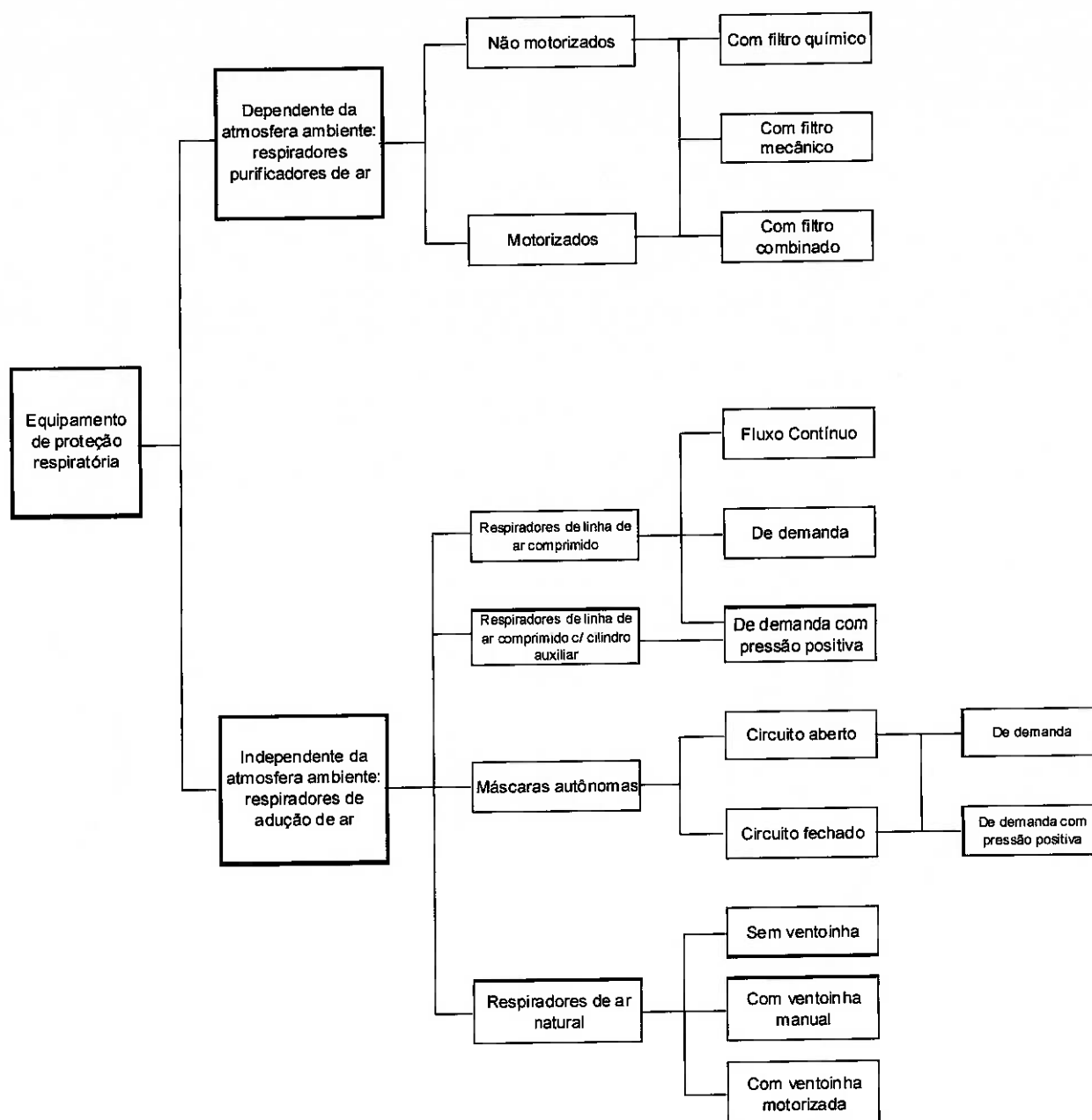


Figura 24 - Classificação dos equipamentos de proteção respiratória  
Fonte: TORLONI, VIEIRA (2003)

Os respiradores purificadores de ar são também denominados dependentes da atmosfera ambiente. Neles o ar ambiente, antes de ser inspirado, passa através de filtro com o objetivo de remover os contaminantes.

Nos respiradores purificadores não motorizados, o ar atravessa o filtro durante a inspiração pela ação pulmonar do usuário, já naqueles motorizados o ar atravessa o filtro devido à ação de uma ventoinha que é acionada por um motor

elétrico. As figuras 25 a 27 ilustram alguns modelos de respiradores purificadores de ar não motorizados.



Figura 25 - Respirador purificador de ar com peça semifacial filtrante (PFF)  
Fonte: 3M do Brasil - <http://solutions.3m.com.br>



Figura 26 - Respirador purificador de ar tipo peça um semifacial com filtro combinado para particulados e químico  
Fonte: 3M do Brasil - <http://solutions.3m.com.br>





Figura 27 - Respirador purificador de ar tipo peça facial inteira com filtro químico  
Fonte: 3M do Brasil - <http://solutions.3m.com.br>

Os respiradores de adução de ar por sua vez fornecem ao usuário ar ou outro gás respirável proveniente de uma atmosfera independente do ambiente, devendo o ar ser de qualidade respirável. A figura 25 ilustra um modelo de respirador de adução de ar tipo máscara autônoma de circuito fechado.



Figura 28 - Respirador de ar tipo máscara autônoma  
Fonte: MSA do Brasil - <http://http://media.msanet.com>

### **2.5.1.1 Filtros**

Os filtros são elementos associados aos respiradores com o objetivo de reter o contaminante existente em suspensão no ar ambiente durante a respiração. São classificados em filtros para aerodispersóides, também conhecidos como filtros para particulados e filtros químicos destinados a reter gases e vapores específicos contidos no ar (TORLONI, VIEIRA, 2003).

