

Ana Paula Scalia Carneiro

PARÂMETROS DE EXPOSIÇÃO À SÍLICA E CRITÉRIOS CLÍNICOS NA INDICAÇÃO  
DA TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA DE ALTA RESOLUÇÃO DE TÓRAX EM  
CASOS *BORDERLINE* DE SILICOSE

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Saúde Pública, da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Saúde Pública, (área de concentração em Epidemiologia)

Orientadora: Profa Sandhi Maria Barreto

Co-orientadora: Profa Arminda Lucia Siqueira

Belo Horizonte

2006

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS****Reitora**

Prof<sup>a</sup>. Ana Lúcia Almeida Gazzola

**Vice-Reitor**

Prof. Marcos Borato Viana

**Pró-Reitor de Pós-Graduação**

Prof. Jaime Arturo Ramirez

**Pró Reitor de Pesquisa**

Prof. José Aurélio Garcia Bergmann

**FACULDADE DE MEDICINA****Diretor**

Prof. Geraldo Brasileiro Filho

**Chefe do Departamento de Medicina Preventiva e Social**

Prof<sup>a</sup>. Elza Machado de Melo

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SAÚDE PÚBLICA****Coordenador**

Prof. Mark Drew Crosland Guimarães

**Sub-Coordenador**

Prof<sup>a</sup> Sandhi Maria Barreto

**Colegiado**

Prof<sup>a</sup> Ada Ávila Assunção

Prof<sup>a</sup>. Eli Iola Gurgel Andrade

Prof<sup>a</sup>. Elizabeth Barboza França

Prof. Fernando Augusto Proietti

Prof<sup>a</sup>. Maria Fernanda Furtado de Lima e Costa

Prof<sup>a</sup>. Mariângela Leal Cherchiglia

Prof<sup>a</sup>. Waleska Teixeira Caiafa

Elaine Leandro machado

Lorenza Nogueira Campos

Paulo César Rodrigues Pinto Corrêa

Roberto Marini Ladeira

**Declaração de defesa**

## AGRADECIMENTOS

A toda equipe que participou da construção do trabalho no decorrer destes anos, alguns dos quais o acompanharam desde sua concepção, quando do início do Mestrado, em 1997, e outros se juntaram por ocasião do Doutorado, em 2002.

Se “trabalho” tivesse uma forma viva, este certamente seria uma centopéia, pelas tantas mãos que o construíram.

Em especial ao Dr Eduardo Algranti, presente nas várias partes da “centopéia”, por seu interesse, dedicação e disponibilidade, desde o início da elaboração do projeto, quando ainda em fase inicial das perícias, em 1997, até o presente momento.

À professora Arminda Lucia Siqueira, minha co-orientadora, “alma da centopéia”, pela inestimável contribuição, tendo acompanhando este estudo desde 1997, quando foi também minha co-orientadora durante o mestrado. Pelo constante interesse em transmitir e construir conhecimento, pela vontade de procurar sempre a melhor solução, mesmo tendo que recomeçar .

À professora Sandhi Maria Barreto, minha orientadora, que sempre passou a sensação de estar clareando os caminhos com seu brilhantismo, sendo certamente, a “cabeça da centopéia”.

Enfim, alguns deixam a sensação que sempre estiveram presentes e sempre estarão...

Ao Dr Hermano Gomes Machado, engenheiro da Anglo Gold, pelo trabalho de coleta e processamento dos dados que orientaram de modo decisivo as estimativas da exposição no interior das minas.

A Poliana la Rocca, estatística do CREST, pela vontade de acertar, e paciência nos desacertos.

Ao professor René Mendes, meu orientador durante o mestrado, por tudo que nos ensinou no decorrer dos anos.

A CAPES pela oportunidade de ter sido bolsista do programa “doutorado sanduíche”, nos serviços da Azienda Sanitaria Locale di Roma e da Università Cattolica di Roma, no segundo semestre de 2004.

*"...Vão ao fundo da terra, extraem riquezas guardadas pelos estúgios espectros,  
para logo servirem de estimulante ao mal..."*

*Ovídio, sobre os mineiros, citado por Ramazzini em seu  
"De morbis artificum diatriba"*

## RESUMO DA TESE

A silicose é uma doença pulmonar ocupacional que ainda representa um sério problema de saúde pública por apresentar alta incidência e prevalência, especialmente nos países menos desenvolvidos.

É uma doença que apresenta um forte gradiente dose-resposta em relação à exposição à sílica, o que torna muito importante o conhecimento da carga de exposição dos indivíduos durante sua avaliação clínica. Ressalta-se ainda que detalhes da exposição, como por exemplo, a duração total da permanência da sílica nos pulmões e a possível continuidade da exposição após o diagnóstico da silicose, podem também interferir em sua apresentação e prognóstico. Além disto, outros elementos podem influenciar no adoecimento como, susceptibilidade individual, fatores genéticos e imunológicos.

Por se tratar de uma doença irreversível e potencialmente progressiva, o diagnóstico precoce, seguido do afastamento da exposição, é considerado uma forma de “prevenção secundária”, tendo como finalidade evitar a progressão da doença para suas formas mais graves. Neste sentido, a tomografia computadorizada de alta resolução de tórax (TCAR) tem sido cada vez mais utilizada, especialmente nas situações nas quais a radiografia é duvidosa.

Porém, ainda não existem consensos na literatura em relação ao papel da TCAR no diagnóstico precoce da doença, como também faltam estudos que proponham critérios para aprimorar sua indicação nesta situação. Dessa forma, não se conhece a relação custo/benefício da sua utilização em programas de vigilância.

O presente estudo analisou uma casuística de 140 ex-mineiros de ouro, os quais foram submetidos à propedêutica usual de investigação de silicose, composta por história clínica e ocupacional, radiografia de tórax e espirometria. Dentre eles, os considerados normais ou limítrofes através da radiografia foram ainda submetidos à TCAR.

Elaborou-se um índice de exposição cumulativa à sílica, baseado na história ocupacional e em avaliações ambientais pré-existentes.

Demonstrou-se que a continuidade da exposição após o diagnóstico da doença foi um fator associado à presença de formas mais graves da mesma, observadas tardiamente, no subgrupo de 83 considerados como casos confirmados de silicose. Encontraram-se ainda formas mais graves de silicose dentre os negros, os quais foram provavelmente mais expostos que os não negros.

Para construção de um fluxograma, cujo objetivo foi propor critérios para indicação da TCAR, utilizou-se o subgrupo constituído pelos 69 indivíduos considerados normais ou *borderline* pela radiografia. Através de vários pontos de corte nas variáveis representadas pela capacidade vital forçada (CVF) obtida pela espirometria, e pelo índice de exposição, puderam-se separar grupos de casos e de “não casos” de silicose *borderline*. Assim, puderam ser identificados os indivíduos que se beneficiariam da realização de TCAR.

No Brasil a TCAR é considerada um exame de alto custo, justificando-se a busca de critérios para orientar sua indicação em expostos à sílica com radiografia normal ou duvidosa em relação à presença de silicose. Neste sentido, o presente estudo, apesar de ser constituído por uma casuística pequena, pode representar uma proposta inicial, cuja metodologia devera ser repetida em outros estudos.

## ABSTRACT

Silicosis is an occupational pulmonary disease. It continues to be a serious public health problem, especially in developing countries, because of its high incidence and prevalence.

The disease has a strong dose response gradient in relation to silica exposure. Hence, it's very important to know the dose of exposure in the clinical evaluation of the exposed people. Details of exposure, such as whether the worker has remained exposed to silica after disease diagnosis and total duration of silica presence in the lungs, can interfere on the presentation and prognoses of silicosis. The other factors that influence the occurrence of the disease include individual susceptibility, genetic and immunologic factors.

Because there is no cure for the disease and it can pose a serious threat to worker's quality of health and life, the early diagnosis followed by interruption of exposure, are regarded fundamental to "secondary prevention" to avoid disease progression to more severe forms. For this reason, the use of chest high resolution computed tomography (HRCT) has been increased as a diagnostic tool, especially in cases where the chest X-ray is dubious.

However, until now, there is no clear agreement regarding the role of the HRCT on the early diagnoses of the disease. Moreover, there is a lack of studies on criteria to improve its indication when x-rays are dubious. Consequently, the cost/benefit relationship of HRCT on silica surveillance programs is unknown.

The present study analysed a casuistic of 140 former gold miners, who were being investigated for silicosis by clinical and occupational history, chest X-ray and spirometry. Among them, those with normal or borderline chest X-ray were submitted to HRCT.

In order to assess occupational exposure, we developed a cumulative silica exposure index based on full occupational history and pre-existing environmental evaluations.

The continuity of exposure after silicosis diagnosis was associated with more severe forms of the disease in the subgroup of 83 confirmed cases of silicosis. We also found more severe forms of the disease among black workers, suggesting that they were exposed to more dusty conditions.

We used the subgroup composed by the 69 workers considered normal or borderline by chest X-ray, to build a flow chart to explore possible criteria to HRCT indication. We used several cut off point of the vital forced capacity (FVC) based on spirometry and the exposure index to differentiate groups of "cases" and "non cases" of borderline silicosis in relation to their HRCT results. This way, we were able to identify the individuals that could mostly benefit of HRCT exam.

In Brazil, the HRCT is considered a high cost exam, justifying the search for criteria to improve its indication among workers exposed to silica with dubious chest X-ray. In this way, the present study can represent an initial proposal.

## SUMÁRIO

1- CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	12
2- OBJETIVOS.....	19
3- ARTIGO 1: ÍNDICE DE EXPOSIÇÃO À SÍLICA NA ATIVIDADE DE MINERAÇÃO DE OURO.....	20
3.1 INTRODUÇÃO.....	23
3.2 MÉTODOS.....	25
3.3 RESULTADOS.....	30
3.4 DISCUSSÃO.....	37
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	40
4- ARTIGO 2: EXPOSIÇÃO CONTINUADA À SÍLICA APÓS O DIAGNÓSTICO DE SILICOSE EM MINEIROS DE OURO, BRASIL.....	43
4.1 INTRODUÇÃO.....	46
4.2 MÉTODOS.....	48
4.3 RESULTADOS.....	52
4.4 DISCUSSÃO.....	60
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	63
5- ARTIGO 3: A TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA DE ALTA RESOLUÇÃO DE TÓRAX EM EXPOSTOS À SÍLICA COM RADIOGRAFIA NEGATIVA OU <i>BORDERLINE</i> PARA SILICOSE: QUANDO INDICÁ-LA?.....	66
5.1 INTRODUÇÃO.....	69
5.2 MÉTODOS.....	71
5.3 RESULTADOS.....	75
5.4 DISCUSSÃO.....	85
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	90

6- CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	94
APÊNDICES.....	98
<b>APÊNDICE A: PROJETO DE PESQUISA.....</b>	<b>99</b>
<b>APÊNDICE B: INSTRUMENTOS UTILIZADOS.....</b>	<b>128</b>
ANAMNESE CLÍNICA.....	129
QUESTIONÁRIO OCUPACIONAL.....	130
QUESTIONÁRIO RESPIRATÓRIO.....	132
FOLHA DE LEITURA RADIOLÓGICA.....	134
TABELA DE PARÂMETROS DE ESPIROMETRIA.....	135
CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ESPIROMETRIA.....	136
CLASSIFICAÇÃO DE SILICOSE E DE ENFISEMA PELA TCAR.....	137
FICHA DE COLETA DE DADOS.....	138
<b>APÊNDICE C: ARTIGO 1 PUBLICADO.....</b>	<b>143</b>
<b>APÊNDICE D: ARTIGO 2 PUBLICADO.....</b>	<b>153</b>
ANEXOS.....	163
<b>ANEXO A: APROVAÇÃO DO PROJETO PELO DEPARTAMENTO.....</b>	<b>164</b>
<b>ANEXO B: APROVAÇÃO PELO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA.....</b>	<b>165</b>
<b>ANEXO C: CERTIFICADO DE QUALIFICAÇÃO.....</b>	<b>166</b>

## 1- CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A silicose é uma doença pulmonar ocupacional que, ainda em dias atuais, representa um grave problema de saúde pública. Apesar de ser potencialmente evitável, apresenta altos índices de incidência e prevalência, especialmente nos países menos desenvolvidos. É irreversível e não passível de tratamento, podendo cursar com graves transtornos para a saúde do trabalhador, assim como sério impacto sócio econômico.

Dados nacionais sugerem que Minas Gerais seja o Estado com maior número de casos de silicose, com um registro documentado de 7416 casos<sup>1</sup>, a maioria deles provenientes de atividades de mineração. Em 1998, foram registrados que 4500 casos de silicose dos últimos 19 anos eram provenientes de minerações de ouro, na região de Nova Lima<sup>2</sup>.

O presente estudo teve início em 1997, como projeto de Dissertação de Mestrado, no Programa de Pós-graduação em Saúde Pública, da Universidade Federal de Minas Gerais, defendida em setembro de 2000<sup>3</sup>. A oportunidade surgiu a partir de uma demanda judicial para realização de perícias médicas em ex-mineiros de ouro da região de Nova Lima.

Para propiciar o aproveitamento científico de tais avaliações, foi estabelecido que seriam seguidos critérios técnicos uniformizados na dinâmica pericial. Assim, foram padronizados questionários clínico e ocupacional, provas de função pulmonar e radiografia (segundo critérios da Organização Internacional do Trabalho-OIT). Foi ainda estabelecido que a tomografia computadorizada de alta resolução de tórax (TCAR) seria utilizada como método propedêutico adicional nos casos normais ou duvidosos à radiografia simples de tórax.

Sabendo que dentre os 4500 casos registrados na região de Nova Lima existiam aproximadamente 1.500 reclamantes nas ações judiciais, calculou-se uma amostra que

---

<sup>1</sup> BRASIL. Ministério da Saúde, Fundação Nacional de Saúde. Manual de Normas para controle das Pneumoconioses: Silicose, Pneumoconiose dos Trabalhadores do Carvão e Pneumoconioses por Poeiras Mistas, Brasília, 1997. 36 p.

<sup>2</sup> INSTITUTO NACIONAL DO SEGURO SOCIAL. Ordem de Serviço n.609, de 05 de agosto de 1998. Aprova Norma Técnica sobre Pneumoconioses. Diário Oficial da União, n.158, de 19 de agosto de 1998, seção I, p.53-60.

<sup>3</sup>CARNEIRO, APS. *Estudo comparativo da tomografia computadorizada de alta resolução com a radiografia de tórax na silicose em casos incipientes*. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais- Faculdade de Medicina, 2000. 135p. (Dissertação, Mestrado em Saúde Pública).

pudesse ser suficiente para o estudo então proposto pôr ocasião do Mestrado, de comparação da tomografia com a radiografia de tórax em casos limítrofes de silicose. Tal amostra foi estimada em 69 pacientes cujas radiografias fossem classificadas entre 0/0 a 1/0 (segundo a OIT), representando não casos, suspeitos e casos iniciais de silicose. Para obtê-la foram necessárias 140 avaliações periciais<sup>4 5</sup>, pois dentre os reclamantes, existiam indivíduos nas diversas classificações radiológicas da doença.

Os 140 pacientes foram então submetidos à propedêutica usual de investigação de silicose, composta por história clínica e ocupacional, radiografia de tórax e espirometria. Foram ainda submetidos a teste de caminhada de 6 minutos em corredor, porém, como muitos não retornaram para realização deste exame, o número de perdas foi grande e os resultados não foram incorporados nas análises.

A história ocupacional destes indivíduos foi confrontada com avaliações ambientais pré-existent nas diversas minas, funções e épocas, sendo possível construir um índice de exposição à sílica, que tornasse os indivíduos comparáveis entre si. Para construção de tal índice contou-se com auxílio de dois *experts* em avaliações ambientais de minas que, conjuntamente, atribuíram escores para as diversas situações de exposição, baseados nas medidas quantitativas já realizadas. Após diversas tentativas de interpretação da contribuição de tais dados, com diferentes fórmulas e escalas, chegou-se ao índice descrito no Artigo 1. Este último apresenta diferenças em relação ao índice utilizado por ocasião do exame de qualificação, o que, associado ao refinamento das análises, trouxe diferentes resultados.

