

Prevenção da Silicose nas Marmorarias

Eder Aguiar Faria

1. INTRODUÇÃO

Espalhadas por todo o nosso grande Brasil, desde as cidades polos, e capilarizando-se em milhares de empresas constituídas pelas pequenas cidades em desenvolvimento, as marmorarias abastecem um mercado consumidor crescente de rochas ornamentais para a construção civil, que emprega formalmente milhares de brasileiros, continuamente expostos às poeiras contendo a sílica livre, e, portanto, com grande risco de contraírem a silicose ⁽²⁰⁾.

Causada pela inalação de poeiras contendo sílica livre, a silicose é uma enfermidade inflamatória pulmonar fibrosante, tipicamente ocupacional, que pode evoluir para a incapacidade laborativa, e morte do trabalhador, primariamente, por insuficiência respiratória grave, ou mesmo por sérias complicações sistêmicas e pulmonares relacionadas ⁽¹⁵⁾.

Trata-se de uma doença ocupacional perfeitamente prevenível, que se constitui num problema de saúde pública com alcance mundial, especialmente nos países em desenvolvimento, cujos esforços atuais para sua intervenção estão fortemente presentes na agenda de organismos internacionais, como a Organização Mundial da Saúde e a Organização Internacional do Trabalho, que lançaram um programa conjunto de âmbito global, visando a sua eliminação até 2030⁽¹⁾.

Esta pesquisa bibliográfica no tema da silicose, ressaltando os meios para sua necessária prevenção na atividade produtiva das marmorarias, busca contribuir para a difusão dos conhecimentos científicos fundamentais relacionados, e, especificamente, das salvadoras medidas de Higiene Ocupacional estabelecidas para a atividade, pelas autoridades de saúde e políticas, responsáveis.

2. O APARELHO RESPIRATÓRIO

O Aparelho Respiratório divide-se em trato respiratório superior, situado fora da cavidade torácica, e trato respiratório inferior, situado dentro da cavidade torácica ⁽⁴⁾.

O trato respiratório superior começa com o nariz, constituído por sua raiz no osso frontal e nasal, sua face dorsal e ápice com projeções laterais semilunares chamadas de asas do nariz. O ar atmosférico penetra no nariz pelas narinas, uma de cada lado, que constituem seus orifícios de entrada, e na cavidade nasal, revestida por uma mucosa respiratória e com pelos, é aquecido, umidificado e filtrado em suas grandes partículas. A cavidade nasal é dividida em duas pelo septo nasal, e em suas paredes laterais estão os cornetos superior, médio e inferior. Posteriormente à cavidade nasal se abre para a nasofaringe através das coanas, juntamente com os óstios faríngeos da tuba auditiva, que fazem comunicação da faringe com a cavidade do ouvido médio de cada lado. Da nasofaringe o ar passa para a orofaringe, seguindo para a hipofaringe e depois laringe, que conecta a hipofaringe com a traqueia. A traqueia é um tubo de 10 a 12,5 cm de comprimento, com 2,5 cm de diâmetro, com cerca de 20 anéis de cartilagem hialina, incompletos posteriormente, reforçando sua parede, constituída de fibras musculares, tecido fibroso, sendo revestida internamente com mucosa respiratória rica em glândulas e epitélio ciliado, que faz a expulsão de mucosidades e partículas estranhas ⁽⁴⁾.

A traqueia, penetrando na cavidade torácica, dá início ao trato respiratório inferior. Deslocando-se mais para a direita, ela bifurca-se e dá origem aos brônquios: principal direito, mais curto, largo e vertical, e principal esquerdo, mais fino e horizontalizado. Os brônquios principais direito e esquerdo penetram nos respectivos pulmões, de cada lado, pelos hilos pulmonares. O principal direito se ramifica em brânquio lobar superior, brânquio lobar médio e brânquio lobar inferior. O principal esquerdo ramifica-se em brânquio lobar superior e brânquio lobar inferior. Os brônquios lobares se ramificam dentro de cada lobo pulmonar em brônquios segmentares, distribuindo-se para os respectivos segmentos pulmonares. Cada segmento pulmonar constitui uma unidade pulmonar completa e autônoma. No pulmão direito, o lobo superior é formado pelos segmentos: apical, posterior e anterior; o lobo médio pelos segmentos: lateral e medial; e o lobo inferior pelos segmentos: superior, basal anterior, basal posterior, basal medial e basal la-

teral. Os brônquios segmentares se ramificam uma vez e originando os brônquios subsegmentares. Estes se ramificam uma vez e originam os bronquíolos. Cada bronquíolo se distribui para um lóbulo pulmonar. Dentro de cada lóbulo pulmonar os bronquíolos se ramificam por cerca de 12 vezes sucessivas, até darem origem aos bronquíolos terminais. Cada bronquíolo terminal dá origem a um ácino pulmonar. Dentro do ácino pulmonar os bronquíolos são chamados de respiratórios, se ramificando duas vezes, nos chamados bronquíolos respiratórios I, II e III. São uma zona de transição para a porção propriamente respiratória das vias respiratórias aeríferas. Cada bronquíolo respiratório III se ramifica e dá origem aos ductos alveolares, que se ramificam duas vezes e dão origem aos sacos alveolares. Cada saco alveolar compreende um cacho de alvéolos. Cada alvéolo representa a última porção da árvore brônquica. Entre dois alvéolos há uma parede comum, ou septo interalveolar. O septo interalveolar é formado, portanto, por duas camadas de epitélio pavimentoso simples revestindo cada alvéolo, constituído pelos pneumócitos I, que são células pavimentosas de revestimento, e os pneumócitos II, que são células cubóides distribuídas entre os pneumócitos I, responsáveis pela produção do surfactante, uma substância que reduz a tensão superficial da água na superfície do alvéolo, facilitando a hematose, denominação do processo de trocas gasosas – entrada do oxigênio e saída do gás carbônico - entre o ar atmosférico no interior do alvéolo, e o sangue no capilar sanguíneo no septo interalveolar. Separando, portanto, o ar no alvéolo do sangue no capilar, temos: camada líquida contendo o surfactante na superfície do alvéolo, epitélio pavimentoso do alvéolo, lâmina basal do epitélio alveolar, pequeno espaço de conjuntivo, a lâmina basal do capilar, e o endotélio do capilar⁽¹¹⁾.