O desempenho de um filtro esta associado a sua capacidade de capturar e reter as partículas que passam por ele durante o processo de respiração do usuário (partículas sólidas ou líquidas. No caso dos filtros para particulados a norma brasileira NBR 13697 estabelece as classificações: P1, P2 e P3, ou quando os filtros se apresentam na forma de peça semifacial filtrante (PFF) os mesmos são divididos nas classes PFF-1, PFF-2 e PFF-3 (TORLONI, VIEIRA, 2003).

No caso dos filtros químicos, sua atuação ocorre através da remoção de gases e vapores contidos no ar devido à interação das moléculas do gás ou vapor com o material que compõem o filtro. Estes filtros são classificados, conforme a NBR 13696, em tipos e classes. A classe esta relacionada à máxima concentração de uso do filtro e o tipo a características do agente químico, como: vapores orgânicos, gases ácidos, amônia (TORLONI, VIEIRA, 2003).

### **2.5.1.2 Proteção oferecida pelos respiradores**

Todos estes respiradores em suas classes e tipos oferecem níveis de proteção diferenciados ao usuário. Estes níveis de proteção são definidos como fator de proteção atribuído.

Entende-se por fator de proteção atribuído (FPA) dos equipamentos de proteção respiratória o nível mínimo de proteção respiratória que se espera alcançar no local de trabalho, para uma percentagem especificada de usuários treinados, proporcionado por um respirador apropriado, ou classe de respiradores, em bom estado de conservação e ajustado corretamente no rosto. A máxima concentração

de uso de um respirador é obtida, geralmente, multiplicando o limite de exposição do contaminante pelo FPA. Para Torloni e Vieira (2003) é através do FPA que os respiradores devem ser selecionados conforme exige a Instrução Normativa que criou o Programa de Proteção Respiratória (PPR) e somente proporcionará ao seu usuário o nível de proteção respiratória previsto pelo FPA se forem obedecidos todos os requisitos do PPR:

1. se o respirador for aprovado para a finalidade de uso pretendido;
2. se o respirador for adequado ao risco, isto é, selecionado de acordo com os critérios definidos;
3. se o respirador tiver tamanho e formato adequado ao rosto de cada usuário, o que deve ser verificado através de um dos ensaios de vedação facial no respirador selecionado;
4. se o respirador estiver bem ajustado no rosto, o que deve ser confirmado pela verificação de vedação facial;
5. se o respirador for utilizado corretamente;
6. se o usuário não omitir o uso enquanto permanecer na área contaminada;
7. se o usuário estiver bem treinado;
8. se o respirador estiver em perfeitas condições de uso;
9. se o usuário tiver condições de saúde adequadas;
10. se o uso for monitorado continuamente.

No entanto, a eficácia do respirador está relacionada ao seu fator de proteção efetivo (FPE), que pode ser entendido como sendo a real proteção oferecida durante o tempo em que o mesmo foi utilizado no ambiente contaminado. Este fator leva em conta o efeito do tempo durante o qual o usuário do respirador omite o uso do mesmo enquanto permanece na área de risco, que por menores que sejam, comprometem significativamente o nível de proteção efetivo proporcionado por um equipamento de proteção respiratória e, conseqüentemente, sua eficácia (TORLONI, VIEIRA, 2003).

### 2.5.1.3 Seleção do Respirador

A seleção de respiradores no Brasil para uso em situações rotineiras, não rotineiras e para situações de emergência obedece a um processo lógico descrito no documento PPR (TORLONI, 2002), onde também estão contidas instruções técnicas para um profissional habilitado implementar e administrar um programa de proteção respiratória (PPR). O risco de exposição varia de acordo com o ambiente de trabalho, com as tarefas executadas, contaminantes presentes e com o perfil da exposição. Os critérios de seleção de respiradores para uso rotineiro devem ser seguidos nas situações onde exista exposição contínua a agentes químicos e conseqüente necessidade de uso de um equipamento de proteção respiratória (EPR). No caso da exposição à poeira de sílica cristalizada é necessário seguir as recomendações estabelecidas no Anexo 7 do citado documento, que leva em consideração, além da concentração do contaminante no ambiente, o diâmetro aerodinâmico médio mássico da sílica, ou seja, o tamanho da partícula.

Segundo TORLONI (2002) no roteiro geral de seleção apresentado no item 4.2.2.2 do PPR, ao se atingir o passo c, lê-se "*se existir regulamentos ou legislação específica para a seleção de respirador para um contaminante específico, siga-a*". A Instrução Normativa que criou o PPR apresenta no Quadro II, transcrito na tabela 1, os respiradores que devem ser utilizados para contaminantes que contenham sílica cristalizada.

Para utilizar esta tabela é necessário que se tenha o profissional que irá especificar o respirador tenha efetuado a quantificação ambiental da exposição à poeira contendo sílica cristalizada.

