

MINISTÉRIO  
DO TRABALHO E EMPREGO



FUNDACENTRO  
FUNDAÇÃO JORGE DUPRAT FIGUEIREDO  
DE SEGURANÇA E MEDICINA DO TRABALHO

*Seminário Nacional Prevenção e Controle da  
Exposição aos Agentes Ambientais em Marmorarias:  
da pesquisa à prática  
São Paulo 01 e 02/07/2008*

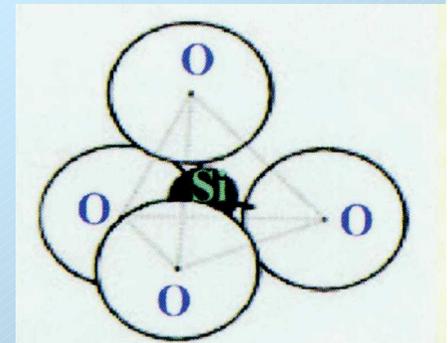
## Exposição Ocupacional à Poeira e a Sílica Cristalina em Marmorarias e Alternativas de Controle

**Dra. Ana Maria Tibiriçá Bon**  
**Coordenação de Higiene do Trabalho - CHT**



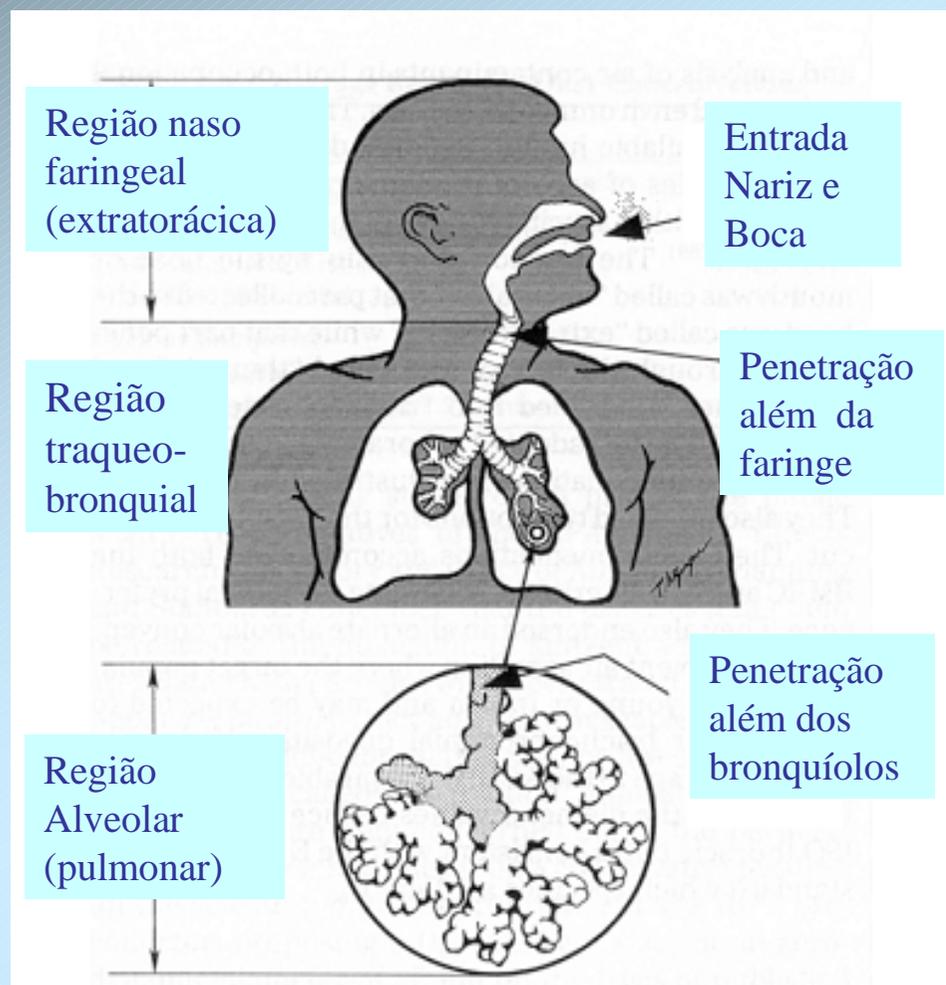
# Introdução

- A sílica cristalina ou dióxido de silício ( $\text{SiO}_2$ ) é o componente predominante na crosta terrestre. O termo sílica cristalina refere-se ao composto unitário  $\text{SiO}_4$ , com átomo de silício em posição central e quatro átomos de oxigênio nas pontas de um tetraedro.
- A inalação de partículas sólidas (poeiras) contendo sílica cristalina pode causar silicose, bronquite crônica, limitação crônica do fluxo aéreo, aumentar a incidência de tuberculose e doenças auto-imunes.
- A sílica cristalina inalada na forma de quartzo ou cristobalita a partir de fontes ocupacionais é carcinogênica para humanos, IARC (Grupo 1).
- A Silicose é considerada um problema de Saúde Pública [(OMS/OIT- Programa Global) – (BRASIL - Programa Nacional de Eliminação da Silicose – Grupo Técnico de Marmorarias)]





# Vias de penetração de partículas no organismo



**Fração Inalável**

**<100  $\mu\text{m}$**

**Fração Torácica**

**<25  $\mu\text{m}$**

**Fração Respirável**

**<10  $\mu\text{m}$**

Classificação das poeiras por tamanho da partícula (ACGIH-ISO-CEN)



## CONDIÇÃO DE RISCO DE SILICOSE

- A alta concentração de  $\text{SiO}_2$  na fração respirável
- O tempo de exposição
- O tamanho da partícula e sua distribuição
- Ação tóxica da forma da partícula  
(propriedades físico-químicas; presença de íons metálicos; covalência e flexibilidade da banda  $\text{SiO}_2$ )
- A forma da partícula



# Silicose

- A silicose é uma doença pulmonar incurável causada pela inalação, retenção e reação pulmonar às partículas contendo sílica cristalina na fração respirável. É caracterizada pela fibrose na região do tecido pulmonar e uma vez a doença iniciada é irreversível e geralmente progressiva.



