

SILICOSE EM TRABALHADORES DO SETOR CERÂMICO: AVALIAÇÃO DA POEIRA EM PROCESSOS DE FABRICAÇÃO DE REVESTIMENTOS CERÂMICOS

Maria Margarida Teixeira Moreira Lima¹², Gladis Camarini²

¹Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho, Rua Capote Valente, 710, Bairro de Pinheiros, CEP 05409-002, São Paulo, São Paulo, maria.lima@fundacentro.gov.br

²Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Departamento de Arquitetura e Construção (DAC-FEC-UNICAMP), Cidade Universitária Zeferino Vaz s/n – CP 6021 – CEP 13083-970 – Distrito Barão Geraldo – Campinas – São Paulo, camarini@fec.unicamp.br

Resumo- A silicose é uma doença incurável caracterizada pela formação de cicatrizes nos pulmões, resultado da exposição dos trabalhadores à poeira respirável contendo sílica cristalina. A exposição à poeira é comum em trabalhadores do setor da indústria cerâmica. A matéria-prima empregada pelas indústrias cerâmicas contém sílica ativa que pode causar a silicose em seus trabalhadores. Neste sentido, este trabalho teve como objetivo fazer uma análise sobre as condições de exposição à poeira dos trabalhadores de diferentes setores e a forma de análise desta poeira para que os resultados sejam adequados para análise. Aborda uma metodologia que permite quantificar a quantidade de poeira respirável pelo trabalhador. Os resultados obtidos são comparáveis com os limites de exposição ocupacional existentes na legislação brasileira e na referência técnica mais atualizada da *American Conference of Governmental Industrial Hygienists*. Com eles se efetua o julgamento sobre a existência ou não de risco à saúde dos trabalhadores expostos.

Palavras-chave: silicose, indústria cerâmica, sílica cristalina, cerâmica para revestimento.

Área do Conhecimento: Exatas

Introdução

Com a introdução de inovações tecnológicas e a reestruturação das organizações as relações produtivas se tornaram mais complexas. Assim, novas interações entre a relação capital-trabalho exigem novas perspectivas de pesquisas. Neste sentido, torna-se imperativo pensar na saúde do trabalhador cujas conseqüências destas novas relações precisam ser investigadas.

Normalmente os estudos sobre a relação entre o processo e a saúde são fundamentados em práticas convencionais da Medicina do Trabalho e da Engenharia de Segurança. Neste sentido, observa-se que o entendimento dessa relação é resultante exclusiva da ação isolada de agentes patogênicos sobre o corpo do trabalhador ou pela multiplicidade e interação entre grupos de agentes em que a ênfase é voltada para a proteção contra os riscos (VASCONCELLOS, 1994).

Essa abordagem limitada encobre os conflitos das relações sociais existentes nos processos de trabalho. A apreensão dessa dinâmica social é fundamental para um enfoque global do processo de trabalho e o processo de desgaste dele decorrente, que impõem aos trabalhadores uma série de riscos provenientes das relações sociais de produção (TAMBELLINI, 1988 apud RIBEIRO, et al., 2002). *“Assim, as condições concretas de vida e de trabalho existentes são determinadas pela estrutura da divisão da sociedade em classes e se modificam dinamicamente no processo de*

desenvolvimento de uma dada sociedade.” (TAMBELLINI, 1988: 7-8, apud RIBEIRO, et al., 2002).

Investigar a saúde do trabalhador ou até mesmo as condições do ar que ele respira em seu ambiente de trabalho faz-se necessário para o entendimento do binômio saúde-doença coletiva enquanto processo social (LAURELL; NORIEGA, 1989).

A indústria cerâmica é preocupante quanto à possibilidade de exposição de trabalhadores a material particulado presente no ar (poeira respirável) devido ao fato de trabalharem com o material sólido onde a possibilidade de formação de poeira é elevada, expondo os trabalhadores a riscos. Outra característica é que a poeira gerada nas etapas de fabricação dos produtos cerâmicos não se restringe aos muros das fábricas, atingindo também os trabalhadores da indústria da construção civil.

O objetivo deste trabalho é apresentar uma metodologia para avaliação da poeira respirável das empresas de revestimento cerâmico, que poderá conter sílica cristalina em teores tais que poderão causar a silicose em seus trabalhadores.