CONCENTRAÇÃO AMBIENTAL	EQUIPAMENTO
Até 10 vezes o limite de tolerância	Respirador com peça semifacial ou peça facial filtrante (PFF) Filtros P1, P2 ou P3, de acordo com o diâmetro aerodinâmico das partículas <sup>(1)</sup>
Até 50 vezes o limite de tolerância	Respirador com peça facial inteira com filtro P2 ou P3 <sup>(1)</sup> Respirador motorizado com peça semifacial e filtro P2 Linha de ar fluxo contínuo e peça semifacial Linha de ar de demanda e peça semifacial com pressão positiva
Até 100 vezes o limite de tolerância	Respirador com peça facial inteira com filtro P2 ou P3 <sup>(1)</sup> Linha de ar de demanda com peça facial inteira Máscara autônoma de demanda
Até 1000 vezes o limite de tolerância	Respirador motorizado com peça facial inteira e filtro P3 Capuz ou capacete motorizado e filtro P3 Linha de ar de demanda e peça facial inteira com pressão positiva Máscara autônoma de pressão positiva
Maior que 1000 vezes o limite de tolerância	Linha de ar de demanda e peça facial inteira com pressão positiva e cilindro de fuga Máscara autônoma de pressão positiva

(1) Para diâmetro aerodinâmico médio mássico maior ou igual a 2,0 µm podem ser utilizados filtros classe P1, P2 ou P3. Para diâmetro menor que 2 µm, devem ser utilizados o de classe P3.

Figura 29 – Recomendações de seleção de EPR para sílica cristalizada  
Fonte: TORLONI e VIEIRA, 2003 p. 342

## 2.6 Programa Nacional de Eliminação da Silicose

O Programa Nacional de Eliminação da Silicose (PNES) tem por objetivo geral a eliminação da silicose como problema de saúde pública dentro de 25-30 anos, atuando em setores com risco reconhecido de exposição à sílica e que tenham importância epidemiológica. Para tanto, foram criados quatro grupos setoriais: Indústria extrativa mineral e beneficiamento de minérios; Indústria metalúrgica e jateamento com areia; Indústria de vidro e da cerâmica e Indústria da construção. (SOUTO et al., 2005)

O PNES tem por objetivos obter uma redução significativa nas taxas de incidência de silicose em prazos medianos (2010-2015) e eliminar a silicose como problema de saúde pública por volta de 2030 (BRASIL, 2008a). Para isto foram estabelecidas ações específicas, como o desenvolvimento de Políticas governamentais e legislação, Informação e bancos de dados, Capacitação e produção de material técnico e Estudos e pesquisas.

Entre as ações destaque para a proibição de jateamento de areia e o trabalho junto aos fabricantes de equipamentos para adequar a proteção na emissão de poeiras.

Uma ação resultante do PNES foi a edição da Portaria 99 de outubro de 2004 do Ministério do Trabalho e Emprego, que proibiu, em todo o território nacional, as atividades de jateamento de areia de qualquer tipo a partir de janeiro de 2005. Trata-se de importante decisão desse Ministério num esforço conjunto, interministerial, dentro do Programa Nacional de Eliminação da Silicose (PNES), iniciado em 2002, e que tem por objetivo principal desenvolver ações em quatro grandes frentes: definição e implementação de legislações específicos; construção de banco de dados nacional sobre exposição à sílica e silicose; qualificação de recursos humanos e produção de material técnico-científico nacional de qualidade; e desenvolvimento de estudos e pesquisas específicas por ramo de atividade. O Programa Nacional de Eliminação da Silicose solicita e incentiva a participação de todos os interessados na

questão, por adesão individual e institucional nos diversos projetos e subprogramas (BRASIL, 2003).

No âmbito da difusão de informações destaque para a edição do Manual do Trabalhador sobre a exposição a sílica (KULCSAR Neto, 1998), um documento educativo e de esclarecimentos sobre os riscos e a doença bem como meios e estratégias que devem ser adotadas para sua prevenção.

Cite-se também a criação e atualização do site da Fundacentro sobre sílica e silicose (BRASIL, 2008a) a capacitação e produção de material técnico para os profissionais de saúde da rede pública e privada, a realização de estudos técnico-epidemiológico fortalecendo os projetos em andamento no país e a criação de grupos setoriais, facilitando a discussão sobre problemas específicos, como o da Mineração, Garimpo e Lapidação, Cerâmicas, Mármore e Granitos, Fundições e Metalurgia e o da Construção Civil.

## **2.7 Programa de Proteção Respiratória - PPR**

Com o objetivo de disciplinar o assunto sobre proteção respiratória, devido às dúvidas suscitadas sobre o tema e buscando também estabelecer os parâmetros para a utilização destes equipamentos, e em especial obter a diminuição das doenças respiratórias adquiridas pelos trabalhadores em seus ambientes de trabalho, o MTE instruiu por meio da IN n.º 1, de 11/04/1994, que em todo local onde for necessário o uso de equipamentos de proteção respiratória, esses devem ser utilizados segundo as recomendações contidas no Programa de Proteção Respiratória publicado pela FUNDACENTRO (BRASIL, 1994). Apresenta e estabelece em forma de regulamento técnico um conjunto de medidas que o empregador deve adotar com a finalidade de adequar a utilização dos equipamentos de proteção respiratória – EPR, quando necessário para complementar as medidas de proteção coletivas, com a finalidade de garantir uma completa proteção ao trabalhador contra os riscos existentes nos ambientes de trabalho.

Atendendo a essa instrução, no ano de 2002 é lançada pela Fundacentro a edição do Programa de Proteção Respiratória – Recomendações, Seleção e Uso de Respiradores (TORLONI, 2002). A publicação divulga práticas aceitáveis para usuários de respiradores, fornece informações e orientações sobre o modo apropriado de selecionar, usar e cuidar dos respiradores, além de conter os requisitos para o estabelecimento e melhorias de um Programa de Proteção Respiratória (PPR). As recomendações abrangem o uso de equipamentos de proteção respiratória, cuja finalidade é a de dar a proteção contra a inalação de contaminantes nocivos do ar e contra a inalação de ar com deficiência de oxigênio na atmosfera do ambiente de trabalho.

Torloni e Vieira (2003), destacam que o PPR visa adequar o uso dos respiradores, de modo a complementar outras medidas de controle existentes e também em situações como manutenção, operações de fabricação, de limpeza, de construção e desmontagem, emergências e incêndios.

