

ANTONIO AUGUSTO CEPEDA

**A EXPOSIÇÃO À POEIRA E AS CONDIÇÕES DE TRABALHO EM
UMA MARMORARIA**

Monografia apresentada à Escola Politécnica da
Universidade de São Paulo para obtenção do
Título de Especialização em Engenharia de
Segurança do Trabalho

EPMI
ESP/EST-2005
C333e

SÃO PAULO
2005

ANTONIO AUGUSTO CEPEDA

**A EXPOSIÇÃO À POEIRA E AS CONDIÇÕES DE TRABALHO EM
UMA MARMORARIA**

Monografia apresentada à Escola Politécnica da
Universidade de São Paulo para obtenção do
Título de Especialização em Engenharia de
Segurança do Trabalho

SÃO PAULO

2005

**À minha esposa e ao nosso
maravilhoso filho um muito
obrigado por tudo.**

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer aos Professores do PECE e seus colaboradores pelos ensinamentos e estímulos.

Aos responsáveis pelas empresas contactadas que de uma maneira ou de outra deram informações, esclarecimentos ou indicações.

Aos que se envolveram e retornaram com sugestões.

A Marmoraria que abriu as suas portas e permitiu a coleta de dados e informações, e aos seus funcionários que colaboraram sorrindo.

É um privilégio fazer tantos amigos.

Um muito obrigado a todos

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo avaliar a qualidade do ar a que ficam expostos os trabalhadores em pequenas marmorarias. Quem são os expostos, as características do ambiente com os seus riscos, que medidas de controle são aplicadas e que alterações podem ser adotadas. Foi abordada neste trabalho parte da legislação em termos de Qualidade do Ar e Saúde Ocupacional. Foram feitas quatro coletas de amostras de poeiras inaláveis, em uma marmoraria de pequeno porte. A análise dessas amostras contempla o percentual de sílica nas mesmas. Fotos dos locais de trabalho e algumas soluções adotadas foram abordadas e mostradas pela sua viabilidade de implantação.

ABSTRACT

The objective of this work is to evaluate the air quality to which workers of a small marble industry were exposed. The ones who are exposed , the characteristics of the environment and their risks, the control measures taken and the alterations that can be made. In this work, part of the legislation in terms of Air Quality and Occupational Health was used. Four samples of dust likely to be inhaled were collected in a small marble industry. The analysis of these samples shows the percentage of silica. Photographs of the place and some solutions adopted were mentioned and shown due to their implementation viability.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

INTRODUÇÃO

CAPÍTULO I - ROCHAS ORNAMENTAIS	1
1.1 - Rochas	2
1.2 - Tipos de rochas	3
1.2.1 - Rochas Magmáticas ou Ígneas	3
1.2.2 - Rochas Sedimentares	3
1.2.3 - Rochas Metamórficas	3
1.3 - Rochas Ornamentais	3
1.4 - Sílica nas Rochas Ornamentais	5
CAPÍTULO II - MINERAÇÃO	7
2.1 - Legislação sobre Mineração	8
2.2 - Tipos mais usuais de lavra de maciços rochosos	9
2.2.1 - Lavra tipo poço	9
2.2.2 - Lavra subterrânea	9
2.2.3 - Lavra por bancadas baixas	9
2.3 - A lavra de rochas ornamentais	10
2.4 - O transporte de blocos ornamentais	11
2.5 - Serrarias de blocos de pedra ornamental	12
CAPÍTULO III - O BENEFICIAMENTO DAS ROCHAS	14
3.1 - A cadeia produtiva	15
3.2 - Mercado produtor	16
3.3 - Marmorarias	16
3.3.1 - As empresas	17
3.3.2 - A mão-de-obra	17
3.3.3 - O maquinário	18

3.3.4 - A produção	19
3.3.5 - O meio ambiente	20
CAPÍTULO IV - LEGISLAÇÃO	21
4.1 - Legislação	22
4.2 - Legislação ambiental	22
4.3 - Legislação no ambiente de trabalho	24
4.4 - As NRs	26
CAPÍTULO V - EXPOSIÇÃO OCUPACIONAL	33
5.1 - Atividades e exposição	34
5.2 - Exposição ocupacional	35
5.2.1 - Matriz de exposição ocupacional	35
5.3 - Grau de exposição	36
CAPÍTULO VI - HIGIENE DO TRABALHO	40
6.1 - Higiene do trabalho	41
6.2 - Perigo e risco	42
6.3 - Outros Poluentes atmosféricos	42
6.3.1 - A classificação dos aerodispersóides	43
6.4 - Medição de material particulado	44
6.5 - Tamanho de alguns materiais particulados	45
6.6 - A dispersão do material particulado	46
6.7 - Limites de exposição	46
6.7.1 - Tipos de limites	47
CAPÍTULO VII - DOENÇAS PULMONARES OCUPACIONAIS	49
7.1 - O Sistema Respiratório	50
7.2 - Fisiologia da respiração	51
7.3 - Controle da respiração	52
7.4 - O consumo de ar por adultos	52
7.5 - Doenças pulmonares de origem ocupacional	53
7.6 - A silicose	55

7.6.1 - Sintomas e diagnóstico	56
7.6.2 - Prevenção	56
7.6.3 - Tratamento	56
7.7 - A silicose no Brasil	57
 CAPÍTULO VIII - POEIRAS NA MARMORARIA	 59
8.1 - Metodologia	60
8.2 - A empresa marmoraria	62
8.3 - Atividade comercial típica	63
8.4 - O Lay Out	64
8.5 - A mão de obra	65
8.6 - A carga, descarga e movimentação do material	66
8.7 - As funções e serviços	69
8.7.1 - Polimento	69
8.7.2 - Corte e serra	70
8.7.3 – O acabamento	72
8.8 - Procedimentos para a coleta de poeira	75
8.9 - A coleta e acompanhamento do operador	77
 CAPÍTULO IX - APRESENTAÇÃO DE RESULTADOS	 84
9.1 - Os resultados numéricos obtidos	85
9.2 - Relatório – poeira inalável e sílica livre cristalina	86
9.3 - Interpretação dos resultados	87
 CAPÍTULO X – DISCUSSÃO DE RESULTADOS	 90
10.1 - A sit. é antiga mas “desconhecida” por muitos	91
10.2 - Os riscos da exposição em diversas operações	91
10.3 - O tamanho das partículas	92
10.4 - O controle dos riscos químicos	95
10.5 - Algumas situações implantadas	97
10.6 - A criatividade brasileira	101
10.7 - Proteção respiratória	104
10.8 - Os respiradores	108

10.9 - Respiradores	109
10.10 - Conclusão	110

BIBLIOGRAFIA

ANEXOS

Lista de tabelas

Tabela 4.1 - Dados de Resolução CONAMA nº3	023
Tabela 4.2 - Padrões Nacionais para Níveis de Atenção, Alerta e Emergência	024
Tabela 4.3 - Parâmetros para monitorização da exposição	028
Tabela 4.4 - Limites de exposição à sílica cristalina respirável	031
Tabela 5.1 - Classificações qualitativas de exposições ocupacionais a cancerígenos	036
Tabela 5.2 - Efeitos agudos e crônicos de materiais perigosos existentes nos ambientes	037
Tabela 5.3 - Atividades onde pode ocorrer exposição ocupacional a sílica livre cristalina	038
Tabela 5.4 - Exposição ocupacional no Brasil	039
Tabela 6.1 - Deposição de particulados	046
Tabela 6.2 - Comparaçao de nomenclatura de limites	048
Tabela 7.1 - Volume minuto em diversas atividades para adulto saudável	052
Tabela 8.1 - Código CNAE para Marmoraria catalogado no IBGE	062
Tabela 9.1 - Relatório enviado pela Environ	086
Tabela 9.2 - Comparativa de resultados	088
Tabela 10.1 - Reconhecimento de Riscos nos Setores (operação)	092
Tabela 10.2 - Comparaçao de valores para frações em massa	095
Tabela 10.3 - Velocidade de captura para sistemas de ventilação local exaustora	096
Tabela 10.4 - EPR Extraída do Programa de Proteção Respiratória - Fundacentro	107
Tabela 10.5 - 3M – Respiradores para sílica	108

Lista de figuras

Figura 1.1 - Ciclo das rochas	002
Figura 1.2 - Evolução das reservas de granitos e mármores	005
Figura 2.1 - Extração de blocos de rochas ornamentais	010
Figura 2.2 - Corte de blocos de granito em máquina de tear	013
Figura 3.1 - Fluxograma do trabalho com rochas ornamentais	015
Figura 3.2 - Distribuição das marmorarias no estado de São Paulo	016
Figura 3.3 - Características empresariais das marmorarias paulistas	017
Figura 3.4 - Empregados na produção	018
Figura 3.5 - Maquinário utilizado	019
Figura 3.6 - Produção	019
Figura 3.7 - Incidência e tipos de medidas para controle de impactos ambientais	020
Figura 6.1 - Distribuição dos aerodispersóides	043
Figura 6.2 - Tamanho de particulados	045
Figura 7.1 - Representação do sistema respiratório humano	050
Figura 7.2 - Deposição das partículas no sistema respiratório	054
Figura 8.1 - Lay Out da marmoraria avaliada	064
Figura 8.2 - Ponte Rolante	066
Figura 8.3 - Pátio de estoque cavaletes metálicos com chapas	067
Figura 8.4 - Carrinho para deslocamento de chapas	068
Figura 8.5 - Empilhadeira à gás	068
Figura 8.6 - Operador de máquina Politriz	070
Figura 8.7 - Serra para corte unidirecional	071
Figura 8.8 - Setor de acabamento	073
Figura 8.9 - Equipamento de coleta	075
Figura 8.10 - Secagem com calor	077
Figura 8.11 - Acabamento de desbaste a seco	078
Figura 8.12 - O serviço acabado	078
Figura 8.13 - Desmonte da peça	079
Figura 8.14 - Serviço de desbaste a seco	080
Figura 8.15 - Operador fazendo desbaste	081

Figura 8.16 - O conjunto já acabado	081
Figura 8.17 - O operador checa as medidas das peças	082
Figura 8.18 - Recorte da peça em molde	083
Figura 10.1 - Seqüência de operações na marmoraria	091
Figura 10.2 - Freqüência acumulada para os diâmetros de partículas	093
Figura 10.3 - Freqüência acumulada para os diâmetros de partículas	094
Figura 10.4 - Setor de acabamento com rede aérea para pneumáticos e água	098
Figura 10.5 - Compressor para linha de pneumáticos	099
Figura 10.6 - Ferramentas pneumáticas prontas para utilização	100
Figura 10.7 - Furadeira de bancada a úmido	101
Figura 10.8 - Máquina de Acabamento Semi-automática	103
Figura 10.9 - Respirador com válvula	109
Figura 10.10 - Respirador simples	109

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABHO -	Associação Brasileira de Higienistas Ocupacionais
ABNT -	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ACGIH -	American Conference of Governmental Industrial Hygienist
ASA -	American Standard Association
BNDES -	Banco Nacional do Desenvolvimento Econômico e Social
CA -	Certificado de Aprovação
CETESB -	Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental
CIPA -	Comissão Interna de Prevenção de Acidentes
CLT -	Consolidação das Leis do Trabalho
CNAE -	Classificação Nacional de Atividades Econômicas
CONAMA -	Conselho Nacional do Meio Ambiente
DNIT -	Departamento Nacional Infra-Estrutura de Transporte
DNPM -	Departamento Nacional da Produção Mineral
EPC -	Equipamento de Proteção Coletiva
EPI -	Equipamento de Proteção Individual
EPR -	Equipamento de Proteção Respiratória
Fundacentro -	Fundação Jorge Duprat de Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho
IBAMA -	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBGE -	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IPT -	Instituto de Pesquisas Tecnológicas
LT -	Limite de Tolerância
MCT -	Ministério de Ciência e Tecnologia
MEO -	Matriz de Exposição Ocupacional
MSHA -	Mine Safety and Health Administration
MTE -	Ministério do Trabalho e Emprego
NIOSH -	National Institute of Occupational Safety and Health

NR -	Norma Regulamentadora
OESP -	O Estado de São Paulo
OIT -	Organização Internacional do Trabalho
OMS -	Organização Mundial de Saúde
OSHA -	Occupational Safety and Health Administration
PCMSO -	Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional
PNES -	Programa Nacional de Eliminação da Silicose
PNUD -	Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
PPR -	Programa de Proteção Respiratória
PPRA -	Programa de Prevenção de Riscos Ambientais
PTS -	Partículas Totais em Suspensão
SESMT -	Serviço Especializado em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho
Simagran -	Sindicato da Indústria de Mármores e Granitos do Estado de São Paulo
Sindirochas -	Sindicato da Indústria de Rochas Ornamentais
UNESP -	Universidade Estadual Paulista "Julio Mesquita Filho"
USP -	Universidade de São Paulo

INTRODUÇÃO

O trabalho em rochas acompanha a muito tempo a existência do homem, e essas matérias primas têm alicerçado e marcado a história das civilizações. Para aproveitar a qualidade desses materiais os trabalhadores têm se exposto, e como consequência sofrido os mais variados danos ocupacionais.

O trabalhador transforma essas rochas frias, duras e ásperas em obras de arte com expectativas de particularidade e exclusividade. Vários trabalhos que foram realizados em rocha, ainda existem e quando cuidados permanecerão por muito tempo, templos, museus, pontes, estradas calcetadas e algumas obras como esculturas narram muito da nossa rica história. Faz-se necessário preservar mais a qualidade de vida destes artistas.

Com as evoluções tecnológicas, as dificuldades e riscos com a mão-de-obra, a tendência benéfica da industrialização, alteram sem dúvida os procedimentos mas continuam proporcionando grandes obras, em que as propriedades das rochas utilizadas das mais diversas maneiras, darão longevidade e garantirão que outros depois de nós possam admirá-las e conhecer um pouco mais da nossa história.

A importância desse setor na área da construção civil tem sido fundamental na qualidade das habitações que hoje usufruímos. O ambiente de trabalho em uma marmoraria e o material particulado gerado na execução dos serviços de acabamento, relacionam essa atividade com uma série de cuidados que devem ser tomados para preservar a saúde ocupacional desses trabalhadores.

Com a finalidade de reduzir a freqüência e os danos causados nesses ambientes, devem ser estabelecidos procedimentos contínuos que possam garantir uma melhoria nos controles dessas operações. A busca de conhecimento dessas atividades é a base para um programa de controle da **EXPOSIÇÃO À POEIRA E AS CONDIÇÕES DE TRABALHO EM UMA MARMORARIA.**

CAPÍTULO I

ROCHAS ORNAMENTAIS

1.1 - Rochas

No planeta Terra, sob uma cobertura de detritos, solo, vegetação, água e gelo, ocorrem materiais sólidos denominados rochas que são definidas por ANDRADE (2000) como quaisquer agregados naturais sólidos, compostos de um ou mais minerais.

Segundo ANDRADE (2000) “a Terra é um planeta vivo e seus continentes estão em constante movimento, devido à dissipação de calor do interior do planeta. A tectônica global analisa o comportamento dinâmico do planeta, enfocando em conjunto os processos a ela ligados, tais como o magmatismo, a sedimentação, o metamorfismo e as atividades sísmicas (terremotos)”

As rochas terrestres não constituem massas estáticas. Grandes variações de temperatura e pressão levam às mutações que caracterizam o ciclo das rochas e representam as diversas possibilidades de transformação de um tipo de rocha em outro

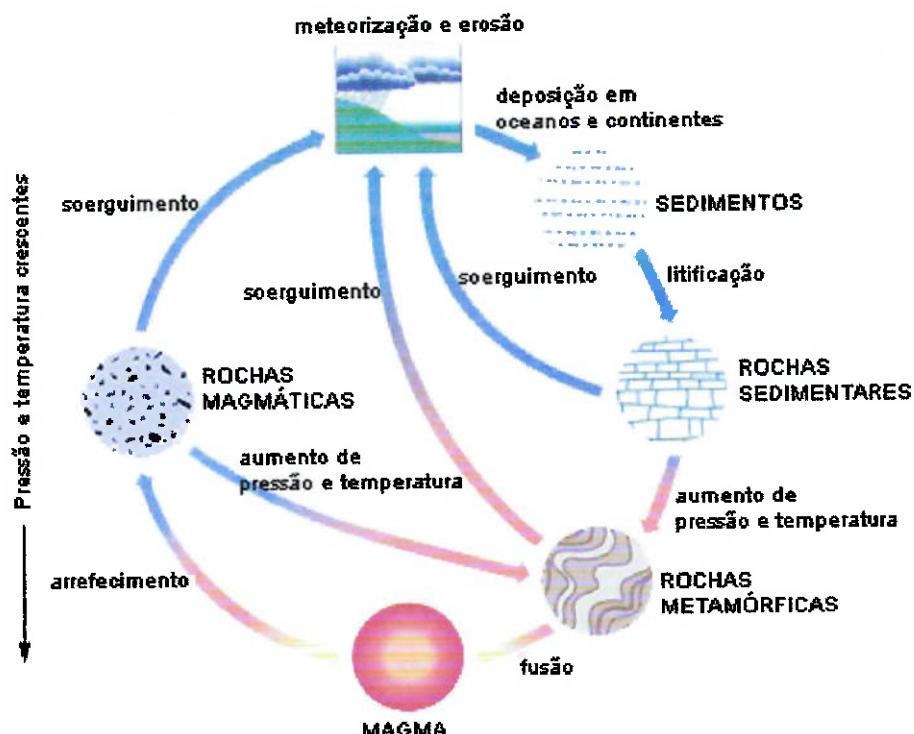


Fig. 1.1 - Ciclo das rochas

(Fonte: UNESP, 2005)

Segundo ANDRADE (2000) podemos dividir as rochas quanto à sua formação (origem) em:

1.2 - Os tipos de rochas

1.2.1 - Rochas magmáticas ou ígneas

As rochas magmáticas são também conhecidas como rochas ígneas (do latim *ignis*, fogo). Elas são formadas pela solidificação (cristalização) do magma, que é um líquido com alta temperatura, em torno de 700 a 1200°C, proveniente do interior da Terra.

1.2.2 - Rochas sedimentares

As rochas sedimentares são o produto de uma cadeia de processos que ocorrem na superfície do planeta e se iniciam pelo intemperismo das rochas expostas à atmosfera.

1.2.3 - Rochas metamórficas

As rochas metamórficas são o produto da transformação de qualquer tipo de rocha, quando esta é levada a um ambiente onde as condições físicas (pressão, temperatura) são muito distintas daquelas onde ela se formou. Nestes ambientes, os minerais podem se tornar instáveis e reagir formando outros minerais, estáveis nas condições vigentes.

1.3 - Rochas ornamentais

As principais rochas consideradas como ornamentais e de revestimento incluem mármores, travertinos, granitos, ardósias, quartzitos, basaltos, pedra-sabão e outros. Os materiais naturais de ornamentação e revestimento abrangem os tipos de rochas que podem ser extraídas em blocos ou placas, cortadas em formas variadas e posteriormente beneficiadas com polimentos, lustros etc, conforme publicação do BNDS “Rochas Ornamentais: Exportações Promissoras”.

As rochas ornamentais e de revestimento são classificadas, do ponto de vista comercial, principalmente em mármores e granitos, que correspondem a cerca de

90% da produção mundial. Nos restantes 10% destacam-se materiais como ardósia, quartizitos, pedra-sabão, entre outros, que são utilizados sem polimento de face.

Os mármores são rochas carbonáticas formadas por metamorfismo, contendo carbonato de cálcio e carbonato de magnésio, enquanto os granitos são rochas silicáticas ígneas, de textura granular, contendo minerais essenciais como quartzo, feldspato e mica.

Cabe observar que as rochas ornamentais não são *commodities* minerais e que seu valor é baseado em características e especificidades relativas a padrões estéticos e de qualidade dos materiais naturais.

Conforme dados do BNDS, cerca de 70% da produção mundial de mármores e granitos são transformados em chapas processadas para revestimentos em edificações e produtos beneficiados, como ladrilhos para pisos, escadas, halls e outros. O seu uso em edificações, principalmente na forma de chapas; ladrilhos e colunas, decorre de propriedades como resistência durabilidade, baixo custo de manutenção, beleza e facilidade de aplicação.

No Brasil, são produzidos inúmeros tipos de granitos e mármores nas mais diversas colorações e em níveis de qualidade também diversos. De maneira geral, o mármore que ocorre no país não apresenta nível de qualidade que configura grande competitividade no mercado internacional.

Os estados que apresentam as maiores reservas de mármore no Brasil são Espírito Santo, Bahia, Rio de Janeiro, Piauí e Paraná. No que se refere aos granitos, o Espírito Santo detém a maior reserva aprovada, seguido por Bahia, Minas Gerais, Ceará, Alagoas e Rio de Janeiro, entre outros.

Já em relação aos granitos o Brasil apresenta maior qualidade e competitividade, e a crescente demanda interna e externa, têm alavancado as pesquisas e busca por rochas ornamentais o que se espelha na evolução das reservas medidas desses

materiais, de acordo com os dados oficiais do DNPM apresentados no Gráfico a seguir.

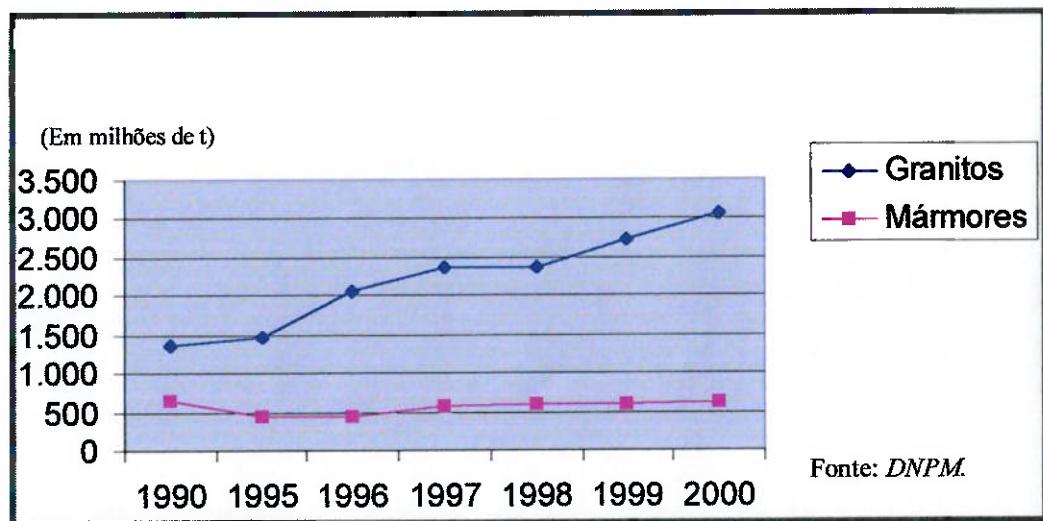


Fig. 1.2 - Evolução das reservas de granitos e mármores (Fonte: DNPM, 2005)

1.4 - Sílica nas rochas ornamentais

A sílica conhecida pela fórmula SiO_2 (dióxido de silício) é um dos minerais mais abundantes na natureza e estima-se que constitua 60% da crosta terrestre. Pode ser classificada como sílica livre, quando não está ligada a outros minerais e sílica combinada quando quimicamente associada a óxidos de diversos metais.

“A sílica livre pode ocorrer como sílica livre cristalizada ou sílica livre amorfa, para as quais existem muitas formas conhecidas denominadas polimórficos. As diferenças nas estruturas apresentadas pelas várias formas de sílica resultam nas diferenças em suas propriedades (solubilidade, características de clivagem, morfologia e propriedades de superfície) que podem influenciar sua atividade biológica” como citado por ALCINÉA (2005) em sua tese de doutorado acrescentando ainda “na área de saúde ocupacional, as três principais formas cristalinas de SiO_2 são quartzo, cristobalita e tridimita”.

O quartzo presente nos granitos, arenitos e areias, é sem dúvida, a forma mais comum de sílica livre encontrada na natureza, a cristobalita e a tridimita são mais raras, ocorrendo apenas em lavas vulcânicas. Estas três formas de sílica livre

apresentam poder fibrogênico pulmonar, daí a importância de termos conhecimento e controle quanto da sua existência nos ambientes de trabalho.

Para que o homem utilize essas rochas, ele precisa extrai-las da natureza e esta atividade, conhecida como mineração, será vista no capítulo seguinte.

CAPÍTULO II

MINERAÇÃO

2.1 - Legislação Sobre Mineração

A Constituição Federal não deixa dúvidas quanto às particularidades da mineração ao estabelecer em seu Artigo 17: “que as jazidas, em lavra ou não, e demais recursos minerais e os potenciais de energia hidráulica constituem propriedade distinta do solo, para efeito de exploração ou aproveitamento, e pertencem à União, garantida ao concessionário a propriedade do produto da lavra”. Desta forma, está assegurado que o subsolo é propriedade incontestável da União.

O direito da exploração das substâncias minerais está prescrito no Código de Mineração, fazendo-o cumprir o Departamento Nacional da Produção Mineral – DNPM. Todas as substâncias minerais, para efeito do Código de Mineração, estão sujeitas aos seguintes regimes de aproveitamento: regime de concessão, de autorização, de licenciamento (caso especial, no qual as Prefeituras passam a ser o poder concedente) e de permissão de lavra garimpeira.

Segundo o relatório de Darcy (2002), apresentado para o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento – PNUD em Maio de 2002 observamos que as primeiras catas ou garimpos, se iniciam no séc. XVIII, e foram feitos em São Paulo, São Vicente, no Vale da Ribeira, e os bandeirantes paulistas espalharam-se depois por Minas Gerais, Goiás e Mato Grosso. O ouro e os diamantes dos aluviões eram retirados manualmente com pás, lançando-se o material em calhas, e os rejeitos eram lançados manualmente em locais próximos.

As primeiras lavras mais sofisticadas, para a época, surgem em 1819 com a abertura da Mina da Passagem, em Mariana em Nova Lima no estado de Minas Gerais. Entretanto é impressionante como essas minas com tanta precariedade sobreviveram até meados do século XX.

Os métodos de lavra consistem num conjunto específico dos trabalhos de planejamento, dimensionamento e execução de tarefas, devendo existir uma harmonia entre essas tarefas e os equipamentos dimensionados. O planejamento inclui a individualização dos blocos com dimensões adequadas à etapa seguinte da cadeia produtiva, representada pelo desdobramento dos blocos em chapas.