Silicose

Silicose é uma doença associada à exposição de sílica cristalina (dióxido de silício - SiO₂), que forma cicatrizes permanentes nos pulmões provocados pela inalação do pó resultante da

produção de materiais que contenham este composto. É uma doença pulmonar incurável que pode ser fatal, porém pode ser prevenida. É uma doença que ataca os pulmões e que é encontrada em pessoas que se expuseram à sílica cristalina em todo o mundo, embora existam maneiras para o seu controle. É causada pela aspiração de minúsculas partículas de pó que contenha a sílica cristalina. As partículas de sílica cristalina, menores do que os grãos de areia e invisíveis ao olho nu, penetram nos pulmões produzindo inflamação e cicatrização do tecido pulmonar, o que causa dificuldades respiratórias. Ao longo do tempo endurece os tecidos dos pulmões, bloqueando a transferência de oxigênio para o sangue.

A silicose também é fator contribuinte para propiciar outras doenças pulmonares, como fibrose, enfisema, tuberculose e câncer de pulmão (CHEN et al., 1997).

A sílica é encontrada nas rochas que constituem a crosta terrestre. Muitas das matérias-primas empregadas nos processos industriais são de origem natural; portanto, processos industriais que envolvem o corte, a moagem e o polimento das rochas constituem fontes potenciais de poeira que contém partículas de sílica respirável. Como ilustração é possível citar a mineração, a abertura de túneis, o desmonte e a moagem de rochas em pedreiras, o corte e a lapidação de pedras, a fabricação de cimento, de vidro e de produtos cerâmicos.

Assim, até que amostragens melhoradas de métodos analíticos sejam desenvolvidas para exposição à sílica cristalina respirável, o *National Institute for Occupational Safety and Health* (NIOSH) continuará recomendando um limite de exposição de 0,05 mg/m³, o qual reduz o risco de desenvolvimento de silicose, câncer de pulmão e outros efeitos adversos à saúde. O NIOSH também recomenda, para minimizar o risco de doenças nos trabalhadores expostos ao Limite de Exposição Recomendado (REL), a substituição de materiais por outros isentos de sílica quando possível. Quando não for possível, recomenda-se o uso de proteção respiratória e controle de poeira na fonte a fim de manter os níveis de poeira abaixo do NIOSH-REL, além de adotar os exames médicos periódicos para os trabalhadores expostos (NIOSH, 1994).

Para tentar eliminar a poeira nos processos industriais, são estabelecidos três pontos que podem atuar como meios de controle para eliminar a poeira industrial (PENA, 1985 apud BARAZZUTTI, 2004):

- a) foco de geração, com o objetivo de impedir sua formação;
- b) meio pelo qual se difunde, para impedir que se estenda e atinja níveis perigosos ao ambiente imediato ao trabalhador;

c) receptor, protegendo o operário para que a poeira não penetre em seu organismo.

Exposição à sílica cristalina no Brasil

No Brasil, em 1978, estimou-se a existência de aproximadamente 30.000 portadores de silicose, dentre os quais se encontravam (BRASIL, 1978):

- Minas Gerais, 7.416 casos de silicose na mineração de ouro.
- Região Sudeste de São Paulo, 1.000 casos em trabalhadores das indústrias de cerâmicas e metalúrgicas.
- Ceará, 180 casos entre 687 cavadores de poços examinados.
- Rio de Janeiro, 138 casos) em 586 trabalhadores jateadores da indústria de construção naval.

No período entre 1999 e 2000 foi realizado estudo de exposição à sílica no Brasil segundo as atividades econômicas. Dos resultados observa-se que a maior prevalência de exposição foi observada na construção civil com 62% de expostos; extração mineral 61%; indústria de minerais não metálicos (cerâmica, vidro, cimento) 55% e metalúrgica com 23% de expostos. A agricultura apresentou 69% de trabalhadores expostos entre 1% e 30% da jornada de trabalho. Estes setores, todavia, não concentram o maior número percentual de trabalhadores ocupados (RIBEIRO et al., 2003).

Segundo a Fundacentro (2004), no Brasil as atividades que apresentam os maiores riscos de se adquirir a silicose são:

- a) fundição de ferro, aço ou outros metais onde se utilizam moldes de areia;
- b) indústria extrativa (mineração, atividades de extração e beneficiamento de pedras que contenham o mineral);
- c) cerâmicas: fábricas de pisos, azulejos, louças sanitárias, louças domésticas e outros, produção e uso de tijolos refratários;
- d) fabricação de vidros (preparação e também no uso de jateamento de areia para opacificação);
- e) perfuração de rochas na indústria da construção (túneis, barragens e estradas), moagem de quartzo e pedras;
- f) construção de fornos refratários, jateamento de areia (utilizado na indústria naval, na fundição e polimento de peças na indústria metalúrgica);
- g) execução de trabalho em mármore, ardósia, granito e outras pedras, fabricação de material abrasivo;
- h) mineração subterrânea;
- i) escavação de poços;
- j) atividades de protético.