O PPR deve ser adotado em todo local em que for necessário o uso de qualquer tipo de respirador, porque conforme Torloni e Vieira (2003, p. 486) “é pouco provável que equipamentos empregados fora das recomendações contidas no PPR resultem em algum benefício para a saúde”. Além disso, deve ser um dos itens do Programa de gerenciamento de riscos – PGR estabelecido na NR 22 para as empresas de mineração (SEGURANÇA, 2007).

Segundo Vieira (2004) as pesquisas quanto ao uso eficiente de equipamentos de proteção respiratória adequados na mineração não são recentes. Cita que em 1910, nos Estados Unidos, o Bureau of Mines e o Mine Safety and Health Administration (MSHA) já estavam buscando especificar, de forma mais adequada, a proteção respiratória aos trabalhadores da mineração.

Em estudo de avaliação de um PPR implantado em uma mina subterrânea de ouro Vieira (2004) conclui que o PPR da empresa avaliada apresenta algumas deficiências quando avaliado conforme o modelo de avaliação sugerido pelo PPR da FUNDACENTRO.



Vieira (2004) destaca que uma das principais finalidades do uso de equipamento de proteção respiratória pelos trabalhadores da mineração é prevenir a ocorrência da inalação de poeiras que contenham sílica. Ressalta a importância de que a simples indicação de uso de um equipamento de proteção respiratória, para qualquer trabalhador, não irá garantir a sua proteção.

Na seleção do respirador, devem ser consideradas, primeiramente, as medidas de controle coletivo, já adotadas pelo empregador, a adequação técnica do equipamento ao risco da exposição, a eficiência necessária e o conforto (segundo a avaliação do próprio trabalhador que irá utilizá-lo no seu dia-a-dia) (VIEIRA, 2004).

Vieira (2004) destaca com propriedade, que o Programa de Proteção Respiratória (PPR) visa, no seu âmbito maior, o estabelecimento de alguns procedimentos a fim de garantir aos usuários de respiradores a proteção máxima e o melhor conforto oferecido pelo equipamento e que como forma de garantir a continuidade da eficácia do programa implantado, um sistema de avaliação deve ser estabelecido.

Com aplicação de princípios de proteção respiratória e controles de medicina do trabalho podem-se reduzir esses riscos. É importante que haja avaliação do serviço de engenharia, segurança e medicina do trabalho (SESMT), determinando o grau de risco e os tipos de equipamentos de proteção individual (EPI) que o trabalhador necessita para cada local e função que ele venha exercer. Fazer o controle periódico da saúde do trabalhador, para realizar o remanejamento do mesmo se houver necessidade.

Proporcionar treinamento quanto ao uso de EPI e salientar sua importância, "todo dispositivo ou produto, de uso individual utilizado pelo trabalhador, destinado à proteção de riscos suscetíveis de ameaçar a segurança e a saúde do trabalho" (BRASIL, 1978). Estas ações seguramente requerem um trabalho multidisciplinar com intenso envolvimento do SESMT, para obter êxito operacional.

Da mesma forma Haag (2001, p.20) apud Fagundes (2008) destaca que a importância do SESMT em "Aplicar os conhecimentos da engenharia de segurança e

da medicina do trabalho e a todos os seus componentes, inclusive máquinas e equipamentos, visando eliminar ou reduzir os riscos à saúde do trabalhador”.

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

Para desenvolver este estudo inicialmente realizamos uma revisão bibliográfica abordando as palavras sílica, silicose, programa de proteção respiratória e mineração de brita em pedreiras.

O passo seguinte compreendeu a elaboração de um questionário com algumas perguntas que possibilitassem ao pesquisador identificar se as empresa atendiam aos requisitos do PPR conforme recomendações da Fundacentro.

Este questionário sofreu alguns ajustes conforme o desenvolvimento da pesquisa e com resultado das visitas as empresas, pois devido ao baixo nível de implantação do programa, ou a inexistência de um documento formal, o foco da pesquisa foi alterado. Procuramos evidenciar a sua existência ou não nessas empresas e o atendimento a alguns requisitos legais, como a existência do PPRA, PCMSO, PGR e PPR.

Foram visitadas sete pedreiras, onde foi possível conhecer as operações unitárias de desmonte e processamento da rocha para a obtenção da pedra britada. As visitas possibilitaram conhecer equipamentos, maquinário e técnicas utilizadas, sendo possível filmar e fotografar as diversas etapas do processo.

Foi possível identificar os riscos ocupacionais associados às diversas fases do processo de britagem, através da associação dos conhecimentos obtidos na fase escolar e em conversas com os gerentes, operadores de máquinas e trabalhadores.

Inicialmente procuramos apresentar para o representante das empresas quais eram os objetivos da pesquisa, a sua extensão e os possíveis resultados. De modo geral a recepção foi boa, porém observamos que sempre havia preocupação das empresas em que alguém estivesse observando algo que não estava dentro dos padrões estabelecidos, situação que sempre procuramos minimizar através do esclarecimento sobre a importância da empresa melhor conhecer os requisitos legais e gradativamente fazer sua implantação de modo a melhorar as condições de trabalho.

Como resultado da pesquisa foi possível fazer uma tabela e traçar um perfil da situação das pedreiras quanto à implantação de ações de saúde e segurança respiratória.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Este estudo permitiu coletar dados que possibilitaram avaliar se as empresas possuem um programa de proteção respiratória (PPR) conforme as recomendações da e se havia o atendimento a outros requisitos legais como PGR, PPRA e PCMSO.

Para a coleta de dados foi utilizado o formulário apresentado no apêndice 1 e os resultados apresentados na tabela da figura 30.