Os pulmões são duas vísceras respiratórias situadas de cada lado da cavidade torácica, responsáveis pela hematose. Têm a forma de uma pirâmide, com um ápice arredondado que alcança pouco acima das clavículas, uma face costal, uma face diafragmática e uma face mediastínica. Esta contém o hilo pulmonar, estrutura com os brônquios principais, artérias e veias pulmonares, artérias e veias brônquicas, vasos linfáticos⁽¹¹⁾.

No pulmão direito, entre o lobo superior – situado anterior e superiormente - e o lobo inferior – situado posterior e inferiormente – temos a fissura oblíqua, que também separa o lobo médio – situado inferior e anteriormente, do já referido lobo inferior. No mesmo pulmão, separando o lobo superior do médio, temos a fissura horizontal. No pulmão esquerdo, sepa-

rando o lobo superior – situado superior e anteriormente – do lobo inferior – situado posterior e inferiormente - temos apenas uma fissura pulmonar oblíqua. Há um resquício embrionário do lobo médio pulmonar esquerdo, compreendido pela línula, situado inferiormente na face mediastínica do pulmão esquerdo ⁽⁴⁾.

Revestindo os pulmões temos a pleura, uma membrana serosa dupla, formada pelas túnicas parietal e visceral. A pleura parietal reveste internamente a parede torácica; a pleura visceral reveste o pulmão propriamente dito, em toda a sua superfície, penetrando pelas fissuras. Entre as duas túnicas temos a cavidade pleural, que é um pequeno espaço contendo um líquido lubrificante secretado pelas túnicas, responsável pela lubrificação de ambas para redução do atrito ao deslizarem entre si, durante os movimentos respiratórios. O espaço pleural tem uma pressão negativa, provocando a expansão pulmonar junto com a expansão da cavidade torácica, pela ação dos músculos respiratórios ⁽⁴⁾.

É importante salientar, que no processo de subdivisões sucessivas dos ramos da árvore respiratória, o ar inspirado já se torna estéreo, a partir da 6ª geração. Contudo, o compartimento de trocas só começa a partir da 16ª geração. O processo de purificação do ar, que acontece na árvore respiratória para a preservação das condições fisiológicas do meio interno, é extremamente eficiente ⁽⁸⁾.

Finalizo a descrição do aparelho respiratório, esclarecendo que seus músculos respiratórios principais são: na inspiração, o diafragma e os intercostais externos; e na expiração, os músculos intercostais internos e os abdominais. Há ainda, atuando como músculos respiratórios acessórios, os músculos esternocleidomastóideos, escalenos e o músculo peitoral menor ⁽⁴⁾.

3. A SILICOSE

3.1 Conceito

A silicose é uma *pneumoconiose* provocada pela inalação de poeiras minerais contendo sílica livre. Entende-se por *pneumoconiose* a reação tecidual patológica com dano do parênquima pulmonar, induzida exclusivamente pela inalação e respiração de particulados sólidos ⁽⁸⁾.

A silicose é uma doença fibrosante do parênquima pulmonar causada pela inalação de partículas de sílica cristalina (SiO_2 – dióxido de silício), um dos minerais mais abundantes da terra ⁽⁷⁾.

A silicose é uma doença inflamatória pulmonar grave, tipicamente de origem ocupacional, de caráter irreversível, evolução progressiva e intratável. Uma vez diagnosticada estará contraindicada a exposição do trabalhador às poeiras contendo sílica livre, pois, que a continuidade da exposição agrava acentuadamente a progressão da enfermidade ⁽⁸⁾.

3.2 Importância

Constitui-se na pneumoconiose mais prevalente no Brasil, sendo uma enfermidade ligada ao trabalho, de evolução insidiosa e silenciosa. As alterações radiológicas não se manifestam clinicamente até alcançarem maior gravidade. Uma vez instaladas as lesões, elas são progressivas, mesmo não estando mais exposto o trabalhador às poeiras minerais contendo sílica livre ⁽³⁾.

O silício é o segundo elemento químico mais abundante na natureza, estando presente nas rochas da crosta terrestre, simplesmente o lugar onde vivemos, e de onde extraímos minérios imprescindíveis, pedras preciosas e ornamentais, matérias primas para a construção civil, fabricação de vidros, cerâmicas, indústrias químicas e de fertilizantes bem como de onde extraímos a areia usada na moldagem em fundições e metalúrgicas ⁽¹⁵⁾.

Assim, é imensa a gama de atividades produtivas envolvidas, movendo a economia e a sociedade. Em contrapartida, também são imensos os prejuízos que a silicose causa na saúde e bem estar dos trabalhadores e seus familiares, na previdência social, e, conseqüentemente, em toda a sociedade, apesar de ser uma doença perfeitamente prevenível. E acrescenta-se que nos dias atuais, apesar dos esforços empreendidos, ainda se constitui num problema de saúde pública no Brasil ⁽¹⁾.

3.3 Histórico

Os primeiros registros históricos a respeito da ocorrência da silicose, já se referem a pessoas que adoeceram nas atividades profissionais. Já Hipócrates, século V a.C, a descreveu em trabalhadores de minas e pedreiras. Muito tempo depois, já no século XVI, Agrícola a descreve na

obra “De Re Metallica”, e no início do século XVIII, é a vez de Ramazzini registrar suas observações, novamente como Hipócrates havia registrado tantos séculos antes, em trabalhadores de pedreiras e minas ⁽¹⁵⁾.

Thackrad no século XIX descreve a morte prematura de pessoas que trabalhavam com pedras areniscas⁽²¹⁾.

No ano de 1866, Zencker cunhou o termo pneumoconiose, uma palavra de origem grega para se referir à doença da poeira no pulmão ⁽²¹⁾.