Indústria cerâmica de revestimentos

O segmento da indústria de materiais cerâmicos para revestimento é um setor produtivo

de importante no Brasil, expandindo sua capacidade de produção e de exportação. Do ponto de vista de saúde ocupacional o setor vem merecendo uma atenção especial pelo número de trabalhadores envolvidos e pela necessidade de se prevenir o aparecimento da silicose.

Em cada fase do processo de fabricação dos materiais cerâmicos para revestimento existem operações e procedimentos que geram a dispersão de poeira nas áreas industriais, com composição variável em função das fontes geradoras. Dependendo das condições de armazenamento, manuseio e processamento das matérias-primas a poeira também pode contaminar o meio ambiente externo.

A composição química da poeira nos processos cerâmicos é derivada de matérias-primas pertencentes ao grupo dos argilo-minerais formados por silicatos hidratados de alumínio constituídos por camadas de tetraedros de óxido de silício (SiO_2) e octaedros de alumínio. Esses minerais integram um grupo complexo e vagamente definido de hidrossilicatos, sendo classificados como materiais terrosos de alta plasticidade, finamente cristalinos ou amorfos, essencialmente constituídos por alumínio, além de ferro, magnésio e outras impurezas (SOUZA SANTOS, 1989). Nas diversas áreas de pesquisa e de aplicação dos argilo-minerais nota-se o emprego de diferentes terminologias para classificá-los. Aqui será utilizado o termo argila para designar a principal matéria prima que gera a poeira nos processos de fabricação de cerâmica para revestimento.

Para reconhecer a composição química da poeira e o risco que apresenta deve-se considerar que existem processos diferenciados, principalmente quanto às massas cerâmicas utilizadas, e que podem ser classificados em processos de produção de cerâmica vermelha e de cerâmica branca. A diferença mais relevante entre a produção da cerâmica branca e da cerâmica vermelha consiste na quantidade e na qualidade da argila utilizada e que define a composição da poeira nos locais de trabalho.

Em ambos os processos industriais, os de cerâmica branca e os de cerâmica vermelha, são utilizadas matérias primas argilosas e matérias primas complementares como feldspatos, areias feldspáticas, calcitas e/ou dolomitas, que possuem sílica em sua composição.

Além da matéria-prima, um outro fator que pode influenciar as características da poeira na fabricação de materiais de revestimento é o tipo de processo industrial: por via úmida ou por via seca. A aplicação de um ou de outro é definida pelo tipo da argila empregada, especialmente quanto aos seus teores de umidade *in natura*. As diferenças entre os processos existem, principalmente, nas fases anteriores à prensagem, antes do material

de revestimento seguir para as etapas de acabamento: esmaltação, flexografia e serigrafia e cozimento.

Na etapa de esmaltação das placas cerâmicas surgem fontes secundárias de geração de poeira. A composição e as características dessa poeira variam a partir da formulação e dos processos de preparação dos esmaltes, que dependem da técnica de queima a ser empregada e dos efeitos superficiais e de resistência à abrasão que se deseja obter nas placas cerâmicas. Nessa etapa, a poeira resultante apresentará composição similar à do esmalte empregado na linha de produção, que varia em função do produto acabado.

Particularmente, no setor de fabricação de revestimentos cerâmicos a falta de informações sobre a poeira presente nas plantas industriais, sua composição química, o tamanho das partículas dispersas, se na fração respirável ou não, e sobre a sua concentração nas diferentes etapas dos processos, prejudica a definição das medidas de engenharia, de acompanhamento médico, de proteção individual, e administrativas mais adequadas para o controle da exposição dos trabalhadores.

Métodos de avaliação do ambiente de exposição

Para que se possa ter um melhor conhecimento dos aspectos apontados se utilizam métodos específicos de avaliação ambiental para caracterizar a poeira resultante dos processos industriais.

As amostras para se caracterizar a poeira dispersa em um ambiente de trabalho devem ser coletadas com procedimentos padronizados de forma a garantir a reprodutibilidade dos resultados.

As amostras de poeira respirável podem ser obtidas de forma individual, com o equipamento de amostragem colocado no trabalhador, para se caracterizar a exposição em uma determinada função, ou com o equipamento posicionado em um ponto fixo da área de trabalho. Esse procedimento vai depender do objetivo que se pretende alcançar com os resultados obtidos.

Por meio da coleta do material particulado disperso no ar e a sua análise gravimétrica e por difração de raios-X se determina a massa de poeira na fração de tamanho respirável, a sua concentração ambiental e a presença ou não da sílica na forma livre e cristalizada, medindo-se as intensidades dos picos de difração do quartzo, e de outras formas cristalinas presentes. Esses resultados são comparados com os limites de exposição ocupacional que estabelecem as concentrações máximas da poeira de sílica nos locais de trabalho.