# Projetos da FUNDACENTRO

## Metodologias para Avaliação da Exposição Ocupacional a Poeiras

### ■ Objetivos

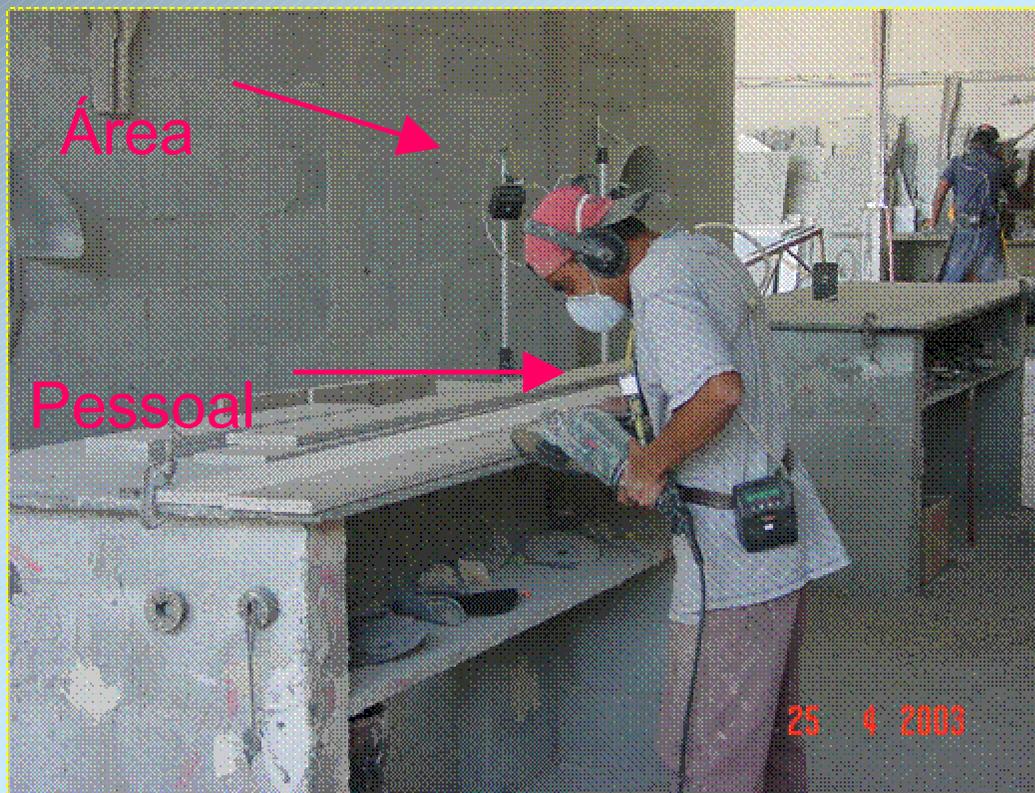
- Caracterizar a exposição ocupacional a poeiras e a sílica cristalina por função, tipo de processo a seco e a úmido e tipo de matéria-prima;
- Avaliar a eficácia das alternativas de controle existentes até o momento;
- Caracterizar as matérias-primas;
- Caracterizar os tamanhos de partículas.

Exposição ocupacional à sílica e silicose entre os trabalhadores de marmorarias no município de São Paulo.  
[http://www.fundacentro.gov.br/CTN/teses\\_conteudo.asp?retorno=155](http://www.fundacentro.gov.br/CTN/teses_conteudo.asp?retorno=155)  
Ana Maria Tibiriçá Bon – [anatbon@fundacentro.gov.br](mailto:anatbon@fundacentro.gov.br)

Exposição ocupacional a poeiras em marmorarias: tamanhos de partículas característicos  
[http://www.fundacentro.gov.br/CTN/teses\\_conteudo.asp?retorno=120](http://www.fundacentro.gov.br/CTN/teses_conteudo.asp?retorno=120)  
Alcineá Meigikos dos Anjos Santos – [alcinea@fundacentro.gov.br](mailto:alcinea@fundacentro.gov.br)



# Métodos de coleta de poeira



- Coleta de amostras do tipo parcial consecutiva para jornada de 8 horas, pessoal e de área.
- Representatividade das amostras garantida por períodos de no mínimo 70% da jornada de trabalho em 3 dias da semana alternados.

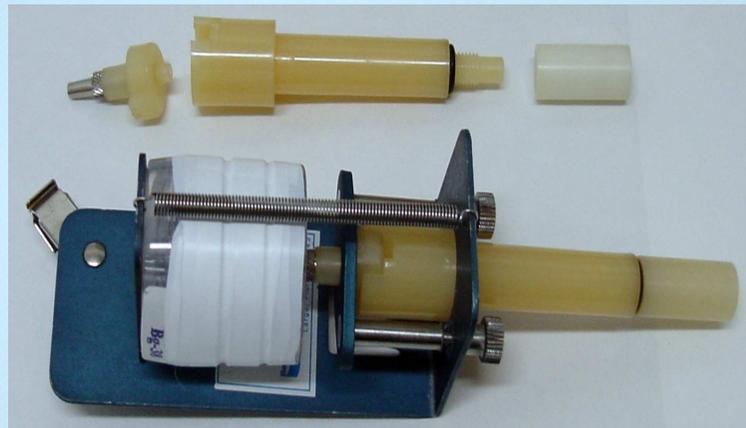


# Métodos de coleta de poeira

## ■ Poeira Respirável

(Fração da poeira composta com partículas menores que  $10\ \mu\text{m}$  )