2.2 - Tipos mais usuais para lavra de maciços rochosos.

Existem vários processos de lavra e eles são determinados pelas mais diversas condições entre elas podemos destacar, especificidades geológicas, capacidade técnica, volume de rocha existente, viabilidade financeira, mão-de-obra a utilizar e atendimento a legislação. Os três principais modelos de lavra são citados a seguir.

2.2.1 - Lavra do tipo poço

Esse método possui rampas laterais com forte inclinação, que são utilizadas para acesso à frente de lavra. Problemas com inundações e acidentes de trabalho são comuns às pedreiras que utilizam esse método: Nos casos em que a qualidade da rocha oferece condições de estabilidade, o avanço da lavra em profundidade nos tipos fossa e poço pode levar à necessidade de mudança para a lavra subterrânea.

2.2.2 - Lavra subterrânea

Devido à existência, em todo mundo, de inúmeros depósitos de rochas ornamentais aflorantes ou próximos à superfície, a lavra subterrânea é ainda pouco utilizada. Seu uso é justificado em casos de jazidas de rochas de qualidade excepcional, com alto valor no mercado. A lavra subterrânea tem como maior vantagem um impacto ambiental na superfície pequeno. Por outro lado, a lavra subterrânea apresenta grandes dificuldades operacionais, problemas geomecânicos, maior probabilidade de ocorrerem acidentes e ainda custo de lavra mais alto que a lavra a céu aberto.

2.2.3 - Lavra por bancadas baixas

Consiste em um método com bancadas horizontais baixas, em que uma das dimensões do bloco final não deve ultrapassar 3,0 m, uma vez que o bloco final é retirado da cava com dimensões adequadas ao uso nos teares. Esse método é recomendado para materiais homogêneos, sendo muito flexível para a identificação das partes sãs que serão utilizadas na forma de blocos.

A mecanização é facilitada devido à grande extensão horizontal apresentada. Essa flexibilidade facilita a movimentação de equipamentos (perfuratrizes, carregadeiras)

e de blocos. É um método vantajoso em termos de segurança do trabalho, pois evita e reduz de forma considerável o risco de acidentes graves, além de possibilitar um controle minucioso da frente de lavra. Este é o processo mais comum para blocos de rochas ornamentais.

2.3 - A lavra de rochas ornamentais

A lavra de rochas ornamentais de mármores e granitos em geral desenvolveram-se localmente e os grandes projetos que as implantaram, no norte do estado de Espírito Santo, receberam a contribuição principalmente dos técnicos italianos, portugueses e espanhóis fazendo a implantação de equipamentos mais modernos.

Ainda segundo Darcy (2002), existem no Brasil cerca de 1300 frentes de lavra. Na maioria das operações, a extração de blocos não ultrapassa 300 a 400 m³/mês e as mais modernas alcançam 1.000 m³/mês.

Dados do Ministério de Ciência e Tecnologia - MCT, citam que praticamente todas as lavras brasileiras de rochas ornamentais são realizadas a céu aberto.

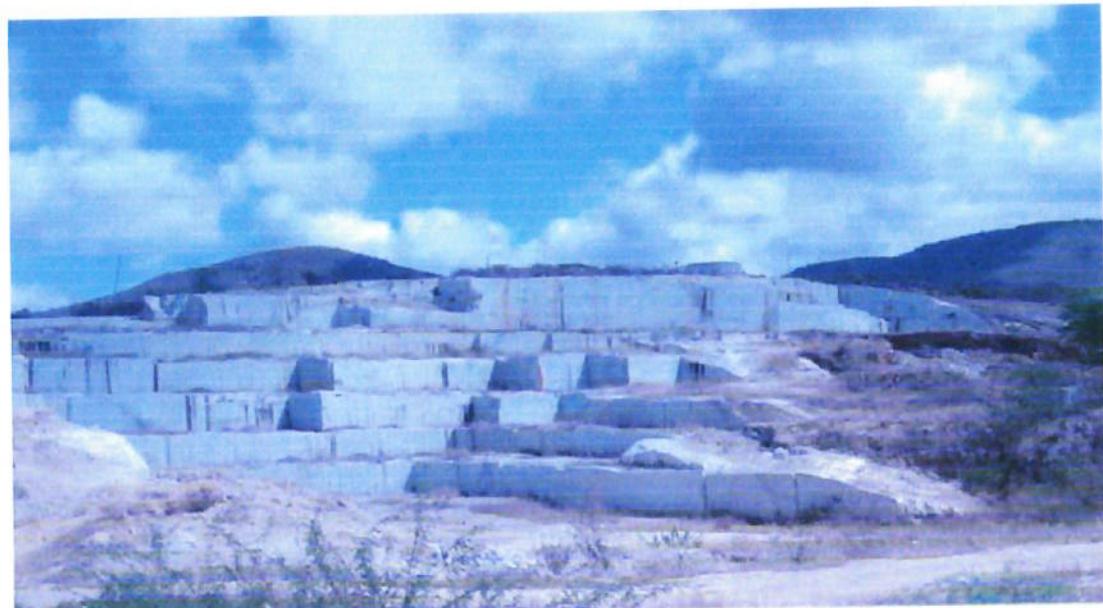


Fig. 2.1 - Extração de blocos de rochas ornamentais

(Fonte: Peval, 2005)

O aproveitamento dos blocos depende do tipo de rocha, do equipamento instalado e das necessidades do mercado, sendo as dimensões mais comerciais 2,80 x 1,60 x 1,60 m, e dependendo da densidade do material, chegam facilmente a pesar mais de 20 toneladas. Hoje no Brasil existem pedreiras equipadas com o que existe de melhor no mercado, mas a maioria ainda são pequenas e com operações precárias. O Brasil possui uma das maiores variedades de padrões de rochas ornamentais, não detendo ainda a melhor tecnologia em máquinas de beneficiamento.

Dados levantados pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social - BNDES e compilados no final de 2002 citam que a produção mundial de rochas ornamentais em 2001 atingiu 68,7 milhões de toneladas, sendo que o Brasil na mesma época, produziu aproximadamente 4,6% desse valor, algo acima de 3,1 milhões de toneladas.

A indústria das rochas ornamentais vem se desenvolvendo progressivamente no mundo. O Brasil que anteriormente exportava rochas graníticas brutas importando mármore beneficiado, vem invertendo essa situação com a utilização de novos equipamentos importados e nacionais de melhor qualidade e acompanhando essa atualização tecnológica uma melhoria da mão-de-obra.

2.4 - O transporte de blocos ornamentais

É comum nas estradas brasileiras encontrarem-se pequenos caminhões com blocos de rocha ornamental. A movimentação de blocos pelas rodovias federais e estaduais é regulamentada pelo Departamento Nacional Infra-Estrutura de Transporte - DNIT. Atualmente estão em estudos mudanças que compreendem quase todas as etapas do transporte de carga, da autorização especial de trânsito, passando pela extinção de tarifas e chegando ao aumento do peso máximo dos blocos.

O setor de rochas ornamentais e em especial o Sindicato da Indústria de Rochas Ornamentais - Sindirochas, acreditam que haverá ganhos econômicos fundamentais para a cadeia produtiva. Isso acontecerá em relação ao aumento da competitividade e, principalmente, à redução das infrações no transporte de mármore e granito. Uma das mudanças mais significativas é a definição do transporte de blocos como carga

indivisível. O setor pretende que os blocos tenham nova adequação na distribuição das carga por eixo, variando de 7,5 toneladas a 16 toneladas, com o peso final podendo chegar a 74 toneladas. Atualmente, o máximo é 54 toneladas. Outra modificação, pedida pelos interessados, trata do horário para o transporte. Com a mudança na legislação, será autorizado o tráfego do amanhecer ao pôr-do-sol. A organização dos transportes é sem dúvida um dos elementos que deverá modificar a estrutura da indústria brasileira através da implantação de sistemas intermodais rodovia-ferrovia e alcançando os portos.

Segundo CHIODI (2000), consultor da Associação Brasileira da Indústria de Rochas Ornamentais - Abirochas, as exportações brasileiras vêm aumentando ano a ano, com grande incremento em valor e em volume físico, nas estimativas projetadas pelo setor nos anos de 2003 e 2004. Os números só não foram ainda melhores devido aos problemas enfrentados pelos exportadores capixabas. Motivados pelas exportações, o setor apresentou uma alternativa para o desenvolvimento do transporte de blocos. A utilização das ferrovias existentes. Como as ferrovias estão ligadas aos portos, o trecho faltante se refere ao transporte da mina até um terminal ferroviário que pode inclusive servir de pátio de estocagem. Este transporte deverá ser feito por caminhões pequenos que apanhariam os blocos na mina e os levariam para o pátio de estocagem do terminal ferroviário.

2.5 - Serrarias de blocos de pedra ornamental

Logo após serem retirados das pedreiras, os blocos de rocha são transportados e colocados nos teares, onde serão serrados. Esses equipamentos geralmente possuem lâminas de aço devidamente espaçadas e alinhadas, que juntamente com um material abrasivo, normalmente granulhas esféricas de aço de alta dureza, atritam e desgastam a superfície do bloco, provocando o desgaste da rocha, e o seu consequente corte obtendo-se blocos menores ou as chapas de mármores e granitos.



Fig. 2.2 - Corte de blocos de granito em máquina de tear.

(Fonte: Ambiente Brasil, 2005)

Ainda segundo CHIODI (2000), o grande negócio em perspectiva para o Brasil, no mercado internacional, até 2006, será a venda de chapas brutas e beneficiadas, revelando uma necessidade urgente de adequação qualitativa e quantitativa do parque brasileiro de beneficiamento, sobretudo o de serragem de blocos a partir de teares.

As chapas obtidas, pelo corte dos blocos têm normalmente espessura entre dois e três centímetros, e o polimento de uma face é muitas vezes feito nas próprias serrarias, em outros casos as chapas seguem para as marmorarias, onde receberão os mais diversos tipos de acabamento.

Nas marmorarias iniciam se os mais variados trabalhos de beneficiamento das rochas e esses empreendimentos são mostrados a seguir.

CAPÍTULO III

O BENEFICIAMENTO DAS ROCHAS

3.1 - A cadeia produtiva

O conjunto de etapas consecutivas pelas quais passam e vão sendo transformados e transferidos diversos insumos, pode ser definido como a cadeia produtiva, e que neste caso, rochas ornamentais, inicia-se na extração (lavra na pedreira) desdobramento por serragem em produtos semi acabados e o recorte e preparação de produtos finais nas marmorarias.

A seqüência de etapas e serviços pelos quais passam as rochas ornamentais permitem montar o seguinte fluxograma para a cadeia produtiva.

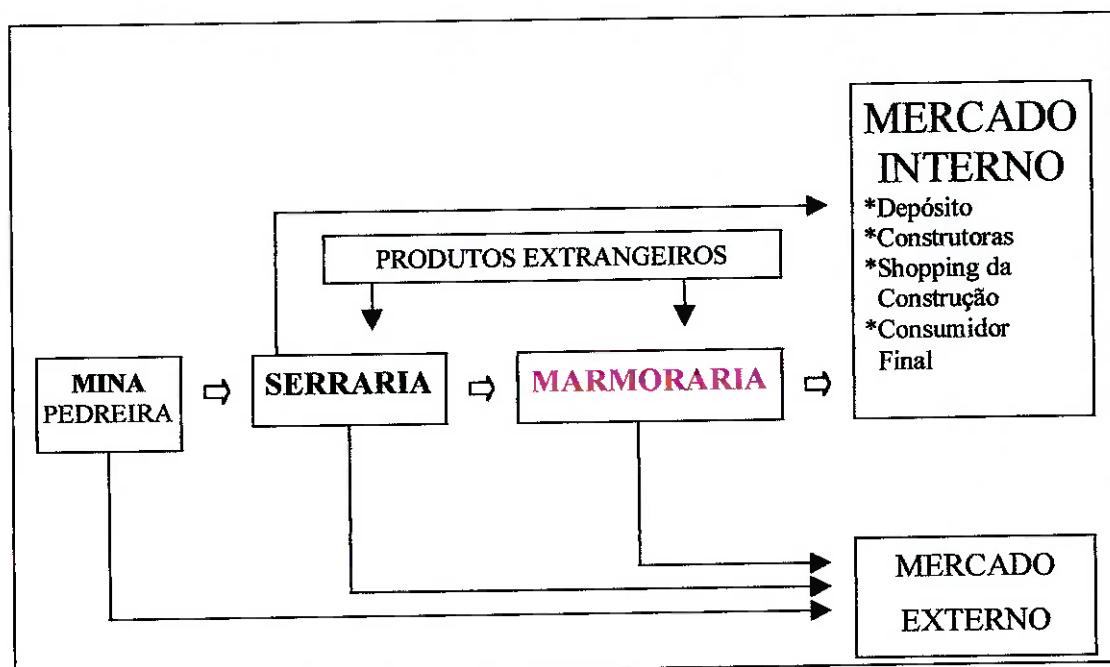


Fig. 3.1 - Fluxograma do trabalho com rochas ornamentais

O beneficiamento primário é feito por serrarias, com foco na elaboração de produtos semi acabados, em particular chapas. Em alguns empreendimentos, as serrarias podem fabricar também produtos acabados padronizados ou sob medida. Existem empresas verticalizadas, que chegam a operar da mineração ao beneficiamento final. As marmorarias dedicam-se exclusivamente ao beneficiamento final, e sua produção envolve a elaboração, a partir de materiais semi processados de produtos acabados, sejam eles padronizados sob medida, ou personalizados, dos tipos funcionais ou decorativos.

3.2 - Mercado produtor

Dados disponibilizados na Internet pelo Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM e compilados pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT em “A Cadeia Produtiva de Rochas Ornamentais e para Revestimento no Estado de São Paulo” publicado em 2004 citam que existiam em 2003 aproximadamente 3000 marmorarias no Estado de São Paulo maioritariamente correspondentes a micro e pequenas empresas, sendo que mais de 1000 distribuídas na capital.

3.3 - Marmorarias

O IPT fez em 2002 uma compilação de cadastros junto ao setor marmorista usando na pesquisa a aplicação de um questionário com mais de cem perguntas e dados das listas OESP. (www.listaoesp.com.br - catalogo comercial) e entre os associados do Sindicato da Industria de Mármores e Granitos do Estado de São Paulo - Simagran. Do estudo realizado foram elaboradas e detalhadas as seguintes informações.

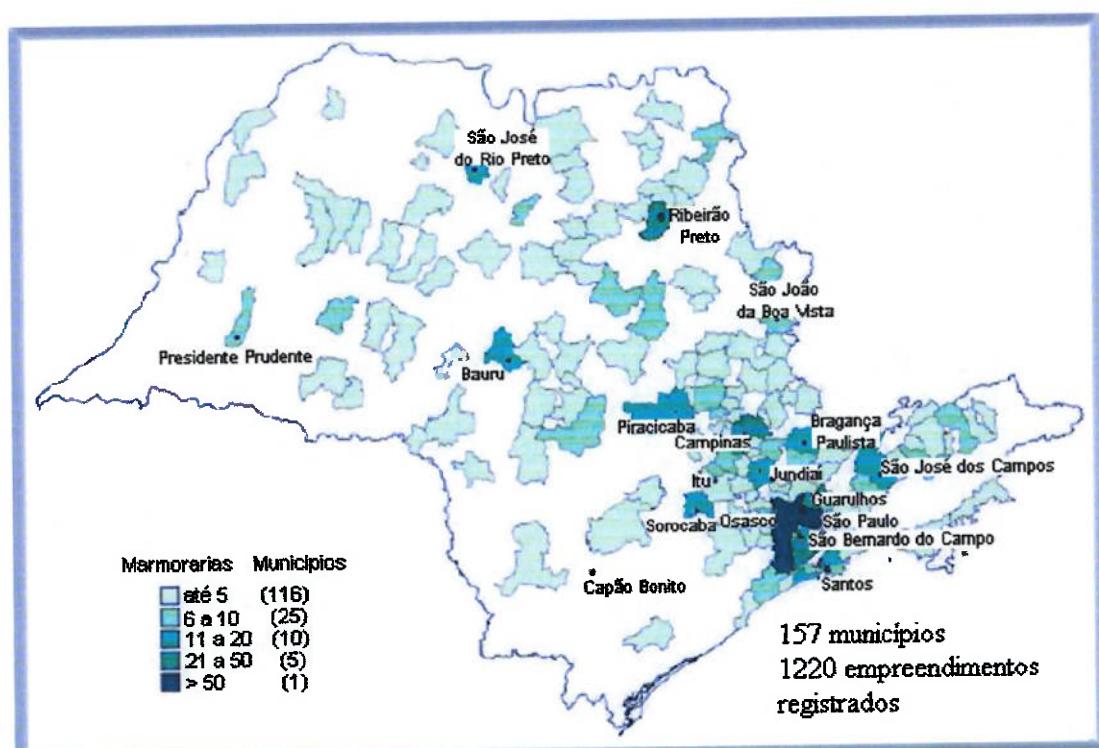


Fig. 3.2 – Distribuição das marmorarias no Estado de São Paulo

(Fonte: IPT, 2004)

3.3.1 - As empresas

A quase totalidade das empresas marmoristas são de micro e pequeno porte. Predominam os empreendimentos essencialmente familiares. Quanto ao tempo de existência das marmorarias, embora tenham sido identificadas algumas fundadas há bastante tempo, a mais antiga delas nos anos 30 do século passado, há um maior número de empreendimentos operando a partir dos anos 70. Nota-se também uma tendência a permanecerem mais tempo no ramo, as marmorarias relativamente maiores. Poucas são as empresas verticalizadas.

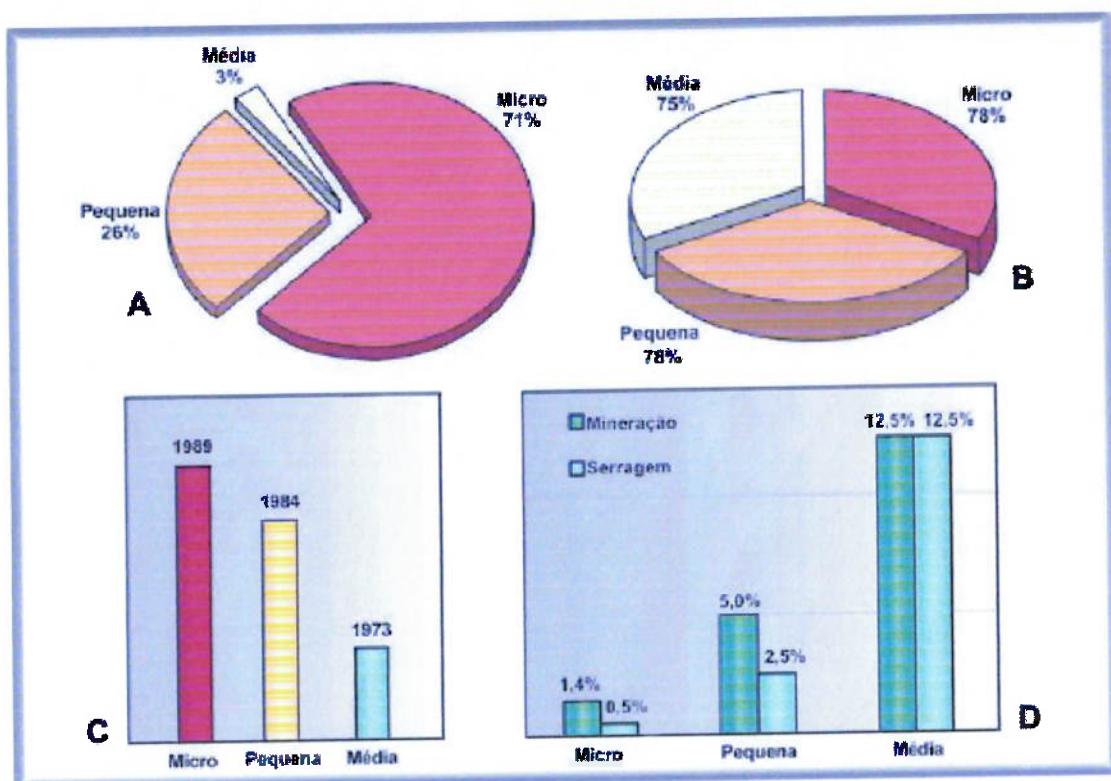


Fig. 3.3 - Características empresariais das marmorarias paulistas: (A) Participação relativa das micro, pequenas e médias empresas; (B) Incidência de empresas familiares; (C) Ano mais comum de fundação; (D) Incidência de empresas verticalizadas. (Fonte: IPT, 2004)

3.3.2 - A mão-de-obra

Geralmente cada marmoraria emprega, dependendo do porte entre cinco e quinze funcionários, sendo que um pequeno número de empresas maiores chegam a empregar até 120 funcionários. A maior estabilidade da mão de obra também está

associada ao maior porte da empresa. A capacitação e treinamento dessa mão de obra, com pequenas variações, é realizada principalmente nas próprias marmorarias, e decorre de experiência acumulada na atividade ao longo do tempo. A falta de cursos de aperfeiçoamento é considerado um limitante à qualidade dos produtos e à implantação e aproveitamento dos recursos proporcionados por equipamentos mais modernos.

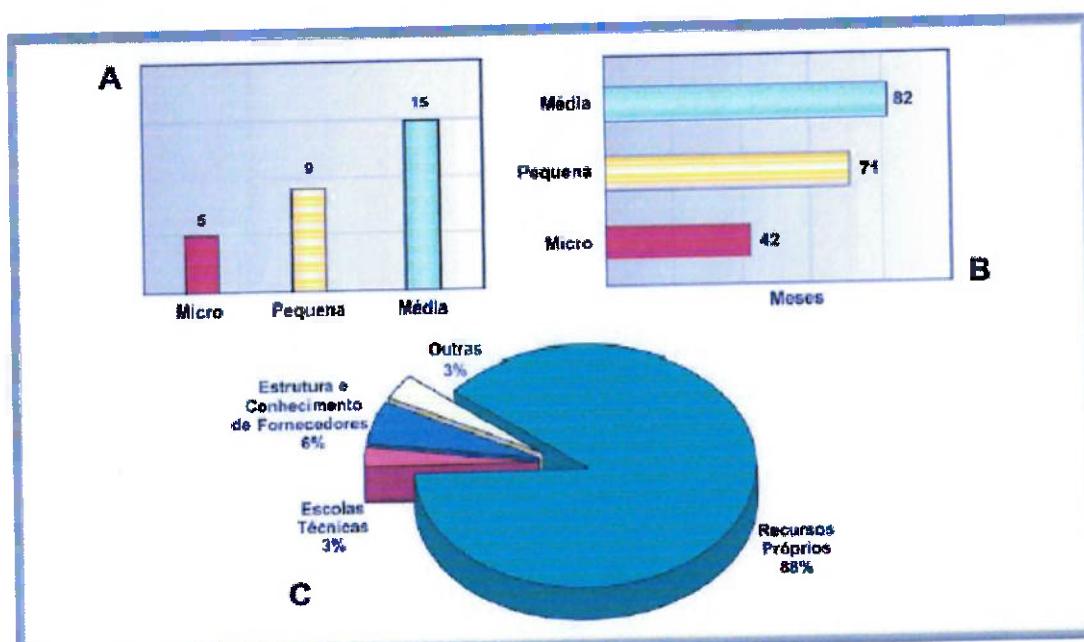


Fig. 3.4 - Empregados na produção: (A) Número médio por categoria de marmoraria; (B) Número médio de meses na empresa; (C) Formas adotadas para treinamento.

(Fonte: IPT, 2004)

3.3.3. - O maquinário

Na maioria das marmorarias paulistas o maquinário tem mais de sete anos de funcionamento. Empresas de menor porte utilizam equipamentos de segunda mão já descartados pelas maiores marmorarias. Predominam máquinas e equipamentos nacionais semi automatizados e o acabamento dos produtos é feito manualmente. Empresas maiores objetivando a produção em maior escala procuram formas mais sofisticadas de produção e automatização para produtos padronizados. Neste caso por falta de opção do mercado nacional são importados maquinários e tecnologia.

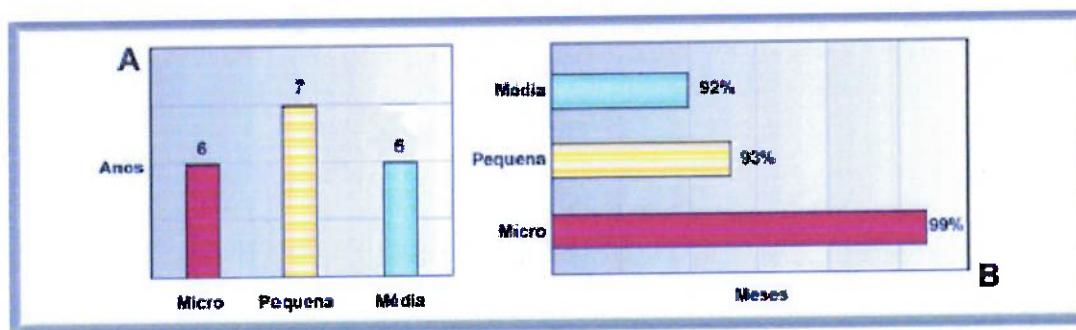


Fig. 3.5 - Maquinário utilizado: (A) Número de anos decorridos da instalação; (B) Participação de componentes nacionais. (Fonte: IPT, 2004)

3.3.4 - A produção

As empresas de maior porte, unindo equipamento, capacidade técnica e financeira tendem a ter uma produção mais padronizada. As pequenas atendem a um mercado muito regional com peças e acabamento sobre medida. O gerenciamento da qualidade dos produtos nas pequenas e micro empresas é quase que unicamente individual e visual, atendendo ao agrado de um cliente que geralmente está presente.