Dentre os 140 indivíduos formou-se um subgrupo constituído pelos considerados como casos bem estabelecidos de silicose através da radiografia convencional, composto por 83 pacientes. Estes foram utilizados para o estudo que avaliou a influência de fatores como a continuidade da exposição após diagnóstico da silicose, o tempo de permanência pulmonar da sílica e questões raciais na apresentação da doença.

---

<sup>4</sup>CARNEIRO APS, SIQUEIRA AL, ALGRANTI E, FERREIRA CS, KAVAKAMA JI, BERNARDES ML, CASTRO TA, MENDES R. Estudo comparativo entre tomografia computadorizada de alta resolução e radiografia de tórax no diagnóstico da silicose em casos incipientes. *J Pneumol*, 2001; 27(4):199-205.

<sup>5</sup>CARNEIRO, APS. *Estudo comparativo da tomografia computadorizada de alta resolução com a radiografia de tórax na silicose em casos incipientes*. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais- Faculdade de Medicina, 2000. 135p. (Dissertação, Mestrado em Saúde Pública).

Existia ainda um subgrupo, constituído pelos 69 considerados normais ou limítrofes através da radiografia de tórax, que foi submetido à TCAR, sendo utilizado para o estudo que propôs critérios para a indicação da mesma.

Portanto, a busca do diagnóstico precoce foi o principal desafio que motivou o prosseguimento do estudo, sendo assim pesquisados elementos que pudessem auxiliar na distinção entre casos *borderline* e expostos “não casos”, segundo imagens encontradas à TCAR.

No Brasil, as principais atividades causadoras de silicose variam de acordo com as regiões geográficas, porém de um modo geral, as mais importantes são: mineração, indústria cerâmica, indústria metalúrgica, atividades em pedreiras, construção civil pesada (perfuração de túneis por exemplo), jateamento de areia, perfuração de poços, etc.

Em Minas Gerais, a exploração da mineração subterrânea do ouro por grandes empresas iniciou-se em meados do século XVIII, especialmente nos municípios de Mariana e Nova Lima. Os primeiros estudos epidemiológicos sobre silicose no Brasil foram feitos em Minas Gerais, pelo Departamento Nacional da Produção Mineral<sup>6 7</sup>. Em 1979, MENDES estimou entre 25 e 30 mil o número de portadores de silicose no Brasil, através de inquérito em hospitais de tisiologia na região Sudeste<sup>8</sup>.

Portanto, em nosso meio, é grande a procura de ambulatórios do Sistema Único de Saúde por pacientes com história de exposição à sílica, em busca de verificação de diagnóstico e de assistência clínica conseqüente à silicose e/ou suas complicações. Da mesma forma, é grande a busca de benefícios previdenciários por estes trabalhadores, que, no entanto, nem sempre são distribuídos da maneira mais adequada.

---

<sup>6</sup> TEIXEIRA CM e cols. Departamento Nacional da Produção Mineral. Higiene das Minas de Ouro. Silicose. Morro Velho. Minas Gerais, Boletim número 44, 1940, 158p.

<sup>7</sup> TEIXEIRA CM e cols. Departamento Nacional da Produção Mineral. Higiene das Minas de Ouro. Silicose e outras doenças dos mineiros da Passagem (Minas Gerais). Boletim número 53, 1942, 114 p.

<sup>8</sup> MENDES R. *Epidemiologia da Silicose na região sudeste do Brasil*; contribuição para seu estudo através de inquérito em pacientes internados em hospitais de tisiologia. São Paulo: Universidade de São Paulo- Faculdade de Saúde pública, 1979. 64p. (Tese, Doutorado em Saúde Pública).

O diagnóstico da silicose é baseado na radiografia de tórax, em conjunto com história clínica e ocupacional coerentes<sup>9</sup>. A doença na sua forma crônica é insidiosa, ocorrendo após vários anos do início da exposição.

Há vários anos a Organização Internacional do Trabalho (OIT) desenvolveu uma padronização da técnica, assim como da codificação das alterações radiológicas das pneumoconioses, de maneira reprodutível, revista e atualizada em 2000<sup>10</sup>.

Os casos iniciais de silicose, assim como as demais doenças pulmonares intersticiais crônicas, são difíceis de ser avaliados, pois as alterações radiológicas são discretas, confundindo-se com estruturas normais do parênquima pulmonar, como vasos e brônquios. Os diagnósticos assim considerados “borderline”, são os que provocam mais desacordo, mesmo entre leitores experientes<sup>11</sup>.

Segundo a literatura, a sensibilidade da radiografia em fases iniciais da silicose encontra-se em torno de 60%. Assim, nas subcategorias 0/1 e 1/0, HNZDO e cols.(1993)<sup>12</sup> encontraram respectivamente sensibilidades de 60% e 50%, comparando-se achados radiográficos aos diagnósticos feitos através de autópsias. Resultados semelhantes foram obtidos por HURWITZ e WAGNER, em 1959<sup>13</sup>.

Para o diagnóstico de certeza da silicose, os achados obtidos através de biópsia pulmonar são considerados como "padrão-ouro". Porém, apesar do avanço nas técnicas para obtenção do material, ainda não são considerados procedimentos isentos de riscos<sup>14</sup>. Dessa forma, a biópsia pulmonar em pneumoconioses apresenta raras indicações na prática clínica, feita apenas depois de exauridos os métodos não invasivos.

---

<sup>9</sup> ALGRANTI E, CAPITANI EM, CARNEIRO APS, SALDIVA PH. Sistema Respiratório. In: MENDES R. Patologia do Trabalho. 2 ed. Rio de Janeiro: Ed Atheneu, 2003.

<sup>10</sup> INTERNATIONAL LABOUR OFFICE Guidelines for use of ILO International Classification of Radiographs of Pneumoconioses. Geneva: ILO Revised Edition. Occupational Safety and Health Series n. 22, 2000.

<sup>11</sup> GRAHAM WGB. Quartz and silicosis. In: BANKS DE, PARKER JE. *Occupational Lung Diseases: an international perspective*. 1 ed. London. Chapman and Hall Medical, 1998. Cap.13, p.191-212.

<sup>12</sup> HNZDO E e cols. Correlation Between Radiological and Pathological Diagnosis of Silicosis: an Autopsy Population Based Study. *Am J Ind Med*, v.24, p.427-45, 1993

<sup>13</sup> HURWITZ M, WAGNER JC. Correlation of radiological and necropsy findings in Silicosis. Johannesburg, 1959.

Portanto, os baixos índices de sensibilidade da radiografia nas fases iniciais da silicose, aliados às limitações da obtenção do diagnóstico de certeza, são motivos que estimulam a utilização de métodos teoricamente mais acurados, e não invasivos, como a TCAR. Esta ainda acrescenta a possibilidade de melhor esclarecimento de sintomas ou alterações funcionais, através da melhor visualização de outras lesões ou doenças não percebidas através da radiografia.

Embora já existam estudos descritivos dos achados de lesões da silicose através da TCAR<sup>15 16</sup>, e de comparação da mesma com radiografia e testes de função pulmonar, a literatura ainda é carente de estudos comparativos da TCAR com achados anátomo-patológicos da silicose<sup>17</sup>.

Alguns autores têm comparado os achados da TCAR aos da radiografia, testes de função pulmonar, variáveis clínicas e ocupacionais, porém ainda sem conclusões consensuais. Alguns trabalhos demonstraram, através da TCAR, uma melhor explicação para a disfunção pulmonar apresentada pelos pacientes, através da identificação de áreas de enfisema pulmonar não percebidas pela radiografia e/ou complicações decorrentes da própria silicose, como por exemplo, coalescência de lesões<sup>18 19 20 21</sup>. Este fato pode ser especialmente importante para fins periciais.

Nos últimos anos tem sido estudada a possibilidade da utilização da TCAR de tórax como método que poderia diagnosticar com maior precisão as lesões mínimas de silicose, em casos

---

<sup>14</sup>BRITISH THORACIC SOCIETY. The diagnoses, assessment and treatment of diffuse parenchymal lung disease in adults. *Thorax*, v.54, suplem.1, 1999.

<sup>15</sup>REMY-JARDIN M e cols. Assessment of diffuse infiltrative lung disease: comparison of conventional CT and High-Resolution CT. *Radiology*, v.157, p.157-62, 1991.

<sup>16</sup>REMY-JARDIN M e cols. Computed tomographic evaluation of silicosis and Coal Workers Pneumoconiosis. *Radiol Clin North Am*, v.30, n.6, p.1155-1176, 1992.

<sup>17</sup>OLIVETTI L, GRAZIOLI L, MILANESIO L, PROVEZZA A, CHIODERA P, TASSI G, BERGONZINI R. Definizione anatomico-radiologica della silicosi minima interstiziale e contributo diagnostico della tomografia computerizzata com alta risoluzione. *Radiol Med*, v.85, p.600-05, 1993.

<sup>18</sup>BEGIN R, OSTIGUY G, FILLION R, COLMAN N. Computed Tomography Scan in early detection of Silicosis. *Am Rev Respir Dis*, v.144, p.697-705, 1991.

<sup>19</sup>BEGIN R, FILION R, OSTIGUY G. Emphysema in silica and asbestos exposed workers seeking compensation. *Chest*, v.108, p.647-55, 1995.

<sup>20</sup>GEVENOIS PA, SERGENT G, De MAERTELAER V, GOUAT F, YERNAUT JC, VUYST P. Micronodules and emphysema in coal mine or silica exposure: relation with lung function. *Eur Respir J*, v.12, p. 1020-24, 1998.

<sup>21</sup>TALINI D, PAGGIARO PL, FALASCHI F, BATTOLLA L, CARRARA M, PETROZZINO M, BEGLIOMINI E, BARTOLOZZI C, GIUNTINI C. Chest radiography and high resolution CT in the evaluation of workers exposed to silica dust: relation with functional findings. *Occup Environ Med*, v.52, n.4, p.262-7, 1995.

considerados duvidosos ou limítrofes através da radiografia de tórax. Porém, ainda não existem consensos na literatura, especialmente em relação ao rendimento da TCAR em fases precoces da doença, como inexitem estudos que proponham fluxogramas para orientar sua indicação nesta situação. Dessa forma não se sabe ainda como utilizar a TCAR em programas de vigilância da saúde ocupacional de populações expostas à sílica.

Como a TCAR ainda é considerada em nosso meio um exame de alto custo, a busca de critérios para direcionar sua indicação poderia favorecer a relação custo-benefício da utilização de tal exame.

Dessa forma, a pergunta central do presente estudo é “Em expostos à sílica com radiografia normal ou indeterminada, quais elementos clínicos, funcionais e ocupacionais são determinantes do encontro de imagens compatíveis com silicose à TCAR?”

Para responder a tal pergunta é imprescindível considerar que se trata de uma doença com um forte gradiente dose-resposta em relação à exposição à sílica<sup>22 23 24</sup>, o que torna muito importante o conhecimento da carga de exposição dos indivíduos durante a avaliação clínica dos mesmos. Porém, para torná-los comparáveis entre si, é necessário utilizar algum indicador síntese da história de exposição dos mesmos. Ressalta-se, entretanto, que esta não é uma tarefa fácil, pois não existe um único indicador de exposição à sílica. Assim sendo, os componentes de intensidade e duração podem ser avaliados e valorizados de formas diversas. A dificuldade de síntese é ainda maior quando feita de forma retrospectiva.

Acrescenta-se ainda que detalhes da exposição, como por exemplo, a continuidade da mesma após o diagnóstico da silicose<sup>25</sup> e o tempo de permanência da sílica nos pulmões, podem interferir na apresentação e prognóstico da doença. Além disto, existem ainda outros

---

<sup>22</sup> BUCHANAN D, MILLER BG, SOUTAR CA. Quantitative relations between exposure to respirable quartz and risk of silicosis. *Occup Environ Med*, v.60, p.159-164, 2003.

<sup>23</sup> ROSENMAN KD e cols. Silicosis among foundry workers. *Am J Epidemiol* 1996; 144:890

<sup>24</sup> HNIZDO E e cols. Correlation Between Radiological and Pathological Diagnosis of Silicosis: an Autopsy Population Based Study. *Am J Ind Med*, v.24, p.427-45, 1993.

<sup>25</sup> HESSEL PA, SLUIS-CREMER GK, HNIZDO E, FAURE MH, GLYN THIMAS R, WILES FJ. Progression of silicosis in relation to silica dust exposure dust. *Ann Occup Hyg*, v.32 (suppl 1),p. 689-95, 1988.

elementos que podem influenciar no adoecimento como, susceptibilidade individual, fatores genéticos e imunológicos<sup>26</sup>.

Além da silicose, exposições crônicas à poeira de sílica podem aumentar o risco de doença pulmonar obstrutiva crônica<sup>27</sup>, enfisema<sup>28</sup> e tuberculose pulmonar<sup>29</sup>, independentemente do adoecimento por silicose. Existem ainda evidências suficientes do efeito carcinogênico da sílica<sup>30 31</sup>.

Todos estes fatos devem ser conhecidos e cuidadosamente avaliados quando se examinam expostos ou ex-expostos à sílica.

O presente volume foi organizado na forma de três artigos, que consideram as principais questões desenvolvidas na tese, aqui denominados artigos 1, 2 e 3.

---

<sup>26</sup> HESSEL PA, SLUIS-CREMER GK, HNIZDO E, FAURE MH, GLYN THIMAS R, WILES FJ. Progression of silicosis in relation to silica dust exposure dust. *Ann Occup Hyg*, v.32 (suppl 1),p. 689-95, 1988.

<sup>27</sup> HNIZDO E, VALLYATHAN V. Chronic obstructive pulmonary disease due to occupational exposure to silica dust: a review of epidemiological and pathological evidence. *Occup Env Med* 2003; v.60, n.4, p.237-243, 2003.

<sup>28</sup> HNIZDO E, SLUIS-CREMER GK, ABRAMOWITZ JA. Emphysema type in relation to silica dust exposure in South African gold miners. *Am Rev Respir Dis* v.143, p.1241-1247, 1991.

<sup>29</sup> HNIZDO E, MURRAY J. Risk of pulmonary tuberculosis relative to silicosis and exposure to silica dust in South African gold miners. *Occup Environ Med*, v.55, p.496-502, 1998.

<sup>30</sup> HUGHES JM, WEILL H, RANDO RJ, SHI R, MCDONALD AD, MCDONALD JC. Cohort mortality study of north american industrial sand workers II. Case-referent analysis of lung cancer and silicosis deaths. *Ann Occup Hyg*, v.45, n.3, p.201-207, 2001.

<sup>31</sup> STEENLAND K, MANNETJE A, BOFFETTA P, STAYNER L, ATTFIELD M, CHEN J, DOSEMECI M, DEKLERK N, HNIZDO E, KOSKELA R, CHECKOWAY H. Pooled exposure-response analyses and risk assessment for lung cancer in 10 cohorts of silica-exposed workers: an IARC multicentre study. *Cancer causes and control*, v.12, p.773-84, 2001.

## **2 - OBJETIVOS**

Objetivo principal:

Desenvolver critérios para orientar a indicação da tomografia computadorizada de alta resolução de torax no diagnóstico de casos limítrofes de silicose, através da utilização de elementos clínicos, funcionais, ocupacionais e de imagens (terceiro artigo).

Objetivos específicos:

- 1- Desenvolver um indicador síntese da história de exposição à sílica na atividade de mineração subterrânea (primeiro artigo-qualificação)
- 2- Determinar variáveis ocupacionais, clínicas e funcionais relacionadas à silicose e à gravidade da mesma (segundo e terceiro artigos)

### 3- ARTIGO 1

Publicado na Revista de Saúde Pública 40(1):83-91, 2006.