Item	Programas existentes na empresa	Sim	Não
1	PPRA	6	1
2	PCMSO	6	1
3	PGR	0	7
4	PPR	0	7
4	Foi realizada avaliação da exposição ocupacional a poeira de sílica	1	6
4.1	Existe critério para seleção do respirador	1	6
4.2	Existe programa de treinamento para os usuários de respiradores	1	6
4.3	Os respiradores são adequadamente armazenados	0	7
4.4	São realizados ensaios de vedação	0	7
4.5	Respirador é utilizado em tempo integral	0	7
4.6	A troca do respirador é realizada periodicamente	1	6
4.7	Sistema de controle de poeira	4	3
4.8	Umidificação	4	3
4.9	Exaustão	0	7
4.10	Enclausuramento de máquinas	3	4
4.11	Treinamento	2	5
4.12	Exame médico periódico	6	1
4.14	Existe uma política quanto ao uso de barbas	0	7

Figura 30 – Resumo das avaliações realizadas nas empresas

Em relação à existência de programas estabelecidos compulsoriamente pela legislação observa-se que existe dificuldade por parte nas empresas em estabelecer tais programas, ou pelo desconhecimento da legislação ou pela falta de fiscalização dos órgãos competentes. Mesmo em relação aqueles que são mais corriqueiros e não menos importantes como o PPRA e o PCMSO existe uma empresa que não possui sequer tais documentos, de onde se conclui provavelmente não desenvolve

ações efetivas no controle da exposição de seus empregados. Devemos lembrar que a prevenção começa com o efetivo envolvimento da alta administração da empresa com os problemas relacionados a saúde e segurança dos trabalhadores e a efetiva implantação deste programas é fundamental para se ter bons resultados.

Quanto ao Programa de Gerenciamento de riscos (PGR), item obrigatório pela NR 22 para as empresas do setor da mineração, não foi observado a existência deste documento nas empresas pesquisadas. Item também obrigatório, conforme nossa legislação para as empresas deste setor, porém muito desconhecido, conseqüentemente praticamente inexistentes são as ações integradas que contemplem a preocupação com a saúde e segurança do trabalhador e resultem positivamente.

Da mesma forma não existe um documento escrito nos moldes de um programa de proteção respiratória conforme a IN nº 1 de 1994 da FUNDACENTRO.

Em apenas uma empresa pesquisada, foi observado ações mais contundentes no PPRA que de certa forma estão associadas aos requisitos de um PPR, como a avaliação da exposição ocupacional a poeira de sílica cristalizada, o fornecimento de equipamentos de proteção respiratória e o treinamento dos empregados no uso de tais equipamentos.

Em relação a proteção coletiva foi possível observar que várias empresas possuem um sistema de umidificação da poeira através da aplicação dos mais variados métodos de aspersão de água, porém na grande maioria de pouco resultado prático. O desconhecimento técnico aliado ao desconhecimento dos efeitos maléficos das exposições ocupacionais a poeira de sílica nesse setor acabam por levar a administração das empresas a desconsiderar este item de controle de extrema importância. A falta de investimentos, de recursos financeiros, da água a ser utilizada no processo, da busca de soluções, acaba desmotivando os empreendedores e eventualmente desativando soluções já implantadas.

Foi possível verificar o avanço tecnológico através da existência, em diversas empresas, de máquinas operatrizes de movimentação de materiais como

carregadeiras, com sistema que permite o enclausuramento do operador durante a operação do equipamento, em ambiente climatizado e com redução da exposição à poeira.

Não há por parte das empresas pesquisadas uma política de uso de barba para aqueles trabalhadores que fazer uso de equipamentos de proteção respiratória. Da mesma forma o uso do EPR não é efetivo. Situação que pode ser agravada pela falta de manutenção e troca periódica, bem como do processo de armazenamento.

Este perfil leva a afirmar que as empresas devem buscar desenvolver medidas de controle ambiental para eliminar ou reduzir a exposição dos trabalhadores e da comunidade a níveis considerados seguros, da poeira de sílica gerada no desmonte e processamento da rocha para a obtenção da pedra de brita. Nesse sentido é de conhecimento e domínio público a principal ação que devem ser desenvolvidas nas empresas do setor, entre elas:

- A substituição de perfuração a seco por processos úmidos;
- A perfeita ventilação após detonações, antes do reinício do trabalho, e ventilação adequada durante os trabalhos em áreas confinadas;
- A rotatividade das atividades e turnos de trabalho reduzidos para os perfuradores e em outras atividades penosas;
- O controle da poeira em níveis abaixo dos permitidos, com monitoramento sistemático dos níveis de poeira no ar ambiente;
- O fornecimento de EPI adequados e de forma complementar as medidas de proteção coletiva. Como, por exemplo, o uso de equipamento de proteção respiratória com filtros mecânicos em áreas contaminadas e de máscaras autônomas para casos especiais, com treinamento específico dos trabalhadores. Os processos de higienização, manutenção e guarda dos EPI devem ser de responsabilidade do empregador;
- O fornecimento de vestuário adequado e condições para sua limpeza e guarda na própria empresa, com troca de vestuário, no mínimo duas vezes por semana;
- A garantia de facilidades para higiene pessoal, como banho após a jornada de trabalho e locais adequados para as refeições.

Recomenda-se também a verificação da adequação e do cumprimento, pelo empregador, das medidas de controle dos fatores de risco ocupacionais e de promoção da saúde identificadas no PPRA (NR 9) e no PCMSO (NR 7), além de outros regulamentos – sanitários e ambientais – existentes nos estados e municípios.