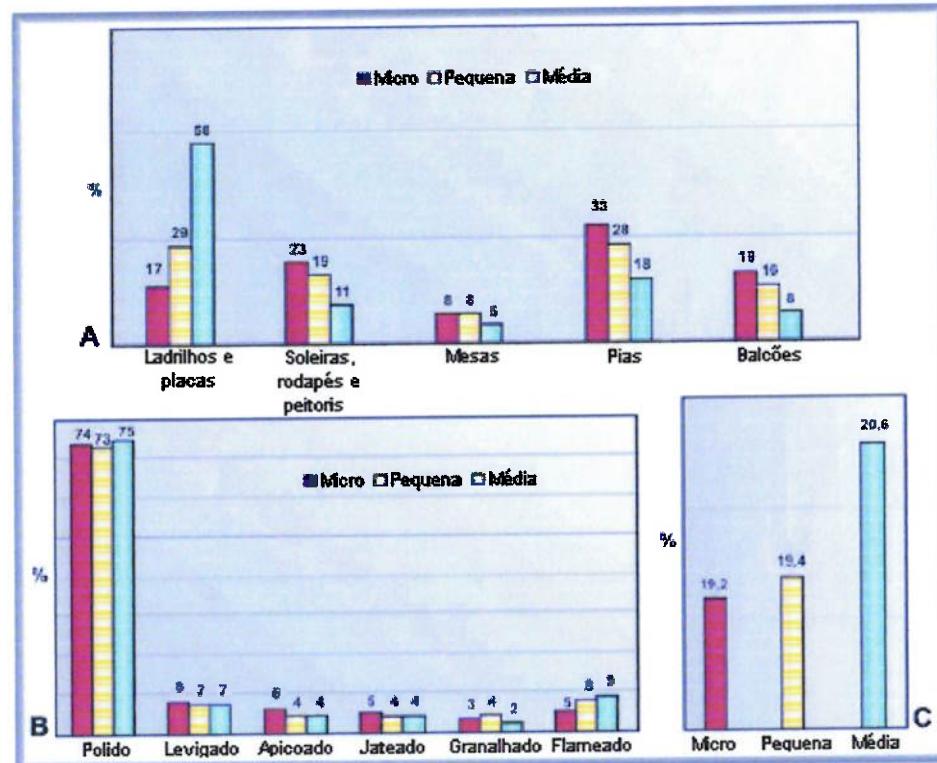


Fig. 3.6 - Produção : (A) Participação dos principais tipos de produto; (B)Tipos de acabamento de superfícies; (C) Perdas dos insumos pétreos no processo produtivo. (Fonte IPT, 2004)

3.3.5 - O meio ambiente

Ações do Ministério P\xfablico paulista t\xeam obrigado as marmorarias a diminuir a emissão de p\xf3, para proteção da m\xe3o de obra e da popula\xe7ao vizinha das empresas. Para a maioria das marmorarias, h\xe1 dificuldades em atender a essas e a outras exig\xeancias, por falta de capital para a compra de equipamentos de aspira\xe7ao de poeira, m\xe1quinas que operem com recorte e polimento a \x96mido e capacita\xe7ao da m\xe3o de obra envolvida.

Poucas empresas adotam medidas para controle de Impactos Ambientais como mostrado na figura abaixo.

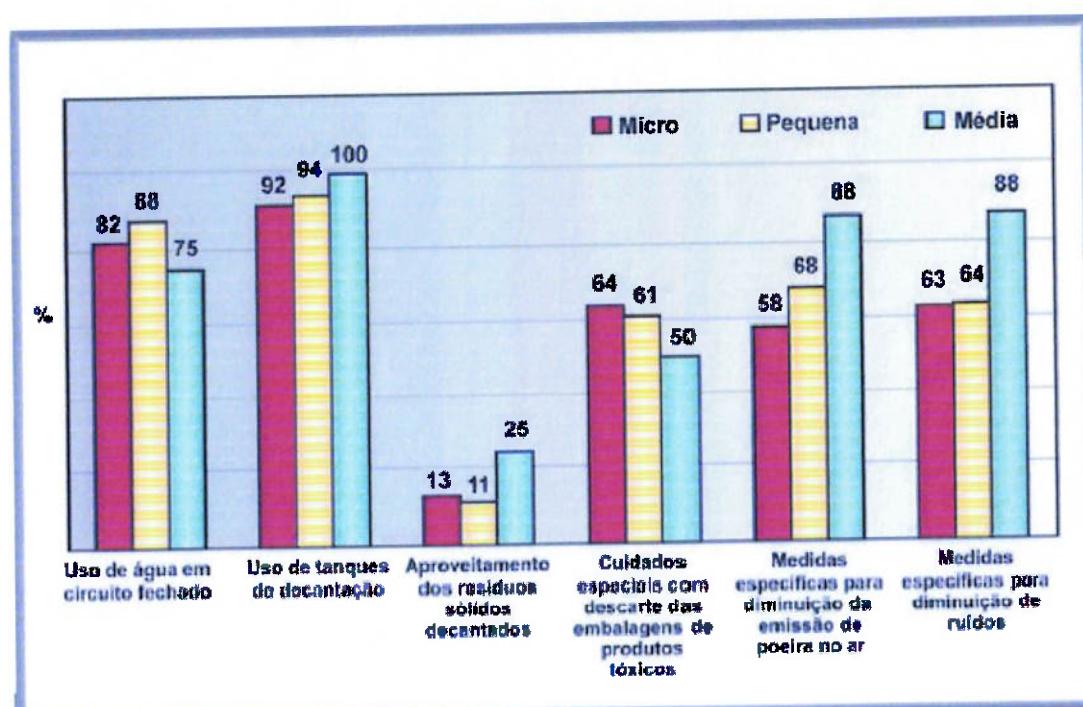


Fig 3.7 - Incidência e tipos de medidas para controle de impactos ambientais.

Os dados e gráficos deste capítulo foram extraídos de “A cadeia produtiva de rochas ornamentais e para revestimento no estado de São Paulo” publicado pelo IPT em 2004.

Todas essas atividades são executadas nas mais diversas situações e os trabalhadores estão expostos a diversos riscos, sendo que um dos maiores é a inalação de poeiras. A inalação e o sistema respiratório são o nosso próximo assunto.

CAPÍTULO IV

LEGISLAÇÃO

4.1 - Legislação

A qualidade de vida de todos está relacionada com o meio ambiente e inserido neste o ambiente em que trabalhamos, sendo que esses conceitos e as suas interligações muitas vezes se sobrepõem. A Constituição Brasileira ao ordenar as obrigações e direitos separa Meio Ambiente e Ambiente de Trabalho disciplinando as áreas de atuação de cada um.

4.2 - Legislação Ambiental.

Na parte ambiental a Constituição Brasileira dá maior ênfase no Título VIII da Ordem Social em que no Capítulo VI do Meio Ambiente estabelece no artigo 255 “Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defende-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações ”.

No Brasil o Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA é o órgão que disciplina e delibera sobre Legislação Ambiental, cabendo ao Instituto Brasileiro de Meio Ambiente - IBAMA a execução e fiscalização. Em uma seqüência hierárquica a esses órgãos existe a Legislação Estadual e Municipal específica, com enfoque de particularidades, em que preservando o rigor da Legislação Federal podem criar restrições e critérios para padrões quantitativos e qualitativos, bem como das licenças de instalação e funcionamento dos estabelecimentos empresariais.

A nível nacional os **Padrões de Qualidade do Ar** são estabelecidos pela Resolução CONAMA Nº 3, de 28 de junho de 1990 que cita:

Art. 1º - São padrões de qualidade do ar as concentrações de poluentes atmosféricos que, ultrapassadas, poderão afetar a saúde, a segurança e o bem-estar da população, bem como ocasionar danos à flora e à fauna, aos materiais e ao meio ambiente em geral.

Define “ como poluente atmosférico qualquer forma de matéria ou energia com intensidade e em quantidade, concentração, tempo ou características em desacordo com os níveis estabelecidos ”.

Estabelecidos os seguintes conceitos e padrões:

Padrões Primários de Qualidade do Ar - são as concentrações de poluentes que, ultrapassadas, poderão afetar a saúde da população.

Padrões Secundários de Qualidade do Ar - são as concentrações de poluentes abaixo das quais se prevê o mínimo efeito adverso sobre o bem-estar da população, assim como o mínimo dano à fauna, à flora, aos materiais e ao meio ambiente em geral.

Tabela 4.1 - dados da Resolução CONAMA nº 3

PADRÃO NACIONAL DE QUALIDADE DO AR

Poluente	Tempo de exposição	Padrão Primário ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)*	Padrão Secundário ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)*
Partículas Totais em Suspensão (PTS)	24 horas anual	240 80	150 60
Partículas Inaláveis (PI, PM10 ou MP10)	24 horas anual	150 50	150 50" 50 35"
Fumaça	24 horas anual	150 60	100 40
Dióxido de Enxofre (SO_2)	24 horas anual	3650 80	100 40
Monóxido de Carbono (CO)	1 hora 8 horas	40.000 10.000	40.000 10.000
Ozônio (O_3)	1 hora	160	160
Dióxido de Nitrogênio (NO_2)	1 hora anual	320 100	190 100

* $\mu\text{g}/\text{m}^3$ significa micrograma do poluente por metro cúbico de ar

" Padrão exigido na Comunidade Europeia (fonte: CONAMA-Nº3, 1990)

Nesta Resolução ficam também estabelecidos os Níveis de Atenção, Alerta e Emergência para episódios agudos, que foram compilados por ALMEIDA (1999) em sua tese e que apresentamos a seguir.

Tabela 4.2 - Padrões Nacionais para Níveis de Atenção, Alerta e Emergência

Poluente	Critérios para Episódios Agudos (µg/m³)		
	Atenção	Alerta	Emergência
Partículas Totais em Suspensão (PTS)	375	625	875
Partículas Inaláveis	250	420	500

(Fonte: ALMEIDA, 1999)

Os Padrões de Emissão estão na RESOLUÇÃO CONAMA Nº 08, de 06 de Dezembro de 1990 que estabelece os limites máximos de emissão de poluentes do ar (padrões de emissão) em fontes fixas de poluição mas de maneiras geral são fixados a nível estadual.

No caso do Estado de São Paulo a Lei nº 997/76 regulamentada pelo Decreto 8.468/76 estabelece os padrões de qualidade do ar e cabe à CETESB a regulamentação de Licenças, mecanismos de Fiscalização, bem como a emissão de relatórios de qualidade ambiental.

4.3 - Legislação no Ambiente de Trabalho

Internacionalmente a primeira lei de proteção aos trabalhadores foi aprovada na Inglaterra em 1802 “A Lei da Saúde e Moral dos Aprendizes” e LEONIDAS (2003), cita que ela estabelecia o limite de doze horas por dia, proibia o trabalho noturno, obrigava os empregadores a lavar as fábricas e tornava a ventilação obrigatória. Mas é no século XX com a Organização Internacional do Trabalho - OIT, que se caracterizam os conceitos técnicos e jurídicos da Segurança e Saúde do Trabalhador.

A OIT, criada após a primeira grande guerra, é hoje o maior Fórum tripartite do mundo do trabalho atuando através de Recomendações e Convenções. “a cada Convenção corresponde uma Recomendação que tem cunho orientativo com relação à Convenção da qual trata. Essas convenções, para que tenham força de lei nos países membros, devem ser ratificadas pelos respectivos governos. Desde 1919 o Brasil já ratificou mais de cinqüenta convenções”, cita LEONIDAS (2003) destacando a de número 155 ratificada pelo Brasil

através do Decreto Legislativo nº 2 de 17 de Março de 1992, e que trata sobre a Segurança e Saúde dos Trabalhadores e o Meio Ambiente de Trabalho.

Na Constituição Federal estão estabelecidos os dispositivos legais dos direitos e das garantias a que estão sujeitas as relações de trabalho, a especificidade é posteriormente assegurada pela Consolidação das Leis do Trabalho - CLT.

Na CLT temos o Capítulo V que trata da Segurança e da Medicina do Trabalho. Neste capítulo estão as disposições legais que coordenam, orientam e controlam as atividades, das quais podemos destacar, a constituição da Comissão Interna de Prevenção de Acidentes – CIPA, os Equipamentos de Proteção Individual – EPI, a obrigatoriedade de exames médicos, as atividades insalubres ou perigosas e a responsabilidade das partes envolvidas. Hierarquicamente à CLT vêm as Normas Regulamentadoras, e são ainda possíveis acordos e entendimentos que não contrariem legislação superior.

No Código Civil, é estabelecida a responsabilidade na conduta do empregador ou proposto que “ revela negligência e imprudência, omissão de precauções elementares, despreocupação e menosprezo pela segurança do empregado, dando causa ao acidente ” como continuidade deste entendimento o Tribunal de Justiça de São Paulo visando a segurança dos empregados sentencia “ quem exerce atividade perigosa e que coloca em risco a terceiros tem a obrigação de tomar as providências necessárias à manutenção da margem de segurança para que a incolumidade alheia não seja atingida ”.

O código penal estabelece as sanções a serem aplicadas aos infratores, que por qualquer motivo, tenham causado ou provocado danos ambientais. As penalidades podem ser aplicadas independente do nexo causal respaldadas unicamente na responsabilidade objetiva,

4.4 - As NRs

As Normas Regulamentadoras (NRs) objetivam explicitar as determinações contidas nos artigos 154 a 207 da CLT, para que sirvam de balizamento, de parâmetros técnicos às pessoas ou empresas que devem atender aos ditames legais e que, também, devem observar o pactuado nas Convenções e nos Acordos Coletivos de Trabalho de cada categoria e nas Convenções Coletivas sobre Prevenção de Acidentes.

Considerando-se a inter-relação existente entre as Normas Regulamentadoras, o propósito é o de indicar efetivamente essa ocorrência, demonstrando, na prática preventivista que muito pouco adianta atender a uma sem levar em consideração o que na maioria dos casos dispõe a outra.

A legislação obriga assim o atendimento e a aplicação de todas as NRs e transcrevemos pontos essenciais a adotar em marmorarias de pequeno porte.

Pelo CNAE - 2691 – 3 e Grau de risco 4

NR – 4 – Serviços Especializados em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho.

Constam desta NR os quadros:

Quadro I - CNAE – Classificação Nacional de Atividades Econômicas

Quadro II – Dimensionamento dos SESMT

Pelo risco da atividade principal e pelo número de empregados do estabelecimento é dimensionado o Serviço Especializado em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho – SESMT.

Compete aos profissionais integrantes do SESMT aplicar os conhecimentos de Engenharia de Segurança e de Medicina do Trabalho para reduzir e até eliminar os riscos à saúde do trabalhador. Quando esgotados todos os meios conhecidos para a eliminação do risco e este persistir, mesmo reduzido, o SESMT indicará e especificará o equipamento de proteção individual (EPI).

Esta NR prevê os casos em que as empresas não se enquadram no Quadro II, admitindo a possibilidade de se organizarem entre si e criarem SESMT comum, dimensionado em função do somatório dos respectivos funcionários.

NR - 5 – Comissão Interna de Prevenção de Acidentes – CIPA

Todas as empresas privadas, públicas e sociedade de economia que possuam empregados regidos pela Consolidação das Leis do Trabalho – CLT dependendo do grau de risco da empresa e do número de funcionários devem constituir e manter a CIPA.

O Quadro II faz o agrupamento de setores econômicos pela CNAE e em seguida pelo Quadro I é feito o dimensionamento da CIPA

Cabe aos membros da CIPA identificar localmente os risco, elaborar os mapas, desenvolver e implantar os programas PCMSO e PPRA relacionados à segurança e saúde no trabalho.

NR - 6 – Equipamentos de Proteção Individual - EPI

Esta Norma define Equipamento de Proteção Individual – EPI, como sendo “ todo dispositivo ou produto, de uso individual utilizado pelo trabalhador, destinado à proteção de riscos suscetíveis de ameaçar a segurança e a saúde no trabalho.

Atendendo às peculiaridades de cada atividade profissional, o empregador deve fornecer aos trabalhadores os EPI adequados, de acordo com o disposto no ANEXO I desta NR. Sendo que nas empresas desobrigadas de constituir CIPA, cabe ao designado, mediante orientação de profissional tecnicamente habilitado, recomendar o EPI adequado à proteção do trabalhador. O EPI a ser utilizado terá obrigatoriamente identificação do Certificado de Aprovação – CA, expedido pelo MTE.

NR - 7 - Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional - PCMSO

Esta Norma estabelece a obrigatoriedade de elaboração e implementação, por parte de todos os empregadores, do Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional - PCMSO, sendo este planejado e implantado com base nos riscos à saúde dos trabalhadores e com o objetivo de promoção e preservação da saúde dos mesmos.

Estabelece as exceções em que ficam desobrigadas de indicar médico coordenador as empresas de grau de risco 1 e 2, com até 25 (vinte e cinco) empregados e aquelas de grau de risco 3 e 4, com até 10 (dez) empregados

Orienta também os exames médicos obrigatórios (admissional, periódico, por mudança de função ou demissional) e o programa de acompanhamento da saúde dos empregados conforme quadro a seguir.

Tabela 4.3 - PARÂMETROS PARA MONITORIZAÇÃO DA EXPOSIÇÃO OCUPACIONAL A ALGUNS RISCOS À SAÚDE (quadro II)

Risco	Exame Complementar	Periodicidade dos Exames	Método de Execução	Critério de Interpretação
Aerodispersóides FIBROGÊNICOS	Telerradiografia do tórax	Admissional e anual	Radiografia em posição pôstero-anterior (PA) Técnica preconizada pela OIT, 1980	Classificação internacional da OIT para radiografias
	Espirometria	Admissional e bienal	Técnica preconizada pela American Thoracic Society, 1987	
Aerodispersóide NÃO-FIBROGÊNICOS	Telerradiografia do tórax	Admissional e trienal, se exposição < 15 anos	Radiografia em Posição pôstero-anterior (PA) Técnica preconizada pela OIT, 1980	Classificação internacional da OIT para radiografias
		Bienal, se exposição > 15 anos	Técnica preconizada pela American Thoracic Society, 1987	
	Espirometria	Admissional e bienal		

(Fonte: MTE NRs)

NR - 9 - Programa de Prevenção de Riscos Ambientais - PPRA

Estabelece a obrigatoriedade da elaboração e implementação, por parte de todos os empregadores e instituições que admitam trabalhadores como empregados, do PPRA, que deve fazer o reconhecimento, avaliação e consequente controle da ocorrência de riscos ambientais existentes ou que venham a existir no ambiente de trabalho, tendo em consideração a proteção do meio ambiente e dos recursos naturais.

Cabe à empresa estabelecer as estratégias e as metodologias que serão utilizadas para o desenvolvimento de ações que gerem o desenvolvimento do programa. O PPRA deve estar articulado com o Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional – PCMSO previsto na NR 7. É um programa com coletas de dados e etapas de desenvolvimento.

NR – 15 - Atividades e Operações Insalubres

Define atividades e operações insalubres e estabelece os limites de tolerância, as concentrações ou intensidades, os tempos e os demais fatores para exposição ocupacional de onde o Anexo 12 trata das poeiras minerais com destaque para a silica.

Sílica Livre Cristalizada

1. O limite de tolerância, expresso em milhões de partículas por decímetro cúbico, é dado pela seguinte fórmula:

$$LT = \frac{8,5}{\% \text{ quartzo} + 10} \text{ mppdc}$$

(milhões de partículas por decímetro cúbico)

Esta fórmula é válida para amostras tomadas com "impactador" (*impinger*) no nível da zona respiratória e contadas pela técnica de campo claro. A porcentagem de quartzo é a quantidade determinada através de amostras em suspensão aérea.

2. O limite de tolerância para poeira respirável, expresso em mg/m^3 , é dado pela seguinte fórmula:

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

3. Tanto a concentração como a porcentagem de quartzo, para a aplicação deste limite, devem ser determinadas a partir da porção que passa por um seletor com as características do Quadro nº 1.

QUADRO N° 1

Diâmetro aerodinâmico (esfera de densidade unitária) (μm)	% de passagem pelo seletor
menor ou igual a 2	90
2,5	75
3,5	50
5,0	25
10,0	0 (zero)

4. O Limite de Tolerância para poeira total (respirável e não respirável), expresso em mg/m^3 , é dado pela seguinte fórmula:

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

5. Sempre será entendido que "Quartzo" significa sílica livre cristalizada.

6. Os limites de tolerância fixados no item 4 são válidos para jornadas de trabalho de até 48 horas por semana, inclusive.

6.1 Para jornadas de trabalho que excedam a 48 horas semanais os limites deverão ser reduzidos, sendo estes fixados pela autoridade competente.

A Legislação Brasileira de segurança e saúde no trabalho enfoca nas Normas Reguladoras a valorização e a participação dos trabalhadores, o que na prática dificilmente está ocorrendo.

Paralelamente à Legislação Brasileira são usadas muitas vezes, para comparações e respaldo de Laudos os limites de tolerância adotados por vários órgãos Internacionais e alguns estão listados a seguir.

Tabela 4.4 - LIMITES DE EXPOSIÇÃO À SÍLICA CRISTALINA RESPIRÁVEL

Agência	Substância	Orientações (mg/m ³ de ar)
NIOSH	Sílica cristalina: quartzo, cristobalita e tridimita como poeiras respiráveis	Limite recomendado de exposição: 0,05 (para até uma jornada de trabalho de 10 horas durante uma semana de 40 horas de trabalho)
OSHA	Silica cristalina respirável, Quartzo	Limite permitido de exposição: 10% quartzo + 2 (para 8 horas TWA)
	Silica cristalina respirável, cristobalita	Limite permitido de exposição = ½ do valor calculado da fórmula para o quartzo
	Sílica cristalina respirável, tridimita	Limite permitido de exposição = ½ do valor calculado para a fórmula do quartzo
MSHA	Quartzo respirável em minas subterrâneas e de superfície de metais e não-metais	Limite permitido de exposição = 10 ÷ % quartzo + 2 (8 horas TWA)
	Sílica cristalina respirável presente em concentrações menores de 5% e minas de carvão de superfície e subterrâneas	Padrão de Poeira Respirável = 10 ÷ % quartzo + 2 (8 horas TWA)
ACGIH	Sílica cristalina respirável, Quartzo	Limite de tolerância = 0,05 (8 horas TWA)
	Sílica cristalina respirável, cristobalita	Limite de tolerância = 0,05 (8 horas TWA)
	Sílica respirável cristalina, tridimita	Limite de tolerância : 0,05 (8 horas TWA)

Extraído do relatório NIOSH sobre Sílica Cristalina Respirável e publicado na Revista Safety + Health nº 1, Vol. 165, de 06 -2002 e traduzido por J, ^a Munhoz

A Legislação Brasileira tem aumentado o rigor no controle das exposições ocupacionais e em alguns casos as medidas adotadas levam 'a proibição de uso de alguns materiais em algumas atividades.

No sentido de atender a uma melhoria na qualidade nas condições de trabalho foi publicada a **PORTARIA N.º 99**, de 19/12/2004 que:

Considerando que o processo de trabalho de jateamento com areia é gerador de uma elevada concentração de sílica cristalina (quartzo), responsável por uma alta incidência de quadros graves de silicose;

Considerando que a sílica cristalina é uma substância comprovadamente cancerígena e que trabalhadores com silicose estão mais propensos a contraírem câncer de pulmão;

Considerando que as medidas de controle da exposição à sílica cristalina nas atividades de jateamento com areia são comprovadamente inadequadas ou insuficientes;

Considerando a existência de tecnologia disponível para substituição do processo de trabalho de jateamento com areia;

RESOLVE:

Art. 1º - Incluir o item “7”, no título “Silica Livre Cristalizada”, do Anexo nº 12, da Norma Regulamentadora nº 15 – “Atividades e operações insalubres”, com a seguinte redação:

“7. Fica proibido o processo de trabalho de jateamento que utilize areia seca ou úmida como abrasivo”.

A legislação citada é mínima e deve ser complementada por informações específicas para que a exposição ocupacional não cause dano ao trabalhador.

CAPÍTULO V

EXPOSIÇÃO OCUPACIONAL

5.1 - Atividades e exposição

A exposição do ser humano a riscos em função de qualquer atividade acompanha-o desde a sua existência, mas os danos e as suas consequências são majorados com a especificação e a rotina das ocupações. Há várias citações de doenças associadas as profissões mas podemos destacar Bernardino Ramazzini, considerado o pai da medicina do trabalho, que no final do século XVII escreve o livro “AS DOENÇAS DOS TRABALHADORES” notabilizou-se pela obra e pelas perguntas *Qual é a sua ocupação? Que arte exerce?*. Em que não houve arte, ofício ou profissão que não merecesse estudo e observação, e cabe destacar o seguinte texto.

DOENÇAS DOS LAPIDÁRIOS, ESTATUÁRIOS E BRITADORES

“ Tampouco se devem desprezar os distúrbios mórbidos que atacam os operários de pedreira, estatuários, britadores e os artesãos desse gênero. Enquanto retiram o mármore da rocha embaixo da terra, cortam-no e talham-no a escalpelo para esculpirem estátuas e outras obras, saltam ásperas lascas angulosas e cortantes que, penetrando nas vias respiratórias, os abrigam a tossir: contraem asfécções asmáticas e ficam tísicos. Atinge-os um vapor metálico desprendido do mármore, do tufo e outras pedras com manifesto prejuízo do nariz e do cérebro; assim, os trabalhadores que lavram pedra perto da Lídia, aspirando continuamente seu pesado odor, sentem dores de cabeça e de estômago e são levados a vomitar; nos cadáveres dissecados desses artífices, encontram-se os pulmões cheios de pequenos cálculos. É bastante curioso o referido por Diemerbroeck, a respeito de vários operários de pedreira mortos de asma; tendo dissecado seus corpos e encontrado nos pulmões areia amontoada, ao cortar com sua faca as vesículas pulmonares, sentiu que cortava também corpos arenosos; repete-se aí a manifestação do que viu em um mestre lapidário, que, enquanto trabalhava a pedra, notava levantar-se um pó tão fino que transpassava uma bexiga de boi pendurada na oficina, e, ao cabo de um ano, havia um punhado de pó dentro da bexiga, pó esse, conforme imaginava, que nos incautos lapidários aspiravam, levando-os à morte paulatinamente.

Contam as histórias médicas que freqüentemente se encontram pedras nos estômagos e intestinos desses artífices; não se lhes atribui outra origem que a da paulatina aglomeração de partículas pulverizadas que entram pela boca, na opinião

de Olaf Borch “sobre a formação de pedras no microcosmo”; não se deve crer que os cálculos se formem sempre em nossos corpos por causas internas e sucos petríficos, pois, às vezes, esses males chegam de fora e atacam as vísceras sãs. Wedel observou um cálculo surgido por causa externa na empregada de certo caleiro, e disse ter descoberto esse cálculo nos pulmões sendo formado de partículas de cal que penetraram, segundo crê, pela boca.