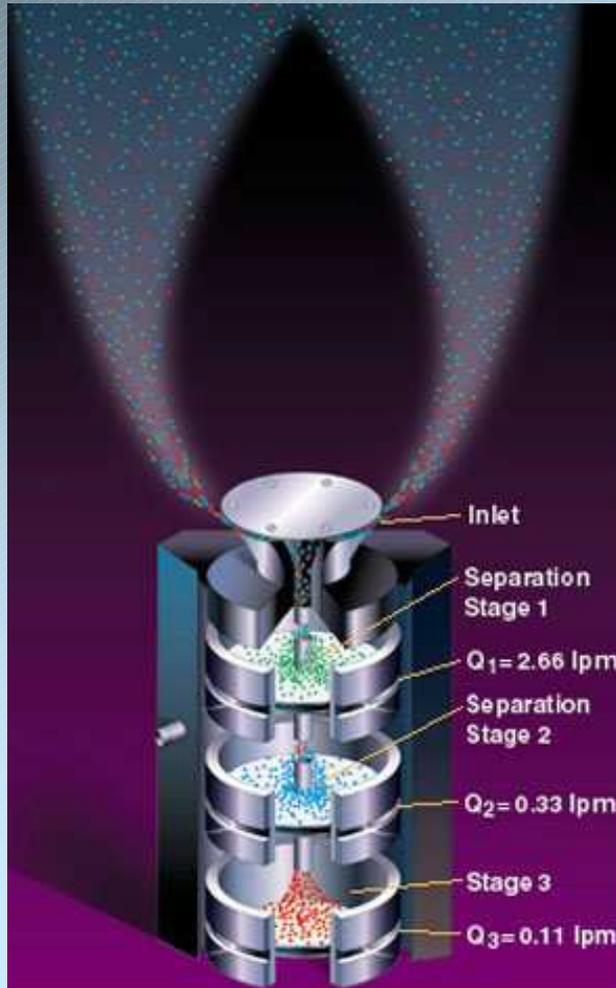
- Filtro de membrana com  $5\ \mu\text{m}$  de poro e 37mm de diâmetro acondicionado em cassete 3 corpos
- Separador de partículas -ciclone de nylon com abertura de 10 mm (Dorr-Oliver)
- Bomba de amostragem com fluxo de 1.7 L/m.





# Métodos de coleta de poeira

## ■ Tamanho de partícula



Impactador virtual foi o dispositivo de coleta utilizado para separação das partículas nas frações de acordo com a classificação das poeiras por tamanho da partícula (ACGIH-ISO-CEN):

- Inalável
- Torácica
- Respirável

Bomba de amostragem com fluxo de 3,11 L/m



# Análise de poeira respirável



- Análise gravimétrica
  - Método Validado
  - Instrumento validado
- 
- Padrões de massa rastreáveis
  - Controle do Ambiente
  - Filtro Pré-pesado
  - Incertezas



# Análise de Sílica Cristalina Respirável



- Difração de Raios X
- Método validado
- Instrumento validado
  
- Alfa Quartzo Respirável  
– SRM –NIST- 1878a
- Padrão interno Fluorita
- Teste de Proficiência Analítica (AIHA)
- Incerteza



# Análise de tamanho de partícula

Microscópio Binocular,  
marca CARL ZEISS,  
modelo AXIOSKOP2  
com Sistema  
Analisador de Imagens  
para captura e  
tratamento de imagens  
das amostras,  
destinados a medição  
do tamanho das  
partículas nos  
ambientes avaliados.