O monitoramento periódico das concentrações de sílica livre cristalizada em ar ambiente a que os trabalhadores estão expostos deve ser rigoroso. Os resultados obtidos devem ser comparados, no mínimo, com os limites estabelecidos pela NR 15. Esses limites devem ser comparados com aqueles adotados por outros países e revisados, periodicamente, à luz do conhecimento e de evidências atualizadas. Tem sido observado que, mesmo quando estritamente obedecidos, não impedem o surgimento de danos para a saúde.

Uma ação que deve ser observada pelas empresas do setor é o exame médico periódico. Ele visa à identificação de sinais e sintomas para a detecção precoce da doença. Além do exame clínico completo, recomenda-se utilizar instrumentos padronizados, como os questionários de sintomas respiratórios já validados nacional ou internacionalmente e exames complementares adequados, incluindo:

- radiografia de tórax no padrão OIT (1980), na admissão e anualmente;
- espirometria, na admissão e bienalmente, seguindo a técnica preconizada pela *American Thoracic Society* (1987).
- medidas de promoção da saúde e controle do tabagismo também devem ser implementadas.

Um dos meios prevaletentes na redução da poeira na mineração a céu aberto é a aspersão de água. Muitas soluções têm sido observadas e colocadas em prática conforme a realidade das empresas. Aqui o item criatividade soma muito e muitas vezes boas soluções tem baixo custo.

Também é possível identificar que as vias de transporte e carregamento são fontes de grande geração de poeiras, sendo possível sua redução através da aplicação direta da água sobre o leito por meio de caminhão-tanque. No entanto, a aplicação excessiva da água pode deixar o leito escorregadio e também provocar erosão e acidente. Por outro lado a aspersão com água promove um efeito positivo temporário apenas, pois quando a água evapora, transforma o acesso em fonte secundária de geração de poeira

Quanto às atividades de movimentação e transporte, a cabina com ar condicionado mostrou ser a medida tecnológica de controle mais eficiente. Destaca a importância da manutenção do sistema de filtragem do ar para assegurar que o material contaminante não prejudique o desempenho. A implantação de um programa de manutenção mecânica preventiva, associado a um programa de monitoramento periódico da poeira, irá assegurar a conservação das condições originais.

Outra medida de controle administrativo importante é a redução do tempo de jornada de trabalho, fato que reduz a exposição do trabalhador ao agente ambiental agressivo sílica e as suas consequências.

Não menos importante é conhecer os riscos que esta atividade impõe aos trabalhadores e estar comprometido com as soluções para minimizar ou eliminar tais riscos, pois ao trabalhador cabe fornecer seus esforços, sua capacidade física, seu comprometimento com os resultados, mas estes resultados não podem ser obtidos às custas da saúde do trabalhador.



## 5 CONCLUSÕES

O estudo permitiu estabelecer um perfil das empresas do ramo da exploração e beneficiamento de brita (pedreiras) quanto à implantação de um programa de proteção respiratória.

Não foi observado nenhum documento de programa de proteção respiratória nas empresas, implantado ou implementado, e sim ações pontuais de proteção contidas em outros documentos legais, como o fornecimento de equipamentos de proteção respiratória.

É possível concluir que as empresas possuem um conhecimento dos riscos ocupacionais, em especial daquele proveniente da exposição à poeira a que os trabalhadores são submetidos e de algumas medidas de controle como a proteção respiratória, a umidificação do ambiente e do uso de equipamentos com cabine enclausurada.

Diante dessa situação é necessário que os profissionais do setor de saúde e segurança do trabalho, que assessoram as empresas, em seus diversos ramos de atividades, e em especial as pedreiras, fortaleçam os mecanismos para disseminar as informações aos empresários e permitam que os empregados tenham sua saúde e segurança preservada.

Quanto aos objetivos traçados no início do trabalho entendemos que foram alcançados, pois foi possível conhecer melhor e com maior profundidade o processo de exploração de rocha britada, os riscos ocupacionais associados a este processo, bem como aprofundar os conceitos sobre o programa de proteção respiratória, em que pese as deficiências observadas durante a pesquisa.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE HIGIENISTAS OCUPACIONAIS. *Limites de Exposição Ocupacional (TLV<sup>®</sup>s) para Substâncias Químicas e Agentes Físicos & Índices Biológicos de Exposição (BEI<sup>®</sup>s)*. São Paulo, 2006. Tradução ABHO

ALBERTON, Anete. *Uma Metodologia para Auxiliar no Gerenciamento de Riscos e na Seleção de Alternativas de Investimentos em Segurança*. Florianópolis, 1996. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Santa Catarina, 1996. Disponível em: <[http://www.eps.ufsc.br/disserta96/anete/index/indx\\_ane.htm](http://www.eps.ufsc.br/disserta96/anete/index/indx_ane.htm)>. Acesso em: nov. 2008.

BON, Ana Maria Tibiriçá: *Exposição ocupacional à sílica e silicose entre trabalhadores de marmorarias, no município de São Paulo*. 2006. 188p. Tese (Doutorado) -Departamento de Saúde Ambiental da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo, São Paulo:2006. Disponível em: <<http://www.fundacentro.gov.br>>. Acesso em: nov. 2008.

BRASIL, *Consolidação da Leis do Trabalho*. Brasília, DF: Senado, 1943. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto-lei/Del5452.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/Del5452.htm). Acesso em nov. 2008.

BRASIL, *Código Penal Brasileiro*. Brasília, DF: Senado, 1984: Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Decreto-Lei/Del2848compilado.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Decreto-Lei/Del2848compilado.htm)>. Acesso em nov. 2008.

BRASIL, Constituição (1988). *Constituição da República Federativa do Brasil*. Brasília, DF: Senado, 1988. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Constituicao/Constitui%C3%A7ao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constitui%C3%A7ao.htm)>. Acesso em nov. 2008.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. FUNDACENTRO. Programa de Proteção Respiratória. 1994. Disponível em: <<http://www.fundacentro.gov.br>>. Acesso em: out. 2008.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. FUNDACENTRO – *Dermatoses Ocupacionais*. 2001a. Disponível em: <<http://www.fundacentro.gov.br/ARQUIVOS/PUBLICACAO//dermatosesocupacionais.pdf>>. Acesso em: out. 2008.