Os carniceiros encontram pedras freqüentemente no ventre e nos intestinos dos bois, e afirma Aristóteles que nenhum animal, exceto o homem, sofre de cálculo, a não ser que Aristóteles só tenha mencionado cálculo renal. Também fala Scaliger de um cavalo que tinha duríssimos tofos, um dos quais ele conservava. De cálculos eqüinos, aos quais chamam “hipólitos”, ou de suas virtudes, tratam numerosos autores, sem inspirar-me muita fé. Creio que não nos afastaremos da verdade, pensando que se formam cálculos nos ventres dos bois e cavalos, da poeira e das lascas aspiradas pelo focinho, quando no verão, com a língua de fora, passam os carros por caminhos empoeirados e cheios de cascalhos.

Remédios oportunos para tais artifícies serão os purgativos e os vomitórios, para que expila violentamente as pequenas partículas nocivas depositadas no estômago e intestinos, antes que se transformem em cálculos maiores, com a agragação de novas matérias; também cuidarão, tanto quanto possível, de não absorverem pela boca esses pequenos fragmentos”.

5.2 - Exposição Ocupacional

Em decorrência de Saúde e Segurança no trabalho podemos definir exposição ocupacional como “a exposição normal de um indivíduo em decorrência do seu trabalho ou treinamento em práticas ou intervenções autorizadas”. Devemos ter diversos cuidados e fazer considerações e observações para podemos categorizar e classificar quantitativamente e qualitativamente os expostos.

5.2.1 - Matriz de Exposição Ocupacional

Segundo FÁTIMA RIBEIRO (2004), podemos considerar como Matriz de Exposição Ocupacional - MEO “um sistema de classificação que avalia ou estima a exposição para uma substância, agente ou conjunto de substâncias em distintas ocupações por ramos de atividades específicos”

O dimensionamento quantitativo da exposição ocupacional e em especial a exposição a agentes cancerígenos nos ambientes de trabalho é sem dúvida algo complexo. Quando da ocorrência da doença câncer, o longo período de latência entre a exposição e a sua manifestação, exigem o conhecimento do histórico de ocupações do exposto,

Em sua tese de doutorado FÁTIMA RIBEIRO (2004) considerando ramos de atividades, ocupações, tarefas realizadas e níveis de exposição cita dados de Siemiatycki (1991) que utilizou uma classificação por categorias, proporcionais à jornada de trabalho e Hawkins et al. (1991) que combinou a freqüência com a concentração, elaborou a seguinte tabela;

Tabela 5.1 - Classificações qualitativas de exposições ocupacionais a cancerígenos

Categorias	Hawkins et al.	Siemiatycki
Não expostos	Não há contato com o agente	Contato menor que 1% da jornada semanal de trabalho
Baixa exposição	Contato infreqüente com o agente em baixa concentração	Contato entre 1% e 5% da jornada semanal de trabalho
Exposição Moderada ou Média	Contato freqüente com agente em baixa concentração ou contato infreqüente com agente sob alta concentração	Contato entre 5% e 30% da jornada semanal de trabalho
Alta exposição	Contato freqüente com agente sob alta concentração	Contato acima de 30% da jornada semanal de trabalho
Exposição muito alta	Contato frequente com agente sob altíssimas concentrações	—————

(Fonte: Fátima Ribeiro, 2004)

5.3 - Grau de Exposição

Os efeitos que um agente químico ou físico exerce sobre o organismo também estão relacionados ao grau de exposição a que o indivíduo está sujeito. Assim, uma única dose de uma substância pode causar uma doença aguda reversível, danos, lesões

permanentes ou morte. Nestes casos, a causa do dano geralmente é fácil de ser detectada.

Exposições baixas, ocorridas durante várias semanas ou meses, podem produzir efeitos subagudos a curto prazo, assim como exposições sucessivas a baixas doses podem resultar em efeitos crônicos a longo prazo, difíceis de serem diagnosticados. A exposição a particulados em marmorarias é um clássico exemplo de problemas respiratórios e intoxicação crônica decorrente da exposição a agentes carcinogênicos.

Tabela 5.2 - Efeitos agudos e crônicos de materiais perigosos existentes nos ambientes

SITUAÇÃO DE RISCO	EFETO AGUDO	EFETO CRÔNICO
névoas de ácidos	irritação dos olhos e garganta, umedecimento dos olhos, tosse, dor de garganta, dor no peito	bronquite crônica e enfisema
Asbesto	moderada irritação respiratória, tosse, espirros	asbestose, câncer do pulmão
monóxido de carbono	tonturas, dores de cabeça, confusão mental; em doses muito altas, desmaio e morte	Pode contribuir para paradas cardíacas (ataques do coração)
tricloroetileno	euforia, sensação de torpor alcoólico, dormência, tonturas	danos aos rins e fígado; possivelmente câncer de fígado
Vibrações	enrijecimento de juntas, formigamento	artrite, tendinite, doença dos dedos brancos

(Fonte: Eston, 2003)

Como visto anteriormente as três formas mais importantes da sílica cristalina, do ponto de vista da saúde ocupacional são o quartzo, a tridimita e a cristobalita também chamadas de sílica livre ou sílica não combinada para distingui-las dos demais silicatos. Nos processos produtivos em função do material utilizado, da operação ou do tipo de atividade podemos ter o aparecimento dos particulados contendo sílica. A seguir uma tabela extraída do texto de pesquisa da Fundacentro compondo algumas das atividades mais comuns onde é grande a probabilidade de exposição.

Tabela 5.3 - Atividade onde pode ocorrer exposição ocupacional a sílica livre cristalina.

Industria/atividade	Operação específica/tarefa	Fonte do material
Agricultura	Aragem, colheita, uso de máquinas	Solo
Mineração e operações de beneficiamento do minério	A maioria das ocupações (em baixo da terra, superficial, moinho) e minas (metal, não metal, carvão)	Minérios e rochas associadas
Lavra/extracção e operações relacionadas com o beneficiamento do minério	Processo de Trituração de pedra, areia e pedregulho, corte de pedra, abrasivo para jateamento, trabalhos com rochas ornamentais e outras.	Arenito, granito, pedra, areia, pedregulho, ardósia.
Construção em geral	Abrasivos para jateamento de estrutura, edifícios. Construção de estradas e túneis. Escavação e movimentação de terra. Alvenaria, trabalho com concreto, demolição e reformas.	Areia e concreto. Solo e rocha. Concreto, argamassa e reboque.
Vidro e fibra de vidro	Vidro incluindo fibra de vidro	Areia, quartzo moído e refratários.
Cimento e similares	Processamento da matéria prima	Argila, areia, pedra calcária.
Abrasivos	Fabricação de produtos abrasivos	Areia e arenito
Cerâmicas de tijolos, telha, porcelana sanitária, olaria e refratários.	Misturas, moldagem, Cobertura vitrificada ou esmaltada e acabamento.	Argila, pedra e areia
Fundições (ferrosos e não ferrosos)	Fundição da peça. Limpeza da peça (areia aderida). Uso de abrasivo. Alisamento / aplaíamento.	Areia e material refratário.
Substâncias químicas para a agricultura	Trituração e manuseio de matérias primas.	Minérios e rochas fosfáticas
Joalheria	Corte, esmerilhar, polimento, lustramento	Gemas, pedras e abrasivos
Material dental	Areia abrasiva, polimento	Areia, abrasivos
Reparos de automóveis	Abrasivo para jateamento / alisamento.	Areia

(Fonte: Fundacentro)

Em todos esses ambientes a exposição ocupacional a material particulado pode atingir a todos, pela dispersão continua através do vento. Para que haja danos a saúde do exposto é necessário que o agente entre em contacto com as células do corpo neste caso o agente químico precisa ser inalado.

A tabela seguinte foi elaborada pela Fundacentro e mostra o número e a prevalência de trabalhadores classificado em nível de exposição e o total de trabalhadores em setores . Brasil 1999 - 2000.

Tabela 5.4 - Exposição ocupacional no Brasil

Setor Econômico	Provavelmente Exposto		Possivelmente Exposto		Definitivamente Exposto		Trabalhador Total por Setor	
	Nº Prevalência		Nº Prevalência		Nº Prevalência		Nº	%
Construção Civil	210.700	10,1	287.635	13,8	1.299.066	62,4	2.082.061	6,1
Extração Mineral e Pedreira	23.079	17,0	6.928	5,1	82.556	60,9	135.582	0,4
Indústria de Material não Metálico	79.434	22,0	26.342	7,3	199.262	55,3	360.304	1,1
Indústria Metalúrgica e Siderúrgica	97.193	15,5	48.623	7,7	144.576	23,0	628.295	1,8
Indústria da Borracha, Fumo e Couro	5.487	1,9	31.026	10,5	7.942	2,7	295.804	0,9
Administração Técnica Profissional	244.239	6,3	98.451	2,5	65.271	1,7	3.904.180	11,5
Agricultura	670.811	35,0	658.482	34,4	890	0,1	1.915.041	5,6
Indústria Mecânica	9.112	2,7	38.699	11,3	2.193	0,6	342.901	1,0
Outros	238.247	1,0	270.982	1,1	14.197	0,1	24.402.621	71,6
Total	1.578.302	4,6	1.467.168	4,3	1.815.953	5,3	34.066.789	100

(Fonte : Fundacentro)

Para que a exposição não prejudique a saúde do trabalhador devemos criar condições e limites como veremos a seguir.

CAPÍTULO VI**HIGIENE DO TRABALHO**

6.1 - Higiene do trabalho

Como visto no capítulo anterior a exposição ocupacional está inserida nas atividades, e estas tão necessárias para a sobrevivência humana, cabe então um trabalho no sentido de melhorar a qualidade desses ambientes. Segundo ESTON (2003), **Higiene do Trabalho** pode ser definida como “a ciência que objetiva o reconhecimento, a avaliação e o controle dos fatores ambientais existentes nos locais de trabalho e que podem provocar doenças, prejuízos à saúde e ao bem estar, desconforto significativo e ineficiência nos trabalhadores. É uma ciência estruturalmente prevencionista e preocupada com a saúde do trabalhador durante toda a sua vida útil”, e considera importante a “relação existente entre o ambiente do trabalho e os possíveis danos à saúde dos trabalhadores deste mesmo ambiente”, sendo necessário o levantamento dessas condições para elaborar “um programa de higiene e saúde ocupacional”. englobando as três etapas.

Ainda segundo ESTON (2003), nessas etapas devemos considerar “reconhecimento a fase inicial qualitativa de coleta de dados, através de uma inspeção local que englobe, formas em que se apresentam os agentes ambientais, propriedades tóxicas dos materiais utilizados e os processos envolvidos. Na avaliação determinar a intensidade dos agentes ambientais utilizando-se uma metodologia padronizada e o controle com as medidas a serem tomadas podendo ser relativas ao ambiente de trabalho e ou ao trabalhador”, citando ainda “as primeiras são prioritárias pois são mais eficazes e não causam inconvenientes aos trabalhadores, enquanto que as segundas servem de complementação caso as primeiras não satisfaçam plenamente”.

Este conhecimento permitirá avaliar no ambiente de trabalho estudado os perigos existentes e os risco dos expostos. E conhecendo estes adotar as medidas necessárias em Higiene do trabalho

6.2 - Perigo e risco

Os conceitos de perigo e risco, devem estar bem definidos sendo que ao diminuirmos o potencial do perigo estaremos reduzindo o risco. Cessará o risco se eliminarmos o perigo.

Podemos definir perigo como o potencial de uma substância ou situação causar dano e o risco a probabilidade dessa ocorrência. O risco pode então ser relacionado a freqüência da exposição aumentando com a mesma.

A transformação de risco em doença ocupacional segundo ESTON (2003) “ envolve as características do agente pela intensidade da concentração, as características da atividade pelo tipo de serviço e tempo de exposição e as características do indivíduo visto cada organismo reagir de modo próprio face a um dado agente ambiental ”.

Nas atividades executadas nas marmorarias um dos maiores senão o maior risco é a exposição a materiais particulados dispersos no ar. A potencialidade desse risco depende da concentração da poeira no ar, do tamanho desse particulado, do percentual de sílica, do grau e tempo de exposição do trabalhador e de outros fatores.

6.3 - Outros poluentes atmosféricos

Outros contaminantes, que não só a sílica, estão presentes nos ambientes das marmorarias daí a importância de conhecer os outros poluentes atmosféricos. ASSUNÇÃO (2005), define como poluente atmosférico “toda e qualquer forma de matéria sólida, líquida ou gasosa e de energia que , presente na atmosfera, possa alterar suas condições normais levando à ocorrência de efeitos deletérios reais ou potenciais”, citando ainda que “Os poluentes atmosféricos em forma de matéria podem ser classificados inicialmente em função do estado físico em dois grupos: material particulado; gases e vapores”.

A potencialidade desses agentes químicos é reconhecida por todos e ESTON (2003) classifica-os de acordo com as suas propriedades físico-químicas e

subdividios de acordo com a fase de origem e o tamanho da partícula com a seguintes definição:

“Aerodispersóides - de modo geral são formados por uma dispersão de partículas sólidas ou líquidas no ar, cujo tamanho não supera 100 ou 200 microns, e os tamanhos inferiores definem de maneira não rígida as interfaces entre pós, fumo e fumaça. Fazendo uma classificação granulométrica de aerodispersóides verificamos que as divisões não são rígidas ocorrendo sobreposições ”.

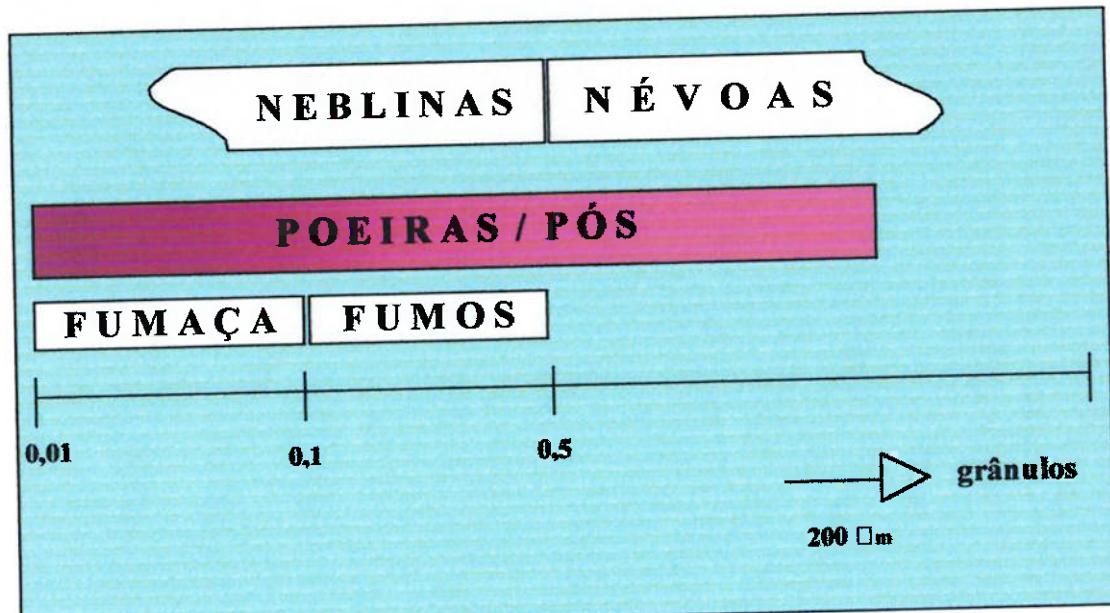


Fig. 6.1 - Distribuição dos aerodispersóides.

(Fonte: Eston, 2003)

6.3.1 - A classificação dos aerodispersóides e exemplos.

Poeiras/Pós – são partículas sólidas produzidas por manipulação, esmagamento, Trituração, impacto rápido, explosão e desintegração de substâncias orgânicas ou inorgânicas, tais como rochas, minérios, metais, madeira ou cereais. As poeiras não tendem a flocular, a não ser sob a ação de forças eletrostáticas; não se difundem no ar, porém sedimentam sob a ação da gravidade (American Standard Association – ASA). Exemplo: poeira de sílica, poeira de asbesto, poeira de algodão.

Fumos – são partículas sólidas resultantes da condensação ou sublimação de gases, geralmente após volatilização de metais fundidos (substâncias que são sólidas à temperatura normal) por reação química, como oxidação.

Exemplos: fumos metálicos em geral (chumbo, alumínio, zinco etc.) e fumos de cloreto de amônio.

Fumaça – fumo resultante da combustão incompleta de materiais orgânicos, carvão e outros, é a reação química de produtos de combustão.

Se a combustão for completa e o combustível não tiver cinzas, não teremos fumaça.

Névoas – são gotículas líquidas em suspensão, produzidas pela condensação de gases ou pela ruptura mecânica de líquidos.

6.4 - Medição de material particulado

Para podermos quantificar o material particulado precisamos fazer uma medição e fazer uma relação de massa ou de volume.

Microgramas por metro cúbico relaciona a massa de contaminante com o volume de ar que o contém (peso por unidade de volume). A unidade mais utilizada é $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Utilizada para, poeiras, névoas, neblinas e fumos.

Partes por milhão (ppm) está baseada em medidas de volume, representando o volume de contaminante contido em 1 milhão de volumes de ar. Utilizada para gases e vapores.

mmpe (milhões de partículas por pé cúbico de ar) : para poeiras – partículas por unidade de volume.

Alguns materiais particulados têm tamanhos bem característicos e o conhecimento de suas dimensões muito útil em termos de controle ocupacional.

6.5 - Tamanho de alguns materiais particulados

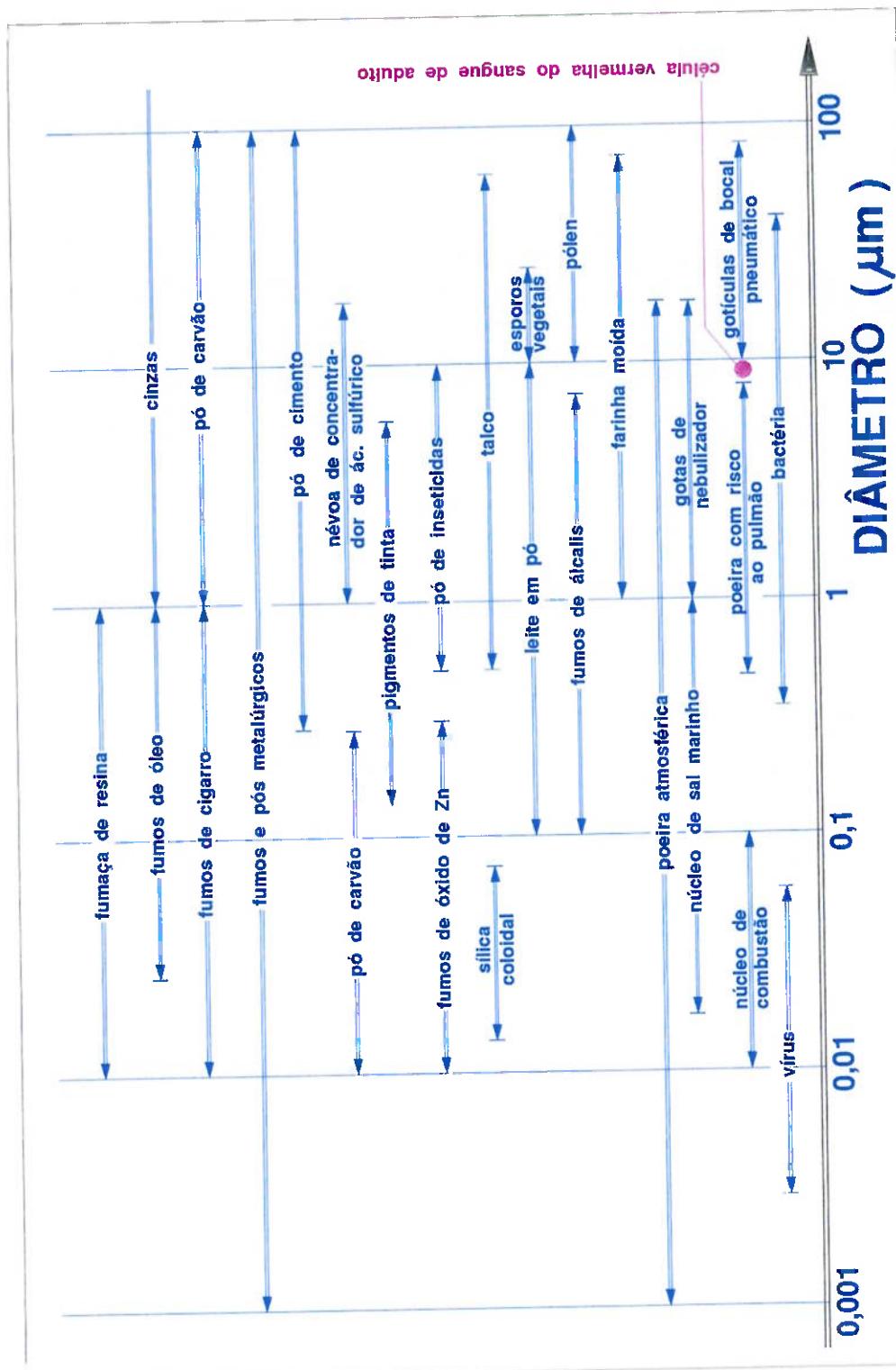


Fig. 6.2 - Tamanho de particulados

(Fonte: Eston, 2003)

Figura - Faixas de tamanho de diversos tipos de material particulado Extraida do material didático do Prof. Sérgio M. de Eston da USP

6.6 - A dispersão do material particulado

Os contaminantes particulados de uma maneira geral ficam dispersos no ar. O tempo de permanência varia com o seu tamanho. As partículas são medidas através do seu diâmetro. Como nem todas as partículas são esféricas, estabeleceu-se o Diâmetro Médio Mássico Aerodinâmico, que correlaciona o tempo de deposição para partículas não esféricas, com o tempo de deposição para partículas esféricas. Isto quer dizer, que para uma partícula não esférica, não importa a sua forma ou a sua dimensão. Importa o seu tempo de deposição que será comparado com o de partículas esféricas. A tabela abaixo, mostra a relação entre o tamanho da partícula e o tempo de deposição.

Tabela 6.1 - Deposição de Particulados

Diâmetro Aerodinâmico da Partícula: (mícron)	Tempo em Suspensão:
< 1	Permanecem em suspensão
1	8,5 horas
5	20 minutos
10	5 minutos
15	2,25 minutos

(Fonte: 3M do Brasil, 2005)

6.7 - Limites de exposição

“Os limites de exposição são estabelecidos a partir de informações confiáveis, obtidos em estudos experimentais com animais, experiências em humanos voluntários, em estudos epidemiológicos com trabalhadores, e em estudos clínicos de casos ocorridos de doenças ou intoxicações e sempre que possível é utilizada uma combinação dessas experiências” citam TORLONI / VLADIMIR (2003). Esses parâmetros tem limitações quando da associação de substâncias e alterações no local de trabalho em que as concentrações não são uniformes. Na falta de limites nacionais, são muitas vezes utilizados as referências de outros países.

6.7.1 - Tipos de limites

Para resguardar a saúde dos trabalhadores, foram criados valores e referências para as exposições, que a ACGIH define como “os limites de tolerância para os agentes químicos se referem à concentração de substâncias dispersas no ar, representando condições sob as quais se acredita que quase todos os trabalhadores podem repetidamente ser expostos, dia após dia, sem nenhum dano efetivo adverso”.

ESTON (2003) considera os seguintes limites:

Limite de tolerância média ponderada - LT_{mp} (TLV – TWA para a ACGIH)

O limite para turno diário de 8 horas ou 40 horas semanais, para o qual todos os trabalhadores podem ser expostos durante toda a sua vida útil sem ocorrência de efeitos adversos. Alguns períodos de exposição acima do LT_{mp} são permitidos, desde que sejam compensados por períodos de exposição abaixo do limite, dependendo da substância.

Limite de tolerância curta exposição - LT_{ce} (TLV – STEL para a ACGIH)

Representa a concentração à qual os trabalhadores podem ser expostos continuamente por breves períodos sem sofrer os seguintes efeitos:

- Irritação
- Dano crônico ou irreversível de tecidos
- Narcose em grau suficiente para afetar o trabalho em termos de segurança

As regras básicas associadas a uma exposição acima do LT_{mp} e até o LT_{ce} são:

- Uma exposição até ao LT_{ce} não deve exceder 15 minutos de exposição.
- Deve decorrer pelo menos 1 hora entre cada exposição até o LT_{ce}.
- Não se pode ter mais de 4 exposições ao LT_{ce} por dia.

- A exposição ao LTce deve sempre respeitar o LTmp

Limite de tolerância valor teto - LTvt (TLV - C para a ACGIH)

Representa a concentração que não deve ser nunca excedida, mesmo instantaneamente, durante o tempo de trabalho.

A tabela abaixo compara a nomenclatura entre a ACGIH e a província de Ontário no Canadá.

Tabela 6.2 - Comparação de nomenclatura de limites.

Sigla na ACGIH	Sigla em Ontário	Definição canadense
TLV-TWA	TWAEV	valor de exposição média temporal ponderada: a concentração diária média, de um agente químico ou biológico aerodisperso, existente no local de trabalho
TLV-STEL	STEV	valor de exposição curto tempo: a máxima concentração, de um agente biológico ou químico aerodisperso, à qual um trabalhador pode ser exposto durante 15 minutos
TLV-C	CEV	valor de exposição teto: a máxima concentração, de um agente químico ou biológico aerodisperso, à qual um trabalhador pode ser exposto em qualquer tempo

(Fonte: Eston, 2003)

Também usado pela OSHA temos:

PEL: Limite permitido de exposição (Permissible Exposure Limit) -- Refere-se ao limite de exposição que é publicado e obrigatório pela OSHA como padrão legal. O PEL pode ser uma média ponderada de tempo de exposição (8 horas) (TWA), um limite de exposição curto de 15 minutos *short term exposure limit* (STEL), ou um teto *ceiling* (C).