## Valores de Referência -ACGIH / 2005

Concentração na Fração Inalável < 10 mg/m<sup>3</sup>

Concentração na Fração Respirável < 3 mg/m<sup>3</sup>

Considerando os agravos à saúde e seu potencial carcinogênico (IARC/97)

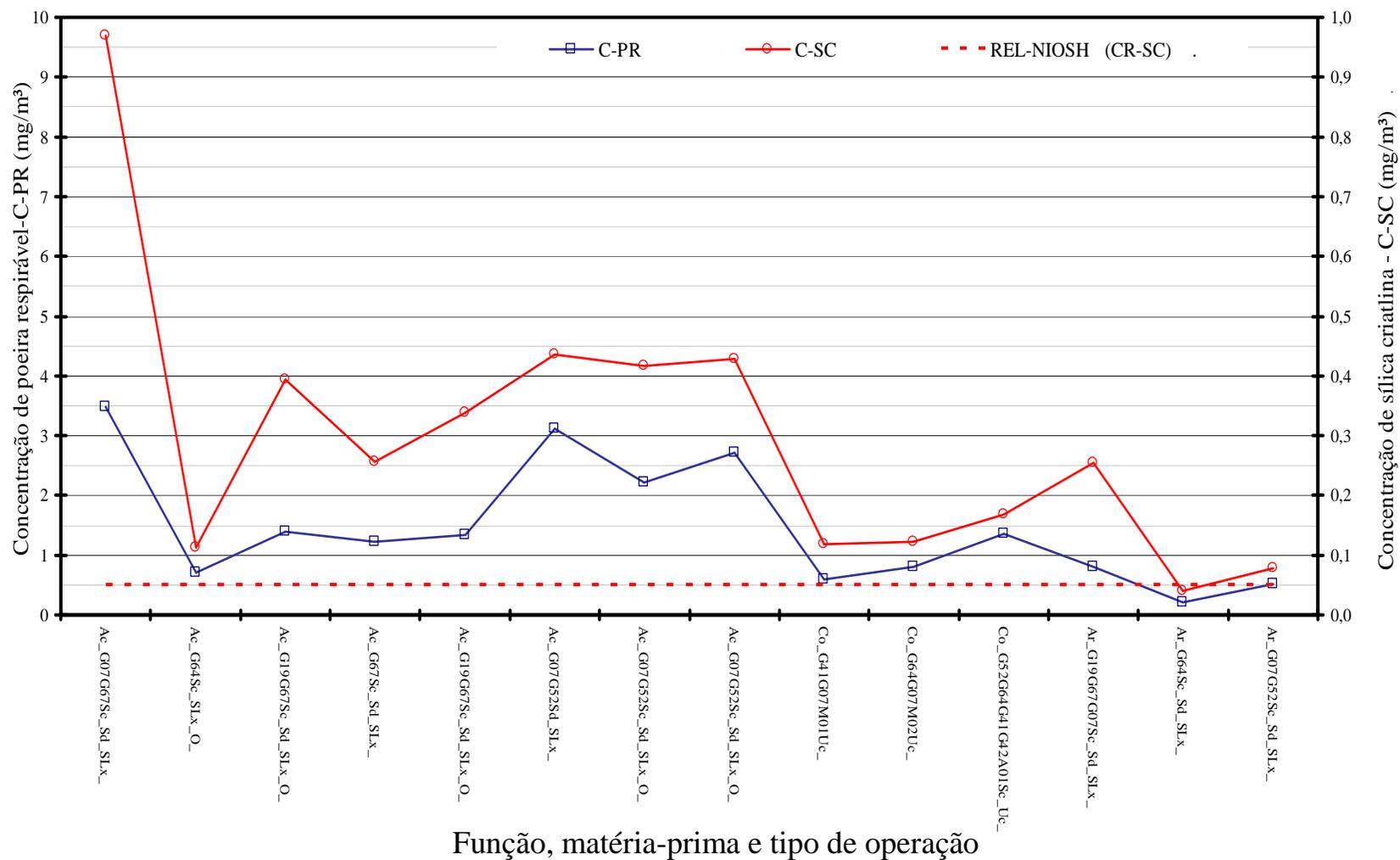
Concentração sílica respirável < 0,05 mg/m<sup>3</sup>  
(valor de referência igual ao do NIOSH)