O termo silicose vem do latim, *silix*, significando pedra, e foi usado pela primeira vez por Viscont, no ano de 1871, para descrever a doença que hoje chamamos de silicose ⁽²¹⁾.

No início da década de 70 firmaram-se no mundo os conceitos modernos de pneumoconiose, e, em particular, da silicose, hoje entendida como uma doença inflamatória do parênquima pulmonar, fibrosante, crônica, tipicamente ocupacional, irreversível e incurável, progressiva, e provocada pela inalação e respiração de partículas de sílica livre presentes em determinadas concentrações nas poeiras minerais a que estão expostos os trabalhadores por longos períodos de tempo ⁽²¹⁾.

De importância histórica para o estudo e superação da silicose, ressaltamos as lutas simbólicas dos trabalhadores e seus representantes, que ocorreram ao longo do tempo, como da Indústria Naval do Rio de Janeiro, na década de 80, que culminou após 9 anos de luta, com a retirada do jateamento de areia do processo de trabalho nesta indústria ⁽¹⁴⁾.

Também, em Nova Lima, Minas Gerais, os mineiros da mina de Morro Velho, iniciaram um movimento com apoio do sindicato da categoria, na luta pela indenização de trabalhadores que se tornaram silicóticos ⁽¹⁴⁾.

3.4 Etiologia e Fisiopatologia

A sílica é um dos materiais mais abundantes na natureza, tendo origem mineral, biogênica ou sintética. Existe nas formas cristalina e amorfa. Em sua forma cristalina encontramos o quartzo, a cristobalita e a tridimita, sendo o quartzo a forma natural cristalina termodinamicamente mais estável e abundante. Estas três formas podem ser convertidas uma na outra, sob condições especiais de pressão e temperatura, tendo, cada uma, propriedades tóxicas próprias ⁽¹⁵⁾.

A penetração de um particulado no sistema respiratório é função de seu diâmetro aerodinâmico. Precisam, para tanto, ser menores que 100

mícrons. Os compreendidos entre 100 e 25 mícrons são considerados inaláveis; entre 25 e 10 mícrons são chamados de torácicos, alcançando além da laringe, e abaixo de 10 mícrons, constituem a fração “respirável” da poeira mineral. Estes são os únicos que podem alcançar o compartimento de trocas gasosas nos pulmões, e desencadear as reações teciduais inflamatórias. A maioria dos particulados maiores que 10 mícrons fica retida nas coanas e trato respiratório superior, sendo eliminados nos processos mucociliares. Os cristais de sílica (dióxido de silício) combinados com outros cátions, como os do ferro, alumínio e magnésio, formam os silicatos. Um dado importante é que cristais de quartzo recém-fraturados têm suas propriedades tóxicas de superfície aumentadas, sendo altamente reativos pela liberação de radicais livres com o oxigênio, como os ânions superóxidos (O_2^-) e hidroxilas (OH^-), altamente reativos na presença de traços de outros metais e do ferro bivalente (Fe^{2+}). Portanto, explica-se a grande toxicidade das poeiras contendo quartzo nos processos industriais de jateamento de areia, perfuração de rochas, escavação de túneis e moagem ⁽¹⁵⁾.

A reação tecidual pulmonar desencadeada pela inalação de poeiras minerais contendo sílica se inicia com a fagocitose das partículas pelos macrófagos alveolares, ativando-os. Nos fagossomos essas partículas no processo de hidrólise, por suas propriedades de superfície desencadeando reações de oxiredução, promovem a liberação de enzimas fagossômicas no citoplasma, levando à destruição de suas organelas e morte dos macrófagos. Lipídios e enzimas liberadas nesse processo alcançam o sistema linfático das junções dos ductos alveolares iniciando uma resposta de ativação e atração de mais células inflamatórias, fibroblastos e outros macrófagos. Os cristais de quartzo liberados, também são fagocitados por outros macrófagos e a perpetuação deste processo leva a proliferação de fibras colágenas e de reticulina e células inflamatórias, dispostos de forma concêntrica, levando a formação dos nódulos silicóticos. Esses cristais de quartzo também por via linfática alcançam os espaços subpleurais levando à formação de nódulos subpleurais. Ocasionalmente, os cristais de quartzo disseminam-se pelos linfáticos perivenosos do septo interalveolar provocando fibrose intersticial perilobular com destruição de pneumócitos do tipo 1 e desenvolvimento da proteinose alveolar das formas agudas. Nesta há uma produção e eliminação excessiva de surfactante e lipídios associados preenchendo os alvéolos de exsudato amorfo e eosinofílico. A coalescência dos nódulos fibróticos leva à formação dos grandes conglomerados que podem evoluir para as

grandes opacificações na evolução crônica da doença. A intensidade das reações acima descritas é influenciada pela susceptibilidade individual do trabalhador exposto, ao tempo de exposição e concentração dos cristais de sílica na fração respirável (risco de desenvolvimento de silicose em concentrações de cristais de sílica a partir de 7,5% nas frações “respiráveis” da poeira mineral), e a natureza e propriedade tóxica do agente ⁽⁸⁾.

3.5 *Epidemiologia*

A silicose tem prevalência no sexo masculino, notadamente a partir da quarta década de vida ⁽¹⁰⁾.

A incidência da silicose está em franco declínio nos países desenvolvidos em virtude de um maior controle ambiental, conscientização de trabalhadores e empresários, bem como pela substituição da sílica por outros materiais nos processos industriais. Mesmo assim, nos Estados Unidos, em três estados, Michigan, Ohio e New Jersey, foram registrados no período de 1993 a 2002, 879 casos. Neste país estudos apontam que ainda existem cerca de 1 milhão de trabalhadores expostos a poeiras contendo sílica livre, aproximadamente 100.000 deles com risco de desenvolverem silicose, e mais de 250 mortes por ano causadas pela silicose ⁽⁸⁾.