Apesar da existência dos limites, e quando respeitadas essas exposições, podem ocorrer doenças ocupacionais pois a suscetibilidade individual varia de pessoa para pessoa.

CAPÍTULO VII

DOENÇAS PULMONARES OCUPACIONAIS

7.1 - O Sistema respiratório.

“O Sistema respiratório humano é constituído por um par de pulmões e por vários órgãos que conduzem o ar para dentro e para fora das cavidades pulmonares”, segundo AMABIS (1997) que complementa “esses órgãos são as fossas nasais, a boca, a faringe, a laringe, a traquéia, os brônquios, os bronquiolos e finalmente os alvéolos pulmonares onde ocorrem as trocas gasosas”.

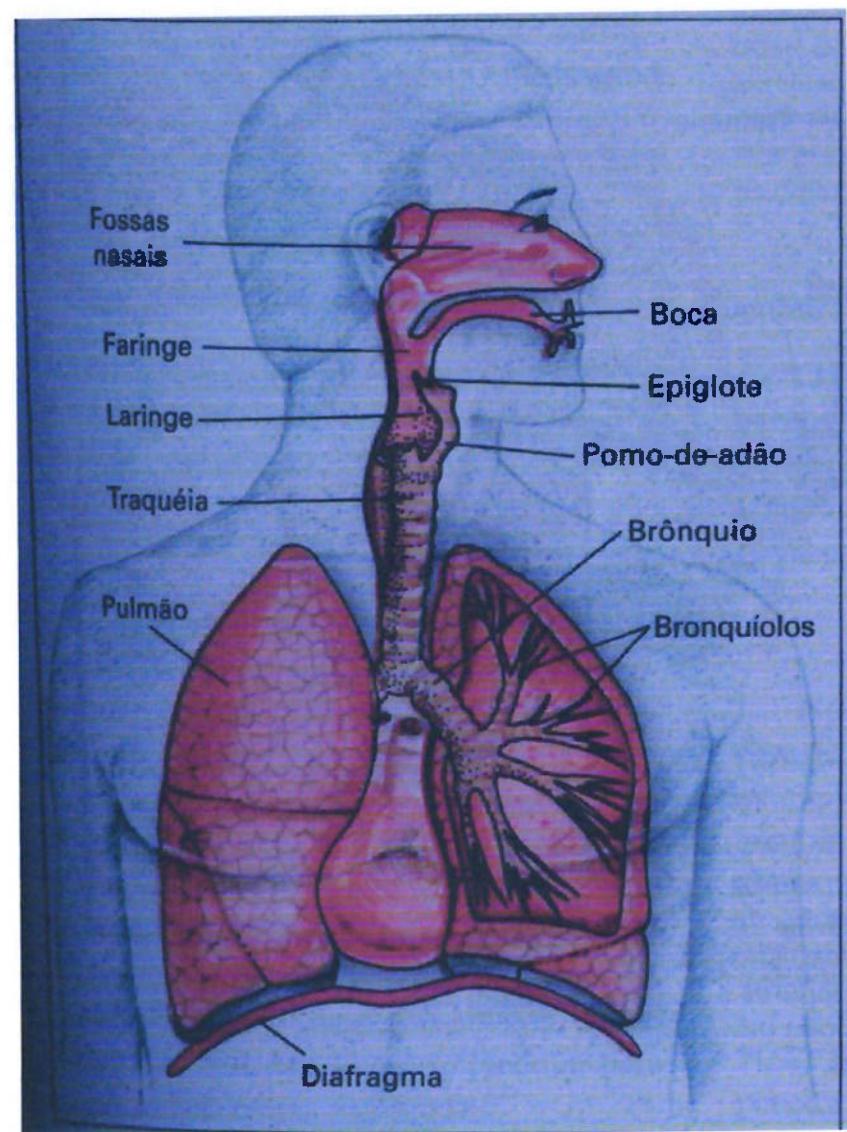


Fig. 7.1 - Representação do sistema respiratório humano

(Fonte: Amabis / Martho, 1997)

Baseado no material de AMABIS / MARTHO (1997), podemos de maneira simplificada definir.

Fossas nasais : são duas cavidades paralelas separadas por uma parede cartilaginosa denominada septo nasal . As fossas nasais começam nas narinas e terminam na faringe, apresentam no teto células sensoriais responsáveis pelo sentido do olfato.

Faringe : a faringe é uma região comum ao sistema digestivo e ao sistema respiratório, e que tem comunicação com a boca e com as fossas nasais. Antes de atingir a laringe, o ar inspirado pelas narinas ou pela boca passa necessariamente pela faringe.

Laringe : a laringe é um tubo sustentado por peças de cartilagem articuladas, situado na parte superior do pescoço, em continuação à faringe.

A traquéia, é um tubo de aproximadamente 1,5 centímetro de diâmetro e 10 centímetros de comprimento, suas paredes são reforçadas por anéis cartilaginosos. A traquéia bifurca-se dando origem aos brônquios e estes ramificam-se em bronquíolos, através dos quais o ar é conduzido aos pulmões.

Pulmões : O pulmão é um órgão esponjoso, com aproximadamente 25 centímetros de comprimento e 700 gramas de peso, envolvido por duas membranas chamadas **pleuras** . O ser humano possui dois pulmões , que ocupam quase toda a caixa torácica.

É nos alvéolos que ocorrem as trocas de gases entre o ar e o sangue ,fenômeno chamado **hematose**, que consiste na troca do sangue venoso (rico em CO₂), por sangue arterial (rico em O₂).

Partículas de poeira e bactérias presentes em suspensão no ar inalado aderem ao muco e são varridas para fora, graças ao batimento dos cílios destas células .Ao chegar à garganta, o muco e as partículas aderidas são engolidos.

7.2 - Fisiologia da respiração (ventilação pulmonar)

Inspiração: é a entrada de ar nos pulmões , que ocorre pela contração da musculatura do diafragma e dos músculos intercostais. Ao se contrair, o diafragma se abaixa., esse movimento somado ao dos músculos intercostais, aumenta o volume da caixa torácica , fazendo com que a pressão interna nessa cavidade diminua e se

torne menor que a pressão do ar atmosférico. Isso faz com que o ar penetre nos pulmões.

Expiração : é a saída de ar dos pulmões, e ocorre pelo relaxamento da musculatura do diafragma e dos músculos intercostais. Durante a expiração o diafragma eleva-se e as costelas abaixam, desta forma o volume da caixa torácica diminui forçando então o ar a sair dos pulmões.

7.3 - Controle da respiração

Até certo ponto, podemos controlar voluntariamente os movimentos respiratórios, mas não é possível prender a respiração indefinidamente, uma vez que a respiração é controlada automaticamente por um centro nervoso localizado na medula espinhal. Em condições normais, o centro respiratório medular produz, a cada 5 segundos, um impulso nervoso que estimula a contração da musculatura torácica e do diafragma, fazendo-nos inspirar.

7.4 – O consumo de ar por adultos

Segundo TORLONI / VLADIMIR (2003) “os batimentos cardíacos, a frequência respiratória e o volume de ar inalado por minuto aumentam com a atividade física para compensar o aumento do consumo de energia”. Consideram também o volume minuto como “o volume de ar respirado por um indivíduo em um minuto”, podendo o mesmo “ser medido durante a inspiração ou a expiração pois a diferença entre esses dois volumes é pequena, uma vez que o oxigênio consumido é compensado pelo dióxido de carbono e vapor de água gerados no metabolismo do corpo”.

Tabela 7.1 – Volume minuto em diversas atividades para adulto saudável.

Atividade	Volume minuto (L/min)
Deitado	6,0
Em pé	9,3
Andando 3,2 Km/h	16
Trabalho leve	19,3

Andando 6,5 Km/h	27
Trabalho médio	29,2
Trabalho medianamente pesado	40
Andando de bicicleta 21 Km/h	45
Correndo 13 Km/h	50
Trabalho pesado	59,2
Correndo 15 Km/h	65
Subindo 100 degraus/min	80
Trabalho máximo	132

(Fonte: Torloni / Vlaimir,

2003)

O conhecimento dos volumes de ar respirados nas diversas atividades são importantes para o dimensionamento dos equipamentos de proteção respiratória, e ainda segundo TORLONI / VLADIMIR (2003) nos “testes de medida de resistência à respiração nos filtros e válvulas o Brasil utiliza 95 litros/min, O que corresponde à vazão média de ar que entra nos pulmões ou deles saem durante a realização de um trabalho pesado contínuo”, que complementam “a vazão expiratória é importante no projeto da válvula de exalação do respirador e a freqüência respiratória varia de quinze respirações por minuto, em condições de repouso, até 48 respirações por minuto, em condições de máximo esforço”.

7.5 - Doenças Pulmonares de Origem Ocupacional

As doenças pulmonares de origem ocupacional são causadas pela inalação de partículas, névoas, vapores ou gases nocivos existentes no ambiente de trabalho. O local exato das vias aéreas ou dos pulmões onde a substância inalada irá se depositar e o tipo de doença pulmonar que irá ocorrer dependerão do tamanho e do tipo das partículas inaladas. As partículas maiores podem ficar retidas nas narinas ou nas grandes vias aéreas, mas as menores podem atingir os pulmões.

Segundo a Fundacentro podemos definir como poeira “toda partícula sólida de qualquer tamanho, natureza ou origem, formada por Trituração ou outro tipo de

suspensa no ar ”.e “ o local de deposição das partículas no sistema respiratório humano, depende diretamente do tamanho das partículas”:

- as inaláveis - partículas menores que $100 \mu\text{m}$, são capazes de penetrar pelo nariz e pela boca;
- as torácicas - partículas menores que $25 \mu\text{m}$, são capazes de penetrar além da laringe;
- as respiráveis - partículas menores que $10 \mu\text{m}$, são capazes de penetrar na região alveolar.

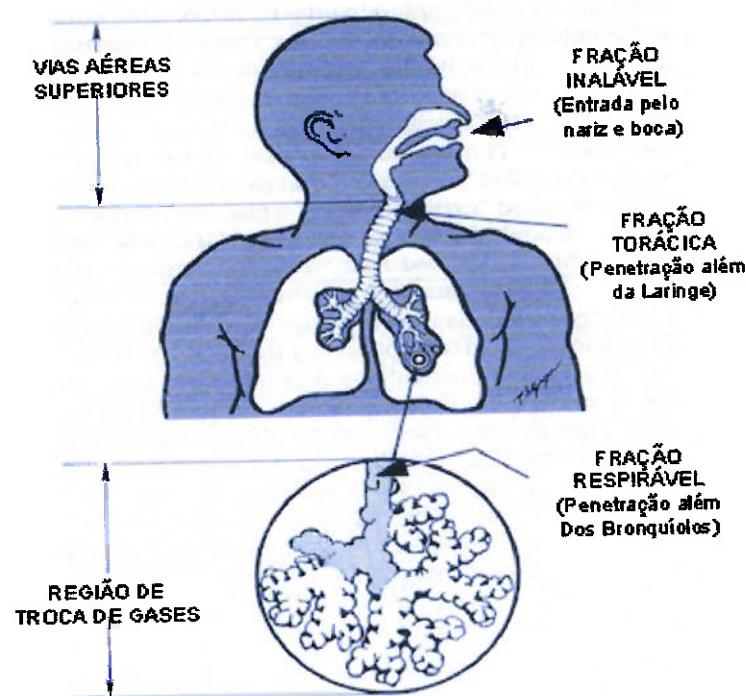


Fig. 7.2 - Deposição das partículas no sistema respiratório

(Fonte: Fundacentro, 2005)

De maneira simplificada e baseado no JORNAL DE PNEUMOLOGIA (1997) foi preparado o texto seguinte, em que verificamos a relação direta da sílica e as doenças pulmonares.

Quando atingem esses órgãos, algumas partículas se dissolvem e podem passar para a corrente sanguínea. A maioria das partículas sólidas que não se dissolvem são removidas pelas defesas do organismo. O corpo possui vários meios para eliminar as

removidas pelas defesas do organismo. O corpo possui vários meios para eliminar as partículas aspiradas. Nas vias aéreas, o muco recobre as partículas de modo que a sua expulsão por meio da tosse seja mais fácil.

Nos pulmões, existem células removedoras (denominadas fagócitos) que “engolem” a maioria das partículas, tornando-as inofensivas. Tipos diferentes de partícula produzem reações distintas no organismo. Algumas – como o pólen de plantas – podem causar reações alérgicas, como a febre do feno ou um tipo de asma. Partículas como o pó de carvão, o carbono e o óxido de estanho causam muita reação nos pulmões. Outras, como o pó de quartzo e o asbesto, podem causar cicatrizes permanentes no tecido pulmonar (fibrose pulmonar).

Algumas das doenças pulmonares ambientais e ocupacionais mais frequentes no Brasil são: Silicose, Pneumoconiose dos Trabalhadores de Carvão e Pneumoconiose por Poeiras Mistas.

7.6 - A Silicose

A silicose é a formação de cicatrizes permanentes nos pulmões provocada pela inalação do pó de sílica (quartzo). A silicose, a mais antiga doença ocupacional conhecida, ocorre em indivíduos que inalaram pó de sílica durante muitos anos. A sílica é o principal constituinte da areia, e, por essa razão, a exposição a essa substância é comum entre os trabalhadores de minas de metais, os cortadores de arenito, de mármores e de granito, os operários de fundições e os ceramistas. Normalmente, os sintomas manifestam-se somente após vinte a trinta anos de exposição ao pó.

No entanto, em ocupações que envolvem a utilização de jatos de areia, a escavação de túneis e a produção de sabões abrasivos, que produzem quantidades elevadas de pó de sílica, os sintomas podem ocorrer em menos de dez anos. Quando inalado, o pó de sílica atinge os pulmões, onde os fagócitos (p.ex., macrófagos) “engolem” as partículas. As enzimas liberadas pelos fagócitos provocam a formação de tecido cicatricial nos pulmões. Inicialmente, as áreas cicatriciais são pequenas protuberâncias arredondadas (silicose nodular simples), mas, finalmente, essas protuberâncias podem aglomerar-se, formando grandes massas (silicose

conglomerada). Essas áreas cicatriciais não permitem a passagem normal de oxigênio ao sangue. Os pulmões perdem a elasticidade e a respiração exige um maior esforço.

7.6.1 - Sintomas e Diagnóstico

Os indivíduos com silicose nodular simples não apresentam dificuldade para respirar, mas apresentam tosse e escarro em decorrência da irritação das grandes vias aéreas, uma condição denominada bronquite. A silicose conglomerada pode produzir tosse, aumento na produção de escarro e dificuldade respiratória grave. No início, a dificuldade respiratória pode ocorrer somente durante a realização de exercícios, mas, no estágio final, ela ocorre mesmo durante o repouso.

A respiração pode piorar mesmo após vários anos o indivíduo haver parado de trabalhar com a sílica. A lesão pulmonar sobrecarrega o coração e, algumas vezes, acarreta a insuficiência cardíaca, potencialmente letal. Além disso, quando os indivíduos com silicose são expostos ao agente causador da tuberculose (*Mycobacterium tuberculosis*), a probabilidade de contraírem a infecção é três vezes maior do que a dos indivíduos que não sofrem de silicose. O diagnóstico de silicose é estabelecido quando um indivíduo que trabalhou com sílica apresenta uma radiografia torácica com os padrões característicos de cicatrização e nódulos.

7.6.2 - Prevenção

O controle da poeira no local de trabalho pode ajudar a evitar a silicose. Os operários expostos ao pó de sílica devem realizar regularmente uma radiografia torácica, que como cita ALCINÉA “não previne a silicose e serve apenas para diagnóstico e acompanhamento”, para que os problemas sejam detectados precocemente. Se as radiografias indicarem a presença de silicose, o médico provavelmente irá orientar o indivíduo a evitar a exposição contínua à sílica.

7.6.3 - Tratamento

Apesar da silicose não ter cura, a interrupção da exposição à sílica em um estágio inicial da doença pode interromper a evolução da mesma. O indivíduo com dificuldade respiratória pode beneficiar-se com os tratamentos utilizados para a doença pulmonar obstrutiva crônica, como a terapia medicamentosa que visa manter

as vias aéreas desobstruídas e livres de secreções. Como os indivíduos com silicose apresentam um alto risco de tuberculose, eles devem submeter-se a exames de controle regulares que incluem um teste cutâneo para a tuberculose. Cita ainda ALCINÉA “o tratamento serve apenas para minimizar sintomas e propiciar maior conforto ao doente, a doença, é progressiva e dependendo do estágio não é incapacitante”.

7.7 - A silicose no Brasil

A magnitude do problema Silicose existe em âmbito mundial e em ação conjunta a Organização Mundial do Trabalho - OMT e a Organização Mundial de Saúde - OMS lançaram o “Programa Internacional para a eliminação global da silicose”. O objetivo principal do programa é o de promover o desenvolvimento de Programas Nacionais de eliminação da silicose que consigam reduzir significativamente as taxas de incidência da doença até o ano de 2010 e que eliminem a silicose como problema de saúde até o ano de 2030, e os principais pontos do Programa são:

- Formação de planos de ações regionais, nacionais e globais.
- Mobilização de recursos para aplicação de prevenção primária e secundária
- Vigilância epidemiológica
- Monitorização e avaliação dos resultados.

No Brasil a silicose é uma das penumoconioses de maior prevalência e segundo dados da Fundacentro o “número de trabalhadores potencialmente expostos às poeiras contendo sílica é superior a 6 milhões, sendo 4 milhões na construção civil, 500.000 na mineração e garimpo e acima de dois milhões em indústrias de transformação de minerais, metalurgia, indústria química, da borracha, cerâmicas e vidro”.

Com a participação de representantes patronais e de trabalhadores e o envolvimento de vários órgãos foi criado, em Novembro de 2000, o Programa Nacional de Eliminação de Silicose – PNES que entre os seus

princípios fundamentais promove uma ampla divulgação de materiais educativos, faz campanhas nacionais de esclarecimento, orienta os serviços de saúde e nessa mobilização a Fundacentro criou o Portal para Silica e Silicose com o site;

www.fundacentro.gov.br/silicaesilicose

Nesse site é solicitada a participação de todos e são apresentadas as ações em desenvolvimento e a serem desenvolvidas, cabendo salientar como uma das ações em estudo a revisão dos limites para poeira contendo sílica livre cristalizada (Anexo 12 da NR 15) por considerar este agente químico como cancerígeno.

CAPÍTULO VIII**POEIRAS NA MARMORARIA**

8.1 – Metodologia

O conhecimento dos diversos tipos de rochas, e as atividades de mineração para a extração das mesmas, antecedem o trabalho nas marmorarias. O beneficiamento dessas rochas expõe os trabalhadores a danos respiratórios muitas vezes irreparáveis.

A legislação estabelece as condições permitidas para a exposição e a higiene do trabalho estuda e analisa o ambiente de exposição na tentativa de minimizar os danos provocados pelo material particulado.

Nos capítulos anteriores fizemos uma explanação de conceitos e citação de bibliografia que de alguma maneira envolvem os processos e os trabalhadores nas marmorarias. O problema de poeiras, mesmo sendo conhecido pela maioria dos envolvidos, vem acompanhado de uma grande dificuldade na colaboração para a obtenção de dados.

Nas fases seguintes deste estudo de caso foram feitas:

- descrição das atividades na marmoraria
- a coleta de poeiras.
- a apresentação e comparação dos resultados.
- Apresentação de proposta para diminuição e controle de poeiras

O estudo restrito a uma só marmoraria não foi por opção. Outros estabelecimentos visitados não permitiram maiores observações muito menos forneceram qualquer dado. As atividades descritas na marmoraria estudada são representativas do que se verifica e acontece nesse setor.

Optou-se pela coleta de dados no setor de acabamento, por ser considerado o local mais crítico de exposição a poeiras, restringindo-se a análise às concentrações de sílica cristalina nas amostras obtidas. O estudo está limitado a quatro coletas, mas tenta dentro do possível trazer valores de avaliação local, que provavelmente também estão presentes nas empresas similares que usam os mesmos materiais, máquinas e processos.

As condições de trabalho não sofreram intervenções e ou alterações, preservando as atitudes e procedimentos de um dia típico e as amostras foram obtidas pelo Método de Ensaio NHO – 03 - Avaliação gravimétrica de aerodispersóides sólidos coletados sobre filtro e membrana. Este método de ensaio consiste na pesagem, em balança analítica, do filtro de membrana antes e depois da coleta da poeira suspensa no ar, sendo a diferença a massa da amostra retida. O filtro membrana é cuidadosamente montado em um porta-filtro (cassete) que após vedado é codificado e manuseado criteriosamente dentro das condições e prazos estabelecidos.

Os valores encontrados nas amostras foram então comparados com os Limites de Tolerância da NR 15 Anexo 12 e confirmaram a alta exposição à sílica nos ambientes da marmoraria.

Na última fase deste estudo, a discussão dos resultados, são apresentadas propostas de fácil implantação e aceitação com custos que não impedem a sua adoção, permitindo uma melhoria no ambiente de trabalho. A proposta de implantação de um Programa de Proteção Respiratória contempla a última etapa mas não encerra um assunto que merece constante aprimoramento.

8.2 - A Empresa - marmoraria .

Conhecemos pela denominação de marmoraria o empreendimento que de maneira geral trabalha com mármores, granitos e uma grande variedade de rochas ornamentais, e em que os serviços são executados sobre medida após a escolha do material e do tipo de acabamento. Administrativamente e em termos legais o setor de pedras ornamentais faz parte de um grupo e tem a seguinte classificação CNAE

Tabela 8.1 - Código CNAE para Marmoraria catalogado no IBGE.

Grupo :Fabr. de Prod. de Minerais Não-Metálicos	
Atividade econômica	CNAE
Britamento, aparelhamento e outros trabalhos em pedras (não-associado à extração)	26.91-3*
Fabricação de artefatos de concreto, cimento, fibrocimento, gesso e estuque	26.30-1
Fabricação de artigos de vidro	26.19-0
Fabricação de cal virgem, cal hidratada e gesso	26.92-1
Fabricação de cimento	26.20-4
Fabricação de outros produtos de minerais não-metálicos	26.99-9
Fabricação de produtos cerâmicos não-refratários para uso estrutural na construção civil	26.41-7
Fabricação de produtos cerâmicos não-refratários para usos diversos	26.49-2
Fabricação de produtos cerâmicos refratários	26.42-5
Fabricação de embalagens de vidro	26.12-3
Fabricação de vidro plano e de segurança	26.11-5

(Fonte: IBGE, 2005)

A empresa, por nós visitada e acompanhada, existe há mais de vinte anos, sendo que os atuais sócios a adquiriram em 1993, ano em que fizeram a mudança para o atual endereço. Um dos sócios é engenheiro civil o outro fez o curso de administração de empresas, e ambos tinham alguns contatos anteriores com o mercado de mármores. Nesses mais de doze anos de atividade, presenciaram várias mudanças no setor, tanto na área de maquinário como de mão-de-obra. O prazer de atuarem em uma área que gostam, o interesse pelo aperfeiçoamento e os desafios a todos os níveis têm levado estes empreendedores a soluções e evoluções muito criativas, que foram implantadas e adaptadas como veremos a seguir.

8.3 - Atividade Comercial Típica

A matéria prima basicamente formada por, chapas de mármore e granito e uma variedade de pedras naturais sem polimento, chega as marmorarias pelos revendedores que fazem entrega de pequenas quantidades e grande variedade de tipos de material. Em casos de serviços mais volumosos, em que a quantidade de um tipo de material justifique, há sempre o interesse da marmoraria de fazer a compra direto com a serraria, pois os preços compensam os custos de deslocamento e transporte.

Os insumos de lixas, abrasivos, colas, discos e outros, na maioria das vezes, têm compra pré-programada com quantidades e datas de entrega, e até mesmo algumas faltas em caso de urgência são corrigidas com rápidos telefonemas.

Os serviços são captados sem grandes propagandas ou marketing, sendo que uma boa localização ajuda mas a indicação é a forma mais usual. Muitos dos serviços são “por medição”, é o caso típico em que o cliente pede para a marmoraria mandar o “medidor” ao local e literalmente medir a quantidade de material necessário e também analisar a colocação, sendo ainda discutido o material, os acabamentos, os prazos e os preços. Uma outra situação é quando o cliente vai a marmoraria com desenhos, especifica as medidas do que pretende escolhe o material e detalha o acabamento.

Em função da grande variedade de materiais e tipos de acabamento, muitas vezes, a negociação leva o cliente ao pátio das marmorarias onde visualmente o encanto pelas pedras tem que se encaixar nas disponibilidades financeiras.

A marmoraria visitada tem entre quinze e vinte funcionários, trabalha dentro do perfil acima descrito, está instalada na Região Metropolitana da Grande São Paulo, em um terreno de aproximadamente 3.000 m² e com a distribuição de Layout na planta baixa apresentada.

8.4 - O Lay Out

A configuração abaixo representa a distribuição das atividades da marmoraria estudada e não difere muito da implantação genérica deste mercado.



Fig. 8.1 - Lay Out da marmoraria avaliada

8.5 - a mão-de-obra

Os trabalhadores são admitidos na marmoraria, na maioria das vezes por indicação de algum funcionário já empregado, parente ou amigo, iniciando as atividades como ajudante. Na seqüência e participando de todos os setores, o ajudante, por observação e orientação tem um aprendizado que pode leva-lo a outras funções.

Na maioria das marmorarias e nesta em especial as atividade desempenhadas são conhecidas por:

- Medidor que mede a obra e faz os desenhos.
- Serrador que vê o aproveitamento das chapas e faz o corte.
- Polidor que providencia o polimento e brilho das chapas e peças.
- Acabador a quem cabe os serviços de colagem, recorte, boleamento e todos os acabamentos específicos de cada peça.

A jornada de trabalho vai de Segunda a Sexta-feira completando 40 horas semanais. As oito horas diárias de trabalho estão divididas em dois turnos separados pelo horário de almoço, sendo feita uma pausa de 15 minutos para café e lanche em cada período.

A empresa tem também um motorista que faz as entregas de mercadorias manufaturadas, e esporadicamente a busca de alguns materiais.

Alguns serviços são contratados com colocação e a empresa dispõe de uma equipe de colocadores treinada e supervisionada para fazê-lo.

A falta de cursos de especialização nestas funções, leva o proprietário, que tem conhecimentos genéricos destas atividades, a fazer treinamentos e orientações na medida da possibilidade e necessidade.