ACGIH/2006 LEO = 0,025 mg/m<sup>3</sup>  
(Quartzo e Cristobalita)



# Resultados de concentração de poeira e sílica

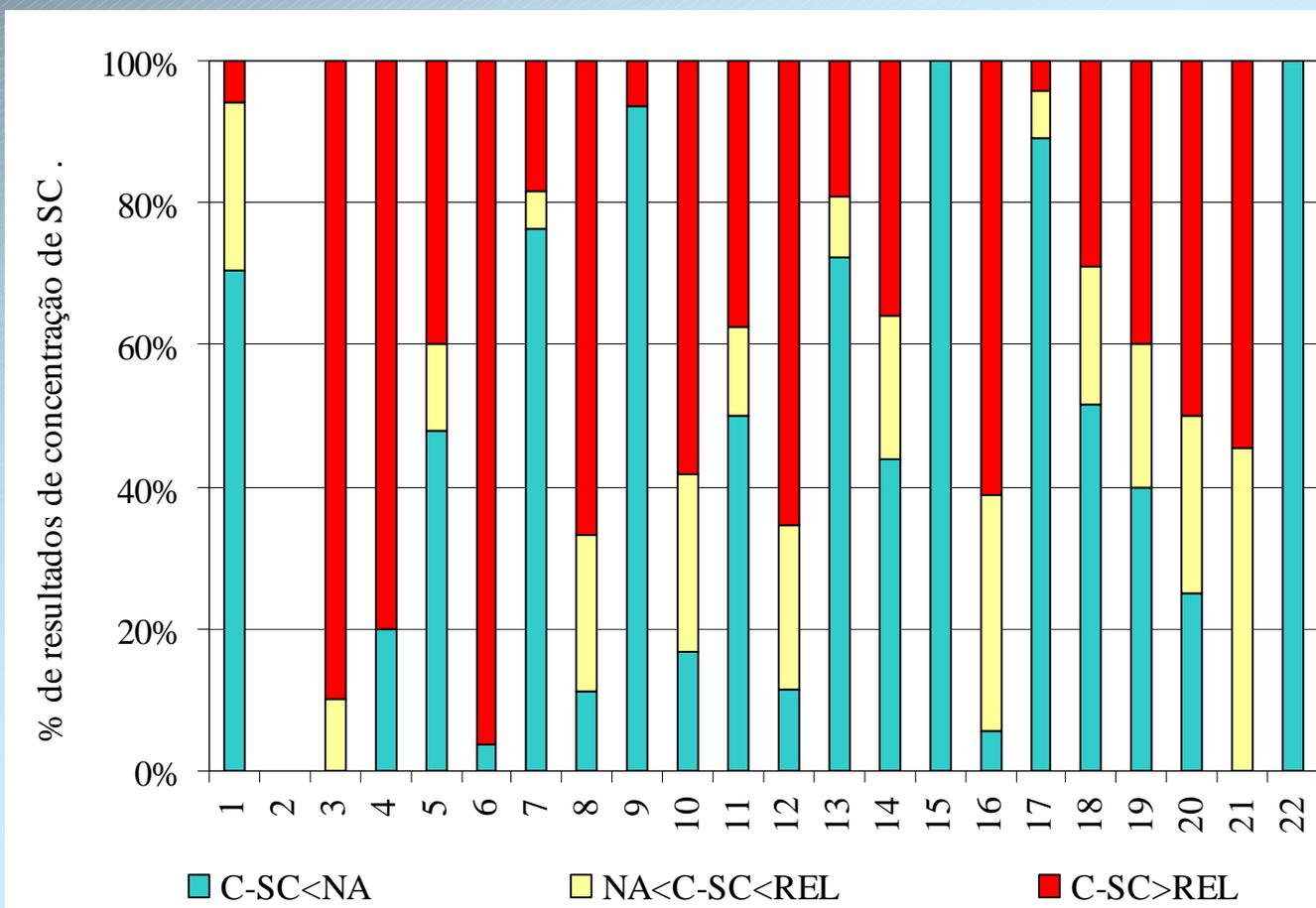
Empresa : 3 Porte : micro Galpão : aberto Região : CRST Santo Amaro