#### **ÍNDICE DE EXPOSIÇÃO À SÍLICA NA ATIVIDADE DE MINERAÇÃO DE OURO**

Silica exposure index in the gold mining

Autores:

Ana Paula Scalia Carneiro<sup>a,\*</sup>, Sandhi Maria Barreto<sup>b</sup>, Arminda Lucia Siqueira<sup>c</sup> e Poliana Freitas La Rocca<sup>a</sup>

Instituições:

<sup>a</sup>Centro de Referência Estadual em Saúde do Trabalhador. Hospital das Clínicas. Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Belo Horizonte, MG, Brasil. <sup>b</sup>Departamento de Medicina Preventiva e Social. Faculdade de Medicina. UFMG. Belo Horizonte, MG, Brasil, Pesquisadora do CNPQ. <sup>c</sup>Departamento de Estatística. UFMG. Belo Horizonte, MG, Brasil

## RESUMO

**Objetivo:** Propor um índice que sintetize a exposição cumulativa à sílica, incluindo intensidade, duração e época da exposição e testá-lo em relação à presença e gravidade de silicose. **Métodos:** Estudo transversal realizado com 140 ex-mineiros de ouro, residentes na região de Nova Lima e Raposos, Minas Gerais, examinados entre 11/1997 e 12/1999. Foram analisadas informações sobre história clínica e ocupacional, radiografia de tórax e espirometria. Casos *borderline* de silicose pela radiografia foram submetidos à tomografia computadorizada de alta resolução. O índice representa a soma dos produtos dos escores extraídos da transformação logarítmica das taxas de concentração de sílica respirável nas diversas funções, minas e períodos trabalhados, multiplicados pelo tempo. Foram aplicados testes paramétricos para comparação das médias entre os grupos de interesse. **Resultados:** O índice proposto apresentou-se discriminativo em relação ao desfecho principal, a silicose, e aos desfechos secundários (enfisema e tuberculose pulmonar) no grupo total, incluindo os diversos estágios da doença, com valores p do teste t de Student de 0,008, 0,016 e <0,001 respectivamente. Em relação às quatro categorias principais da silicose, o teste de Tukey evidenciou diferenças nas médias do índice entre as categorias 0 e 3 e 1 e 3. Porém, no subgrupo constituído pelos casos *borderline*, a discriminação entre os desfechos não foi satisfatória, tanto com diagnósticos obtidos pela radiografia quanto pela tomografia. **Conclusões:** O índice proposto representa um avanço na síntese da exposição ocupacional dos participantes, podendo ser usado, com devidas adaptações, para outras profissões. Entretanto, torna-se importante a incorporação de fatores clínicos e funcionais para entender a evolução da doença em expostos à sílica, especialmente nos casos duvidosos.

### Descritores

Sílica, Silicose, Diagnóstico, Exposição ocupacional, Indicadores de exposição. Estudos transversais.

## ABSTRACT

**Objective:** To develop a cumulative exposure index, considering period, duration and intensity of exposure, and to test this index in relation to presence and severity of silicosis. **Methods:** This is a cross-sectional study carried out 140 former gold miners from the region of Nova Lima and Raposos, Minas Gerais, examined between 11/1997 and 12/1999. Complete data on occupational and clinical histories, chest x-rays and spirometry were analyzed. Cases regarded as normal or doubtful by x-rays were also submitted to chest high-resolution computed tomography. The exposure index were the sum of the scores obtained by the logarithmic transformation of the respirable silica concentration related to job titles, mines and periods of work. Parametric tests were utilized for comparing averages between interest groups. **Results:** The exposure index was able to discriminate the main outcome (silicosis) as well as the other outcomes (tuberculosis and lung emphysema) in the whole group, with the p value of the Student test of 0,008, 0,016 e <0,001, respectively. Relation to the four mainly categories of silicosis, the Tukey test showed difference on the medians of the exposure index on the categories 0 and 3 e 0 e 1. However, in the subgroup of borderline cases, the exposure index was not reasonable among cases submitted to x-ray and tomography as well. In this subgroup, the index could not differentiate the other outcomes. **Conclusions:** The exposure index represents an advance in the evaluation of the ex-miners exposure, however, other information, such as clinical and lung functional data are needed to improve the understanding of disease progress in relation to silica exposure, especially among incipient cases.

### *Keywords*

Silicon dioxide, Silicosis, Diagnosis, Occupational exposure, Exposure indicators, Cross-sectional studies.

### 3.1 INTRODUÇÃO

A silicose é uma doença ocupacional que permanece como um sério problema de saúde pública, pela alta incidência e prevalência nos países em desenvolvimento. Dados nacionais sugerem que Minas Gerais seja o Estado com maior número de casos,\* a maioria proveniente de minerações subterrâneas de ouro. De modo geral, atividades de mineração constituem uma das principais formas de exposição à sílica. Existem ainda outras importantes fontes de exposição como garimpos, lapidações, pedreiras, indústria cerâmica, construção civil pesada.<sup>1</sup>

O desenvolvimento da doença apresenta um forte gradiente dose-resposta em relação à exposição à sílica, inclusive com formas progressivamente mais graves.<sup>3,10,13,18</sup> Estudos recentes mostram que mesmo em exposições a concentrações de sílica dentro dos limites de tolerância adotados em vários países ( $0,1 \text{ mg/m}^3$ ), existe ocorrência expressiva de casos de silicose<sup>15</sup> e, até mesmo mortes em sua decorrência.<sup>16</sup>

Além da silicose, exposições crônicas à poeira de sílica podem aumentar o risco de doença pulmonar obstrutiva crônica,<sup>12</sup> enfisema<sup>11</sup> e tuberculose pulmonar,<sup>7,9</sup> independentemente do adoecimento por silicose. Existem ainda evidências suficientes do efeito carcinogênico da sílica,<sup>13,20</sup> embora permaneça controverso se a silicose é necessária para o desenvolvimento de câncer em expostos à sílica.

O diagnóstico da silicose é baseado na radiografia de tórax (RX), e história clínica e ocupacional coerentes.<sup>1</sup> A Organização Internacional do Trabalho (OIT) desenvolveu uma padronização reprodutível da codificação das alterações radiológicas das pneumoconioses, sendo as lesões parenquimatosas classificadas em relação à profusão, forma e tamanho.<sup>14</sup> A quantificação dos pequenos nódulos da silicose varia em 12 subcategorias: 0/-,-0/0, 0/1, 1/0, 1/1, 1/2, 2/1, 2/2, 2/3, 3/2, 3/3, 3/+. No Brasil, para fins previdenciários,<sup>\*\*</sup> considera-se como caso de silicose, quando a leitura feita por pelo menos dois leitores experientes for maior ou igual a 1/0.

A doença na sua forma crônica é insidiosa, ocorrendo após vários anos do início da exposição. Em fases iniciais costuma ser assintomática, ou pouco sintomática, com pouca alteração nas provas de função pulmonar.

Recentemente tem sido estudada a possibilidade da utilização da tomografia computadorizada de alta resolução (TCAR) de tórax como método que possa diagnosticar lesões mínimas de silicose com maior precisão. Porém, ainda não há consenso na literatura,<sup>2,8,21</sup> tampouco a utilização de modelos padronizados para leituras rotineiras.

Na mineração subterrânea de ouro, os principais fatores que determinam a intensidade da exposição à sílica são a função exercida pelo trabalhador e a qualidade do controle ambiental em cada mina. Esse último é representado principalmente pela eficiência da ventilação e umidificação do processo no interior da mina. A intensidade da exposição em conjunto à duração, fornece a exposição cumulativa de cada indivíduo em um dado período. Apesar de conhecida a relação dose-resposta para silicose, não existe um único índice que sintetize a exposição cumulativa, o que facilitaria a comparação dos trabalhadores expostos.

O objetivo do presente trabalho foi desenvolver um índice síntese da história de exposição à sílica na atividade de mineração subterrânea de ouro que pudesse ser utilizado na prática clínica.

### 3.2 MÉTODOS

Trata-se de estudo transversal, realizado com 140 ex-mineiros, residentes na região de Nova Lima e Raposos, Minas Gerais, conforme descrito em outro artigo.<sup>4</sup> Estima-se que nos últimos 19 anos tenham sido identificados cerca de 4.500 casos de silicose nessa região.\*\* Embora praticamente todos tivessem diagnóstico prévio da doença, foi estabelecido judicialmente que todos deveriam ser submetidos à perícia médica, mesmo que a maioria deles já recebesse algum benefício previdenciário devido à silicose. Dessa forma, os primeiros 150 convocados à perícia, cujos exames foram realizados no período de novembro de 1997 a dezembro de 1999, constituíram a casuística do presente estudo. Devido ao fato da perícia ser de interesse dos pacientes, apenas 10 (6,6%) não compareceram, sendo quatro por motivo de desistência da ação e seis por já terem falecido por ocasião da convocação.

Os dados foram coletados pelos instrumentos citados a seguir:

- a) Anamnese clínica e ocupacional, na forma de entrevista e questionário clínico e ocupacional padronizado;
- b) RX de tórax nos padrões da OIT,<sup>14</sup> cuja leitura foi feita de modo independente por três leitores experientes. Somente foram aceitos exames de qualidade 1 ou 2<sup>14</sup>. Os resultados foram considerados pela mediana das leituras e agrupados nas categorias principais: 0, 1, 2 e 3. Os portadores de grandes opacidades foram incluídos na categoria 3, independente da classificação dos pequenos nódulos;
- c) TCAR realizadas com técnica padronizada, realizada quando a mediana das três leituras radiológicas foi menor ou igual a 1/0. Os exames foram avaliados por três radiologistas experientes, de diferentes serviços, não participantes da etapa das leituras radiológicas. A graduação dos micronódulos seguiu a proposta de Begin et al<sup>2</sup> (1991), classificando-os em quatro categorias de acordo com a profusão.

Os seguintes critérios foram utilizados para diagnóstico de “caso *borderline* de silicose”, enfisema e tuberculose pulmonar (desfechos secundários):

- a) Silicose *borderline*: indivíduos cuja mediana das leituras radiológicas foi igual ou menor que 1/0, incluindo, portanto, casos iniciais (1/0), os considerados “suspeitos” (0/1) e não casos (0/-, 0/0);
- b) Enfisema: evidências ao RX de destruição vascular e aumento difuso do volume pulmonar, caracterizado como hiperinsuflação difusa;<sup>6</sup> e/ou presença na TCAR de áreas de baixa atenuação e destruição vascular<sup>6</sup> classificadas como: proximal (centrolobular), panacinar e parasseptal. O alargamento anormal dos espaços aéreos, associados com fibrose, foi considerado como “enfisema” irregular ou paracicatricial;
- c) Tuberculose: indivíduos com história clínica da doença e/ou portadores de seqüelas ao RX e/ou TCAR caracterizadas por presença de áreas de estrias, nódulos cálcicos, alterações fibroatelectásicas, espessamento e/ou calcificação pleural.<sup>7</sup> Nenhum paciente apresentava TB ativa por ocasião do estudo.

As informações relativas à função, mina, tempo de exposição (anos) e época trabalhada foram obtidas durante a anamnese e conferidas com os documentos dos autos do processo e com as carteiras de trabalho. Nos casos de discordância, foram consideradas as informações fornecidas pelo paciente, desde que ele não apresentasse problemas cognitivos.

A atribuição de escores para a intensidade da exposição foi feita conjuntamente por dois engenheiros de segurança do trabalho, um vinculado a uma instituição de segurança e medicina do trabalho e outro, a uma empresa empregadora. Foram utilizadas avaliações ambientais já existentes nas minas da empresa, constituídas por quantificações de sílica livre em diversas funções, minas e épocas\*\*.

Definiram-se duas épocas principais baseadas nas datas nas quais se deu a maior parte a mudança no processo de trabalho da via seca para via úmida em cada mina. Dessa forma, as oito minas existentes foram classificadas com relação à mudança no processo de trabalho da seguinte forma: Mina A antes de 1980, entre 1981 e 1985 e depois de 1985; Minas B e C antes e depois de 1982; Minas D, E, F e G, antes e depois de 1975; Mina H, antes e depois de 1990. Foram identificadas 23 funções diferentes exercidas no subsolo das minas pelos trabalhadores incluídos no estudo, reunidas em três a seis subgrupos, de acordo com o grau de exposição à sílica, considerando simultaneamente a mina trabalhada e a época.

As medidas de sílica livre na fração respirável variaram de aproximadamente 12,45 mg/m<sup>3</sup> (pior situação correspondente à perfuração a seco ocorrida no passado) até valores próximos a 0,012 mg/m<sup>3</sup> (funções menos expostas em via úmida exercidas recentemente). Tomando o menor valor como referência e dividindo-se cada concentração pelo valor de referência, obtêm-se valores que variaram de 1 a 1.000 e que naturalmente são números puros, isto é sem unidade.

Para oito situações (combinação de mina, período e função) consideradas importantes, havia dados suficientes que permitiram estabelecer relação entre a concentração relativa de sílica (y) e o escore de intensidade de exposição (x) atribuído (variando de 1 a aproximadamente 7), como mostra a Figura 1A. Tomando-se o logaritmo neperiano da concentração é possível linearizar a relação exponencial dessa figura (ver Figura 1B). Obtém-se então a equação de regressão linear  $y=1,1579 x -0,9754$ , cujo ajuste é bom ( $R^2=96\%$ ). Os escores apresentados na Tabela 1 foram obtidos a partir deste modelo de regressão e da experiência de profissionais conhecedores da exposição de cada função exercida nas minas.

Denotando por  $F_{ij}$  o escore de intensidade de exposição (Tabela 1) e  $T_{ij}$  o tempo trabalhado na  $i$ -ésima mina em determinado período na  $j$ -ésima função ( $i=1,2, \dots, 15$  e  $j=1,2, \dots, 23$ ), a história de exposição cumulativa de cada trabalhador pode ser descrita pela equação:

$$I_{EXP} = \sum_{i=1}^{15} \sum_{j=1}^{23} F_{ij} T_{ij} \quad (1)$$

Em resumo, o índice proposto apresenta conteúdo quantitativo representado pelos escores atribuídos à intensidade da exposição (função, mina e época considerados simultaneamente) que, trabalhados com a duração da exposição (anos), fornece uma medida cumulativa final.

Os 140 pacientes estudados, foram distribuídos nas quatro categorias radiológicas de silicose (referidas como categoria 0, categoria 1, categoria 2 e categoria 3), respectivamente com os seguintes tamanhos:  $n_0=57$  (41%),  $n_1=48$  (34%),  $n_2=16$  (11%) e  $n_3=19$  (14%). O cálculo do poder para as comparações dos índices desses grupos foi baseado nos testes de médias de uma análise de variância a um fator com tamanhos de amostras desiguais disponível no *software* nQuery Advisor. Foi adotado o nível de significância de 5% e para valores plausíveis dos parâmetros necessários ao cálculo do poder, obtemos valores de poder superiores a 90%.

Como o índice seguiu a distribuição normal, foram aplicados testes paramétricos para comparação das médias entre os grupos de interesse. Foram utilizados o teste t de *Student* e a técnica de análise de variância, respectivamente para comparação de categorias binárias ou múltiplas. O procedimento para localizar as diferenças entre categorias testadas neste último caso foi baseado no teste de Tukey.<sup>19</sup>

A validação indireta do índice em relação aos diagnósticos de silicose foi feita pela curva ROC (*Receiving Operating Characteristic*).<sup>23</sup> A área sob a curva ROC superior a 0,70 é considerada como boa capacidade de discriminação. Embora idealmente a utilização da curva ROC seja para avaliar acurácia de testes diagnósticos, também tem sido empregada em situações de ausência ou imperfeição do padrão-ouro.<sup>23</sup> Assim, mesmo que no presente estudo não se tenha o padrão-ouro para o diagnóstico (resultados anátomo-patológicos), optou-se pela utilização da curva ROC como uma investigação adicional sobre as qualidades do índice de exposição proposto. A análise foi feita no grupo completo considerando-se como diagnóstico de silicose aquele obtido pelo RX. Para o subgrupo *borderline* considerou-se em separado tanto o diagnóstico obtido pelo RX quanto pelo TCAR de tórax.

Foram utilizados os programas estatísticos SPSS 10.0 e nQuery Advisor versão 4.0.

A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital das Clínicas da Universidade Federal de Minas Gerais.