No entanto, nos países em desenvolvimento, milhares de novos casos são identificados todos os anos, em trabalhadores expostos sem nenhum controle ambiental do trabalho, com um grande número de mortos, apesar de se tratar de uma enfermidade perfeitamente prevenível, de etiopatogenia conhecida. Isso se deve à enorme frequência de atividades com exposição às poeiras minerais contendo sílica livre ⁽⁷⁾.

No Vietnã a silicose é a principal doença ocupacional ocupando o primeiro lugar no pagamento de benefícios previdenciários (90%) ⁽¹⁵⁾.

Na Malásia a prevalência de silicose em trabalhadores de pedreiras é de 25% e de produtores de lápides funerárias de 36% ⁽²¹⁾.

Estudos mostraram uma prevalência de silicose em 55% de trabalhadores Indianos em pedreiras de rochas sedimentares de xisto, e atividades subsequentes em lugares pequenos e mal ventilados ⁽²¹⁾.

Na China, em 1990, registraram-se cerca de 360 mil casos de pneumoconioses. Entre 1991 e 1995 foram mais de 500.000 casos notificados, sendo quase 6.000 novos casos a cada ano, com mais de 24.000 mortes, especialmente em trabalhadores mais idosos ⁽¹⁵⁾.

No Brasil há um elevado número de trabalhadores expostos, e a incidência da silicose tem caráter epidêmico, com grande número de mortos e inválidos, alcançando a silicose ao patamar de principal doença ocupacional pulmonar, trazendo, também, sérias repercussões socioeconômicas. Estima-se em cerca de seis milhões de trabalhadores expostos, sendo quatro milhões na construção civil, quinhentos mil na mineração e garimpo, e mais de dois milhões no setor industrial (Indústria química, cerâmica, vidro, borracha, metalurgia e transformações minerais) ⁽¹⁾.

Em estudo feito através de inquéritos em hospitais de tisiologia, o número de brasileiros portadores de silicose no ano de 1978 era de 25 a 30 mil ⁽⁸⁾.

Atualmente, a maior parte dos casos registrados é de trabalhadores envolvidos em mineração subterrânea do ouro nos estados de Minas Gerais e Bahia ⁽⁸⁾.

Segundo dados nacionais do INSS relativos ao ano de 1998, Minas Gerais é o estado com maior número de casos de silicose, em trabalhadores da mineração do ouro em Nova Lima, Raposos. Mais recentemente tivemos um incremento no número de casos ocorrendo em trabalhadores informais nas atividades de lapidação e garimpo de pedras preciosas e semipreciosas. A prevalência da silicose entre as principais atividades produtivas com exposição de trabalhadores a poeiras com sílica livre são: indústria cerâmica com 3,9%; pedreiras com 3%; jato de areia em atividades da indústria naval com 23,6%; perfuração de poços com 17% ⁽¹⁵⁾.

O perfil da silicose no Brasil vem mudando atualmente com redução de casos do setor formal, e aumento de casos do setor informal do emprego. À semelhança das condições ambientais de trabalho encontrado neste último, o mesmo vem ocorrendo em pedreiras e pequenas empresas de beneficiamento de quartzito. E, em todos estes casos, atingindo trabalhadores mais jovens, com apresentações radiológicas mais graves ⁽²¹⁾.

Sendo enfermidade perfeitamente prevenível, a silicose tem forte presença na agenda de organismos internacionais como a OIT – Organização Internacional do Trabalho e a OMS – Organização Mundial da Saúde, que lançaram em 1995 um programa de alcance global com o ambicioso objetivo de reduzir profundamente a prevalência da silicose em todo o mundo, e, pela aplicação de extenso conhecimento acumulado nas últimas décadas num esforço de colaboração de seus países membros em programas de prevenção primária da doença, sua eliminação até 2030 ⁽¹⁾.

3.6 Formas Clínicas

A silicose se apresenta, classicamente, nas três formas clínicas abaixo descritas. Cada uma com apresentação radiológica e histopatológica distinta ⁽³⁾.

3.6.1 Forma Crônica

A forma crônica é a forma nodular simples; a forma mais comum que ocorre ao longo de muitos anos de exposição a poeiras com baixa concentração de sílica livre – entre 10 e 20 anos. Caracteriza-se pela presença no parênquima pulmonar de pequenos nódulos, com cerca de 1 cm de diâmetro, especialmente nos terços superiores dos pulmões. Estes nódulos podem coalescer com a evolução da doença, substituindo o parênquima pulmonar por fibrose colágena. Macroscopicamente o pulmão fica duro à palpação com nódulos escuros e enrijecidos espalhados por todo o pulmão ⁽⁶⁾.

Os pacientes são assintomáticos ou podem apresentar poucos sintomas precedidos de alterações radiológicas. O exame físico é normal. A dispneia aos esforços representa o sintoma mais importante dos pacientes, a exemplo dos trabalhadores da indústria de cerâmica no Brasil ⁽⁶⁾.

3.6.2 Forma Acelerada

A forma acelerada ou subaguda apresenta alterações radiológicas mais precoces, entre cinco e dez anos do início da exposição. Os nódulos silicóticos são encontrados em estágios mais iniciais de desenvolvimento, e apresentam intensa reação inflamatória no interstício, havendo descamação do epitélio alveolar em sua luz. Consequentemente seus sintomas são mais limitantes, mais sérios, sendo seu potencial de evolução e agravamento maior, com os nódulos silicóticos coalescendo mais rapidamente para grandes conglomerados fibróticos substituindo o parênquima pulmonar. Ocorre, exemplificadamente, nos trabalhadores do garimpo, lapidação de pedras e nos trabalhadores no quartzo ⁽⁸⁾.

3.6.3 Forma Aguda

Forma rara da silicose. Ocorre por exposição maciça à sílica, em geral iniciada a poucos meses, a até 4 ou 5 anos de exposição.

Histologicamente caracteriza-se por proteinose alveolar com infiltrado inflamatório intersticial. Ocorre tosse seca e queda do estado geral. A dispnéia é grave, evoluindo para a insuficiência respiratória e morte. Radiologicamente encontramos infiltrados alveolares difusos em desenvolvimento, com nodulações pouco definidas. Esta forma aparece nos trabalhadores expostos a poeiras de sílica nos processos de jateamento de areia da indústria naval ⁽⁷⁾.