# RESULTADOS

## Por jornada e por empresa



**Porcentagem de resultados de concentração de sílica cristalina respirável (SC) acima do REL-NIOSH, entre o REL e NA e abaixo do NA nas marmorarias estudadas, Município de São Paulo, 2004 2005**



# Resultados de concentração média para o MSP

Concentração de sílica cristalina respirável para o  
acabador a seco:

- para a mistura de matérias-primas =  $0,19 \text{ mg/m}^3$ ;
- para as rochas silicáticas =  $0,36 \text{ mg/m}^3$

Concentração de sílica cristalina respirável para o  
acabador a úmido

- para a mistura de matérias-primas =  $0,038 \text{ mg/m}^3$ ;



## Eficiência de Sistemas de Controle



Concentração de sílica =  $0,25\text{mg}/\text{m}^3$  (5 vezes o VR)

VR =  $0,05\text{ mg}/\text{m}^3$



# PROCESSO ALTERNATIVO

## Marmoraria com acabamento a úmido



Empresa M5 - Concentração de sílica =  $0,05\text{mg}/\text{m}^3$  (igual ao VR)

VR= $0,05\text{ mg}/\text{m}^3$



# PROCESSO ALTERNATIVO

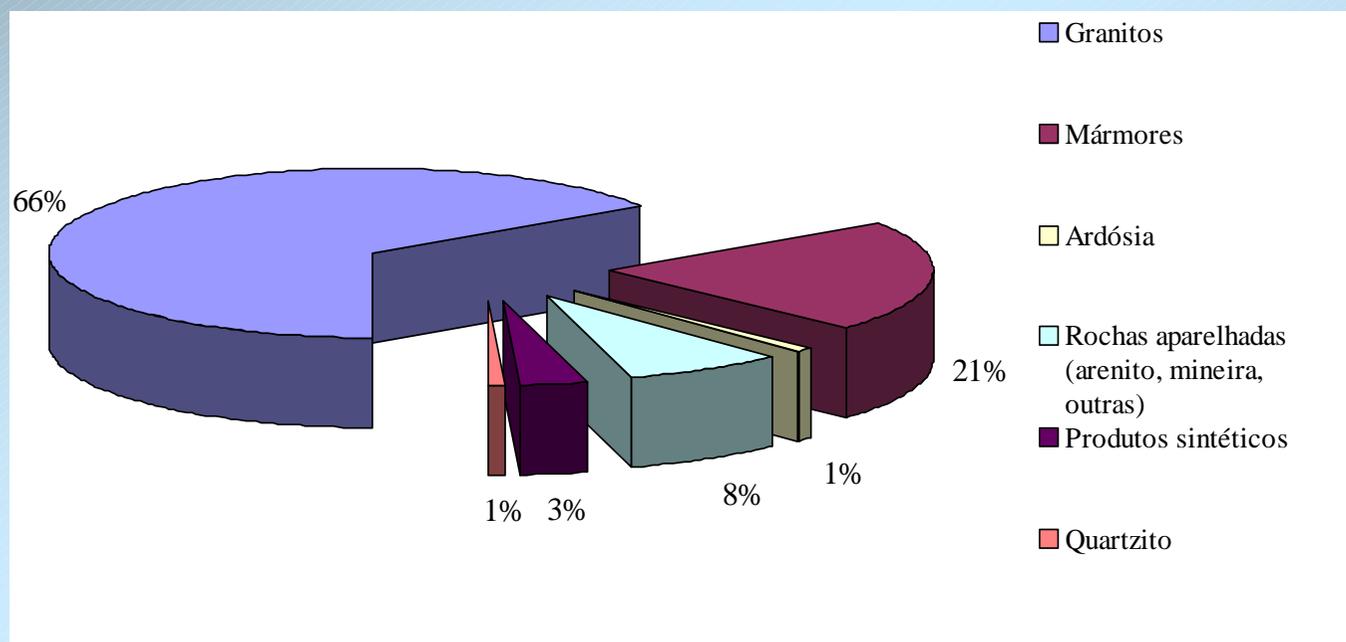
## Marmoraria com acabamento a úmido



Empresa 15 - Concentração de sílica =  $0,01\text{mg}/\text{m}^3$  (menor que o VR) VR= $0,05\text{ mg}/\text{m}^3$



# Resultados do estudo de matérias-primas



**Distribuição porcentual das matérias-primas encontradas nas 27 marmorarias estudadas. Município de São Paulo, 2003 2005**



# Resultados do estudo de matérias-primas

<b>Classificação comercial</b>	<b>Faixa de sílica cristalina na fração respirável (%)</b>
Silestone® (sintético)	16 - 52
Quartzitos e Arenitos	7 - 38
Granitos	1 - 32
Ardósia	6 - 18
Onix	≅ 9
Mármore (brancos e travertinos)	ND-2



## Conclusões

Os trabalhadores de marmorarias estão caracteristicamente expostos a altas concentrações de poeira extremamente fina.

Essa poeira é gerada principalmente pelas ferramentas manuais utilizadas para as atividades de acabamento a seco das rochas ornamentais.

Os trabalhadores do setor de corte a úmido, ajudantes e encarregados também estão expostos a essa poeira, em consequência das práticas de trabalho adotadas, dos locais de trabalho contíguos e tipos de matérias-primas