### 3.3 RESULTADOS

A idade dos pacientes variou de 37 a 88 anos, com média de 58,4 anos, todos do sexo masculino. As datas de admissão nas minas variaram de 1933 a 1986. Em relação à duração da exposição, a variação foi de um a 45 anos, com média de 15,8 anos. O tempo de afastamento da exposição, à época da avaliação, variou entre dois a 42 anos com média de 16,2 anos. O número de funções de cada indivíduo, no decorrer de seu contrato de trabalho, variou de uma a seis. A maior parte dos indivíduos (76%) exerceu duas ou três funções distintas ao longo de seu contrato de trabalho, sendo que 88% deles em algum momento foram trabalhadores “braçais”: 41% “perfuradores”, 18% “encarregados”, 13% “ajudantes de perfurador” e 11% “feitores”. O número de minas trabalhadas por indivíduo variou de uma a quatro, sendo a Mina A a mais freqüente, seguida da Mina B.

De acordo com critérios do presente estudo, 57 (40,7%) dos 140 pacientes examinados foram considerados não portadores de silicose (RX menor ou igual a 0/1) e 83, portadores (RX maior ou igual a 1/0).

Para o estudo, os pacientes foram divididos em dois subgrupos: 66 foram considerados como casos de silicose bem definidos à radiografia de tórax (mediana das três leituras radiológicas maior ou igual a 1/1) e os demais 74 como *borderline* (mediana das três leituras radiológicas igual ou menor que 1/0). Este último subgrupo foi submetido à TCAR, sendo que cinco deles não compareceram para realização do exame, restando, portanto, 69 com propedêutica completa.

A história de exposição obtida a partir da equação (1) variou de 6,00 a 185,50 (média=75,2; DP=34,36) no grupo completo. No subgrupo de casos *borderline* variou de 6,0 a 161,5 (média=67,6,0; DP=31,1).

Por meio da comparação feita pelo teste t de *Student* (Figura 2A), no grupo completo, a média do índice foi significativamente maior entre os casos de silicose que entre os não casos ( $p=0,008$ ). Em relação às quatro categorias principais de silicose, as médias do índice foram de 65,92, 73,13, 80,69 e 103,50 respectivamente para as categorias 0, 1, 2 e 3. Elas foram comparadas pela análise de variância, sendo encontrada diferença significativa ( $p<0,001$ ). Entretanto, pelo procedimento de comparações múltiplas de Tukey, foi identificada diferença significativa apenas entre as categorias 0 para 3 e 1 para 3 (Figura 2B).

Ainda para o grupo completo, também foram encontradas diferenças estatisticamente significativas entre as médias do índice em relação aos diagnósticos de enfisema (Figura 2C) e tuberculose (Figura 2D); ( $p<0,001$  e  $p=0,016$ , respectivamente).

No subgrupo constituído pelos casos *borderline*, as comparações das médias do índice de exposição à sílica entre casos e não casos de silicose, cujos diagnósticos foram obtidos por RX e por TCAR (Figura 3A e 3B), não evidenciaram diferença estatisticamente significativa ( $p=0,455$  e  $p=0,434$ , respectivamente).

Também a comparação das médias do índice de exposição entre casos e não casos dos desfechos secundários, cujos diagnósticos foram feitos por RX, não foi significativa, conforme as Figuras 3C e 3D ( $p=0,681$  e  $p=0,727$ ). Posteriormente, comparou-se a diferença desses mesmos desfechos com diagnósticos obtidos pela TCAR, instrumento teoricamente mais sensível, porém permanecendo não significativa a diferença em relação ao índice de exposição ( $p=0,467$  e  $p=0,576$ , respectivamente).

A Tabela 2 resume os resultados das comparações das médias do índice de exposição em relação aos desfechos estudados no grupo completo e no subgrupo de casos *borderline*.

A curva ROC foi utilizada para validação indireta do índice. Nesta, existe uma linha diagonal que divide a área em duas metades (0,50), nível no qual não há discriminação de diagnósticos.

No grupo completo, cujos diagnósticos de silicose foram obtidos por RX, a área sob a curva foi de 0,633. Restringindo-se à análise do subgrupo de casos *borderline*, cujos diagnósticos de silicose foram obtidos por meio de RX, a área sob a curva foi de 0,596. Considerando-se os diagnósticos de silicose por TCAR, a área sob a curva foi de 0,604.

**Tabela 1-** Escores atribuídos a intensidade da exposição de acordo com as funções, para cada mina em determinado período (de acordo com mudança do processo de trabalho da via seca para úmida)

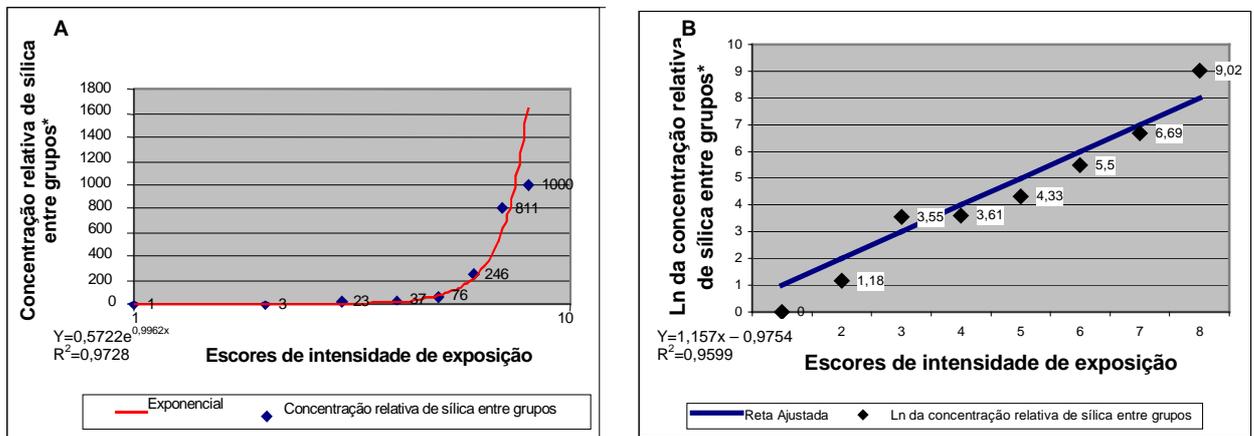
FUNÇÃO	MINA														
	A		B		C		D		E		F e G		H		
	Até 1980	1981 a 1985	Após 1985	Até 1982	Após 1982	Até 1982	Após 1982	Até 1975	Após 1975	Até 1985	Após 1985	Até 1985	Após 1985	Até 1990	Após 1990
Operador de planta de refrigeração	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Maquinista de elevador	3	2	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Sinaleiros de poços	3	2	1	2	1	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2
Gaioleiro	3	2	1	2	1	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2
Chefe de turno	3	3,5	2	2	1	2	1	3	3	3	3	3	3	3	2
Encarregado	5,5	3,5	2	3	2	3	2	3	3	3	3	3	3	3	2
Eletricista	5,5	3,5	2	3	2	3	2	3	3	3	3	3	3	3	2
Mecânico	5,5	3,5	2	3	2	3	2	3	3	3	3	3	3	3	2
Encanador	5,5	3,5	2	3	2	3	2	3	3	3	3	3	3	3	2
Transportador de ferramentas	5,5	3,5	2	3	2	3	2	3	3	3	3	3	3	3	2
Transportador de água	5,5	3,5	2	3	2	3	2	3	3	3	3	3	3	3	2
Motorneiro	5,5	3,5	2	3	2	3	2	3	3	3	3	3	3	3	2
Engatador de bonde	5,5	3,5	2	3	2	3	2	3	3	3	3	3	3	3	2
Escoramento	5,5	3,5	2	3	2	3	2	3	3	3	3	3	3	3	2
Feitor	6	4,5	3,5	4	3	4	3	4	3	4	3	4	3	3	2
Operador de máquina de rampa	6	4,5	3,5	4	3	4	3	4	3	4	3	4	3	3	2
Rasteleiro	6,5	5	4	5	3	5	3	4	3	4	3	4	3	3	2
Operador de pá mecânica	6,5	5	4	5	3	5	3	5	3	5	3	5	3	3	2
Operador de pá carregadeira	6,5	5	4	5	3	5	3	5	3	5	3	5	3	3	2
Operador de jumbo	6,5	5	4	5	3	5	3	5	3	5	3	5	3	3	2
Braçal	6,5	5	4	5	3	5	3	5	3	5	3	5	3	3	2
Ajudante de perfurador	7	6	5	6	4	6	4	6	4	6	4	6	4	4	3
Perfurador	7	6	5	6	4	6	4	6	4	6	4	6	4	4	3

\*0= ausência da referida função de acordo com as minas

**Tabela 2: Resultados das comparações das médias do índice de exposição em relação aos desfechos no grupo completo e no subgrupo de casos *borderline***

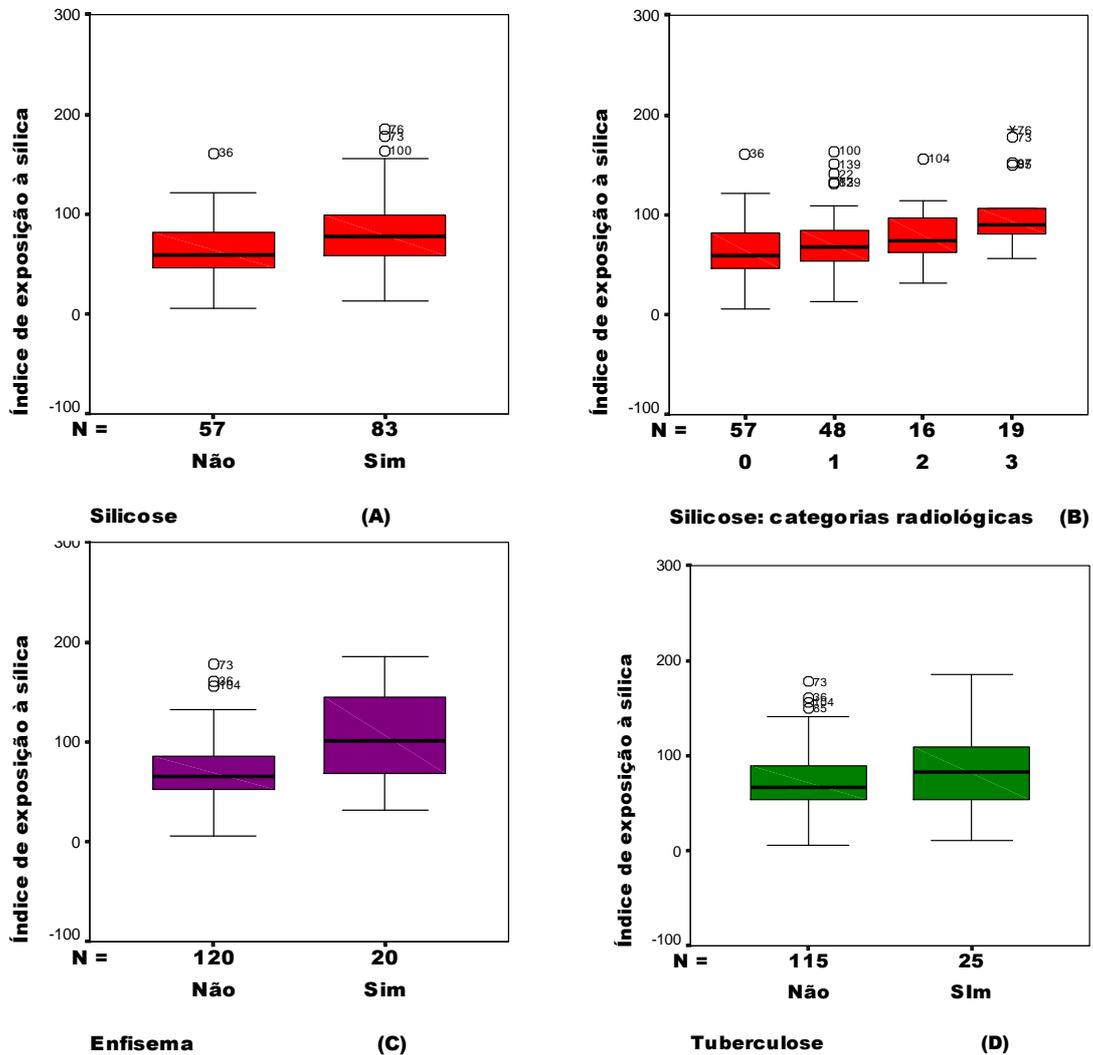
Diagnóstico por métodos de imagem	Média do índice nos não casos (N)	Média do índice nos casos (N)	Valor-p
<b>Grupo completo (N=140)</b>			
<i>Silicose ao RX</i>	65,92 (57)	81,54 (83)	0,008
Tuberculose ao RX	71,93 (115)	90,12 (25)	0,016
Enfisema ao RX	70,77 (120)	101,65 (20)	<0,001
<b>Subgrupo <i>boderline</i> (N=69)</b>			
Silicose ao RX	65,92 (57)	73,38 (12)	0,455
Silicose à TCAR	66,00 (59)	74,40 (10)	0,434
Enfisema ao RX	66,83 (65)	73,50 (4)	0,681
Enfisema à TCAR	65,46 (49)	71,53 (20)	0,467
Tuberculose ao RX	67,69 (61)	63,56 (8)	0,727
Tuberculose à TCAR	68,14 (58)	62,36 (11)	0,576

RX: Radiografia; TCAR: Tomografia computadorizada de alta resolução

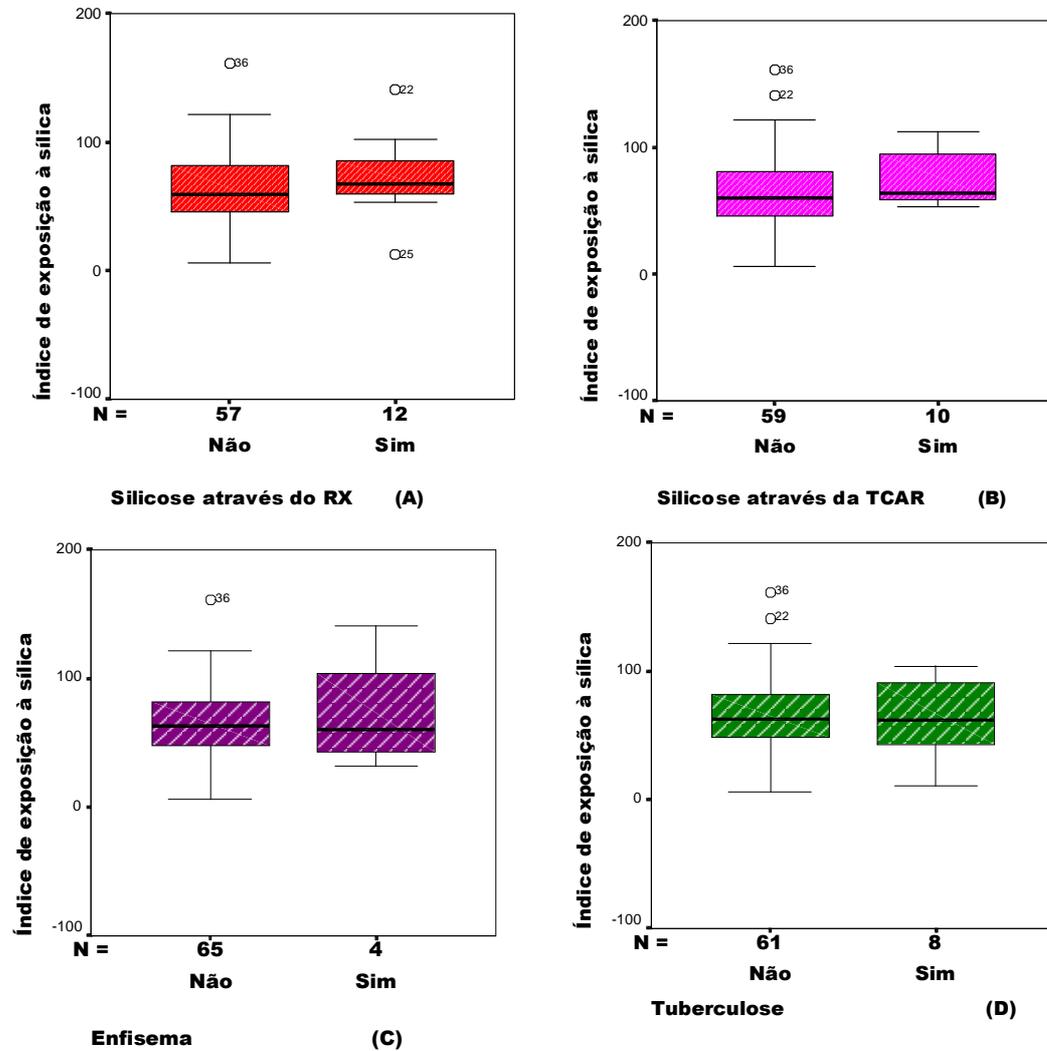


**Figura 1:** Ajuste de escores de intensidade de exposição em relação à concentração relativa de sílica dentre os grupos em A e ao Ln da concentração relativa em B.