3.7 Complicações

3.7.1 Relações com a tuberculose

A sílicotuberculose é uma complicação da silicose. Estudos evidenciam que o mecanismo fisiopatológico envolvido pode estar nas alterações da resposta imune celular nos pulmões dos silicóticos, bem como em alterações da toxicidade dos macrófagos, e morte dessas células determinada diretamente pelos cristais de sílica. Outro aspecto relevante é a alteração da estrutura do surfactante, que tendo um excesso de proteína A nos silicóticos, permite a entrada de bacilos na membrana respiratória e nos macrófagos, alterando a capacidade de resposta destes. Também estão relacionados à permanência de bacilos encapsulados no interior dos nódulos silicóticos, permitindo a sua reativação a qualquer tempo, e as alterações da drenagem linfática pulmonar provocadas pela silicose ^(1, 2).

Estudos bem conduzidos em mineiros da extração de ouro na África do Sul demonstraram uma incidência de tuberculose três vezes maior nos silicóticos em relação à população em geral ⁽¹⁾.

O agravamento da progressão das lesões radiológicas da silicose, como coalescência de nódulos e formação de grandes opacidades, bem como o surgimento de sintomas como emagrecimento, astenia, febrículas são dados que levam à suspeição da sílicotuberculose ⁽⁸⁾.

As diretrizes nacionais para controle da tuberculose, bem como o II Consenso Brasileiro de Tuberculose recomendam o tratamento para a tuberculose latente, mesmo nos assintomáticos com radiologia normal, que apresentam reação forte ao PPD (induração maior ou igual a 10 mm). Este tratamento deve ser realizado com a isoniazida por seis meses. A OMS recomenda que o tratamento para a tuberculose nos pacientes com silicose deve ser estendido para nove meses ⁽²⁾.

3.7.2 Relações com as colagenoses

A esclerose sistêmica progressiva, a artrite reumatoide e o lúpus eritematoso sistêmico se apresentaram como doenças autoimunes relacionadas à silicose em estudos consistentes. Mais uma vez o agravamento das lesões da silicose é encontrado nas avaliações radiológicas desses pacientes ⁽⁷⁾.

A glomerulonefrite também está relacionada à silicose, bem como um aumento da mortalidade por doença renal crônica ⁽⁸⁾.

A associação com estas condições parece se dever a uma excessiva estimulação imunitária nos alvéolos pulmonares de silicóticos com predisposição individual para estas patologias ⁽⁸⁾.

3.7.3 Relações com o câncer

A sílica está classificada pela Agência Internacional de Pesquisa Sobre o Câncer (IARC) como substância do grupo I, ou seja, produtora de câncer em seres humanos. Segundo esta mesma entidade a sílica cristalina está associada ao desenvolvimento de tumores malignos do esôfago, bem como de linfomas. Nestes casos, as atividades produtivas de exposição ocupacional, listadas, são as indústrias de papel e do vidro, e as minas e pedreiras. Já o câncer de pulmão estaria mais associado a atividades na indústria cerâmica e da construção civil, tendo os silicóticos neste último caso, um risco de 1,5 a 6 vezes maior que os não-silicóticos para desenvolverem este câncer ⁽¹⁵⁾.

Quanto aos mecanismos do desenvolvimento de tumores malignos relacionados à sílica, os estudos ainda não foram conclusivos. Para o câncer de pulmão, entretanto, os estudos sinalizam para uma genotoxicidade ligada a metabólitos oxidantes gerados nas reações inflamatórias no curso crônico da enfermidade ⁽¹⁾.

3.7.4 Relações com doenças obstrutivas pulmonares

Vários estudos tem associado a exposição à sílica com o desenvolvimento de enfisema pulmonar e a DPOC. Esta associação está estabelecida mesmo sem a ocorrência de tabagismo ⁽⁸⁾.

3.8 Diagnóstico

Para o diagnóstico da silicose concorrem o exame clínico, com observação da sintomatologia respiratória típica, ou seja, tosse seca, dispneia, astenia, adinamia, perda de peso com intensidade dependente do grau de desenvolvimento das lesões pulmonares, bem como da existência das frequentes complicações em comorbidades já relacionadas. Também, a história ocupacional evidenciando a exposição, e a radiografia do tórax. Eventualmente pode-se recorrer à tomografia computadorizada de alta resolução, nos casos de história de exposição ocupacional duvidosa à sílica ⁽¹⁶⁾.

No âmbito do Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional (PCMSO), os trabalhadores com exposição ocupacional às poeiras mineiras deverão realizar radiografias de tórax na admissão, anualmente, e, também, provas de função pulmonar ou espirometria, na admissão e a cada dois anos ⁽⁹⁾.

Radiologicamente encontram-se imagens nodulares em opacidades do tipo p, q ou r, correspondentes a opacidades nodulares, de forma regular, com tamanho de até 1,5 mm, 1,5 a 3,0 mm, e entre 3,0 e 10 mm, respectivamente ⁽²⁰⁾.

Estas lesões se distribuem simetricamente nos lobos pulmonares superiores. Com a evolução crônica há um aumento da concentração dos nódulos, profusão, bem como do tamanho, levando à coalescência e formação de grandes opacidades, massas fibrosas, enfisema, caracterizando a fibrose pulmonar maciça progressiva ⁽⁸⁾.

Entre outros sinais radiológicos temos as calcificações ganglionares hiliares em casca de ovo, e o aumento do hilo pulmonar ⁽²⁰⁾.

Espessamento pleural está associado à tuberculose. O derrame pleural, à insuficiência cardíaca e o carcinoma broncogênico ⁽⁸⁾.

A biópsia pulmonar só estará indicada na hipótese de dúvidas no diagnóstico por história de exposição ocupacional à sílica e diagnóstico radiológico incompatíveis, ou mesmo nos casos de dúvida em processos judiciais ⁽²²⁾.