Resultados

Com esta metodologia se permite identificar a concentração da poeira respirável pela separação das partículas inferiores a 10 µm do total de poeira presente no ambiente e os teores de sílica livre cristalizada na dispersão de material sólido existente no ar. Estes resultados são comparáveis com os limites de exposição ocupacional existentes na legislação brasileira e na referência técnica mais atualizada da American Conference of Governmental Industrial Hygienists – ACGIH (2005). Com eles se efetua o julgamento sobre a existência ou não de risco à saúde dos trabalhadores expostos e determina-se as medidas necessárias para o seu gerenciamento.

Conclusões

A metodologia de avaliação ambiental é disponível no Brasil e deve ser aplicada pelas empresas para caracterizar a poeira nos processos de fabricação de materiais para revestimento cerâmico com relação à presença da sílica cristalina. É necessária a atualização das normas existentes, à nível nacional, e a ampliação da aplicação da técnica de difração de raios-X para análise das amostras de poeira, com um maior número de laboratórios com a técnica implantada em seus procedimentos analíticos. Os resultados de caracterização da poeira pelos métodos aqui descritos permitem estabelecer de forma confiável o nexo causal entre o aparecimento da silicose e as condições de exposição à poeira e orientar a necessidade da implantação de medidas para controle da sua geração e dispersão nos ambientes de trabalho. Podem ainda ser utilizados como parâmetro de acompanhamento da eficiência das medidas de engenharia, num programa de monitoramento, buscando a melhoria contínua das condições de trabalho e dos processos industriais

Referências

- ACGIH, American Conference of Governmental Industrial Hygienists. **2005 Threshold limit values for chemical substances and physical agents and biological exposure indices**. Cincinnati, OH: ACGIH, 2005.
- BARAZZUTTI, L. D. Silicose em processos de fundição de peças frenet à nova tecnologia. Dissertação de Mestrado, UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL, ESCOLA DE ENGENHARIA, MESTRADO PROFISSIONALIZANTE EM ENGENHARIA, 2004.
- CHEN, G. X.; BURNETT, C. A.; CAMERON, L. L.; ALTERMAN, T.; LALICH, N. R.; TANAKA, S.;

ALTHOUSE, R. B. Tuberculosis mortality and silica exposure: A case-control study based on a national mortality database for the years 1983–1992. **Int J Occup Environ Health**, vol. 3, n. 3, p. 163–170, 1997.

- FUNDACENTRO. Programa de prevenção de silicose. Disponível na Internet: http://www.mte.gov.br/Empregador/segau/Publicacoes/Download/PLANO_NACIONAL_DE_ELIMINACAO_DA_SILICOSE_Esfuerzo_Nacional.pdf.2004. Acessado em 21/11/2004.

- LAURELL, C.; NORIEGA, M. Processo de Produção e Saúde: Desgaste Operário. São Paulo: Hucitec, 1989.

- BRASIL. Ministério do Trabalho. Secretaria de Segurança e Medicina do Trabalho. Portaria n°. 3214, de 08 de junho de 1978. **Norma Regulamentadora N°15: Atividades e Operações Insalubres**. Disponível em: http://www.mtb.gov.br/Empregador/SegSau/Legislacao/Normas/Download/NR_15.pdf. Acesso em 05 novembro 2005.

- NIOSH. National Institute for Occupational Safety and Health. **Manual of Analytical Methods (NMAM)**. Cincinnati, USA: DHHS (NIOSH) Publication 94-113, 1994. Disponível em: <http://www.cdc.gov/niosh/homepage.html>. Acesso em 5 novembro 2005.

- RIBEIRO et al. Processo de trabalho e riscos para a saúde dos trabalhadores em uma indústria de cimento, **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, 18(5):1243-1250, set-out, 2002.

- RIBEIRO et al. Exposição ocupacional à sílica no Brasil, **Rev. Ciência & Saúde Coletiva**, (Anais do VII Congresso Brasileiro de Saúde Coletiva) volume 8, suplementos 1 e 2, 2003.

- SOUZA SANTOS, P. **Tecnologia das argilas, aplicada às argilas brasileiras**. São Paulo: Edgard Blücher, 1989. vol. 2

- VASCONCELLOS, L. C. F. Os Caminhos do Caminho – a Municipalização como Estratégia de Consolidação da Saúde do Trabalhador no Setor Saúde. Dissertação de Mestrado. Rio de Janeiro: Escola Nacional de Saúde Pública, Fundação Oswaldo Cruz, 1994.