BRASIL, Ministério da Saúde do Brasil. Organização Pan-Americana da Saúde no Brasil. *Doenças relacionadas ao trabalho: manual de procedimentos para os serviços de saúde* / Ministério da Saúde do Brasil, Organização Pan-Americana da Saúde no Brasil; organizado por Elizabeth Costa Dias ; colaboradores Idelberto Muniz Almeida et al. – Brasília: Ministério da Saúde do Brasil, 2001b. 580 p. (Série A. Normas e Manuais Técnicos; n.114). Disponível em: < <http://www.ms.gov.br>>. Acesso em: out. 2008.

BRASIL, *Código Civil Brasileiro*. Brasília, DF: Senado, 2002: Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/Ccivil\\_03/LEIS/2002/L10406.htm](http://www.planalto.gov.br/Ccivil_03/LEIS/2002/L10406.htm)>. Acesso em nov. 2008.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. FUNDACENTRO. *Programa Nacional de Eliminação da Silicose. PNES*. [texto na Internet]. Brasília; 2003. . Disponível em: [http://www.fundacentro.gov.br/dominios/CTN/anexos/programa\\_nacional\\_eliminacao\\_silicose.pdf](http://www.fundacentro.gov.br/dominios/CTN/anexos/programa_nacional_eliminacao_silicose.pdf) . Acesso em: nov. 2008.

BRASIL, Ministério da Saúde - Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Ações Programáticas Estratégicas. *Pneumoconioses* / Ministério da Saúde, Secretaria de Atenção à Saúde, Departamento de Ações Programáticas Estratégicas. – Brasília : Editora do Ministério da Saúde, 2006a. 76 p. : il. – (Série A. Normas e Manuais Técnicos) (Saúde do Trabalhador ; 6. Protocolos de Complexidade Diferenciada). Disponível em: < [http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/06\\_0443\\_M.pdf](http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/06_0443_M.pdf) . Acesso em: out. 2008.

BRASIL,- Ministério das Minas e Energia – Departamento Nacional de Produção Mineral – *Anuário Mineral Brasileiro 2006b*. Disponível em: <<http://www.dnpm.gov.br/conteudo.asp?IDSecao=68&IDPagina=789>>. Acesso em: nov. 2008.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. FUNDACENTRO. *Sílica e Silicose*. 2008a. Disponível em: <<http://www.fundacentro.gov.br/index.asp?D=SES>>. Acesso em: out. 2008.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. FUNDACENTRO. *Marmorarias : manual de referência : recomendações de segurança e saúde no trabalho* / Alcinéa Meigikos dos Anjos Santos ... [et al.]. – São Paulo: Fundacentro, 2008b. 40 p. : il. Disponível em: < <http://www.fundacentro.gov.br>>. Acesso em: nov. 2008

BURGESS, Willian A. *Identificação de possíveis riscos à saúde do trabalhador nos diversos processos industriais*. Trad. Ricardo Baptista. Belo Horizonte: Ergo Editora, 1997.558 p.

CAPITANI, Eduardo Mello de. *A silicose (ainda) entre nós*. J Bras Pneumol: 2006, 32(6), xxxiii-xxxv. Disponível em:  
< <http://www.scielo.br/pdf/jbpneu/v32n6/a03v32n6.pdf> >. Acesso em: nov. 2008.

Carneiro A, Barreto S, Siqueira A, Rocca P. *Índice de exposição à sílica na atividade de mineração de ouro*. Rev Saúde Pública: 2006, 40(1), 83-91. Disponível em:  
<<http://www.scielo.br/pdf/rsp/v40n1/27120.pdf>>. Acesso em: nov. 2008.

Castro H, Vicentin G, Pereira K. *Mortalidade por pneumoconioses nas macrorregiões do Brasil no período de 1979-1998*. J Bras Pneumol: mar-abr, 2003, 29(2). Disponível em:  
<[http://www.jornaldepneumologia.com.br/PDF/2003\\_29\\_2\\_7\\_portugues.pdf](http://www.jornaldepneumologia.com.br/PDF/2003_29_2_7_portugues.pdf)>. Acesso em: nov. 2008.

Castro H, Vicentin G, Pereira K. *Estudo das internações hospitalares por pneumoconioses no Brasil, 1993-2003*. Rev Bras Epidemiol: 2007, 10(3), 391-400. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbepid/v10n3/09.pdf>>. Acesso em: nov. 2008.

Fagundes G, Zanellato M. *Silicose doença pulmonar ocupacional no trabalhador de mineração*. Disponível em: <<http://www.saudeetrabalho.com.br/download/silicose-gilmara.pdf> >. Acesso em: nov. 2008.

Ferreira A, Moreira V, Ricardo H, Coutinho R, Gabetto J, Marchiori E. *Fibrose maciça progressiva em trabalhadores expostos à sílica - Achados na tomografia computadorizada de alta resolução*. J Bras Pneumol: 2006, 32(6), 523-8. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/jbpneu/v32n6/a09v32n6.pdf>>. Acesso em: nov. 2008.

GRUENZNER, Gerrit: *Avaliação da poeira de sílica: um estudo de caso em uma - pedreira na região metropolitana de São Paulo*. 2003. 93p. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Minas e de Petróleo, São Paulo: 2003. Disponível em: <  
<http://www.fundacentro.gov.br>>. Acesso em: out. 2008.