A Capacidade de Difusão Pulmonar do Monóxido de Carbono, e a Gasometria Arterial de Repouso e Exercício, só estarão alteradas nos casos graves ⁽²²⁾.

As provas de função pulmonar são mais importantes para a determinação da incapacidade para o trabalho, principalmente corroborando con-

clusões periciais previdenciárias, não sendo tão relevante para o diagnóstico. De qualquer forma, a avaliação da incapacidade é tarefa complexa e deve contemplar outros aspectos como: sociais, culturais, a idade, o ambiente e a natureza do trabalho envolvido ⁽²²⁾.

A silicose, sendo considerada uma patologia relacionada ao trabalho, com equiparação a acidente do trabalho, consta na lista A do anexo II do decreto 3048/99 ⁽²¹⁾.

O trabalhador afastado terá direito ao benefício previdenciário auxílio-doença a partir do 16º dia do afastamento. Tratando-se de doença ocupacional como causa da incapacidade, ele terá direito a um ano de estabilidade de emprego após o auxílio-doença ⁽¹³⁾.

3.9 Tratamento

Até o presente momento, nenhuma das terapias utilizadas para a silicose foi capaz de reduzir de forma importante a sua mortalidade relativa, de modo que oficialmente a doença ainda não é passível de tratamento etiológico ⁽²²⁾.

Entre as alternativas existentes aponta-se o uso de corticosteróides, citrato de alumínio, técnicas de lavado brônquico com o objetivo de remover os cristais de sílica aderidos às mucosas da árvore respiratória, uso de imunoterapia com anticorpos monoclonais para interleucina 1, e a inibição induzida dos macrófagos alveolares ⁽⁷⁾.

Com relação ao risco de sílicotuberculose, o Ministério da Saúde orienta o tratamento quimioprolifático com tuberculostáticos em pacientes com silicose reativos fortes ao PPD ⁽²⁾.

4. PREVENÇÃO DA SILICOSE NO TRABALHO

O PNES – Programa Nacional de Eliminação da Silicose é uma iniciativa conjunta da Fundacentro - Ministério do Trabalho e Emprego - com os Ministérios da Saúde, da Previdência Social e Ministério Público do Trabalho, incluindo a participação de outras organizações nacionais e internacionais, que foi lançada em junho de 2002, como resposta nacional à proposta internacional da Organização Mundial da Saúde e Organização Internacional do Trabalho, de 1995, para eliminação global da silicose ⁽¹⁾.

Entre suas metas fundamentais está a redução da incidência da silicose até 2015 e a sua resolução como problema de saúde pública até 2030 ⁽¹⁾.

O Programa tem sua gestão realizada por representantes das entidades públicas acima elencadas ⁽¹⁾.

Suas ações visam o enfrentamento da silicose em todo o território nacional, com a criação de grupos setoriais (GS) para atuação nos setores produtivos onde há exposição dos trabalhadores a poeiras minerais contendo sílica livre, com maior risco de desenvolvimento de silicose. Estes setores são:

- a) Mineração e beneficiamento de minerais
- b) Cerâmica e vidros
- c) Metalurgia
- d) Indústria da construção ⁽¹⁾.

Entre as ações implementadas pelo PNES estão a realização de cursos de leitura radiológica visando o treinamento de médicos para o diagnóstico radiológico das lesões pulmonares produzidas pela silicose, nos Seminários Para Leitura Radiológica promovidos pela FUNDACENTRO, inclusive em associação com outras entidades nacionais e internacionais atuantes na área. Nestes seminários, até então, foram treinados 384 médicos. A FUNDACENTRO coordena o Grupo de Trabalho de Leitura Radiológica, criado em 2008 para promover a qualidade e desenvolvimento técnico dos procedimentos diagnósticos radiológicos para as pneumoconioses ⁽¹⁵⁾.

Outra iniciativa da FUNDACENTRO é a disponibilização de um site no portal da instituição para divulgação de informação técnica, bem como de informações a respeito das ações do PNES ⁽¹⁶⁾.

Para possibilitar aos trabalhadores um ambiente de trabalho mais seguro e saudável, é necessário que empregador e empregados cumpram as medidas de controle dos riscos ambientais, bem como de promoção e cuidados com a saúde, definidas, respectivamente, no Programa de Prevenção dos Riscos Ambientais (PPRA), segundo a Norma Regulamentadora nº 9, e no Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional (PCMSO), segundo a Norma Regulamentadora nº 7 ⁽¹²⁾.

O uso de máscaras respiratórias para proteção dos trabalhadores expostos às poeiras contendo sílica deve ser uma medida para situações de

emergência, sendo as medidas de proteção coletivas os procedimentos principais no controle e prevenção ⁽⁹⁾.

Os equipamentos de proteção respiratória tem seu uso estabelecido pela Instrução Normativa do Ministério do Trabalho nº 1/ 1994, trazendo os regulamentos técnicos específicos ⁽⁹⁾.

O exame periódico visa a avaliação clínica para o diagnóstico precoce, devendo ser potencializado pelos questionários padronizados de sintomas respiratórios, validados no âmbito nacional e internacional ⁽¹²⁾.

Os exames complementares regulamentados a serem realizados nos exames de saúde ocupacional são, anualmente, a radiografia do tórax, realizada com técnica, e laudada, segundo a classificação da Organização Internacional do Trabalho (OIT), por dois leituristas habilitados e certificados, independentes, e a espirometria, realizada a cada dois anos ^(12, 20).

5.CONTROLE DA EXPOSIÇÃO OCUPACIONAL À SÍLICA NAS MARMORARIAS

No âmbito do Programa Nacional para Eliminação da Silicose (PNES), o Grupo Técnico de Marmorarias estabeleceu as medidas que deverão ser adotadas para o controle dos riscos ambientais envolvendo as poeiras contendo sílica, nestes estabelecimentos ⁽¹⁾.