## Conclusões

A predominância dos tamanhos das partículas de poeira na fração respirável mostrou-se idêntica para todos os tipos de trabalhos executados em marmorarias, tanto a úmido como a seco, caracterizando essa faixa de tamanhos como inerente ao processo produtivo.

Os trabalhadores de marmorarias estão expostos à poeira recém-fraturada contendo sílica e aos tamanhos de partícula mais nocivos à saúde.



# Recomendações

## Algumas informações básicas para controle da poeira em processos a úmido

*Considerando-se o caráter carcinogênico da sílica cristalina, a possibilidade de utilização de matérias-primas com altos teores de sílica cristalina, que nos estudos de exposição obteve-se concentrações desse agente muito próximas dos limites de exposição ocupacional, faz-se necessária a adoção de medidas de controle complementares a umidificação:*

implantação de um programa de proteção respiratória no qual os trabalhadores deverão utilizar respirador do tipo peça semifacial com filtro P3 ou respirador do tipo peça semifacial filtrante do tipo PFF3 (máscara descartável), em todas as atividades realizadas em marmorarias, quando o monitoramento da exposição indicar que as concentrações de sílica cristalina presentes na névoa de água formada no processo forem superiores ao nível de ação, previsto na legislação brasileira.

-



# Recomendações

## Algumas informações básicas para controle da poeira em processos a úmido

- utilização de proteção respiratória sempre que houver a utilização de rochas ornamentais como os arenitos, quartzitos granitos ou materiais sintéticos como o Silestone® que possuem alto teor de sílica na sua composição;
  - implantação de procedimentos seguros de trabalho e a orientação constante dos trabalhadores, incluindo-se procedimentos de utilização das ferramentas manuais com vazões de água suficientes para reduzir a geração de poeira;
  - implantação de rotinas de limpeza diária e conservação dos locais de trabalho, com a remoção da lama;
  - eliminação da utilização de ar comprimido nas operações de secagem;
  - fornecimento de vestimenta adequada impermeável para proteção de membros inferiores e superiores contra a umidade.