\* Divisão da concentração de sílica de cada situação pelo menor valor dentre as mesmas.



**Figura 2:** Box-plot do índice de exposição à sílica nos 140 pacientes classificados através do RX de tórax entre casos de silicose ( $\geq 1/0$ ) e não casos (0/0 e 0/1) em A; nas quatro categorias radiológicas da silicose (0,1,2,3) em B; e de acordo com a presença ou não de sinais de enfisema pulmonar ao RX de tórax em C; e de acordo com a presença ou não do diagnóstico de Tuberculose pulmonar (história e/ou seqüelas típicas ao RX de tórax) em D.



**Figura 3:** Box-plot do índice de exposição à sílica no subgrupo de 69 pacientes divididos entre casos de silicose (RX=1/0) e não casos (RX= 0/0 e 0/1) em A; entre casos de silicose (TCAR classificada como categoria 1) e não casos (TCAR classificada como 0) em B; distribuídos de acordo com a presença ou não de sinais de enfisema pulmonar ao RX de tórax em C; distribuídos de acordo com a presença ou não do diagnóstico de Tuberculose pulmonar (história e/ou seqüelas típicas ao RX de tórax) em D.

### 3.4 DISCUSSÃO

O índice de exposição à sílica apresentou um poder discriminatório de razoável a bom quanto à ocorrência da silicose, conforme evidenciado pela curva ROC<sup>23</sup> aplicada ao grupo completo.

No entanto, no subgrupo de casos *borderline*, mesmo considerando-se o uso da TCAR, método teoricamente mais acurado que o RX para detecção precoce de imagens, o poder discriminatório do índice não foi satisfatório, embora ligeiramente melhor. Não foi encontrado nenhum artigo que tenha se proposto a estudar índices de exposição apenas em casos *borderline*, para fins de comparação. É possível que os dados utilizados para a construção do índice não sejam suficientemente acurados para discriminar os níveis de exposição no grupo *borderline*, que é um grupo mais homogêneo que o grupo completo.

O índice não pretende captar todos os determinantes envolvidos na exposição à sílica, nem tampouco aborda os mecanismos de deposição e *clearance* pulmonar. De fato, existem outros fatores de risco que devem ser levados em conta para a ocorrência de silicose, tais como susceptibilidade individual, fatores genéticos, além de detalhes da exposição à sílica não captados pelo índice. Além disso, não foram levados em consideração fatores além da exposição efetiva à sílica, como o período total de permanência da sílica nos pulmões, nem o período de afastamento da exposição ou período de latência, que podem ter influência na ocorrência de silicose.<sup>15,18</sup> Tais fatores serão analisados em outro estudo.

Reconhece-se que as “medidas resumo” em geral são sujeitas a imperfeições, especialmente quando feitas de modo retrospectivo pelos dados obtidos da história ocupacional. Entretanto, o índice proposto pretende, de modo simples, resumir e estimar a exposição à sílica baseada em informações recuperáveis pela anamnese. A exposição assim sintetizada poderá ser relacionada aos desfechos principais e, eventualmente, colaborar na condução dos casos.

Ao contrário dos índices tradicionais de exposição à sílica, que são elaborados a partir de medidas quantitativas diretas ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) trabalhadas de diversas formas,<sup>3,10,13,17,18</sup> a proposta

deste índice foi transformar estas quantificações ambientais em escores, de modo a tornar sua aplicação mais próxima da prática clínica. Dessa forma, com dados possíveis de se obter pela anamnese ocupacional, pode-se localizar em quais classes o paciente se enquadra e proceder o cálculo do índice, o que, de certa forma, simplifica a abordagem. Poucos autores utilizaram este tipo de estimativa em classes ou escores para comparação com desfechos relacionados à exposição.<sup>22</sup>

Esta forma de avaliação pode ainda ser utilizada, com as devidas adaptações e criação de escores próprios, em outros ramos de atividade profissional nos quais exista exposição à sílica ou a outro elemento.

Deve ainda ser considerado que, como se trata de uma medida cumulativa, foi pressuposto que os componentes de intensidade e duração da exposição tenham comportamentos semelhantes, o que pode nem sempre ocorrer. Estudo recente<sup>3</sup> mostrou que grandes intensidades de exposição, ainda que por curtos períodos, são mais importantes que exposições prolongadas em concentrações menores.

A literatura mostra que a ocorrência de tuberculose pulmonar é muito maior em portadores de silicose que em expostos à sílica não portadores da doença. Sabe-se ainda que a exposição à sílica, mesmo sem evidências da presença de silicose, é um fator de risco para o desenvolvimento de tuberculose pulmonar, inclusive com gradiente dose-resposta em relação à magnitude da exposição à sílica.<sup>5,9</sup> O mesmo ocorre em relação ao enfisema pulmonar, porém sofrendo influência do tabagismo.<sup>11</sup>

Quando se analisou o grupo completo (n=140), consideraram-se os diagnósticos de tuberculose e enfisema fundamentados apenas em achados radiológicos, tendo em vista que nem todos foram submetidos à TCAR. Foram encontradas diferenças estatisticamente significativas em relação ao índice entre casos e não casos de tais desfechos.

Porém, como o presente estudo refere-se a um grupo com diagnóstico prévio de silicose a ser confirmado em processo pericial, pode-se supor que a tuberculose tenha sido um dos principais diagnósticos confundidores. Dessa forma, acredita-se que alguns dos expostos não portadores de silicose tenham entrado no processo judicial pôr terem apresentado tuberculose no passado, tida como silicose naquela ocasião. Assim, a associação entre exposição à sílica e tuberculose pode ter sido subestimada, especialmente no subgrupo de *borderline*, devido a um “excesso” de tuberculose nos não portadores de silicose, por sua vez menos expostos à sílica. É possível que o mesmo tenha acontecido em relação ao enfisema. Tal fato talvez possa ser uma das explicações da ausência de diferença das médias do índice de exposição em relação à presença dos desfechos secundários no subgrupo de casos *borderline* de silicose. Nesses casos, foram encontrados inclusive valores ligeiramente mais altos nas médias do índice dentre os não portadores de TB.

Concluindo, embora seja possível construir um indicador-síntese de exposição à sílica a partir da história ocupacional, os presentes achados sugerem que seriam necessárias informações mais detalhadas sobre a exposição para melhorar o poder discriminatório. Seria necessário incorporar outros elementos, como os clínicos e funcionais, para melhor entendimento do índice nos casos *borderline* da doença.

## AGRADECIMENTOS

O presente trabalho é parte da tese de Doutorado em Epidemiologia de Carneiro APS no Programa de Pós-Graduação em Saúde Pública da UFMG.

Agradecemos à equipe da Mineração Anglo-Gold, em especial aos Srs. Hermano Gomes Machado, Cristovam Chiaradia e Marcelo Lopez e ao Sr. Lênio Servio Amaral da FUNDACENTRO, pela decisiva contribuição na atribuição dos escores de exposição às minas e funções; aos radiologistas Drs Cid Sérgio Ferreira, Maria Luíza Bernardes, Jorge Issamu Kavakama e Thaís Abreu de Castro pela leitura das radiografias e tomografias; ao Dr Eduardo Algranti, da FUNDACENTRO, pelo apoio durante a realização deste trabalho.

Agradecemos à CAPES pelo apoio ao projeto por ter possibilitado o módulo “doutorado sanduíche” no exterior (Itália), à autora principal. A Doutora Sandhi Maria Barreto é pesquisadora do CNPQ.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Algranti E, De Capitani EM, Carneiro APS, Saldiva PHN. Patologia respiratória relacionada com o trabalho. In: Mendes R, editor. Patologia do trabalho. 2ª ed. Rio de Janeiro: Atheneu; 2003. p.1329-97.
2. Begin R, Ostiguy G, Fillion R, Colman N. Computed tomography scan in early detection of silicosis. *Am Rev Respir Dis* 1991;144(3 Pt 1):697-705.
3. Buchanan D, Miller BG, Soutar CA. Quantitative relations between exposure to respirable quartz and risk of silicosis. *Occup Environ Med* 2003;60(3):159-64.
4. Carneiro APS, Siqueira AL, Algranti E, Ferreira CS, Kavakama JI, Bernardes ML, et al. Estudo comparativo entre tomografia computadorizada de alta resolução e radiografia de tórax no diagnóstico da silicose em casos incipientes. *J Pneumol* 2001;27(4):199-205.
5. Cowie RL. The epidemiology of tuberculosis in gold miners with silicosis. *Am J Respir Crit Care Med* 1994;150(5 Pt 1):1460-2.
6. Fraser RS, Muller NL, Colman N, Paré PD. Diagnosis of diseases of the chest. 4<sup>th</sup> ed. Philadelphia (PA): Saunders; 1999. Chronic obstructive pulmonary disease. v. 3, p. 2168-263
7. Fraser RS, Muller NL, Colman N, Paré PD. Diagnosis of diseases of the chest. 4<sup>th</sup> ed. Philadelphia (PA): Saunders; 1999. Mycobacteria. v. 2, p. 799-873

8. Gevenois PA, Sergent G, De Maertelaer V, Gouat F, Yernaut JC, De Vuyst P. Micronodules and emphysema in coal mine dust or silica exposure: relation with lung function. *Eur Respir J* 1998;12(5):1020-4.
9. Hnizdo E, Murray J. Risk of pulmonary tuberculosis relative to silicosis and exposure to silica dust in South African gold miners. *Occup Environ Med* 1998;55(7):496-502.
10. Hnizdo E, Sluis-Cremer GK. Risk of silicosis in a cohort of white South African gold miners. *Am J Ind Med* 1993;24(4):447-57.
11. Hnizdo E, Sluis-Cremer GK, Abramowitz JA. Emphysema type in relation to silica dust exposure in South African gold miners. *Am Rev Respir Dis* 1991;143(6):1241-7.
12. Hnizdo E, Vallyathan V. Chronic obstructive pulmonary disease due to occupational exposure to silica dust: a review of epidemiological and pathological evidence. *Occup Environ Med* 2003;60(4):237-43.
13. Hughes JM, Weill H, Rando RJ, Shi R, McDonald AD, McDonald JC. Cohort mortality study of north american industrial sand workers II: case-referent analysis of lung cancer and silicosis deaths. *Ann Occup Hyg* 2001;45(3):201-7.
14. International Labour Office. Guidelines for use of ILO international classification of radiographs of pneumoconioses. Geneva; 1980. (Occupational Safety and Health Series, 22).
15. Kreiss K, Zhen B. Risk of silicosis in a Colorado mining community. *Am J Ind Med* 1996;30(5):529-39.
16. Mannelje A, Steenland K, Attfield M, Boffetta P, Checkoway H, DeKlerk N, et al. Exposure response analysis and risk assessment for silica and silicosis mortality in a pooled analysis of six cohorts. *Occup Environ Med* 2002;59(11):723-8.
17. Mannelje A, Steenland K, Checkoway H, Koskela RS, Koponen M, Attfield M, et al. Development of quantitative exposure data for a pooled exposure-response analysis of 10 silica cohorts. *Am J Ind Med* 2002;42(2):73-86.
18. Rosenman KD, Reilly MJ, Rice C, Hertzberg V, Tseng CY, Anderson HA. Silicosis among foundry workers: implication for the need to revise the OSHA standard. *Am J Epidemiol* 1996;144(9):890-900.
19. Rosner B. Fundamentals of biostatistics. 4<sup>th</sup> ed. New York (NY): Duxbury; 1995.
20. Steenland K, Mannelje A, Boffetta P, Stayner L, Attfield M, Chen J, et al. Pooled exposure-response analyses and risk assessment for lung cancer in 10 cohorts of silica-exposed workers: an IARC multicentre study. *Cancer Causes Control* 2001;12(9):773-84.

21. Talini D, Paggiaro PL, Falaschi F, Battolla L, Carrara M, Petrozzino M, et al. Chest radiography and high resolution computed tomography in the evaluation of workers exposed to silica dust: relation with functional findings. *Occup Environ Med* 1995;52(4):262-7.
22. Tjoe Nij E, Burdorf A, Parker J, Attfield M, Duivenbooden C, Heederik D. Radiographic abnormalities among construction workers exposed to quartz containing dust. *Occup Environ Med* 2003;60(6):410-7.
23. Zhou XH, Obuchowski NA, McLish D K. Statistical methods in diagnostic medicine. New York (NY): Wiley; 2002.

Rodapé:

\*Brasil. Ministério da Saúde, Fundação Nacional de Saúde. Manual de Normas para controle das pneumoconioses: silicose, pneumoconiose dos trabalhadores do carvão e pneumoconioses por poeiras mistas. Brasília (DF); 1997. p. 36.

\*\*Instituto Nacional do Seguro Social. Ordem de Serviço n 609, de 5 de agosto de 1998: Aprova Norma Técnica sobre Pneumoconioses. Diário Oficial da União, n 158, de 19 de agosto de 1998, seção I, p. 53-60.

\*\*\*Lima DA, Lorenzo GV, Amaral LS, Sampaio MR. Relatório técnico das condições de segurança, higiene e medicina do trabalho e trabalho educativo na Mineração Morro Velho S/A. Belo Horizonte, Fundacentro, CEMG. 1991/1992. (5 volumes).

#### 4- ARTIGO 2

### **EXPOSIÇÃO CONTINUADA À SÍLICA APÓS O DIAGNÓSTICO DE SILICOSE EM MINEIROS DE OURO, BRASIL**

Continued exposure to silica after diagnosis of silicosis in brazilian gold miners

(Publicado no American Journal of Industrial Medicine v.49, n.10, p.811-818, October, 2006)

Autores:

Ana Paula Scalia Carneiro<sup>a,\*</sup>, Sandhi Maria Barreto<sup>b</sup>, Arminda Lucia Siqueira<sup>c</sup>, Fulvio Cavariani<sup>d</sup> e Francesco Forastiere<sup>e</sup>

Instituição:

<sup>a</sup>Centro de Referência Estadual em Saúde do Trabalhador. Hospital das Clínicas. Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Belo Horizonte, MG, Brasil. <sup>b</sup>Departamento de Medicina Preventiva e Social. Faculdade de Medicina. UFMG. Belo Horizonte, MG, Brasil, Pesquisadora do CNPQ. <sup>c</sup>Departamento de Estatística. UFMG. Belo Horizonte, MG, Brasil. <sup>d</sup>Laboratório de Higiene Industrial da Unidade Regional do Serviço de Saúde de Viterbo, Itália.. <sup>e</sup>Departamento de Epidemiologia do Serviço Nacional de Saúde, Unidade Local, Roma E, Itália.

## RESUMO

**Introdução:** A literatura recente é escassa de estudos que tenham analisado o efeito da manutenção da exposição à sílica após a ocorrência de silicose sobre a evolução da mesma.

**Objetivos:** O objetivo do presente estudo foi verificar a existência de diferenças tardiamente observadas, na apresentação clínica e radiológica da silicose em ex-trabalhadores portadores da doença, mantidos em exposição por ocasião de seus contratos de trabalho, em relação aos que foram afastados após diagnóstico da mesma.