Existem vários tipos de medidas que podem ser adotadas para o controle da exposição ocupacional à poeira. As medidas podem ser de caráter coletivo, relacionadas ao local e ao processo de trabalho, e de caráter administrativo e pessoal. Em geral, é necessário adotar um conjunto delas para prevenir a silicose.

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

As principais medidas administrativas e pessoais são: exames médicos; orientação aos trabalhadores; implantação de procedimentos de segurança e de boas práticas de trabalho; implantação de programa de proteção respiratória; utilização de equipamentos de proteção individual;

manutenção da organização e da limpeza; sinalização e advertência, entre outros ^(19, p. 13)

A medida fundamental para o controle da formação de poeiras minerais nas marmorarias, consiste em abandonar as práticas de acabamento das peças a seco, adotando medidas de umidificação do acabamento, instalando dispositivos hidráulicos especiais nas ferramentas e nas bancadas, que fornecem um suprimento contínuo e controlado de água durante as operações do trabalho ⁽¹⁹⁾.

Lixadeiras, serra-mármore, boleadeiras, fresas, politrizes, tanto elétricas como pneumáticas, precisam operar com suprimento contínuo de água. Para as ferramentas elétricas observar as medidas de segurança estabelecidas pela Norma Regulamentadora nº 10, que versa sobre a Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade ⁽²²⁾.

Observar as configurações das linhas de abastecimento de água, que devem ser suficientes e localizadas próximo às bancadas. Também o escoamento da água utilizada deve ser eficiente, fluindo, sem irregularidades perigosas no piso, para canaletas gradeadas no chão. A lama acumulada nas canaletas e tanques de decantação não pode ser mobilizada se estiver seca, e tem seu descarte regulamentado a nível municipal, estadual e federal, devido sua natureza tóxica, e, portanto, não pode ser descartada comumente em redes pluviais ou de esgoto doméstico. O sistema de recolhimento e tratamento desse resíduo deve ser projetado por profissional especializado ⁽¹⁹⁾.

A empresa não deve se descuidar das medidas previstas nos programas de saúde e segurança ocupacional, exigidos pela legislação, constituindo essa uma das principais medidas de âmbito administrativo para o enfrentamento destes riscos ambientais ⁽¹⁹⁾.

É obrigatório o uso de equipamento de proteção individual durante as atividades laborativas nas marmorarias, segundo a Instrução Normativa nº 1 de 11/04/1994, em seu quadro II nas situações em que os processos de umidificação não estiverem completamente em operação, e quando as avaliações ambientais da concentração de sílica na névoa umidificada produzida superarem o nível de ação, ou seja, forem maior que a metade do limite de tolerância estabelecido. Os equipamentos de segurança indicados para as duas situações acima são, respectivamente, respirador do tipo peça facial inteira com filtro P3, e respirador do tipo peça semi-facial com filtro P3, ou peça semi-facial filtrante PFF3 ⁽¹⁹⁾.

Os limites de Tolerância para poeira respirável contendo quartzo para uma jornada de trabalho de 8 horas por dia ou de até 48 semanais, é dado pela divisão de 8 pela soma da concentração de quartzo encontrado na amostra, adicionado de 2 ⁽¹²⁾.

$$\text{LT PR (Limite de Tolerância para Poeira Respirável)} = 8 / \text{quartzo\%} + 2$$

Estes equipamentos de proteção individual devem ser fornecidos dentro de um Programa de Proteção Respiratória (PPR), que envolve vários aspectos, como, por exemplo, ensaios de vedação, critérios específicos de escolha de equipamentos, fatores que influenciam na utilização dos equipamentos, como o uso de outros acessórios por parte dos trabalhadores, a exemplo dos óculos e protetores auriculares, regras de conduta pessoal como estar ou não com o rosto barbeado, orientações de uso e conservação dos equipamentos de segurança, organização e controle nas distribuições dos mesmos ⁽¹²⁾.

Outras medidas de segurança de muita importância dizem respeito aos cuidados com os uniformes e óculos de segurança dos trabalhadores que devem ser lavados fora do ambiente domiciliar, sendo de responsabilidade do estabelecimento estas providências ⁽¹²⁾.

O monitoramento será feito dentro dos programas previstos na legislação, ou seja, o Programa de Prevenção dos Riscos Ambientais -PPRA, e o Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional - PCMSO, que deverão contemplar as especificidades dos trabalhadores quanto às necessidades de segurança e saúde, dentro das características ambientais existentes ^(5,9).

Por fim, ressalta-se a importância da organização e limpeza geral dos ambientes de trabalho nas marmorarias, com todo cuidado na remoção da lama, que nunca deve ser feita a seco, mas, sempre molhada, e os cuidados e medidas de segurança e saúde, igualmente importantes e previstas na legislação, para com os demais riscos ambientais existentes, como os ergonômicos, os ruídos intensos das serras e ferramentas elétricas de desbaste e acabamento, os produtos químicos utilizados com as colas e produtos plásticos, os riscos de acidentes, e vibrações das ferramentas elétricas e pneumáticas continuamente utilizadas ⁽¹⁹⁾.

6. CONCLUSÃO

A silicose apresenta-se no âmbito mundial como uma condição mórbida relacionada ao trabalho, dentro de grupos de atividades produtivas imprescindíveis para a humanidade, como a mineração, a metalurgia e a construção civil.

A literatura pesquisada apresentou a sílica cristalina, veiculada em particulados suspensos nas poeiras minerais, tão pequenos a ponto de se depositarem nos alvéolos pulmonares, produzindo as alterações teciduais nesse órgão, que são tipicamente observadas na evolução da doença, independentemente do grupo de atividades produtivas envolvidas, deixando inequívoca sua participação etiológica na doença.

Ressalta-se, também, que a pesquisa dos mecanismos fisiopatológicos da enfermidade não deixa dúvidas da propriedade e importância das medidas de controle ambiental, amplamente estabelecidas para a silicose, o que só nos estimula a desenvolver cada vez mais a sua aplicação, buscando sempre novas tecnologias.