Os equipamentos de segurança são entregues aos funcionários, que assinam o recebimento dos mesmos, mas existe uma falta de orientação sobre a importância destes, daí o seu desuso.

8.6 - A carga, descarga e movimentação do material.

A mini ponte rolante da foto abaixo foi montada, com projeto dos proprietários, em uma estrutura de perfis metálicos conjugando uma talha com a mecanização de cilindro de cabos e motor elétrico. O investimento de material, mão-de-obra e posteriores modificações atingiu a pouco mais de R\$ 10.000,00 .



Fig. 8.2 - Ponte Rolante

O conjunto descrito tem atendido de maneira satisfatória o serviço de carga e descarga, o proprietário cita que diminuiu o tempo gasto em cada operação, permitiu uma melhor organização do material, e principalmente uma diminuição de riscos dos envolvidos. Normalmente os “serviços pesados” tipo carga e descarga são feitos de maneira solidária, envolvendo vários funcionários de diversos setores e com grande exposição a riscos no mínimo ergonômicos.

O material, chapas de granito e de mármore, com as medidas de aproveitamento aproximadas de 2.50 m x 1.60 m, quando na espessura de 2 cm pesa cerca de 280 Kg e se na espessura de 3 cm até 420 Kg.

Após a descarga essas chapas são armazenadas em conjuntos de cavaletes conforme, volumes, tipo de material, cores, veios e em muitos casos pela expectativa de demanda posicionados de maneira a facilitar o posterior manuseio. No pátio de estocagem foi feito um contra-piso em concreto desempenado, com o objetivo de facilitar o deslocamento do material, e a lavagem para retirada de poeiras que muitas vezes entram em suspensão pela ação do vento.



Fig. 8.3 - Pátio de estoque cavaletes metálicos com chapas.

Na marmoraria a movimentação das chapas é feita com o uso de uma conjunto de rodízios, apelidado de carrinho, em que um operador puxa a própria chapa, e outro equilibra e empurra



Fig. 8.4 - Carrinho para deslocamento de chapas

Alguns materiais de pedra natural sem polimento, por terem menores dimensões já são pedidos em paletes, a sua carga e descarga é feita por uma pequena empilhadeira. Nessa empilhadeira está sendo adaptado um gancho, na ponta superior do trilho, que permitirá pinçar as chapas e fazer pequenos deslocamentos entre os setores, é mais uma medida positiva no sentido de evitar esforços e exposições físicas.



Fig. 8.5 - Empilhadeira à gás

8.7- As funções e serviços

8.7.1 Polimento

As chapas que chegam das serrarias normalmente têm polimento em uma das faces, e as pequenas marmorarias fazem pequenos polimentos com máquinas manuais para acabamento nos cortes ou correções de riscos e brilhos. No caso da marmoraria focada neste trabalho foi adotada uma situação intermediária. O proprietário é ciente de que, o custo de polimento de chapas dentro da marmoraria é financeiramente inviável, mas como havia adquirido uma politriz mesmo que antiga optou por fazer uma reforma no motor e eixo vertical que suporta o “satélite”, como é conhecida a peça que segura os rebolos de desbaste e brilho. Fez treinamento com dois funcionários do setor de acabamento, e estes quando necessário fazem os polimentos. Como o serviço de polimento, nessa máquina é feito a úmido, os acabamentos de rodapé e de outras peças, que tenham a mesma altura, quando colocadas de topo e possam ser fixadas ou amarradas entre si, permite a execução destes serviços sem a suspensão de qualquer material particulado. O polimento também é executado para recuperação de chapas riscadas ou com algum defeito, e muitas vezes para serviços de preenchimento e amaciamento em materiais tipo travertino.

A Politriz devido ao braço e a força de alavanca que o mesmo exerce, está fixada a um bloco de concreto engastado no terreno, lateralmente tem uma bancada e no contorno da mesma uma calha que coleta a água usada no processo. O operador está protegido com avental e botas, empunha um volante onde aplica uma força moderada para fazer a varredura de toda a chapa. Esta máquina tem baixa rotação, sem vibrações e o ruído gerado está em valores admissíveis de tolerância. São utilizados vários tipos de discos e rebolos que atendem a necessidade do acabamento especificado.



Fig. 8.6 - Operador de máquina Politriz

8.7.2 Corte e serra

Os serviços de corte e serra são executados por profissional qualificado que após receber os desenhos das peças necessárias elabora os procedimento. O serrador como é conhecido este operador, com a especificação do material que precisa cortar, verifica se as dimensões da peça podem ser atendidas por chapas menores, já recortadas, ou se há necessidade de iniciar uma nova chapa. Neste caso a estratégia pode ser pelo deslocamento até a bancada de uma chapa inteira, ou de um primeiro corte ainda no cavalete. Este pré corte é feito com serra manual, e exige cuidados quanto ao risco mecânico pelo próprio equipamento, quanto ao agente químico da poeira desprendida e também aos riscos de lesões, por queda de algum material ou parte do mesmo.



Fig. 8.7 - Serra para corte unidirecional.

A figura acima é de uma serra antiga em que a estrutura de bancada é encorpada, e foi feita uma reforma completa de motor e partes móveis, o que permite um esquadro perfeito segundo relato do proprietário. A largura da bancada que recebe a chapa permite que o operador não necessite fazer força para equilibrá-la. O movimento de deslocamento do "carrinho" pode ser feito pela aplicação, por parte do operador, de uma força no mesmo sentido ou pelo movimento giratório de um volante colocado em um eixo de rosca sem fim. O conjunto superior da máquina pode facilmente ser inclinado, permitindo cortes retos mas angulares. A estrutura pesada do conjunto e a sua fixação impedem qualquer vibração ou deslocamento não desejado. O corte é feito a úmido por disco diamantado, e existe a possibilidade da instalação de dispositivo de proteção desse módulo. Para peças menores é utilizada uma alavanca que permite a fixação da mesma sem necessidade de aproximação dos membros superiores.

Na parte interna da bancada existe uma calha de piso que capta a água utilizada no processo, sendo que este ponto de captação e os das demais

bancadas estão interligados em série para caixas semi-enterradas no piso. Nestas caixas a água permanece algum tempo para decantação, sendo ainda adicionado por dosador material para proteção bacteriológica. Só após esta etapa a água é filtrada e bombeada para caixas superiores e destas desce em tubulação de pvc para alimentar, por pressão de diferença de nível, os diversos pontos das máquinas instaladas.

O operador usa protetores auriculares e botas e por conta própria desprende a parte superior do avental emborrachado e mantém o óculos pendurado em um pilar de sustentação da cobertura.

Em conversa preliminar com os proprietários, e no sentido de uma observação mais fiel, ficou estabelecido que não seria passada nenhuma exigência aos funcionários quanto ao uso de equipamento de proteção e ou de procedimento na execução dos serviços. A intenção era que o comportamento dos envolvidos fosse o mais natural possível para termos um levantamento do real. Daí as falhas que podem ser observadas nas fotos anteriores e nas que colocaremos a seguir. Voltaremos a este assunto no Capítulo de Considerações.

8.7.3 O acabamento

Após o corte, salvo poucas exceções como por exemplo peças para piso, o material segue para o setor de acabamento, e é neste em que os riscos estão mais presentes. Podemos observar riscos por agentes químicos, físicos, ergonômicos e mecânicos e muitas vezes uma associação deles. Os trabalhos são muito diversos e muitas vezes exigem improvisações o que quebra as regras de procedimento.

O acabador é sem dúvida um artista, e depende dele a maior parte da satisfação do cliente. O grau de dificuldade de algumas execuções associado a equipamentos manuais não muito versáteis exigem por parte do operador muita criatividade. A vontade e disposição de bem fazer, levam o acabador a uma maior exposição que precisa ser melhor observada para uma rápida atitude de proteção.

Os serviços de acabamento vão de cortes retos e em molde, colagem, desbaste, boleados, furos e outros, em que de todos os riscos envolvidos, o de materiais particulados em suspensão é sem dúvida o maior problema.

No sentido, nunca de censura nem de crítica, pedi e fui prontamente atendido em minha solicitação para poder realizar o levantamento de dados sobre poeiras nos trabalhadores executando atividades de rotina no setor de acabamento. Tive a colaboração de todos e a minha intenção e até mesmo pretensão é de fazer uma análise sempre construtiva.

A escolha dos funcionários foi aleatória, e o pedido foi pela permissão de instalação do equipamento, durante meio período de trabalho, houve satisfação e a concordância de todos em colaborar.

Fizemos a observação em dois funcionários no período da manhã e repetimos em outros dois no período da tarde. Por não se tratar de Laudo e sim de um trabalho com finalidade didática, não usamos critérios quanto ao tempo de 60% da jornada no mesmo operador. O período de medição foi pouco mais de três horas, e tivemos a preocupação de atender aos corretos procedimentos e normas de coleta de poeiras.



Fig. 8.8 - Setor de acabamento

Os setores de acabamento nas pequenas marmorarias geralmente não são muito diferentes dos demais setores. Uma cobertura com pé direito alto, paredes baixas com uma das laterais livre e piso nivelado mas rústico. A iluminação natural geralmente é suficiente, mas é sempre complementada pela instalação de lâmpadas fluorescentes. A ventilação é sempre natural o que muitas vezes provoca a suspensão de poeiras. O aspecto do todo é de um lugar empoeirado e às vezes úmido.

Os trabalhos são executados lado a lado e existe uma grande interferência, de um operador no ambiente de trabalho do colega. Verificamos que muitas vezes os riscos são transferidos e potencializados de uma bancada para outra. E até mesmo os procedimentos de um operador podem causar danos a um outro devidamente protegido.

Máquinas e a maioria dos equipamentos importados e sofisticados tem valor fora da realidade das pequenas marmorarias

8.8 - Procedimentos para a coleta de poeira

Os equipamentos de amostragem de poeiras utilizados, simularam, da forma mais aproximada possível, o que acontece no trato respiratório, quando da inalação de aerodispersóides, neste caso sílica livre cristalina. Em outras palavras, o material a ser coletado pelo amostrador somente deverá conter partículas que tenham a possibilidade de penetrar no trato respiratório (poeira respirável). Dessa forma a amostragem é representativa da exposição ocupacional.

Para avaliação da exposição ocupacional a aerodispersóides foram necessários os seguintes instrumentos, cedidos pela empresa Environ Científica Ltda, conforme figura abaixo:



Fig. 8.9 - Equipamento de coleta

(Fonte: Environ, 2005)

- Bomba gravimétrica de poeira.

É um equipamento compacto com bateria interna recarregável, com vazão controlada e variando de 0,5 a 6,0 litros/min. No caso específico a vazão de amostragem era de 1,7 litros/min, conforme método NIOSH 7602 - Espectrofotometria de Infra-vermelho e tipo de ciclone utilizado.

- Ciclone - sistema separador de tamanho de aerodispersóide.

O Ciclone é um equipamento no qual a sucção da bomba pré estabelecida provoca uma circulação interna e por consequência as forças centrífugas, fazem a separação das partículas em função dos diâmetros desejados. No caso apresentado como o interesse é sobre a fração respirável o ciclone só permitia a passagem das partículas menores que 10 μm .

- Sistema filtrante - Cassete - filtros, porta-filtros e suportes.

Cassete com filtro de PVC com porosidade de 5,0 μm pré-pesada em micro balança eletrônica com sensibilidade de 0,001 mg e filtro codificado com a referência SKC 225-8-01

As bombas foram pré-calibradas, os cassetes pesados e os demais equipamentos checados na Empresa Environ. A montagem do conjunto foi feita no local, iniciando-se a obtenção do cassete amostrador branco de campo Nº 20025319 (detalhe em anexo no final do trabalho) único para todas as amostras e a colocação do equipamento nos operadores.

Os horários bem como as principais tarefas estão descritos a seguir.

8.9 - A coleta e acompanhamento do operador.

ACABADOR - A Nº do amostrador 20025338

O serviço executado foi de uma bancada para lavatório utilizando material conhecido como mármore de carrara, e o trabalho foi basicamente executado a seco.

Horário	Tarefa
08:00	Iniciou as atividades
09:00	Colocação do equipamento
09:10	Corte com serra manual (Makita)
09:20	Colagem de material
09:40	Secagem com maçarico
10:00	Corte com serra manual
10:20	Saí da área para ajudar no manuseio de uma chapa
10:40	Desbaste com esmerilhadeira
11:10	Colagem e secagem com maçarico
11:40	Acabamento com brilho
11:58	Retirada do equipamento

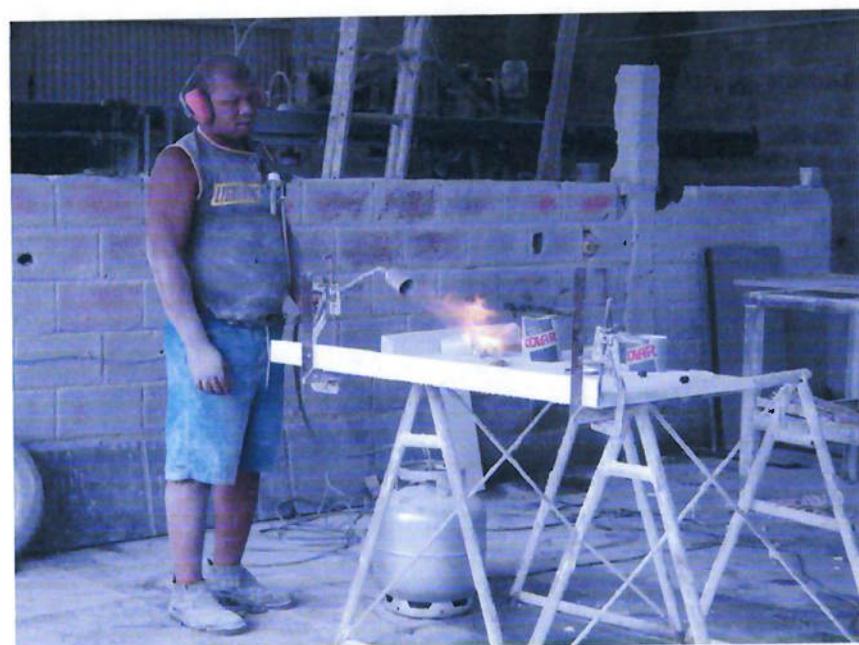


Fig. 8.10 - Secagem com calor

Verificamos um certo descuido na utilização do maçarico, em que a chama está perto das embalagens de cola.



Fig. 8.11 - Acabamento de desbaste a seco

O operador havia retirado o respirador, ao ir ajudar na movimentação de uma chapa e não o recoloca ao retornar para a bancada.



Fig. 8.12 - O serviço acabado

Podemos observar que não foi feito o furo na bancada, pois o mesmo enfraqueceria demais a peça. A furação deverá ser feita só após a fixação da bancada no local.

ACABADOR - B N° do amostrador 20025326

O serviço consta da reforma de uma pia de cozinha com recorte e recolocação de reengrossos, o material é o granito quartzo amêndoado e o trabalho foi basicamente executado a seco.

Horário	Tarefa
08:00	Iniciou as atividades
09:00	Colocação do equipamento
09:10	Desmontagem da peça existente
09:30	Corte com serra manual.
09:45	Colagem do material
10:10	Corte com serra manual
10:20	Remontagem do conjunto
10:55	Desbaste com esmerilhadeira
11:20	Colagem e secagem das laterais
11:45	Lixamento
11:55	Retirada do equipamento



Fig. 8.13 - desmonte da peça

O desmonte exige alguns cuidados, e qualquer batida com maior força pode implicar na trinca ou quebra do conjunto

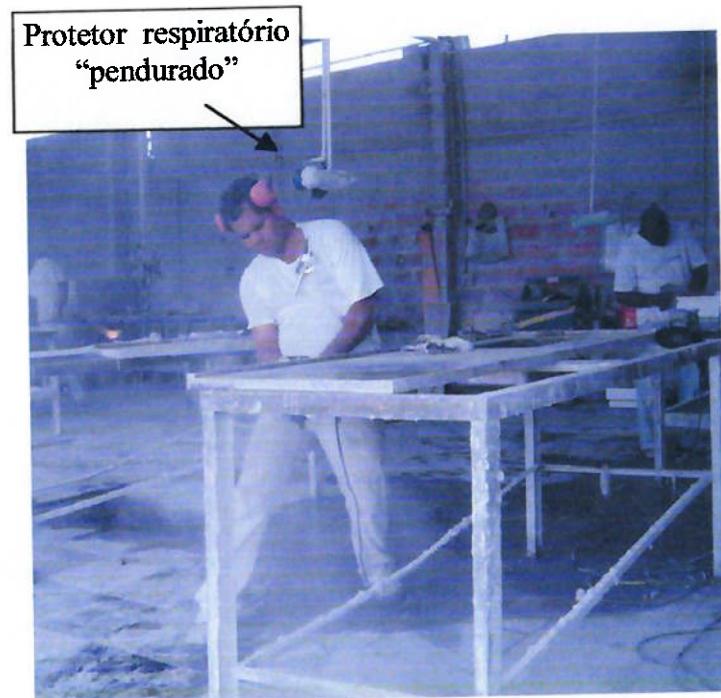


Fig. 8.14 - Serviço de desbaste a seco

Podemos verificar que o operador colocou o protetor respiratório no tubo de pvc acima da sua bancada.

ACABADOR - C Nº do amostrador 20025331

O serviço é a continuação da reforma de uma pia de cozinha com recorte e recolocação de reengrossos, o material é o granito quartzo amêndoas e o trabalho foi basicamente executado a seco.

Horário	Tarefa
13:00	Retorno do almoço
13:10	Colocação do equipamento
13:20	Recortes para rebaixamento
13:50	Corte com serra manual par ajustamento
14:25	Amaciamento com massa de acabamento
14:55	Desbaste com esmerilhadeira
15:10	Lixamento das bordas - parte de baixo
15:25	Desbaste com esmerilhadeira
15:30	Limpeza da peça
15:40	Polimento e brilho
16:00	Retirada do equipamento



Fig. 8.15 - Operador fazendo desbaste

O operador usa o protetor respiratório mas não colocou a proteção auricular.



Fig. 8.16 - O conjunto já acabado

ACABADOR - D Nº do amostrador 20025327

O serviço é a continuação da reforma de uma pia de cozinha com recorte e recolocação de reengrossos, o material é o granito quartzo amêndoado, ajustou uma soleira em granito cinza e o trabalho foi basicamente executado a seco.

Horário	Tarefa
13:00	Retorno do almoço
13:05	Colocação do equipamento
13:20	Preparo das peças e desenho do molde
13:50	Corte com serra manual
14:30	Corte dos reengrossos para a parte inferior
14:45	Colagem das peças e secagem com maçarico
15:10	Lixamento das bordas conforme molde
15:30	Recorte para ajustes
15:40	Lixamento nas laterais
15:50	Recorte de nova peça em molde
16:00	Retirada do equipamento



Fig. 8.17 - O operador checa as medidas das peças



Fig. 8.18 - recorte da peça em molde

O operador desenhou (riscou) a peça conforme o molde desejado. Podemos observar na foto o desprendimento de faíscas pelo disco em contato com o material.

Na instalação dos equipamentos e na sua retirada foram tomados alguns cuidados:

Verificação dos encaixes das mangueiras no cassete e na bomba.

Sentido correto na colocação do cassete.

Monitoramento do funcionamento das bombas durante a operação

Após a retirada dos cassetes faz-se o fechamento com os mesmos pinos coloridos em posições invertidas.

O dia transcorreu normalmente, e “o pessoal” terminadas as atividades, vai para casa, eles trabalham com pedra mas não são de ferro.

CAPÍTULO IX**APRESENTAÇÃO DE RESULTADOS**

9.1 - Os resultados numéricos obtidos

Os filtros cassette coletados, dentro de procedimentos e normas pré-estabelecidos, foram enviados a Empresa Environ para análise em laboratório.

No laboratório é feita a preparação da amostra para determinação da massa de poeira coletada e na seqüência a quantidade de sílica existente na mesma.

- Faz-se a estabilização de umidade e temperatura
- Pesagem da massa coletada (gravimetria)
- Fica em uma mufla por 2 horas a 600ºC para calcinação.
- É adicionado brometo de potássio
- Por uma prensagem de 6 toneladas é obtida uma pastilha.
- Medição da sílica por infra-vermelho.

A amostra “ branco de campo ” é a referência para que possa ser assegurado que não houve contaminação dos filtros cassette.

As bombas utilizadas passam por checagem de vazão para garantia de que não houve variações na sua calibração durante a coleta.

A Empresa Marmoraria, não está identificada mas os proprietários têm grande interesse no conhecimento dos dados. A intenção é a melhoria das condições existentes e a tomada de soluções para minimizar a geração de particulados e um aprimoramento nos controles de exposição.

9.2 - Relatório – Poeira inalável e sílica livre cristalina

Tabela 9.1 - Relatório enviado pela Environ

Relatório de Análise nº 60407.11.05



Cliente Contratante: ANTÔNIO AUGUSTO CEPEDA
Rua Calçada Flor de Liz, 86 - Barueri - SP - CEP: 06454-080
CPF: !

Cliente Avaliado: NÃO INFORMADO

Amostra: Ar atmosférico amostrado para fins de Higiene Ocupacional
Recebida em: 21/11/2005
Data da análise: 29/11/2005

Método: NIOSH 0600, NIOSH 7602.

Amostra	Nº do Cliente	Vol./Tempo	Coleta	Resultados
60407.1	20025338	307,8 L	18/11/2005	Poeira Inalável (respirável) 1,653 mg/m ³ Sílica Livre Cristalina 0,035 mg/m ³
60407.2	20025326	307,8 L	18/11/2005	Poeira Inalável (respirável) 2,992 mg/m ³ Sílica Livre Cristalina 0,388 mg/m ³
60407.3	20025331	307,8 L	18/11/2005	Poeira Inalável (respirável) 4,052 mg/m ³ Sílica Livre Cristalina 1,001 mg/m ³
60407.4	20025327	307,8 L	18/11/2005	Poeira Inalável (respirável) 4,084 mg/m ³ Sílica Livre Cristalina 1,355 mg/m ³
60407.5	20025319	BC		Poeira Inalável (respirável) < LQ Sílica Livre Cristalina < LQ

Notas:

- 1 - Amostragem: não realizada pela Environ Científica Ltda. foram usados os dados fornecidos pelo interessado.
- 2 - Onde aplicável, o resultado foi corrigido pelo branco de meio que não apresentou massa acima do limite de quantificação.
- 3 - Os limites de tolerância calculados conforme NR-15 são respectivamente: 60407.1: 1,943, 60407.2: 0,534, 60407.3: 0,300 e 60407.4: 0,227 mg/m³.

Limites de Tolerância da ACGIH: são colocados apenas para fins de referência. É da responsabilidade do interessado a utilização dos limites apropriados à finalidade da avaliação. Poeira Inalável (respirável) 3 mg/m³ TWA, Sílica Livre Cristalina 0,05 mg/m³ TWA Substância suspeita de induzir ao câncer.

A ACGIH removeu o limite da categoria de TLV e o colocou como guia geral, considerando que mesmo os particulados biologicamente inertes, insolúveis ou fracamente solúveis podem ter efeitos adversos e recomenda manter as concentrações no ar abaixo do limite de tolerância.

Limites de Quantificação:

Poeira Inalável (respirável)=30 µg, Sílica Livre Cristalina=7,7 µg.

Siglas:

BC = branco de campo, LQ = limite de quantificação, ppm = parte por milhão, mg/m³ = milgrama por metro cúbico, mg = milgrama, µg = micrograma

São Bernardo do Campo, 30/11/2005.

Oscar Shigeyo Umemura
CRON 04218265
Supervisor do Laboratório

Não é permitida a reprodução parcial deste documento sem a autorização por escrito.

1/1

9.3 - A interpretação dos resultados

Na coleta de dados foram adotados os procedimentos prescritos em Normas próprias, mas cabe salientar que não foi respeitado o período mínimo de coleta. A intenção foi, em um mesmo período de tempo e com os mesmos equipamentos obter um maior número de dados.

Este procedimento permite obter um número significativo e representativo do material particulado, não podendo ser adotado caso o interesse fosse elaborar laudos ou oficializar documentação na área de saúde ocupacional.

O volume de 307,8 litros foi obtido pela vazão da bomba 1.71 l/minuto pelo período de coleta 180 minutos

Os Limites de Tolerância obtidos pela utilização do Anexo 12 da NR 15 são muito mais tolerantes que os limites de agências internacionais em especial o da ACGIH cujo limite para Sílica Cristalina Respirável (quartzo) é estabelecido em 0,05 mg/m³ de ar para um período de oito horas diárias ou quarenta horas semanais.

Se considerada a NIOSH permanece o limite em 0,05 mg/m³ para sílica cristalina mas permite uma jornada diária de até 10 horas fixando um total de 40 horas semanais.

Considerando IR é o índice de risco, dado pela relação

Resultados / Limite de Tolerância, indicando:

IR entre zero e 0,5 - o risco de exposição está abaixo do Limite de Tolerância e também do Nível de Ação;

IR >0,5 a 1,00 - o risco de exposição está entre o Nível de Ação e o Limite de Tolerância;

IR acima de 1,00 - o risco de exposição está acima do Limite de Tolerância.