**Métodos:** Uma amostra de 83 ex-mineiros de ouro portadores de silicose em diversas fases da doença, cujo tempo mediano do primeiro diagnóstico de silicose foi de 21 anos, foram submetidos à anamnese clínica e ocupacional, radiografia de tórax nos padrões da Organização Internacional da Trabalho e espirometria. A exposição à sílica foi avaliada, sendo criado um índice de exposição. Os principais desfechos analisados foram: gravidade radiológica da silicose e tuberculose. A análise foi feita através de regressão logística com cálculo do Odds Ratios (OR) e seu intervalo de confiança de 95% (IC).

**Resultados:** Dentre os 83 mineiros, 44 continuaram trabalhando expostos à sílica após o diagnóstico de silicose. A persistência da exposição à sílica associou-se a casos radiologicamente mais graves de silicose, classificação na categoria 3 (OR=6,42, IC=1,20, 34,27, p=0,029), presença de coalescências e/ou grandes opacidades (OR=3,85, IC=1,07, 13,93, p=0,040), e mais casos de tuberculose (OR=4,61, IC=1,14, 18,71, p=0,032).

**Conclusões:** Estes resultados reforçam a indicação de interrupção precoce da exposição nos casos de radiografia sugestiva da doença.

**Descritores:** sílica, silicose, exposição, prognóstico, mineração

### Abreviaturas e notações:

IC: intervalo de confiança

IEX: índice de exposição cumulativa à sílica

n: frequência observada

OR: *Odds Ratio* (razão de chances)

Radiografia : RX

Tuberculose: TB

$\bar{x}$  : média

$\tilde{x}$  : mediana

S: desvio-padrão

## ABSTRACT

**Background:** There is a paucity of studies analyzing the effect of continued silica exposure after the onset of silicosis with regard to disease progression. The objective of the present study was to investigate whether there are later differences in the clinical and radiological presentation of silicosis among former workers with a diagnosis of silicosis, comparing subjects who continued to be exposed because of their work contracts with workers who stopped silica exposure after having received their diagnosis. **Methods:** A sample of 83 former gold miners with silicosis at various stages of the disease, with a median of 21 years from the first diagnoses of silicosis, had their clinical and occupational histories taken and underwent both chest radiography (International Labor Organization standards) and spirometry. Their silica exposure was assessed and an exposure index was created. The main outcome was the radiological severity of silicosis and tuberculosis. The statistical analysis was done by logistic regression calculating Odds Ratios (OR) and their 95% Confidence Interval (CI). **Results:** Among the 83 miners, 44 continued exposed to silica after being diagnosed with silicosis. Continuation of silica exposure was associated with radiological severe silicosis with X-ray classified in category 3 (OR=6.42, CI=1.20-34.27, p=0,029), presence of coalescence and/or large opacities (OR=3.85, CI=1.07-13.93, p=0,040), and tuberculosis (OR=4.61, CI=1.14-18.71, p=0,032). **Conclusions:** These results reinforce the recommendation that silica exposure should be halted at an early stage in cases of radiography suggestive of the disease.

**Key words:** Silica, silicosis, exposure, prognosis, mining

## 4.1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento da silicose apresenta um forte gradiente dose-resposta em relação à duração e intensidade da exposição à sílica (Hnizdo e Sluiz C, 1993; Hughes et al, 2001; Buchanan et al, 2003; Cavariani et al, 2005). Exposições crônicas à poeira de sílica predis põem ainda à ocorrência de doença pulmonar obstrutiva crônica (Hnizdo e Vallyathan, 2003) e de tuberculose (TB) (Hnizdo e Murray, 1998), independente do adoecimento por silicose. Existem ainda evidências suficientes do efeito carcinogênico da sílica (IARC, 1997; Steenland et al, 2001; McDonald et al, 2005).

Embora biologicamente plausível o argumento que a manutenção da exposição à sílica acelere a evolução clínica e radiológica da silicose, a literatura é pobre em trabalhos que tenham avaliado esta questão (Hessel, 1988). Do mesmo modo, não foram encontrados estudos que tenham levado este fato em consideração ao se avaliar o efeito carcinogênico da sílica.

No Brasil, o trabalho de mineração de subsolo é considerado uma ocupação insalubre e por esta razão, a aposentadoria se dá ao serem completados 15 anos de trabalho (aposentadoria especial). A legislação trabalhista atual determina que toda empresa que expõe trabalhadores à sílica realize controle radiológico anual dos mesmos como medida de prevenção secundária (Ministério do Trabalho-NR7, 1994). Uma vez preenchidos os critérios para diagnóstico radiológico de silicose (classificação por pelo menos dois leitores experientes como  $\geq$  a 1/0, de acordo com os critérios de classificação da Organização Internacional do Trabalho - OIT), a Legislação Previdenciária recomenda que o trabalhador deva ser afastado da exposição à sílica, sendo, portanto, remanejado de função de acordo com sua capacidade pulmonar (INSS, 1998). Ainda a Consolidação das Leis do Trabalho (CLT), em seu artigo 300, recomenda que, se por motivo de saúde for necessária remoção do trabalhador do subsolo para superfície, a empresa será obrigada a fazê-la (CLT, 1943).

A despeito destas recomendações, lembrando que nem todas elas existiam no passado ou não foram inteiramente seguidas, no presente estudo de mineiros de subsolo, identificou-se um número significativo de trabalhadores com diagnóstico de silicose que haviam permanecido expostos à sílica após o diagnóstico da mesma.

Portanto, o estudo atual tem como objetivo analisar o efeito da continuidade da exposição sobre a evolução clínica e radiológica da silicose, comparando-se trabalhadores que permaneceram expostos com os que interromperam a exposição após o diagnóstico da doença.

## 4.2 MÉTODOS

Trata-se de estudo retrospectivo, cujo universo foi representado por ex-mineiros de ouro com diagnósticos prévios de silicose, residentes na região de Nova Lima e Raposos, MG. Estima-se que nos últimos 19 anos tenham sido identificados cerca de 4500 casos de silicose nessa região (INSS, 1998). Nesse grupo, existe um subgrupo, estimado em 1500 pessoas, que movem ações judiciais contra o ex-empregador, dentre os quais foram realizados 140 exames de perícia médica, no período de novembro de 1997 a dezembro de 1999.

Os 140 pacientes tinham diagnóstico prévio de silicose, estando 132 deles em recebimento de benefícios pela doença junto ao Instituto Nacional do Seguro Social (INSS), sendo 11 aposentados por invalidez e 121 em auxílio-acidente.

Entretanto, de acordo com a metodologia empregada no presente estudo, e com os critérios de diagnóstico de pneumoconioses utilizados no Brasil (INSS, 1998), 57 foram classificados como não portadores de silicose ( $RX \leq 0/1$ ) e apenas 83 deles foram considerados como casos de silicose ( $RX \geq 1/0$ ). Apenas os últimos foram analisados no estudo atual, os quais foram divididos em dois subgrupos: os que continuaram trabalhando expostos à sílica após o diagnóstico de silicose ( $n=44$ ), e os que foram afastados da exposição ( $n=39$ ).

Foi considerado como “ano do diagnóstico da silicose” a data de início do recebimento do benefício previdenciário.

### *Avaliação da exposição*

Os dados relativos à exposição à sílica foram registrados durante a anamnese ocupacional sendo elaborado um índice, já descrito de forma detalhada (Carneiro et al, 2006). Para tal, as variáveis relativas à intensidade da exposição (“função”, “mina” e época da exposição) foram conjuntamente classificadas em escores que variaram de 1 a 7, baseados em várias mensurações de sílica livre em diversos locais, funções e épocas (Lima, 1991-92). A duração da exposição (em anos de subsolo), em conjunto com os fatores relativos à intensidade, forneceu o índice de exposição cumulativa final (IEX) em determinado período.

Denotando por  $F_{ij}$  o escore de intensidade de exposição e  $T_{ij}$  o tempo trabalhado na  $i$ -ésima mina em determinado período na  $j$ -ésima função ( $i=1,2, \dots, 15$  e  $j=1,2, \dots, 23$ ), a história de exposição cumulativa (IEX) de cada trabalhador pode ser descrita pela expressão:

$$I_{EX} = \sum_{i=1}^{15} \sum_{j=1}^{23} F_{ij} T_{ij} \quad (1)$$

Considerou-se ainda o tempo de permanência da sílica nos pulmões, que correspondeu ao período decorrido entre o ano do início da exposição até o momento da avaliação pericial. Esta última medida tem sido sugerida como uma forma complementar de se estudar as relações entre exposição à sílica e seus efeitos (Buchanan, 2003).

*Instrumentos de avaliação:*

- a) Anamnese clínica e ocupacional, na forma de entrevista e questionário ocupacional padronizado para esta pesquisa e questionário respiratório traduzido e resumido da American Thoracic Society (Ferris, 1978);
- a) RX de tórax, cuja leitura foi feita de modo independente por três leitores experientes, sendo um “B reader”. Somente foram aceitos exames de qualidade 1 ou 2. A quantificação dos pequenos nódulos da silicose foi constituída pelas 12 subcategorias que variam de 0/- até 3/+ (ILO, 1980) que foram sumarizados através da mediana das leituras. Posteriormente, a profusão na escala de 12 pontos foi reagrupada nas 4 categorias principais (0, 1, 2 e 3) (ILO, 1980). Os portadores de grandes opacidades foram incluídos na subcategoria 3/3, independente da classificação dos pequenos nódulos. Para se comparar os casos em relação à gravidade radiológica, foram formados de modo independente os seguintes agrupamentos:
  - os classificados pela leitura resumida em categoria 1 (n=48) e categoria 2 (n=16) foram agrupados em uma categoria (n=64), considerada como casos “leves a moderados”. Os demais, classificados na categoria 3 (n=19) foram considerados como “graves”;
  - os portadores de grandes opacidades e/ou coalescências (n=22) foram alternativamente considerados como “graves”, e os que não as apresentavam como “não-graves” (n=61), independente da classificação das pequenas opacidades.

- b) teste de função pulmonar constituído por espirometria realizada de acordo com o I Consenso Brasileiro de Espirometria (SBPT, 1996), realizadas em um único espirômetro, tipo pneumotacógrafo, marca Puritan-Bennett, modelo PB100, com verificação da calibração antes de cada exame, pelo mesmo profissional. Os valores previstos foram derivados de equações para brasileiros (Pereira et al, 1992).

#### *Desfechos clínicos e funcionais*

- a) Tuberculose (TB): história clínica de ter sido acometido pela doença e/ou seqüelas ao RX de tórax caracterizadas pela presença de áreas de estrias, nódulos cálcicos, alterações fibroatelectásicas, espessamento e/ou calcificação pleural (Fraser, 1999b);
- b) Enfisema: evidências ao RX de tórax de destruição vascular e aumento difuso do volume pulmonar, caracterizado como hiperinsuflação difusa (Fraser, 1999a);
- c) Bronquite crônica: síndrome clínica definida pela presença de tosse produtiva pela manhã, durante pelo menos três meses por ano, durante dois anos consecutivos, afastadas outras causas capazes de produzir expectoração crônica (American Thoracic Society, 1962);
- d) Limitação crônica ao fluxo aéreo: síndrome funcional definida laboratorialmente pela relação volume expiratório forçado no primeiro segundo/capacidade vital forçada abaixo do limite inferior da normalidade;

#### *Análise estatística*

Para comparações de médias, em variáveis cuja distribuição foi normal, utilizou-se o teste “t”. Para as de distribuição não normal utilizou-se o teste de Mann Whitney para comparação de medianas. Para as variáveis categóricas foi utilizado o teste qui-quadrado de Pearson. Nas análises multivariadas ajustaram-se modelos de regressão logística que tiveram como variável resposta a gravidade da silicose, dividida em subgrupos como descrito anteriormente, e como variáveis explicativas os seguintes fatores:

1. Índice cumulativo de exposição à sílica: como variável contínua;
2. Continuidade da exposição após diagnóstico de silicose: como variável dicotômica (Sim/Não);
3. Tabagismo em anos/maço: como variável contínua;

4. Tempo de permanência da sílica nos pulmões, correspondente a diferença entre a idade à época da avaliação pericial e a idade do início da exposição: variável contínua;
5. Cor da pele: negro e outra (pardo e branco).

A análise foi realizada utilizando o pacote estatístico SPSS versão 11.0.

A todos que compareceram para realização da perícia foi entregue o formulário de consentimento livre e esclarecido, de acordo com o item IV da Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde (Conselho Nacional de Saúde, 1996), específico para a pesquisa.

A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital das Clínicas da UFMG.

### 4.3 RESULTADOS

Todos os mineiros eram do sexo masculino, com idades que variaram de 37 a 88 anos ( $\bar{x}=59,3$ ,  $S=11,3$  e  $\tilde{x}=59,0$ ) e quanto à cor da pele, 42 foram classificados como “brancos”, 27 como “pardos” e 14 como “negros”. Os de pele negra foram homogeneamente distribuídos dentre os que continuaram (6 indivíduos) ou não (8 indivíduos) a trabalhar expostos à sílica após o diagnóstico de silicose. A data de admissão nas minas variou de 1933 a 1986, sendo que a maioria (64%) iniciou suas atividades entre os anos de 1960 e 1980. A data na qual se deu a cessação da exposição variou de 1956 a 1995, sendo que grande parte deles (56,6%) parou de trabalhar entre 1980 e 1990. O IEX variou de 13,0 a 185,5 ( $\bar{x}=81,5$ ,  $S=35,1$  e  $\tilde{x}=78,0$ ), com durações de exposição que variaram de 6 a 45 anos ( $\bar{x}=16,4$ ,  $S=6,0$  e  $\tilde{x}=15,0$ ).

As tabelas 1 e 2 mostram as principais variáveis clínicas e relacionadas à exposição de acordo com a continuidade ou não da mesma após o diagnóstico de silicose. No subgrupo que continuou exposto à sílica após o diagnóstico da doença ( $n=44$ ), as datas do primeiro diagnóstico de silicose variaram de 1953 a 1991, sendo que em 68% deles foi de 1977 a 1979. No subgrupo dos que não continuaram expostos ( $n=39$ ), as datas do primeiro diagnóstico de silicose variaram de 1956 a 1995, sendo 61% entre 1978 e 1995.

Para a maioria das variáveis apresentadas na Tabela 1 não foram encontradas diferenças entre os dois grupos de interesse, com exceção à idade à época do primeiro diagnóstico (aqueles que continuaram expostos eram mais jovens à época do adoecimento), da duração da exposição ao primeiro diagnóstico e, obviamente, duração da exposição após o diagnóstico de silicose.

A tabela 3 mostra a distribuição da classificação da profusão radiológica nas 12 subcategorias da OIT, das coalescências e das grandes opacidades, de acordo com a continuidade ou não da exposição.

No grupo completo, foram encontradas grandes opacidades em 13 pacientes (tipo A em três, tipo B em sete e tipo C em três) e coalescências em 12 pacientes. O reagrupamento proposto para se classificar a silicose como “grave” mostrou:

- quando incluídos na categoria 3 aqueles portadores de grandes opacidades, independente da graduação das pequenas opacidades, obteve-se um grupo constituído por 19 pacientes;
- alternativamente, considerando-se em conjunto os portadores de grandes opacidades e/ou de coalescências (independente da graduação das pequenas opacidades) obteve-se um grupo constituído por 22 pacientes.

Quinze pacientes foram classificados como portadores de silicose grave por ambas as formas de classificação e 11 preencheram critérios apenas para uma das formas de classificação de gravidade. Assim sendo, 57 dos 83 indivíduos foram classificados como não graves por ambos os métodos.

Foram encontrados ainda os seguintes desfechos selecionados:

- Limitação crônica ao fluxo aéreo em 35 pacientes (42,2%);
- Tuberculose pulmonar inativa em 20 pacientes (24,1%);
- Enfisema pulmonar em 17 pacientes (20,5%);
- Bronquite crônica em 13 pacientes (15,7%).