A pesquisa mostra que, obviamente, ainda falta muito a compreender com a ciência a respeito desta enfermidade emblemática, de tanta importância social e econômica, mas, também, deixou mais claro ainda, que o que já sabemos é o suficiente para levar a cabo iniciativas globais e localizadas, bem planejadas, que poderão varrer da face da terra, como poeira vencida, esta enfermidade, absolutamente, prevenível.

7. REFERÊNCIAS

1. ALGRANTI, Eduardo. *Programa Nacional de Eliminação da Silicose, Brasil – Completando uma década*, obtida via internet [http://www.fundacentro.gov.br/arquivos/projetos/silica-e-silicose/Programa Nacional de Eliminacao da Silicose 2011.pdf](http://www.fundacentro.gov.br/arquivos/projetos/silica-e-silicose/Programa%20Nacional%20de%20Eliminacao%20da%20Silicose%202011.pdf), 08/11/2013.
2. BARBOZA, Carlos Eduardo Galvão, WINTER, Daniel Hugo, SEISCENTO, Márcia et al. *Tuberculose e Silicose: epidemiologia, diagnóstico e quimioprofilaxia*, obtida via internet http://www.jornaldepneumologia.com.br/detalhe_artigo.asp?id=1295, 08/11/2013.

3. CASTRO, Hermano Albuquerque e RIBEIRO, Patrícia Canto. *Silicose, quadro clínico e indicação terapêutica*, obtida via internet

http://www.sbpt.org.br/downloads/arquivos/Casos_Clinicos_PDF/Caso_Clinico_SBPT_SET2011.pdf, 08/11/2013.

4. DANTAS, Heitor Abreu de Oliveira. *Sistema Respiratório*, obtido via internet <http://ulbra-to.br/morfologia/2011/08/17/Sistema-Respiratorio>, 08/11/2013.

5. *Manual de Normas para o Controle das Pneumoconioses – Silicose, Pneumoconiose dos Trabalhadores do Carvão, e Pneumconioses das Poeiras Mistas*. Brasília: Ministério da Saúde, 2006.

6. FILHO, Mário Terra e SANTOS, Ubiratan de Paula. *Silicose*, obtida via internet http://www.jornaldepneumologia.com.br/PDF/Suple_46_17_7capitulo%207.pdf, 08/11/2013.

7. GUTIERREZ, Tatiana Maron, GARCIA, CSNB, MORALES, M. Marcos et al. *Fisiopatologia da Silicose*, obtido via internet http://www.sopterj.com.br/revista/2008_17_1/07.pdf, 08/11/2013.

8. MENDES, René. *Patologia do Trabalho*. 3ª Edição. São Paulo: Editora Atheneu, v. 2, pp 1229 -1278, 2013.

9. Ministério do Trabalho e Emprego. *Legislação, Normas Regulamentadoras*, obtida via internet <http://portal.mte.gov.br/legislacao/normas-regulamentadoras-1.htm>, 08/11/2013.

10. PORTO, Celmo Celso. *Vademecum de Clínica Médica*. 3ª Edição. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, pp 844 – 845, 2012.

11. HALL, John E. *Tratado de Fisiologia Médica*. 12ª Edição. Rio de Janeiro: Elsevier, pp 542 – 543, 2011.

12. MORAES, Giovanni. *Normas Regulamentadoras Comentadas e Ilustradas*. 8ª Edição. Rio de Janeiro: Gerenciamento Verde Consultoria, Editora e Livraria Virtual, v.2, pp 278 – 289 e pp 1199 – 1225, 2011.

13. FONSECA, Ariel Guimarães. *Direito Previdenciário, Médico do Trabalho, e o Perito Médico*. 4ª Edição. Rio de Janeiro: Sermograf – Artes Gráficas e Editora, pp 259 – 447, 2012.
14. VASCONCELOS, Luiz Carlos Fadel de e OLIVEIRA, Maria Helena Barros de et al. *Saúde, Trabalho e Direito: uma trajetória crítica e a crítica de uma trajetória*. 1ª Edição. Rio de Janeiro: Educam, pp 330 – 334, 2011.
15. CAPITANI, Eduardo Mello de. *A silicose (ainda) entre nós*, obtida na internet http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S180637132006000600003&script=sci_arttext, 08/11/2013.
16. SANTOS, Alcinéia M. dos Anjos e NETO, Francisco Kulcsar. *Controle da Fonte/ Enclausuramento e Ventilação/Práticas de Trabalho/Medidas Pessoais*, obtido na internet <http://www.fundacentro.gov.br/silica-e-silicose/bases-de-prevencao>, 11/11/2013.
17. BARAZZUTTI, Lamartine Diniz. *Silicose em Processos de Fundição de Peças*, obtida na internet http://www.producao.ufrgs.br/arquivos/publicacoes/lamartine_barazzutti.pdf, 11/11/2013.
18. ALMEIDA, Juniele Rabelo de e MARTINS, Rafael Tadeu de Oliveira. *Da poeira à mobilização: o movimento dos silicóticos da mineração Morro Velho*, obtida na internet <http://www.seer.ufu.br/index.php/cdhis/article/viewFile/2254/1848>, 11/11/2013.
19. SANTOS, Alcinéia M. dos Anjos et al. *Marmorarias: manual de referência: recomendações de segurança e saúde no trabalho*. São Paulo: FUNDACENTRO, 2008.
20. *Diretrizes para Utilização da Classificação Internacional da OIT de Radiografias de Pneumoconioses*. São Paulo: FUNDACENTRO, 2005.
21. ALVES, Luiz Carlos Correia. *Um olhar sobre o perfil funcional respiratório de trabalhadores da indústria naval do Rio de Janeiro*, obtida na internet <http://teses.icict.fiocruz.br/pdf/alveslccm.pdf>, 15/11/2013.
22. DIAS, Elizabeth Costa, ALMEIDA, Idelberto Muniz et al. *Doenças relacionadas ao trabalho: manual de procedimentos para os serviços de saúde*. Brasília: Ministério da Saúde do Brasil, 2001.