Tabela 9.2 - Comparativa de resultados

Nº da amostra 20025338		Operador A			
Atividade/Função	Volume Coletado	Agentes Químicos	Result. mg/m ³	IR ACGIH	IR NR15
Marmorista de acabamento	(307,8 L)	Poeira Respirável Sílica Livre Cristalina % de SiO ₂	1,653 0,035	— 0,70	0,85 —
Limite de Tolerância NR-15 Anexo 12 Poeira Respirável	LT = $\frac{8}{2,12 \%Q + 2} \Rightarrow 1,94 \text{ mg/m}^3$				

Nº da amostra 20025326		Operador B			
Atividade/Função	Volume Coletado	Agentes Químicos	Result. mg/m ³	IR ACGIH	IR NR15
Marmorista de acabamento	(307,8 L)	Poeira Respirável Sílica Livre Cristalina % de SiO ₂	1,653 0,035	— 7.76	5.64 —
Limite de Tolerância NR-15 Anexo 12 Poeira Respirável	LT = $\frac{8}{2,12 \%Q + 2} \Rightarrow 1,94 \text{ mg/m}^3$				

Nº da amostra 20025331		Operador C			
Atividade/Função	Volume Coletado	Agentes Químicos	Result. mg/m ³	IR ACGIH	IR NR15
Marmorista de acabamento	(307,8 L)	Poeira Respirável Sílica Livre Cristalina % de SiO ₂	1,653 0,035	— 20.02	13.51 —
Limite de Tolerância NR-15 Anexo 12 Poeira Respirável	LT = $\frac{8}{2,12 \%Q + 2} \Rightarrow 1,94 \text{ mg/m}^3$				

Nº da amostra 20025327		Operador D			
Atividade/Função	Volume Coletado	Agentes Químicos	Result. mg/m ³	IR ACGIH	IR NR15
Marmorista de acabamento	(307,8 L)	Poeira Respirável Sílica Livre Cristalina % de SiO ₂	1,653 0,035	— 27.1	17.76 —
Limite de Tolerância NR-15 Anexo 12 Poeira Respirável	LT = $\frac{8}{2,12 \%Q + 2} \Rightarrow 1,94 \text{ mg/m}^3$				

Os resultados obtidos assustam mas não surpreendem, é literalmente visível a quantidade de poeira gerada nos setores de acabamento das marmorarias. E mais do que críticas o setor merece a apresentação de idéias que possam ser implantadas dentro de uma realidade das marmorarias de pequeno porte.

Pelos números apresentados podemos observar que há uma grande dispersão dos materiais particulados. O cassete nº 20025338 estava colocado no operador A, e ele trabalhando com mármore tipo carrara, acabou tendo sílica coletada no seu mostrador.

Comparando os números coletados no período da manhã com os do período da tarde verificamos um aumento muito significativo nos valores de poeira inalável e percentual de sílica, o que pode ser um indicativo da acumulação do material particulado no ambiente, visto não ter sido feita a limpeza através da lavagem do local de trabalho, e considerando que as atividades foram muito parecidas nos dois períodos.

Os dados coletados mostram que os índices de riscos estão muito acima dos Limites de Tolerância o que confirma a necessidade de uma tomada de posição quanto à redução na geração de material particulado e também a utilização de EPIs pelos expostos.

CAPÍTULO X

DISCUSSÃO DE RESULTADOS

10.1 - A situação é antiga mas “desconhecida” por muitos

A situação da maioria das marmorarias de pequeno porte é sem dúvida muito parecida e os controles de exposição à material particulado, salvo raras exceções, estão longe do desejável. Muitos dos envolvidos, empreendedores e operadores, desconhecem a potencialidade dos danos, outros os ignoram por completo. A pouca informação, vem muitas vezes acompanhada de sentido punitivo, o que leva muitos a esconder dados e a camuflar procedimentos. A busca por alguma solução esbarra muitas vezes no medo de ser identificado pelos órgãos governamentais. Foram feitas duas tentativas para obtenção de dados, sobre saúde ocupacional, junto ao órgão patronal, Sindicato da Industria de Mármores e Granitos do Estado de São Paulo, SIMAGRAN-SP e não houve retorno ou indicação de algum caminho para acesso às informações.

O fluxograma elaborado e abaixo apresentado, contempla de maneira simplificada a movimentação e seqüência de operações que acontecem em uma parcela significativa das marmorarias de pequeno porte.

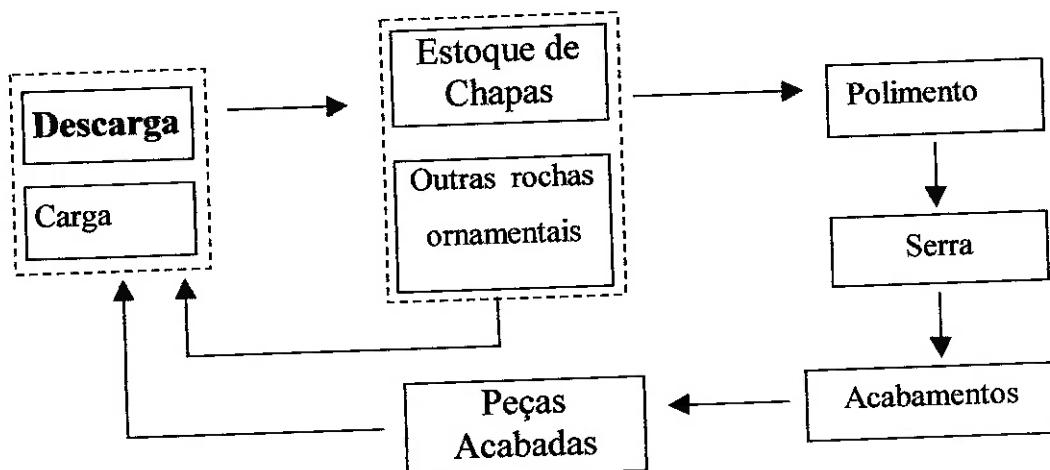


Fig. 10.1 - Seqüência de operações na marmoraria

10.2- Os riscos da exposição em diversas operações.

As marmorarias têm muitas vezes características e particularidades diferentes, mas variando de intensidade os riscos da exposição contemplam todos os

setores. Neste sentido no quadro abaixo apresentamos o reconhecimentos dos riscos por operação sem quantificar a sua potencialidade.

Tabela 10.1 - Reconhecimento de Riscos nos Setores (operação).

RECONHECIMENTO DE RISCOS				
Operação	Procedimento	Exposição do operador	Riscos	Ações mínimas necessárias
Carga, descarga e movimentação de chapas e peças	Deslocamento manual de materiais pesados	Lesões e cortes pelo impacto do material Esforços físicos intensos	Físicos Ergonômicos	- Mecanização - EPIs – Calçados e Luvas - Adotar procedimentos
Polimento	Desbaste do material polimento para brilho	Liberação suspensão e de poeiras Umidade Ruído	Químicos Físicos Mecânicos	EPIs – Proteção respiratória, Protetor auricular Avental Adotar procedimentos
Corte	Fracionamento de vários tipos de materiais	Particulados Umidade Ruído Fiação energizada	Químicos Físicos Mecânicos Ergonômicos	EPIs – Proteção respiratória, protetor auricular, Avental, luva. Adotar procedimentos
Acabamento	Variedade de acabamentos muitas interferências de materiais e ferramentas	Particulados Umidade Ruído Produtos químicos Ferramentas pesadas Fiação energizada	Químicos Físicos Mecânicos Ergonômicos Biológicos	EPIs adequadas a cada etapa Proteção do equipamento elétrico Adotar procedimentos Barreiras físicas para controle de área.

10.3 – O tamanho das partículas.

Visualmente observamos que são muito altas as concentrações de poeira nos ambientes de trabalho das marmorarias. Essa situação, só por si, pode ser considerada alarmante. Para uma melhor conscientização do problema é necessário conhecer o tamanho predominante desse material particulado.

A ALCINÉA (2005) coletou amostras em diversas marmorarias e agrupando os dados por “semelhança de ferramenta utilizada” elaborou gráficos, apresentados na sua Tese de Doutorado em março de 2005, reproduzidos a seguir:

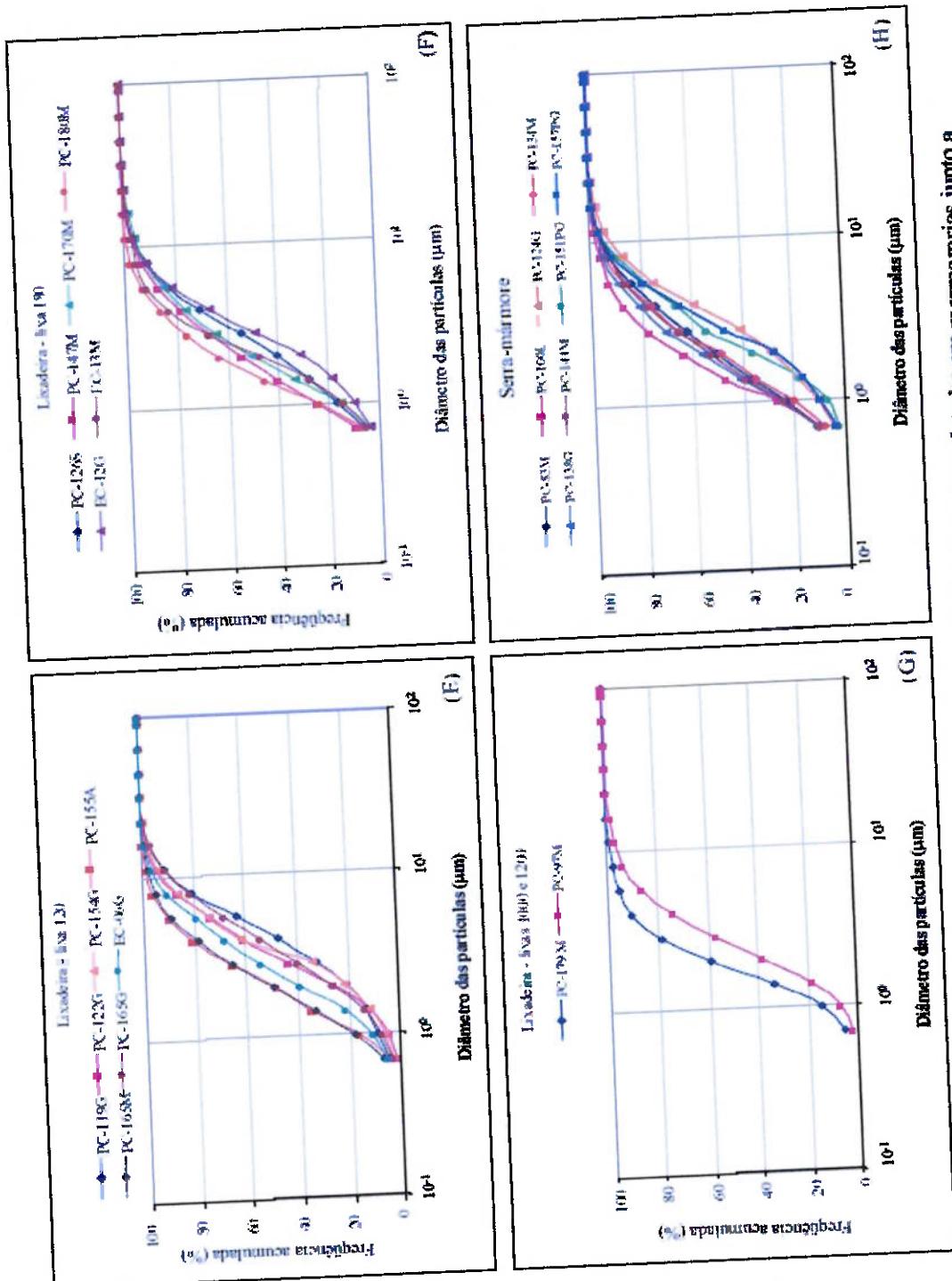
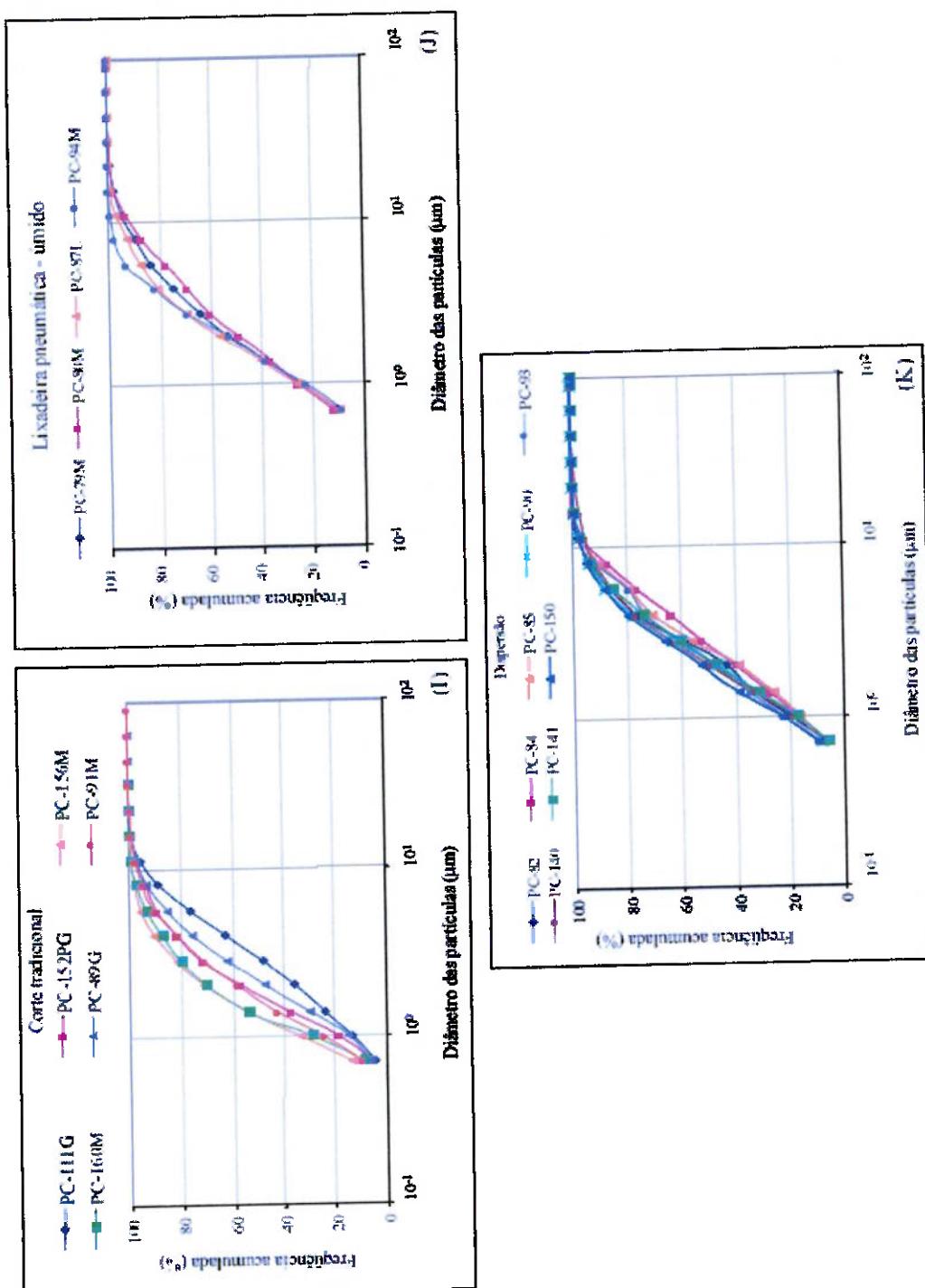


Fig. 10.2 - Freqüência acumulada para os diâmetros de partículas

(Fonte: Alcinéa, 2005)

Cita ainda a ALCINÉA (2005) que “...inicialmente esperava encontrar diferenças marcantes nos tamanhos das partículas produzidas por diferentes gramaturas de lixas”, e que pelos dados coletados “independente da ferramenta utilizada, cerca de 90% das partículas amostradas em todas as marmorarias avaliadas possuíam diâmetro inferior a 10 μm ”.



Freqüência acumulada para os diâmetros das partículas coletadas em marmorarias junto a operadores de serras de bancada para corte tradicional (1), lixadeira pneumática (1) e em áreas de circulação (K).

Fig 10.3 - Freqüência acumulada para os diâmetros de partículas

(Fonte: Alcinéa, 2005)

Observando que “as partículas produzidas são tipicamente finas, com a maioria dos tamanhos dentro da fração respirável” ALCINÉA (2005) faz as conversões e verifica que “... o diâmetro aerodinâmico médio das partículas coletadas em marmorarias encontra-se no intervalo de 2,2 a 3,9 μm ”. Com interesse de aplicação dos dados em higiene ocupacional, ALCINÉA (2005) faz a comparação dos mesmos

com os da tabela a seguir. É a comparação de valores para frações em massa de particulado relacionadas com efeitos a saúde, identificadas no novo critério seletivo por tamanho de partícula para avaliação da exposição ocupacional a poeiras.

Tabela 10.2 - Comparação de valores para frações em massa

Diâmetro aerodinâmico da partícula (μm)	% Massa de particulado Inalável	% Massa de particulado Torácica	% Massa de particulado Respirável
0	100	100	100
1	97	97	97
2	94	94	90
3	92	92	73
4	89	89	50
5	87	85	30
6	85	80	17
7	83	74	9
8	81	66	5
9	79	58	3
10	77	50	1
12	74	35	
14	72	23	
16	69	15	
18	67	9	
20	65	6	
25	61	2	
30	58		
35	56		
40	55		
45	53		
50	52		
100	50		

(Fonte: Alcinéa, 2005)

Desta comparação verifica então “ que as partículas dessa faixa de tamanhos contribuem com 50 a 90% de probabilidade de penetração em massa nos alvéolos pulmonares ”.

10.4 - O controle dos riscos químicos

O material particulado e em especial as poeiras são sem dúvida um grande risco, e uma avaliação desta situação deve levar a todos para ações viáveis tecnicamente e financeiramente.

As poeiras respiráveis são invisíveis a olho nu e são tão leves que podem permanecer no ar por um longo período de tempo. Em algumas situações

essas poeiras podem atravessar grandes distâncias, em suspensão no ar, afetando trabalhadores que aparentemente não correm riscos.

Nas marmorarias os poluentes gerados têm características próprias pelo material, pela atividade, pelo local de trabalho e outras, mas estudos e análises feitos por profissionais capacitados, já mapearam e disponibilizaram dados a serem utilizados quando se pensa em um sistema de controle de poluição do ar.

Um sistema de ventilação local exaustora, é uma das medidas mais eficazes para a captura e transporte dos poluentes. A instalação de captores junto aos pontos de geração e no ambiente em geral, são um passo tecnicamente possível. Os parâmetros para um projeto com eficiência na captação e os materiais necessários para a execução do mesmo estão hoje disponíveis no mercado. Entre os parâmetros de projeto a considerar para essa exaustão temos a velocidade de captura do poluente com valores fornecidos na tabela.

Tabela 10.3 - Velocidade de captura para sistemas de ventilação local exaustora.

CONDIÇÕES DE DISPERSÃO DO POLUENTE	EXEMPLOS	VELOCIDADE DE CAPTURA (m/s)
Emitidos praticamente sem velocidade e em ar parado	Evaporação de tanques, desen-graxe, etc.	0,25 – 0,50
Emitidos a baixa velocidade em ar com velocidade moderada	Cabines de pintura, enchimento de tanques de armazenamento (intermitente), pontos de transferência de transportadores de baixa velocidade, solda deposição eletrolítica, decapagem.	0,50 – 1,00
Grande geração em zona de ar com velocidade alta	Enchimento de barris, carga de Transportador	1,00 – 2,50
Emitido com alta velocidade inicial em zona de ar com velocidade alta	Esmeris, jateamento com abrasivos	2,50 - 10,0

Em cada categoria acima a escolha dos valores é feita em função dos fatores abaixo:

LIMITE INFERIOR DA FAIXA:	LIMITE SUPERIOR DA FAIXA:
1. Ambiente sem correntes de ar ou favorável à captura 2. Poluente de baixa toxicidade 3. Intermitente, baixa emissão 4. Captor grande – grande vazão de ar	1. Existência de corrente de ar 2. Poluente de alta toxicidade 3. Alta emissão 4. Captor pequeno – somente para controle local

(Fonte: Assunção, 2005)

Podemos observar que as velocidades para captura dos particulados similares aos das marmorarias, são relativamente elevados. Segundo o ASSUNÇÃO (2005) “ a seleção e escolha do equipamento de controle de poluição de ar a ser utilizado deve ser precedida de análise de viabilidade técnica, econômica e de outros fatores específicos para a fonte (indústria) em questão. Essa escolha depende de vários fatores, entre os quais o tipo e a natureza dos poluentes, eficiência de controle desejada, condições locais, custos de instalação e manutenção ”. A realidade das pequenas marmorarias esbarra nas condições locais e nos custos de instalação e manutenção.

Existem atualmente no mercados várias ferramentas manuais, como serras, furadeiras e esmerilhadeiras, na maioria dos casos importados, que já vêm acompanhados por um ponto de exaustão no próprio equipamento.

Uma dos procedimentos a ser adotado é sem dúvida o da diminuição da geração do material particulado em geral. Neste sentido a marmoraria analisada tem implantado algumas soluções que pela facilidade de execução e os baixos custos envolvidos são agora citadas.

10.5 - Algumas situações implantadas

Um dos sistemas que apresenta uma grande redução na geração do material particulado é sem dúvida o trabalho a úmido. Se associado esse sistema ao uso de ferramentas pneumáticas os resultados são satisfatórios.

A marmoraria analisada fez a montagem de uma rede aérea com tubulação em ferro galvanizado sem costura, capaz de suportar 80 libras de pressão para distribuição de ar. Junto desta uma outra rede em pvc para água com pressão de 5 mca. Ambas têm disponibilidade de pontos de engate acima das bancadas de trabalho como podemos observar na figura seguinte.



Fig. 10.4 - Setor de acabamento com rede aérea para pneumáticos e água.

A possibilidade dessa alteração do processo trará também o benefício de eliminação dos fios energizados que anteriormente alimentavam as ferramentas manuais.

O sistema de ar comprimido se inicia com a instalação de um compressor para alta pressão, e volume de reservatório de ar que permitirá a utilização simultânea de quatro pontos. A localização desse equipamento levou em conta o ruído gerado pelo funcionamento do mesmo e essa área foi posteriormente fechada por tela.



Fig.10.5 - Compressor para linha de pneumáticos.

No início da rede, em posição de fácil controle, e anterior a sua ramificação foi instalado um conjunto de filtro ar óleo, que permite o controle de impurezas e a lubrificação que se faz necessária às ferramentas a serem utilizadas. O conjunto compressor, filtros, manômetros, pressostáticos, registros, chaves de manobra e tubulação implicou em um investimento de aproximadamente R\$ 12.000,00 (doze mil reais).

No ponto de utilização, foram instalados terminais de engate rápido onde devem ser acopladas as mangueiras das ferramentas pneumáticas, conforme

foto abaixo. A expectativa é de uma redução de materiais particulados em suspensão da ordem de 90%.

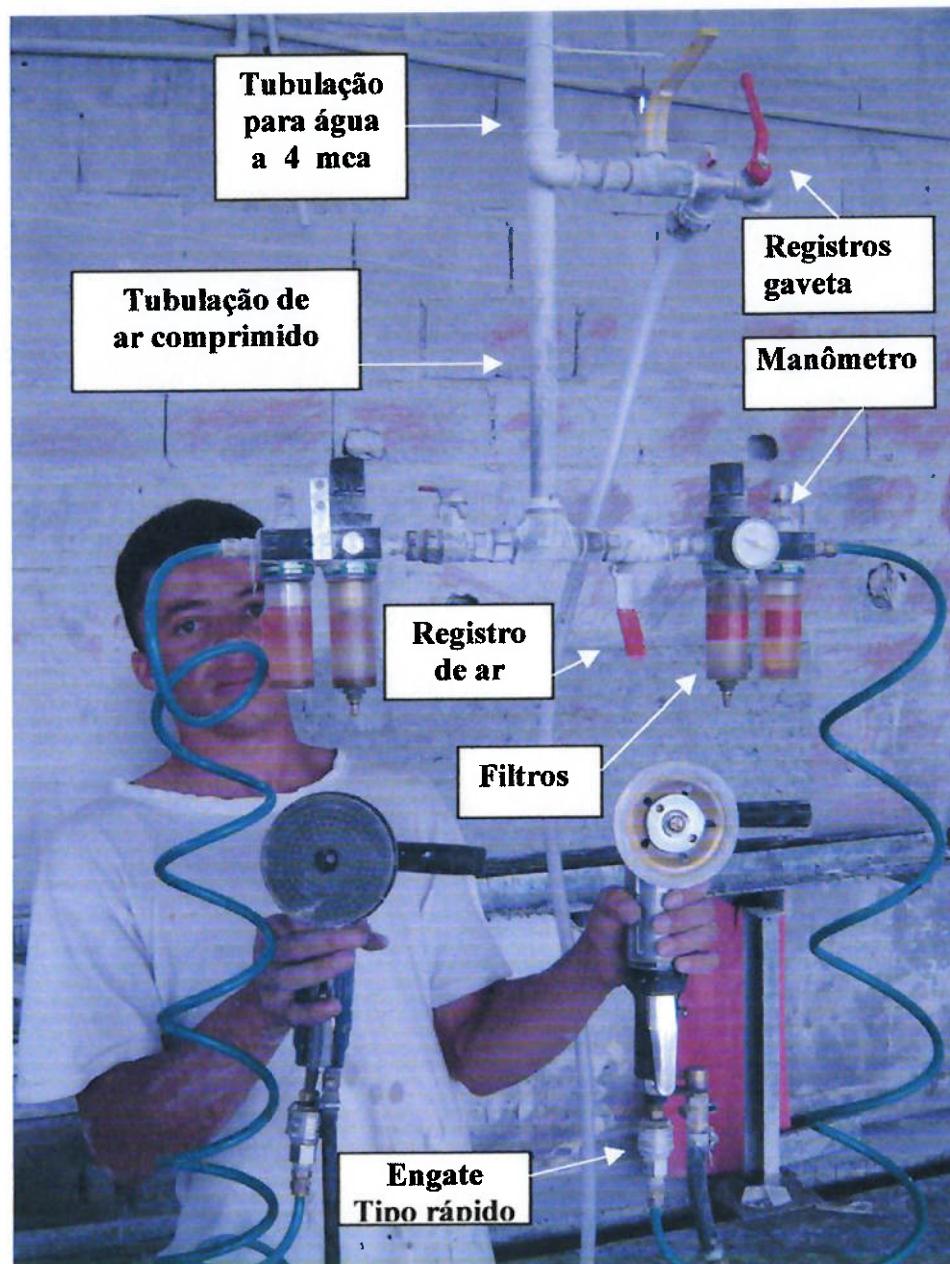


Fig. 10.6 - Ferramentas pneumáticas prontas para utilização

O sistema instalado vai entrar em operação rapidamente e o proprietário cita também outras vantagens dessa mudança. As ferramentas manuais pneumáticas atualizaram-se tecnicamente, com gatilhos de controle de giro, que pode chegar a 9.000 rpm/mim. Como item de segurança ao cessar a pressão sobre o gatilho de acionamento, a máquina para instantaneamente a sua rotação,

atendendo a normalização existente. Outro item em termos de segurança que pode ser citado, é a redução de peso dos equipamentos, as ferramentas manuais convencionais pesam entre 4 e 5 Kgs e as pneumáticas menos de 1,5 Kg. O valor de aquisição de cada equipamento, apesar de uma significativa redução, varia de 1.200,00 a 2.000,00 reais.