Foi ainda diagnosticado um caso de câncer de pulmão, outro de câncer de laringe, um caso de artrite reumatóide e um de insuficiência renal crônica. Os dois casos de câncer, e ainda o de insuficiência renal crônica, pertenciam ao subgrupo dos que permaneceram expostos após o diagnóstico de silicose. O caso de câncer de laringe apresentava o RX classificado como 1/2, com coalescências, e tinha IEX correspondente a 151,00. O caso de câncer de pulmão apresentava classificação radiológica de 1/1 e IEX de 86,50. O caso de insuficiência renal tinha a silicose classificada como 2/2, com coalescências, e apresentava IEX de 82,00. Finalmente, o caso de artrite reumatóide apresentava o RX classificado como 1/2 e IEX de 132,00.

Nas análises univariadas, comparando-se a continuidade da exposição, os desfechos que apresentaram diferença estatisticamente significativa ( $p < 0,05$ ), foram a silicose “grave”, considerada tanto através da classificação na categoria radiológica 3, quanto como pela presença de grandes opacidades e/ou coalescências (considerada no presente estudo como forma alternativa de classificar a silicose como grave). A presença de tuberculose mostrou

tendência de associação com a continuidade da exposição que no entanto, não alcançou significância usual de 5% ( $p=0,08$ ).

As análises de regressão logística múltipla levaram em consideração, simultaneamente, IEX, continuidade da exposição após diagnóstico da silicose, “cor da pele”, tabagismo e tempo de permanência da sílica nos pulmões. Esta última mostrou-se fortemente correlacionada à idade (coeficiente de correlação de Pearson igual a 0,87). Inicialmente os modelos foram ajustados com a variável “cor da pele” considerada em três categorias distintas: “brancos”, “pardos” e “negros”, sendo os “brancos” considerados como grupo de referência. Como os “pardos” não mostraram diferença em relação aos “brancos”, ambos foram reunidos em uma só categoria. Além do mais, no Brasil, devido a grande miscigenação étnica, muitas vezes é difícil classificar a cor da pele como branca ou parda.

A Tabela 4 mostra os resultados de dois modelos de regressão logística múltipla, tendo como resposta a silicose, classificada em categorias de gravidade conforme descrito acima, e a tuberculose. Existe uma clara associação da continuidade de exposição com os três desfechos investigados, ajustadas pelo tabagismo e outros fatores de confusão. Os resultados não mudaram com a inclusão da variável “idade ao primeiro diagnóstico” aos modelos.

O componente funcional foi estudado através de regressões logísticas tendo como resposta o volume expiratório forçado do primeiro segundo (VEF1), representado como percentual do previsto dos valores espirométricos para população brasileira. Foram considerados os limites de 80% em relação ao previsto, preconizado como uma forma simples de estimar o limite da normalidade pela maioria dos consensos de função pulmonar (Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia, 1996). As mesmas variáveis explicativas foram utilizadas, isto é, IEX, continuidade da exposição após diagnóstico da silicose, “cor da pele”, tabagismo e tempo de permanência da sílica nos pulmões. Não foi encontrada associação da continuidade de exposição com o VEF1. Entretanto, quando foram consideradas como variáveis explicativas as doenças pulmonares, encontrou-se pior VEF1 dentre os portadores de silicose na categoria radiológica 3 ( $p=0,034$ ) e de tuberculose ( $p=0,058$ ), como mostrado na tabela 5.

Como a variável “cor da pele” apresentou-se significativa nos modelos que avaliaram a gravidade da silicose, algumas características entre “negros” e “não negros” foram

comparadas, especialmente aquelas relacionadas a possíveis diferenças de exposição ocorridas entre grupos raciais, não captadas pelo IEX utilizado. Não houve diferença significativa entre os de pele negra ou não negra em relação ao tempo de continuidade da exposição após o diagnóstico da silicose ( $p=0,648$ ). Nos negros a variação deste tempo foi de 0 a 11 anos ( $\bar{x}=2,93$ ,  $S=3,91$  e  $\tilde{x}=0$ ), enquanto nos não negros a variação foi de 0 a 30 anos ( $\bar{x}=3,61$ ,  $S=5,25$  e  $\tilde{x}=1$ ). A intensidade da exposição pôde ser avaliada, em parte, através dos escores atribuídos às funções (variaram de 1 a 6). Obteve-se a somatória de todos os escores de funções para cada paciente, sendo calculada a média aritmética destes escores. Nos negros este resultado variou de 4,00 a 5,75 anos ( $\bar{x}=5,22$ ,  $S=0,46$  e  $\tilde{x}=5,33$ ), enquanto nos não negros a variação foi de 3,00 a 6,00 ( $\bar{x}=4,73$ ,  $S=0,79$  e  $\tilde{x}=5,00$ ). Houve diferença entre negros e não negros com relação a mediana dos escores das funções ( $p=0,020$ ).

Ainda em relação à “cor da pele”, encontrou-se diferença estatisticamente significativa em relação a função pulmonar, sendo a média da CVF de 75,36% e 90,70% em relação ao previsto respectivamente para negros e não negros ( $p=0,005$ ). As demais variáveis (idade, duração da exposição, tempo de continuação da exposição após diagnóstico de silicose, tempo de afastamento da exposição, índice cumulativo de exposição, assim como tabagismo) não mostraram diferenças entre negros e não negros.

**Tabela 1:** Resultados de variáveis clínicas e de exposição de acordo com a continuidade ou não da exposição após diagnóstico de silicose (n=83), Mineiros de Ouro, Brasil

Variáveis contínuas/discretas	Continuação da exposição						Valor-p
	Sim (n=44)			Não (n=39)			
	$\bar{x}$	s	$\tilde{x}$	$\bar{x}$	s	$\tilde{x}$	
Idade à primeira exposição*	26.2	5.1	24.5	25.5	6.8	23.0	0.176
Idade ao primeiro diagnóstico de silicose	36.8	5.9	36.5	42.7	7.8	41.0	0.000
Duração da exposição ao primeiro diagnóstico*	9.9	3.67	9.0	16.2	6.5	15.0	0.000
Duração da exposição após o primeiro diagnóstico*	6.6	5.2	6.0	0.0	0.0	0.0	0.000
Idade ao afastamento da exposição	43.4	6.3	42.0	42.7	7.8	41.0	0.646
Duração total da exposição (anos) *	16.5	5.7	15.0	16.2	6.5	15.0	0.250
Escores das funções (intensidade da exposição) durante o período completo de exposição*	5.1	1.0	5.0	4.9	1.2	5.0	0.934
Índice de exposição cumulativa à sílica ( $I_{EX}$ ) para o período completo de exposição	82.1	26.1	80.0	80.9	43.4	72.0	0.887
Idade à avaliação (anos)	58.2	7.3	58.0	60.6	14.6	64.0	0.346
Tempo de afastamento da exposição à avaliação (anos)	14.8	4.8	15.5	17.9	10.7	17.0	0.089
Tabagismo (anos/maço)*	12.3	15.4	5.0	12.6	14.8	8.0	0.570
* * CVF (% do previsto) à avaliação	89.3	20.6	88.0	86.8	16.7	90.0	0.560
*** VEF1 (% do previsto) à avaliação	82.3	23.4	81.5	81.2	18.9	85.0	0.831

\* análises não-paramétricas;  $\bar{x}$ : média, s: desvio-padrão,  $\tilde{x}$ : mediana.

\* \* Capacidade vital forçada; \*\*\* Volume expiratório forçado do primeiro segundo

Tabela 2: Resultados de variáveis categóricas de acordo com a continuidade ou não da exposição após o diagnóstico de silicose (n=83), Mineiros de Ouro, Brasil

Variáveis categóricas	Continuidade da exposição		Valor-p*
	Sim (n=44)	Não (n=39)	
Cor da pele: Negra (n=14)	6	8	0,40
Não negra (n=69)	38	31	
Tuberculose: Sim (n=20)	14	6	0,08
Não (n=49)	30	23	
RX de silicose (formas graves)			
Categoria 3 (n=19)	14	5	0,04
Categorias 1 e 2 (n=64)	30	34	
Com coalescências e/ou grandes opacidades (n=22)	16	6	0,03
Sem coalescências e/ou grandes opacidades (n=61)	28	33	

\* Teste qui-quadrado de Pearson

Tabela 3: Distribuição da profusão de pequenas opacidades, coalescências e grandes opacidades, de acordo com a continuidade ou não da exposição após o diagnóstico de silicose, Mineiros de Ouro, Brasil

Categoria principal do RX	C*		GO**		C e GO	
	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não
	1	1	0	4	2	5
2	4	2	2	1	6	3
3	4	1	4	0	5	1
Total	9	3	10	3	16	6

\*C= coalescência; \*\*GO= grande opacidade

Tabela 4: Resultados dos modelos de regressão logística tendo como resposta a silicose considerada como “grave” e a Tuberculose, Mineiros de Ouro, Brasil

Variáveis explicativas	Forma grave de silicose				Tuberculose (n=20)	
	Categoria radiológica 3 (n=19)		Coalescência e/ou grandes opacidades (n= 22)		OR (IC)	Valor-p
	OR (IC)	Valor-p	OR (IC)	Valor-p	OR (IC)	Valor-p
Índice de exposição à sílica	1,06 ( 1,01; 1,08)	0,005	1,04 (1,01; 1,06)	0,012	1,01 (0,99 ; 1,03)	0,338
Continuidade da exposição	6,42 (1,20; 34,27)	0,029	3,85 (1,07; 13,93)	0,040	4,61 (1,14; 18,71)	0,032
Cor da pele (negro/não negro)	19,99 (3,05; 131,16)	0,002	5,51 (1,25; 24,38)	0,024	1,58 (0,38; 6,57)	0,529

OR ajustados por tempo de permanência da sílica nos pulmões e tabagismo, que não foram significativos

Tabela 5: Resultados da regressão logística tendo como resposta apresentar o VEF1\* normal ou menor que 80% do previsto para população brasileira, Mineiros de Ouro, Brasil

<b>Desfechos</b>	<b>OR (IC)</b>	<b>Valor-p</b>
Enfisema (n= 17)	1,49 ( 0,41; 5,42)	0,547
Tuberculose (n= 20)	3,11 (0,96; 10,06)	0,058
Silicose		
Categoria 1 (n=48)	1,00	
Categoria 2 (n=16)	2,48 (0,71; 8,66)	0,155
Categoria 3 (n=19)	4,03 (1,11; 14,60)	0,034

\*VEF1 : volume expiratório forçado do primeiro segundo

#### 4.4 DISCUSSÃO

Os resultados do atual estudo sugerem que a continuidade da exposição tenha um efeito sobre a gravidade radiológica dos casos, através de uma maior associação desta condição com formas mais graves de silicose, assim como com a tuberculose, verificadas tardiamente. Resultados semelhantes foram encontrados por Hessel et al (1988), num estudo de 631 mineiros de ouro na África do Sul, no qual a continuidade da exposição após o diagnóstico da silicose foi associada a maior progressão da doença, assim como com formas graves de silicose, como fibrose pulmonar maciça.

A idade e a duração da exposição à época do primeiro diagnóstico de silicose foram significativamente mais baixas dentre os que continuaram expostos após o diagnóstico de silicose, do que dentre os que foram afastados da exposição. Assim sendo, é possível que dentre aqueles que continuaram expostos estivessem os indivíduos mais susceptíveis aos efeitos deletérios da sílica.

No presente estudo, não foram encontradas evidências diretas de pior função pulmonar relacionada à continuidade da exposição à sílica após diagnóstico de silicose.

Em relação às outras co-morbidades encontradas, ressalta-se que os dois casos de neoplasia, assim como o de insuficiência renal crônica, pertenciam ao subgrupo dos que continuaram expostos após diagnóstico da silicose. Não foram encontrados outros relatos na literatura sobre tais desfechos relacionados à manutenção da exposição à sílica.

As análises do presente estudo estão sujeitas a viéses, especialmente porque, como se trata de um estudo retrospectivo, não se sabe ao certo a data de início da silicose. Não se pode afirmar que este diagnóstico prévio fosse acertado naquela ocasião, dada a grande discrepância dos diagnósticos periciais com os diagnósticos anteriores (em geral feitos por ocasião da avaliação do INSS). Portanto, não se sabe se aqueles que no momento da perícia atual foram classificados como “casos” realmente eram “casos” à época do suposto diagnóstico anterior, ou mesmo há vários anos antes de tal diagnóstico. Dessa forma, não se conhece ao certo o período de latência entre o início da exposição e a data do surgimento da silicose. Tão pouco

se sabe sobre a evolução radiológica, ou seja, se os que foram classificados como “graves” eram anteriormente normais ou “leves”.

Deve ainda ser levado em consideração que o IEX utilizado não pretende captar todos os determinantes envolvidos na exposição à sílica, nem tão pouco aborda os mecanismos de deposição e *clearance* pulmonar. De fato, existem outros fatores de risco que devem ser levados em conta para ocorrência de silicose, tais como susceptibilidade individual e fatores genéticos. Da mesma forma, deve ser lembrado que detalhes de exposição podem não ter sido captados pelo índice utilizado no presente estudo (Carneiro et al, 2006) embora o mesmo tenha sido construído a partir de dados quantitativos, baseados em mensurações da exposição em diversas funções, minas e épocas e, considerando-se ainda a duração da exposição.

No presente estudo ressalta-se a maior ocorrência de formas graves de silicose cuja “cor da pele” foi classificada como negra. Estudos recentes evidenciaram associação de formas graves de silicose com polimorfismo no gene promotor do fator alfa de necrose tumoral em tribos da África do Sul (Corbett, 2002). No estudo atual, no entanto, não se pode afirmar que exista uma predisposição genética para tal fato. No entanto, através dos parâmetros de avaliação da exposição utilizados, pode-se inferir que os negros tenham sido mais intensamente expostos que os não negros, o que justificaria a ocorrência de formas mais graves da doença. Ressalta-se que, conforme já descrito em outros estudos (Churchyard, 2004; Rosenman, 1996), é possível que os negros tenham exercido tarefas de maior risco de exposição e este fato não tenha sido captado pelos elementos utilizados na elaboração do presente índice. Embora esta questão não tenha sido particularmente quantificada, subjetivamente os pacientes relataram tal fato durante as anamneses.

Quanto à diferença nas médias da CVF em negros e não negros, encontrada no presente estudo, ressalta-se que na elaboração de valores espirométricos de referência para população adulta brasileira, não foram encontradas diferenças significativas entre negros e não negros (Pereira et al, 1992). Portanto, há indicações de que mineiros negros além de desempenhar atividades mineiras de maior risco de exposição à sílica, apresentaram piores resultados na avaliação da função pulmonar, provavelmente consequente as formas mais graves de silicose apresentadas pelos mesmos.

Quando um trabalhador de subsolo desenvolve silicose recomenda-se que o mesmo seja remanejado de função para a superfície, sem exposição à sílica, devido ao risco de agravamento da silicose (INSS, 1998; CLT, 1943). Entretanto, no presente estudo, grande parte dos trabalhadores continuou exposta à sílica após o diagnóstico prévio da doença, inclusive já em recebimento de benefícios previdenciários em decorrência da mesma.

Concluimos que a continuidade da exposição à sílica em portadores de silicose comparativamente à remoção da exposição, associou-se com maior gravidade radiológica e funcional da doença, e até mesmo clínica, considerando-se a maior associação com a tuberculose. Estes resultados reforçam a indicação de interrupção precoce da exposição nos casos de radiografia sugestiva da doença durante a vida laboral, e até mesmo, maior vigilância radiológica sobre aqueles expostos considerados radiologicamente “suspeitos” de pneumoconiose.

## AGRADECIMENTOS:

Este estudo é parte da tese de Doutorado de Carneiro APS no Programa de Pós-Graduação em Epidemiologia da Faculdade de Medicina da UFMG, intitulado “A Tomografia Computadorizada de Alta Resolução de Tórax no diagnóstico de casos *borderline* de Silicose: quando indicá-la?”.