GUERREIRO, Humberto. *Condições de segurança, higiene e saúde no trabalho em exploração de rocha ornamental e industrial*. Disponível em:  
<[http://www.visaconsultores.com/pdf/Enc\\_OE\\_2005\\_HG\\_artigo.pdf](http://www.visaconsultores.com/pdf/Enc_OE_2005_HG_artigo.pdf) >  
. Acesso em: out. 2008.



KULCSAR Neto, Francisco (et al.): *Sílica - Manual do Trabalhador*. São Paulo: Fundacentro: 1995, 43p.; il. Disponível em: < <http://www.fundacentro.gov.br>>. Acesso em: out. 2008.

Gilmara Fagundes, Maria Aparecida Zanellato. *Silicose doença pulmonar ocupacional no trabalhador de mineração*: Disponível em: <<http://www.saudeetrabalho.com.br/download/silicose-gilmara.pdf>>. Acesso em: nov. 2008.

RIBEIRO, Fátima Sueli Neto. *Exposição ocupacional à sílica no Brasil: Tendência temporal, 1985 a 2001*. 2004. 91p. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo, Faculdade de Saúde Pública, Departamento de Epidemiologia, São Paulo. 2004.. Disponível em: < <http://www.fundacentro.gov.br>>. Acesso em: nov. 2008.

RODRIGUES, Gilson Lucio: *Poeira e ruído na produção de brita a partir de basalto e gnaiss nas regiões de Londrina e Curitiba, Paraná: incidência sobre trabalhadores e meio ambiente*. Curitiba, 2004. 169p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba: 2004. Disponível em: < <http://www.fundacentro.gov.br>>. Acesso em: nov. 2008.

SEGURANÇA e Medicina do Trabalho. Lei 6.514 de 22 de dezembro de 1977, Portaria nº 3214 de 8 de julho de 1978. 61 ed, São Paulo: Editora Atlas, 2007. (Manuais de Legislação Atlas).

SOUTO, M.S.M.L. et al. *Investigação da Exposição dos trabalhadores da Indústria da Construção à Sílica através de uma Análise Ergonômica do Trabalho*. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE CONDIÇÕES E MEIO AMBIENTE DO TRABALHO NA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO E SEMINÁRIO SOBRE CONDIÇÕES E MEIO AMBIENTE DO TRABALHO NA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO NOS PAÍSES DO MERCOSUL, 2005, Olinda-Pe. V CMATIC. Recife: FUNDACENTRO, 2005. Disponível em: < <http://www.fundacentro.gov.br/dominios/SES/anexos/Artigo-INVESTIGA%C3%87%C3%83O%20DA%20EXPOSIC%C3%87%C3%83O.pdf>>. Acesso em: nov. 2008.

SCHRAGE, M. W. *Mapa de ruído como ferramenta de diagnóstico do conforto acústico da comunidade*. São Paulo, 2005. 101p. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005

TORLONI, Maurício: *Programa de proteção respiratória, seleção e uso de respiradores* /coordenação de Maurício Torloni; São Paulo: Fundacentro, 2002. Disponível em: <<http://www.fundacentro.gov.br/ARQUIVOS/PUBLICACAO//programadeprotecaorespiratoria.pdf>>. Acesso em: nov. 2008.

TORLONI, Mauricio, VIEIRA, Antonio Vladimir: *Manual de proteção respiratória*. São Paulo: ed. ABHO. 2003. 520p.

VIEIRA, Antonio Vladimir. *Avaliação do programa de proteção respiratória em uma mina subterrânea de ouro*. São Paulo, 2004. 97p. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Minas de Petróleo, São Paulo, 2004. Disponível em: < <http://www.fundacentro.gov.br>>. Acesso em: nov. 2008.

Zecchini, André, Tachibana, Ivan Koh, Silva, Leonardo Motta Camargo. *Segurança em Operações de mineração de pedra britada*. São Paulo, 2006. 87p. Monografia apresentada a Escola Politécnica da Universidade de São Paulo para obtenção de Título de Especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho. São Paulo, São Paulo, 2006.

# APÊNDICE A – Lista de verificação utilizada para levantamento de dados

LISTA DE VERIFICAÇÃO			
LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE SEGURANÇA E SAÚDE DOS TRABALHADORES EM PEDREIRAS			
<b>I - IDENTIFICAÇÃO</b>			
Razão Social: _____			
CNPJ: _____			
CNAE: _____ Grau de Risco: _____			
<b>II - ENDEREÇO</b>			
Logradouro: _____			
Bairro: _____			
Município: _____ UF: _____			
Fone/Fax: _____ E-mail: _____			
<b>III – HORÁRIO DE FUNCIONAMENTO DA EMPRESA</b>			
Horas de trabalho mensal _____ horas semanal _____			
<b>V - DATA DA INSPEÇÃO</b> _____			
<b>VI - N° de TRABALHADORES</b>			
Administração _____ - Produção _____			
<b>VII- ITENS DE AVALIAÇÃO</b>			
Item	Programas existentes na empresa	Sim	Não
1	PPRA		
2	PCMSO		
3	PGR		
4	PPR		
4	Foi realizada avaliação da exposição ocupacional a poeira de sílica		
4.1	Existe critério para seleção do respirador		
4.2	Existe programa de treinamento para os usuários de respiradores		
4.3	Os respiradores são adequadamente armazenados		
4.4	São realizados ensaios de vedação		
4.5	Respirador é utilizado em tempo integral		
4.6	A troca do respirador é realizada periodicamente		
4.7	Sistema de controle de poeira		
4.8	Umidificação		
4.9	Exaustão		
4.10	Enclausuramento de máquinas		
4.11	Treinamento		
4.12	Exame médico periódico		
4.14	Existe uma política quanto ao uso de barbas		