Insumos como discos, rebolos e lixas tem preços elevados e variam muito conforme o fabricante.

Outro equipamento já instalado é uma furadeira elétrica de bancada a úmido em que um pequeno aumento de pressão de água permite a execução de boleados sem suspensão de poeiras.



Fig. 10.7 - Furadeira de bancada a úmido.

10.6 - A criatividade brasileira

Algumas improvisações, nem sempre satisfatórias, podem ser vistas nas marmorarias de pequeno porte. Porém existem algumas, com bons resultados, que merecem ser conhecidas, e cabe então apresentar uma solução em que

a criatividade e vontade brasileira aliam preço a um satisfatório produto acabado.

O alto custo de algumas máquinas importadas ou nacionais é um dos impeditivos para a melhoria das instalações das marmorarias. Dentro dessa situação há alguns anos atrás, um dos proprietários da marmoraria aqui analisada se interessou e apoiou a execução de uma máquina, que podemos chamar “ Máquina de Acabamento Semi-automática ”. Esta máquina invertendo a concepção das importadas, utiliza o fundamento de girar o material ao invés do sistema de rebolos.

Após a execução de uma estrutura em perfis de ferro, e utilizando diversas peças existentes no mercado os “ Professores Pardais Brasileiros ” fizeram a montagem de uma máquina que permite diversos tipos de acabamento. Polimentos retos e curvos, boleados simples ou duplos e brilhos na face ou no topo da peça. Inicialmente, diz o proprietário “ foi uma briga, era um tal de perder material e paciência ”, mas com o tempo e “ depois de um calcinho aqui um aperto ali ” as coisas se ajustaram, e máquina e operador acabaram por se entender.

Atualmente, e depois de adaptações tais como, diminuição da altura, posição do término de curso, precisão nos ajustes dos rebolos e outros que a satisfação com os resultados finais ajudaram a esquecer, a máquina trabalha diariamente com pequenas manutenções. As peças são fixadas em um quadro lateral e “ é só ligar e esquecer ” diz o operador Leleco, como é conhecido pelos demais colegas.

Essa preciosa máquina que juntou criatividade e exigiu investimentos pouco superiores a R\$ 20.000,00 está apresentada na foto seguinte.



Fig. 10.8 - “Máquina de Acabamento Semi-automática”

As peças são fixadas na lateral, o acabamento é a úmido e podemos observar uma neblina de água. Após acionamento o operador se afasta e ela pára e desliga ao término do curso. O preço dos insumos de discos e abrasivos são baixos se comparados a outros equipamentos.

Em termos de estrutura outras medidas adotadas pelos proprietários incluem:

Nivelamento e acabamentos nos pisos □ facilita a limpeza

Aumento na altura das paredes laterais □ isola os setores

Encausuramento do compressor □ abafa o ruído

Revisões nas instalação elétrica □ evita choques elétricos

Proteções nas partes móveis das máquinas □ proteção do operador

Está sendo também instalada uma serra de bancada “encabeçadeira” que posicionada em linha com a serra convencional faz os cortes no sentido perpendicular, reduzindo a necessidade da movimentação das chapas

10.7 - Proteção respiratória

Todas as medidas possíveis para a diminuição da geração de particulados devem ser imediatamente adotadas. Simultaneamente a elaboração e execução de um Programa de Proteção Respiratória é a resposta mínima que os envolvidos merecem.

Como base para a elaboração de um Programa de Proteção Respiratória existe vasta literatura na Fundacentro elaborada em grande parte por TORLONI / VLADIMIR., de onde extraímos os seguintes dados:

PROGRAMA MÍNIMO ACEITÁVEL DE USO DE RESPIRADORES

- O empregador deve atribuir a uma só pessoa, com conhecimento de proteção respiratória e regulamentos legais, a responsabilidade e autoridade pelo programa de uso de respiradores, que deve elaborar **Procedimentos Operacionais** escritos
- Limitações fisiológicas e psicológicas dos usuários de respiradores serão analisadas por um médico, que deverá conhecer:
 - a) tipo de respiradores para uso rotineiro e de emergências;
 - b) atividades típicas no trabalho, freqüência e duração da atividade que exige o uso do respirador;
 - c) substâncias contra as quais o respirador deve ser usado.
- A seleção do tipo(s) de respirador(es) deve ser feita, considerando-se:
 - a) a natureza da operação ou processo perigoso;
 - b) o tipo de risco respiratório
 - c) a localização da área de risco.
 - d) o tempo durante o qual o respirador deve ser usado;
 - e) as atividades que os trabalhadores desenvolvem na área de risco;
 - f) as características e as limitações dos vários tipos de respirador;

TREINAMENTO

Cada usuário de respirador deve receber treinamento (e reciclagem), que deve incluir explanação e discussão sobre:

- a) o risco respiratório e o efeito sobre o organismo humano se o respirador não for usado de modo correto;**
- b) as medidas de controle coletivo e administrativo.**
- c) as razões que levaram a seleção de um tipo particular de respirador;**
- d) o funcionamento, as características e limitações do respirador selecionado;**
- e) o modo de colocar o respirador e de verificar se ele está colocado corretamente no rosto;**
- f) o modo correto de usar o respirador durante a realização do trabalho;**
- g) os cuidados de manutenção, inspeção e guarda quando não estiver em uso;**
- h) as exigências legais sobre o uso de respiradores para certas substâncias.**

ENSAIO DE VEDAÇÃO

Antes de ser fornecido um respirador para uma pessoa, ela deve ser submetida ao teste de vedação para verificar se aquele respirador proporciona boa vedação no seu rosto. Após este teste preliminar, toda vez que for colocar ou ajustar o respirador no rosto, ela deve fazer a verificação da vedação

ADMINISTRAÇÃO DO PROGRAMA DE USO DE RESPIRADORES

RESPONSABILIDADES

As responsabilidades do administrador do programa devem incluir:

- a) medições, das concentração do contaminante na área de trabalho.**
- b) seleção do tipo ou classe de respirador apropriado.**
- c) manutenção de registros e procedimentos escritos e documentos sobre respiradores.**

PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS PARA O USO DE RESPIRADORES

Os procedimentos operacionais para o uso de respiradores devem ser escritos e cobrirem o programa completo de uso de respiradores para proteção respiratória,

além de incluir as informações necessárias para o seu uso correto, contendo no mínimo:

- a) treinamento dos usuários;
- b) ensaios de vedação;
- c) distribuição dos respiradores;
- d) limpeza, guarda e manutenção;
- e) inspeção;
- f) monitoramento do uso;
- g) monitoramento do risco;
- h) seleção;
- i) política da empresa na área de proteção respiratória.

FATORES QUE INFLUEM NA SELEÇÃO DE UM RESPIRADOR

Características e limitações dos respiradores

É muito importante levar em conta, também, as características físicas e funcionais dos respiradores, bem como as suas limitações.

PROBLEMAS DE VEDAÇÃO NOS RESPIRADORES

Não devem ser usados gorros ou bonés com abas que interfiram com a vedação da peça facial no rosto.

Os tirantes dos respiradores não devem passar sobre partes duras dos capacetes.

O uso de outros equipamentos de proteção individual, como capacetes ou máscara de soldador, não devem interferir na vedação da peça facial.

Aceitação pelo usuário

O conforto é um fator importante na aceitação de uso de um respirador. Outros fatores que influem são: resistência à respiração, diminuição da visão, dificuldade de comunicação e peso do respirador. Os respiradores com maior aceitação são usados durante mais tempo, proporcionando maior proteção. A aceitação de um dado respirador pelo usuário deve ser levada em conta durante a seleção do respirador, uma vez que isso pode determinar o uso correto do mesmo. Se o ensaio de vedação mostrar que a vedação é satisfatória com dois ou mais modelos de respiradores, a escolha deve ser do usuário.

Tabela 10.4 - EPR Extraída do Programa de Proteção Respiratória - Fundacentro
QUADRO - RECOMENDAÇÕES DE EPR PARA SÍLICA CRISTALIZADA

CONCENTRAÇÃO AMBIENTAL	EQUIPAMENTO
Até 10 vezes o limite de tolerância	Respirador com peça semi-facial ou peça semi-facial filtrante Filtros P1, P2 ou P3, de acordo com o diâmetro aerodinâmico das partículas (1)
Até 50 vezes o limite de tolerância	Respirador com peça facial inteira com Filtro P2 ou P3 Respirador motorizado com peça semi-facial e filtro P2 Linha de ar fluxo contínuo e peça semi-facial Linha de ar de demanda e peça semi-facial com pressão positiva
Até 100 vezes o limite de tolerância	Respirador com peça facial inteira com filtro P2 ou P3 (1) 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 fluxo contínuo e peça facial inteira 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

NOTA Para diâmetro aerodinâmico médio maior ou igual a 2 micra pode-se usar filtros classe P1, P2 ou P3. Para diâmetro menor que 2 micra deve-se usar o de classe P3;

10.8- Os respiradores

Do Guia de Seleção de Respiradores no site da 3M Brasil, extraímos a seguinte tabela com indicação de respiradores para sílica.

TABELA 10.5 - 3M – RESPIRADORES PARA SÍLICA

Nome Químico	Síntomas	LT PPM	TLV PPM	IPVS PPM	Límitar de Odoor PPM	Respirador Recomendado
Sílica amorfia						
-Terras diatomáceas Partículas inaláveis Partículas respiráveis	Diatomita Dióxido de sílica	- - -	10 mg/m ³ 3 mg/m ³	- -	- -	P1 P1
Sílica Precipitada						
-Sílica, fumos	Resíduo de processos Eletrometalúrgicos	- -	10 mg/m ³ 2 mg/m ³ (respirável)	- -	- -	P1 P1
Sílica fundida						
-Sílica Gel e -Sílica precipitada	- -	0,1 mg/m ³ (respirável)	0,1 mg/m ³ (respirável)	- -	- -	P1 P1
Sílica cristalina						
Sílica cristalina - Quartzo	-	-	0,05 mg/m ³ , A2	-	-	P1
Sílica cristalina - Trípoli	-	-	0,1 mg/m ³ (respirável)	-	-	P1
Cristobalita (cristais) e Tridimita						
Silicato de cálcio	Metassilicato de cálcio ou Cimento portland	- -	0,05 mg/m ³ (respirável)	10 mg/m ³ A4	- 10	P1 V0
Silicato de etila	Silicato de tetraetila	-	1.000 3,6	1.000 3,6	-	V0

10.9 - Respiradores.



Fig. 10.9 - Respirador com válvula



Fig. 10.10 - Respirador simples

No contacto direto com o trabalhador verificamos o desconforto do uso dos EPIs de proteção respiratória. O uso de respiradores valvulados permite uma diminuição da força de exalação bem como melhor conforto térmico e uma diminuição da umidade na máscara.

Por terem sido tratados com carga eletrostática os cuidados com os respiradores se iniciam na aquisição e no armazenamento.

10.10 - Conclusão

É fácil observar que a maioria das marmorarias foi implantada sem o planejamento necessário e numa seqüência tiveram ampliações e adaptações que dificultam o controle de todo o processo.

A matéria-prima, pela própria beleza, vai continuar a despertar grande interesse no ser humano. O enraizamento de uma cultura histórica impede a substituição por produtos de aparência similar, e vai perpetuando a exposição do trabalhador a poeira de sílica.

Por vivência própria e pela leitura de dados elaborados em estudos de trabalhos sobre o setor de marmorarias, verificamos que é grande a exposição ocupacional a poeiras nestes ambientes. A impossibilidade de eliminar por completo a exposição à sílica, deve impor um controle de todos os processos em que esta estiver presente.

Minimizar a emissão de todos os materiais particulados controlando a **fonte geradora** dessas poeiras, criar **barreira físicas** locais que enclausurem e captem esses contaminantes e adotar **procedimentos de trabalho** que protejam os expostos é condição mínima a ser implantada nas marmorarias.

Na fonte geradora a umidificação das operações de corte e desbaste, pode na maioria dos casos, ser implantada com alguma criatividade e sem elevados investimentos. Quando da substituição de equipamentos a opção por pneumáticos em sistema a úmido, já provocará uma redução satisfatória na emissão de poeiras.

As barreiras físicas em cada setor impedirão, que os particulados se espalhem pelos demais ambientes de trabalho e muitas vezes para áreas externas das próprias empresas. O enclausuramento de algumas máquinas e a captação por ventilação local e instantânea deverá ser implantada sempre que possível. Os Equipamentos de Proteção Coletivas - EPC podem minimizar a liberação das

poeiras para o ambiente de trabalho e em especial a zona respiratória dos expostos. As barreiras físicas de enclausuramento não podem prejudicar as condições de temperatura, umidade e saturação do ar nos ambientes de trabalho.

O planejamento das atividades inicia-se pela escuta dos trabalhadores envolvidos. São eles que melhor conhecem o comportamento dos materiais a serem trabalhados, os equipamentos e a dificuldade de manuseá-los, as condições do ambiente onde realizam as tarefas e a viabilidade humana de concretizar mudanças. Todos os procedimentos, em que o trabalhador se envolver e opinar, terão maior facilidade de aceitação e implantação, quebrando em muitos casos os paradigmas existentes, criados pela falta de orientação e treinamento.

A geração de particulados é uma característica de todas as atividades da marmoraria, mas é no setor de acabamento a seco, que as concentrações superam qualquer tolerância de aceitação. A exposição a materiais particulados e em especial a poeiras contendo sílica respirável, merece todas as atenções para evitar a continuidade desse histórico de saúde ocupacional.

Se algumas medidas para minimizar a geração de poeiras e a prevenção da exposição à sílica exigem investimentos e prazos, existem outras inadiáveis e entre essas podemos citar:

- Conscientização dos envolvidos empreendedores e trabalhadores, que na maioria das vezes desconhecem a gravidade dos problemas.
- Medições para que os empreendedores tenham um conhecimento quantitativo e qualitativo das condições dos seus ambientes de trabalho com a apresentação de dados aos trabalhadores expostos.
- A utilização “de verdade” dos EPI e neste caso em especial os de Proteção Respiratória.
- A limpeza continua dos ambientes de trabalho com jato de água.
- Sinalização das áreas e impedimento de acesso dos trabalhadores que não estejam devidamente protegidas

- Exames de avaliação da saúde dos mais expostos para que os problemas destes não se agravem.

A implantação de medidas que minimizem a geração e exposição devem ser divulgadas, beneficiando a qualidade de vida dos trabalhadores e a auto estima dos empreendedores.

Das minhas anotações de aula transcrevo uma frase do Prof. Mário Fantazzini:
“ Devemos cuidar bem do Zé, muitas vezes nós somos o próprio Zé ”

BIBLIOGRAFIA

ALMEIDA, IVO TORRES. "A Poluição Atmosférica por Material Particulado na Mineração a Céu Aberto". São Paulo - 1999

AMABIS, J. M. e MARTO, G.R. Fundamentos da Biologia Moderna, 2^a edição revista – São Paulo: Moderna, 1997

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. Ma

ASSUNÇÃO,J.V. Dispersão atmosférica. São Paulo, Faculdade de Saúde Pública da USP, 1987./ Notas de aula do Curso de Especialização em Saúde Pública.

CHIODI FILHO,C. Situação Brasileira do Setor de Rochas Ornamentais. Revistas Rochas de Qualidade, São Paulo, Ed. 158.

ESTON,S.M. Engenharia de Saúde Ocupacional, EPUSP, 2002./ Notas de aula do Curso de Especialização em Segurança do Trabalho.

FUNDACENTRO. Ação Interinstitucional no Controle da Silicose em Pedreira. São Paulo: Fundacentro, Boletim Atualidades em Prevenção de Acidentes, v.17

LINHARES, S. e Gewandsznajder, F. Biologia Hoje – Os seres vivos Vol 2 - 7^a edição – Ática – São Paulo – 2000

Manuais de Legislação atlas – “Segurança e Medicina do Trabalho” 52^a edição – Editora Atlas S.A. - 2003

PROGRAMA DE PROTEÇÃO RESPIRATÓRIA. Recomendações Seleção e Uso de Respiradores – Fundacentro; 2002.

SANTOS, ALCINÉA M dos ANJOS. Tese de Doutorado “Exposição Ocupacional a Poeiras em Marmorarias: Tamanhos de Partículas Característicos” Março de 2005

TORLONI, M. E VIEIRA, A. VLADIMIR – Manual de Proteção Respiratória, São Paulo - 2003.

platina (saís)		(tipol), irritação	bronquial	
Pentóxido de vanádio	Centrais elétricas (limpeza de resíduos de queimadores de petróleo), indústria química (fabricação de catalisadores de vanádio)	Irritação	Traqueobronquite, asma bronquial, EPIC*	Dermatite
4. Poeiras vegetais e animais (orgânicas)				
Grãos moidos ou triturados	Moagem e armazenamento de grãos, padarias	Irritação, reação imune (tipo I)	Rinite alérgica, rinite crônica, asma bronquial, EPIC*	Osfungos produzem sintomas similares (encontrados freqüentemente como impurezas)
Madeiras, em especial as exóticas	Fabricação de chapas, indústria de móveis (polidos) e torneados de madeira	Irritação, reação imune, carcinoma	Rinite alérgica, asma bronquial, EPIC*, carcinoma de nariz e cavidade nasal	Dermatite
Peles e couros de animais, pelos, plumas e escamas	Agricultura, trabalhadores de zoológicos, trabalho em laboratórios que mantém animais curtidores e comerciantes de peles	Reação imune (tipo I)	Rinite alérgica, asma bronquial	Dermatite
Enzimas	Indústria farmacêutica, fabricação de detergente em pó, indústria de alimentação	Irritação, reação imune (tipo I)	Rinite alérgica, asma bronquial	Dermatite
Feno, palha, cereais e bagaço de cana	Agricultura, silos de grãos, indústria de açúcar	Reação imune (tipo III), alveolite alérgica, fibrose difusa	Pulmão de granjero, bagaçose	Provocado pelos actinomyces termófilos (<i>Micropolyspora faeni</i> , <i>Thermoactinomyces vulgaris</i>) e raras vezes por fungos (<i>Aspergillus</i>)
Esterco de galinhas e aves	Granjas de aves e zoológicos	Reação imune (tipo II), alveolite alérgica, fibrose difusa		Provocado por uma proteína sérica existente no esterco das aves
Algodão, linho, cânhamo, sisal e juta	Manufatura de algodão, fio de algodão e linho, cardado (rastrileio)	Irritação, liberação de histamina, reação imune	Bisinose, EPIC*	Sintoma de lua, provavelmente devido à liberação de histamina e substâncias relacionadas. Duvidosa reação imune. Sintomas crônicos devido à irritação prolongada de mucosas
5. Outras poeiras				
Arsênico,	Mineração,	Irritação,	Ulceração e	Sintomas

GERMANI, Darcy José. A mineração no Brasil. Rio de Janeiro, 2002. Disponível em: http://www.cgee.org.br/arquivos/estudo007_02.pdf

SINDIROCHAS. Mármore e Granitos

Disponível em <http://www.sindirochas.com.br/informativo.htm>.

ROCHAS ON LINE. Guia de rochas e equipamentos.

Disponível em <http://www.rochasonline.com.br>

www.3m.com/intl/br. Consultado em 2005

www.adesnivel.pt/treino/prepir Consultado em junho de 2005

www.ambientebrasil.com.br Consultado em maio – 2005

www.dnpm.gov.br/portel/ Consultado em Junho de 2005

www.environ.com.br Consultado em 2005

www.fundacentro.gov.br Consultado em 2005

www.geofree.hpg.com.br Consultado em 2005

www.igc.usp.br/geologia Consultado em 2005

www.listasoesp.com.br - Listas OESP Consultado em 2005

www.mte.gov.br Consultado em 2005

www.orbita.starmedia.com Consultado em maio de 2005

www.rc.unesp.br/museudpm/rocha Consultado em 2005

www.peval.com.br/hist_port.htm Consultado em 2005

Fitas de Vídeo editadas pela fundacentro

EPI – Proteção Respiratória. Revista do Trabalhador

Sistema de Ventilação Local Exaustora

Silicose

Marmorarias

Sílica – Vídeo do Trabalhador

ANEXOS

POEIRAS - ATIVIDADE - RELAÇÃO DE RISCOS

Tipo de poeira	Principais atividades profissionais	Tipo de reação	Doença pulmonar	Observações
1. Quartzo e misturas que contém quartzo				
Carvão, mineral metálica, flúor, espato, pedra e areia	Mineração, engenharia metalúrgica, material de construção, lavoura, fundição e jato de areia	Fibrose nodular pneumoconiose mistas	Silicose, antracosilicose, enfermidade pulmonar crônica (EPCI*) inespecífica	Encontra-se também com tuberculoses e A SiO ₂ cristalina e tridimita atuam como quartzo
Caolin	Indústria cerâmica (porcelana, vasos, louças, cerâmicas sanitárias e elétrica)	Fibrose nodular	Silicose	"
Quarcita	Refratários (argila refratária, ladrilhos)	Fibrose nodular	Silicose	"
Quartzo em pó	Engessados (mesclado)	Fibrose nodular	Silicose	"
Terra de diatomáceas (calcinada)	Fabricação de materiais de filtro e isolamento	Fibrose nodular	Silicose	"
2. Asbesto e misturas que contém asbesto				
Asbesto puro: crisotila e anfíbólios	Mineração de asbesto, fabricação tratamento e preparação (isolamento, tecidos, materiais de fricção, engarrafados e materiais térmicos). São conhecidos mais de 3.000 produtos que contém asbesto	Fibrose difusa, Carcinomas	Asbestose, mesotelioma (peritoneal, pleural do péricárdio), carcinoma bronquial, carcinoma das vias respiratórias superiores	Hialinose pleural. EPCI*
Cimento-amianto	Material usado na indústria da construção	Fibrose difusa, carcinoma	"	"
Talco	Indústria da borracha, produtos farmacêuticos, cosméticos, pinturas, papel e impressão, têxtil (também em inseticidas e proteção da saúde)	Fibrose difusa, fibrose nodular em casos raros, carcinoma	Talcoses mesotelioma, carcinoma de vias respiratórias superiores	Freqüentemente devido à mistura de asbesto e quartzo
3. Metais e compostos metálicos				
Alumínio,	Pirotecnia (pó de	Fibrose difusa,	Aluminose, alteração	

Óxido de alumínio	alumínio), fabricação de corundum (fumo de alumínio provocado pela fundição da bauxita), indústria de metais leves (fundição e corte a fogo)	irritação	pulmonar em fundidores de bauxita, EPIC*	
Berílio, óxido de berílio	Metalurgia, fabricação de tubos fluorescentes	Granuloma celular, fibrose difusa, irritação, reação imune	Traqueobronquite, pneumonia, beriliose	Com freqüência quadro agudo; período possível de latência de até 25 anos. Também granulomas no fígado, baço, pele ou músculos
Cádmio, óxido de cádmio	Metalurgia, galvanoplastia, indústria de tintas (pigmentos)	Irritação, tóxico sistêmico	Traqueobronquite, bronco-pneumonia, enfisema pulmonar	Dano renal, osteoporose
Cromo, óxido crômico, cromato	Metalurgia, galvanoplastia, solda corte a fogo, aço austenítico, pigmentos	Irritação, reação imune carcinoma	Ulceração e perfuração da parede nasal, asma bronquial, EPIC*. Carcinoma da cavidade nasal	Só os compostos hexavalentes são cancerígenos (álcalis-cromato, óxido crômico)
Metais duros	Sinterização	Alguns difuso, alguns fibrose	Fibrose, reação imune	Os efeitos patogênicos do cobalto não estão esclarecidos
Ferro, óxido de ferro	Metalurgia, trabalho de metal (solda, corte a fogo, triturado), indústria de tinta	Acumulação	Siderose	Após a interrupção da exposição, as alterações radiográficas continuam progredindo
Chumbo, óxido de chumbo	Metalurgia, fabricação de baterias, munição, tintas (pigmentos), vidros, trabalhos com chatarra de chumbo (corte a fogo de materiais pintados com chumbo)	Efeitos tóxicos sistêmicos		Intoxicação por chumbo (anemia, cólica, sintomas polineurológicos, encefalopatia); possíveis efeitos locais a nível pulmonar
Magnésio, óxido de magnésio	Metalurgia, trabalho de metal (solda com eletrodos que contenham magnésio), preparação e uso de mineral de magnésio	Irritação, tóxico sistêmico	Pneumonia mangânica, EPIC*	
Níquel, óxido de níquel e sais de níquel	Metalurgia, galvanoplastia, indústria química	Irritação, reação imune, carcinoma	Carcinoma bronquial, carcinoma da cavidade nasal	Intoxicação sistêmica com tetracarboneto de níquel (fígado e dermatite)
Composto de	Metalurgia	Reação imune	Rinite alérgica, asma	Dermatite

trióxido de arsênico, sais de arsênico	metalurgia (fundição de chumbo e zinco), galvanoplastia, indústria química (corantes e materiais de acabamento)	carcinoma, efeitos tóxicos sistêmicos	perfuração de parees nasais, traqueobronquite, carcinoma da cavidade nasal, carcinoma bronquial	polineurológicos, doença hepática, dermatite
Anidrido maleíco, anidrido fitálico	Indústria química (fabricação de plásticos)	Irritação, reação imune	Conjuntivite, rinite com ulceração, laringofaringite, bronquite asmática imune, dermatite	O anidrido naftoquinona podem ser impurezas do anidridoftálico, o que possibilita a aeração
Poeira de carvão, fuligem e grafite	Qualquer trabalho com fuligem indústria da borracha, fabricação de eletrodos	Acumulação, irritação	Pneumoconiose por grafite, EPCI*	Possíveis efeitos fibrogênicos, possível carcinoma bronquial

Fonte ACGIH - extraído do livro "Normas Regulamentadas e Comentadas" dos autores Carlos R. Coutinho de Souza e Giovani M. de Araújo.