Agradecemos à equipe da Mineração Anglo-Gold, em especial aos Srs Hermano Gomes Machado, Cristovão Chiaradia e Marcelo Lopez e ao Sr. Lênio Servio Amaral da FUNDACENTRO, pela decisiva contribuição na atribuição dos escores de exposição às minas e funções; aos radiologistas Drs Cid Sérgio Ferreira, Maria Luíza Bernardes, Jorge Issamu Kavakama e Thaís Abreu de Castro pela leitura das radiografias e tomografias; ao Dr Eduardo Algranti, da FUNDACENTRO, pelo apoio durante a realização deste trabalho.

Agradecemos à CAPES pelo apoio durante o curso modalidade “doutorado sanduíche” realizado em 2004, na Università Cattolica e na ASL, Dipartimento di Epidemiologia, di Roma, Itália. A Doutora Sandhi Maria Barreto é pesquisadora do CNPQ.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- American Thoracic Society- A Statement by the Committee on Diagnosis Standards for Nontuberculous Diseases. Definitions and classification of chronic bronchitis, asthma, and pulmonary emphysema. *Am Rev Respir Dis*, 1962, 85:762-768.
- Buchanan D, Miller BG, Soutar CA. Quantitative relations between exposure to respirable quartz and risk of silicosis. *Occup Environ Med*, 2003; 60:159-164.
- Carneiro APS, Barreto SM, Siqueira, AL, La Rocca PF. Exposição à sílica na atividade de mineração: construção de um índice. *Rev de Saúde Pública*, 2006; 40(1):83-91.
- Cavariani F, Carneiro APS, Leonori R, Bedini L, Quercia A, Forastiere F. Esposizione a silice cristallina nel comparto ceramico di Civita Castellana (Viterbo) ed evidenze radiologiche e spirometriche di danno polmonare. *Gior Italiano di Med Lavoro Erg*, 2005; 27(3): 300-302.
- Churchyard GL, Ehrlich R, teWaterNaude JM, Pemba L, Dekker K, Vermeijs M, White N, Myers J. Silicosis prevalence and exposure-response relations in South African goldminers. *Occup Environ Med*, 2004; 61:811-16.
- Conselho Nacional de Saúde- Ministério da Saúde. Diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisa envolvendo seres humanos. Resolução 196, 1996.
- Consolidação das Leis do Trabalho, capítulo I, seção X, artigo 300, 1943.
- Corbett EL, Mozzato-Chamay N, Butterworth AE, Cock KM, Willians BG, Churchyard G, Conway DJ. Polymorphisms in the tumor necrosis factor alfa gene promoter may predispose to severe silicosis in black South African miners. *Am J Respir Crit Care Med*, 2002; 165:690-93.

- Ferris, B.G. Epidemiology standardization project II. *Am Rev Respir Dis*, 1978; 118 (sup.2):7-53.
- Fraser RS, Muller NL, Colman N, Paré PD. Chronic obstructive pulmonary disease. In: *Diagnosis of diseases of the chest*. 4 ed. Philadelphia: WB Saunders Company, 1999. V.3, parte X, cap. 55, p.2168-2263.
- Fraser RS, Muller NL, Colman N, Paré PD. Mycobacteria In: *Diagnosis of diseases of the chest*. 4 ed. Philadelphia: WB Saunders Company, 1999. V.2, parte V, cap. 27, p.799-873.
- Hessel PA, Sluis-Cremer GK, Hnizdo E, Faure MH, Glyn Thimas R, Wiles FJ. Progression of silicosis in relation to silica dust exposure dust. *Ann Occup Hyg*, 1988; 32 (suppl 1): 689-95.
- Hnizdo E, Murray J. Risk of pulmonary tuberculosis relative to silicosis and exposure to silica dust in South African gold miners. *Occup Environ Med* 1998; 55:496-502.
- Hnizdo E, Sluis-Cremer GK. Risk of Silicosis in a cohort of white South African gold miners. *Am J Ind Med*, 1993; 24:447-57.
- Hnizdo E, Vallyathan V. Chronic obstructive pulmonary disease due to occupational exposure to silica dust: a review of epidemiological and pathological evidence. *Occup Env Med*, 2003; 60(4):237-243.
- Hughes JM, Weill H, Rando RJ, Shi R, McDonald AD, McDonald JC. Cohort mortality study of North American industrial sand workers II. Case-referent analysis of lung cancer and silicosis deaths. *Ann Occup Hyg*, 2001; 45(3):201-207.
- IARC Working Group on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans: Silica, some and para-aramid fibrils. Lyon, 15-22. October 1996, 1997.
- Infante-Rivard C, Armstrong B, Ernst P, Petitclerc M, Cloutier LG, Theriault G. Descriptive study of prognostic factors influencing survival of compensated silicotic patients. *Am Rev Respir Dis*, 1991; 144:1070-74.
- Instituto Nacional do Seguro Social. Ordem de Serviço n 609, de 5 de agosto de 1998: Aprova Norma Técnica sobre Pneumoconioses. *Diário Oficial da União*, n 158, de 19 de agosto de 1998, seção I, p. 53-60.
- International Labour Office. Guidelines for use of ILO International Classification of Radiographs of Pneumoconioses. Geneva: ILO Revised Edition. Occupational Safety and Health Series n. 22, 1980.
- Kreiss K, Zhen B. Risk of Silicosis in a Colorado Mining Community. *Am J Ind Med*, 1996; 30:529-39.
- Lima DA, Lorenzo GV, Amaral LS, Sampaio MR. Relatório técnico das condições de segurança, higiene e medicina do trabalho e trabalho educativo na Mineração Morro Velho S/A. FUNDACENTRO, CEMG. Belo Horizonte, 1991/1992. (5 volumes).
- Mannetje A et al. Exposure response analysis and risk assessment for silica and silicosis

- mortality in a pooled analysis of six cohorts. *Occup Environ Med*, 2002; 59:723-728.
- Ministério do Trabalho, Norma Regulamentadora 7. Portaria n.24 de 29/12/94, *Diário Oficial da União*, n.248 de 30/12/94, p.278-280.
- Pereira CAC, Barreto SP, Simões JG, Pereira FWL, Gerstler JG, Nakatani J. Valores de referência para espirometria em uma amostra da população brasileira adulta. *J Pneumol*, 1992; 18:10-22.
- Rosenman KD et al. Silicosis among foundry workers. *Am J Epidemiol*, 1996; 144:890-900.
- Rosner, B. *Fundamentals of Biostatistics*, 2005, 4 edição: New York: Duxbury.
- Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia. I Consenso Brasileiro de Espirometria. *J Pneumol*, 1996; 22(3).
- Steenland K et al. Pooled exposure-response analyses and risk assessment for lung cancer in 10 cohorts of silica-exposed workers: an IARC multicentre study. *Cancer Causes and Control*, 2001; 12:773-84.

## 5- ARTIGO 3

### **A TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA DE ALTA RESOLUÇÃO DE TÓRAX EM EXPOSTOS À SILICA COM RADIOGRAFIA NEGATIVA OU *BORDERLINE* PARA SILICOSE : QUANDO INDICÁ-LA?**

Autores:

Ana Paula Scalia Carneiro<sup>a,\*</sup>, Sandhi Maria Barreto<sup>b</sup>, Arminda Lucia Siqueira<sup>c</sup>, Poliana Freitas la Rocca<sup>a</sup> e Daniela Braga Monteiro<sup>c</sup>

Instituições:

<sup>a</sup>Centro de Referência Estadual em Saúde do Trabalhador. Hospital das Clínicas. Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Belo Horizonte, MG, Brasil. <sup>b</sup>Departamento de Medicina Preventiva e Social. Faculdade de Medicina. UFMG. Belo Horizonte, MG, Brasil, Pesquisadora do CNPQ. <sup>c</sup>Departamento de Estatística. UFMG. Belo Horizonte, MG, Brasil.

## RESUMO

**Introdução:** A tomografia computadorizada de alta resolução de tórax (TCAR) tem sido cada vez mais utilizada nas situações em que a radiografia convencional (RX) apresenta-se duvidosa na investigação da silicose. Porém, ainda não existe consenso na literatura em relação ao seu desempenho no diagnóstico precoce da doença, nem estudos que elaborem ou proponham critérios para orientar sua indicação em populações expostas à sílica. **Objetivo:** Propor critérios para indicação da TCAR em expostos à sílica com RX negativo ou *borderline* para silicose, considerando dados ocupacionais, clínicos e funcionais do paciente. **Métodos:** Estudo transversal, envolvendo 140 ex-mineiros de ouro, examinados entre novembro de 1997 e dezembro de 1999, avaliados através de história clínica e ocupacional, RX de tórax e espirometria. Os 69 pacientes considerados negativos ou *borderline* ao RX foram submetidos à TCAR, constituindo a casuística do presente estudo. A exposição foi avaliada através de um índice cumulativo de exposição baseado em medidas quantitativas de sílica já existentes e na experiência de dois *experts*. A análise estatística foi feita através de ajuste de modelos de regressão logística e da técnica de árvore de decisão denominada CART (*Classification and Regression Trees* ou *Árvores de Classificação e Regressão*). **Resultados:** Através dos modelos de regressão logística foi encontrada associação significativa do índice de exposição à sílica (OR=1,037; IC=1,003, 1,073; p=0,034), assim como da capacidade vital forçada (CVF) (OR=0,96; IC=0,930, 1,001; p=0,054) com os achados tomográficos compatíveis com silicose. Com os resultados obtidos pelo CART, foi possível estabelecer pontos de corte no índice e na CVF que identificassem os casos compatíveis com silicose à TCAR, em fase leve ou inicial. **Conclusão:** Através de instrumentos relativamente simples (índice de exposição e CVF) foi possível selecionar os pacientes que mais se beneficiariam da realização da TCAR.

**Descritores:** Silicose, tomografia, índice de exposição à sílica, função pulmonar

### Abreviaturas e notações:

IC: intervalo de confiança

I<sub>EX</sub> : índice de exposição cumulativa à sílica

n: frequência observada

OR: *Odds Ratio* (razão de chances)

RX: Radiografia:

$\bar{x}$  : média

$\tilde{x}$  : mediana

S: desvio-padrão

**ABSTRACT:**

**Introduction:** The high resolution computed tomography (HRCT) has been often utilized to diagnose silicosis when the results of conventional chest x-ray are uncertain. However, its performance in the diagnosis of borderline forms is not yet well established. As a consequence, there are no clear indications about its use in surveillance programmes of populations exposed to silica. **Objective:** To evaluate criteria to indicate the use of HRCT to negative or borderline cases of silicosis on chest x-ray, based on clinical, functional and occupational data. **Methods:** This Is a cross-sectional study of a 140 former gold miners, living in the cities of Nova Lima and Raposos, Minas Gerais, Brazil. They were examined between November 1997 and December 1999 taking occupational and clinical histories, chest x-rays (according to ILO standards) and spirometry. Those 69 considered as borderline cases of silicosis by means of chest x-ray were submitted to HRCT and were evaluated in the present study. Their silica exposure was assessed by means of a cumulative silica index based on previous silica quantitative measures and the evaluation of two industrial hygienists. The statistical analysis was done by multiple logistic regression models and by the decision tree (CART, *Classification and Regression Trees*). **Results:** Images compatible with borderline silicosis by the HRCT were associated with the cumulative exposure index (OR=1.037, CI=1.003, 1.073; p=0.034) and with a decrease in forced vital capacity (FVC) (OR=0.96, CI=0.930, 1.001; p=0.054). CART was able to establish cut-points of the exposure index and FVC distribution to identify cases with the images compatible with borderline silicosis by the HRCT. **Conclusions:** Using relative simple instruments like cumulative exposure index and FVC it was possible to select those patients that would benefit from HRCT.

**KEY WORDS:** silicosis, tomography, exposure index, pulmonary function

## 5.1 INTRODUÇÃO

O diagnóstico da silicose é baseado na radiografia de tórax (RX), na presença de história clínica e ocupacional coerentes (Algranti et al, 2003). A Organização Internacional do Trabalho (OIT) desenvolveu uma padronização reprodutível codificada das alterações radiológicas das pneumoconioses, na qual as lesões parenquimatosas são classificadas em relação à profusão, forma e tamanho (OIT, 1980; OIT, 2000). A quantificação dos pequenos nódulos da silicose varia nas categorias de 0/- até 3/+. No Brasil, para fins previdenciários, considera-se como caso de silicose aquele cuja leitura, feita por pelo menos dois leitores experientes, for maior ou igual a 1/0 (INSS, 1998).

Em fases iniciais, a silicose costuma ser assintomática ou pouco sintomática, com pouca alteração nas provas de função pulmonar. Nesta fase, assim como nas demais doenças pulmonares intersticiais crônicas, as alterações radiológicas são discretas, confundindo-se com estruturas normais do parênquima pulmonar, como vasos e brônquios. Os diagnósticos nessa situação são os mais difíceis e que causam maior desacordo, mesmo entre leitores experientes (Graham, 1998).

A Tomografia Computadorizada de Alta Resolução (TCAR) de tórax tem sido cada vez mais utilizada em situações nas quais a radiografia convencional (RX) apresenta-se duvidosa na avaliação de pneumoconioses, incluindo a silicose. É um método com boa acurácia e com critérios técnicos já padronizados. No entanto, são raros os estudos que tenham se dedicado apenas aos casos *borderline* da doença (Begin et al, 1991 e 1995, Olivetti, 1993).

Visando o aprimoramento do diagnóstico das pneumoconioses, outras técnicas de imagem têm sido tentadas, como por exemplo, a tomografia de alta resolução com aquisição volumétrica, a qual parece promissora para melhor distinção de micronódulos e vasos (Vernhet et al, 1999; Remy-Jardin et al, 1996). Também parece ser vantajosa a técnica digital para obtenção de radiografias rotineiras (Gambini et al, 1996).

Ainda não existe ainda uma clara definição na literatura do papel da TCAR no diagnóstico precoce da silicose, não sendo bem conhecido se existiriam elementos clínicos, funcionais e ocupacionais determinantes da presença de imagens compatíveis com silicose *borderline* à

mesma. A partir de tais elementos, poderia ser direcionada a indicação da TCAR, favorecendo desta forma, a relação custo-benefício da utilização deste exame. Tal fato é especialmente importante nos países em desenvolvimento, onde a TCAR ainda é considerada um exame de alto custo e, por outro lado, a população exposta à sílica é muito grande, como é o caso do Brasil (Algranti et al, 2003).

Embora já existam estudos descritivos dos achados de lesões da silicose à TCAR (Remy-Jardin et al., 1991, 1992), e de comparação da mesma com RX e testes de função pulmonar (Begin et al, 1991; Talini et al 1995; Gevenois et al, 1998), a literatura ainda é carente de estudos comparativos da TCAR com achados anátomo-patológicos da silicose, especialmente em fases *borderline* da doença. Através de revisão da literatura localizou-se apenas um estudo no qual foi feita esta comparação (Olivetti et al, 1993). Nesse estudo, pode-se calcular, através dos dados apresentados, a sensibilidade para a categoria considerada como 0/1 diagnosticada pela TCAR e pelo RX, obtendo-se respectivamente valores de 86% e de 57%, em relação ao resultado anátomo patológico. Quanto ao desempenho da radiografia, resultados semelhantes foram encontrados por Hnizdo et al (1993) sendo que, respectivamente para as subcategorias 0/1 e 1/0, usadas como ponto de corte para diagnóstico de silicose, a sensibilidade foi de 60% e 50%, comparadas ao diagnóstico feito através de autópsias.

Portanto, as baixas sensibilidades da radiografia nas fases iniciais da silicose, aliados às limitações da obtenção do diagnóstico de certeza através de biópsia pulmonar, que não é isenta de riscos (British Thoracic Society, 1999), são motivos que estimulam a utilização de métodos teoricamente mais acurados, e não invasivos, como a TCAR. Além disso, a TCAR acrescenta a possibilidade de esclarecer sintomas ou alterações funcionais, através da visualização de outras lesões e diagnóstico de doenças não percebidas através da radiografia, como por exemplo, enfisema e seqüelas de tuberculose.

O presente estudo tem como objetivo propor critérios para indicação de TCAR em expostos à sílica cujo RX é negativo ou *borderline* para silicose, com base em dados ocupacionais, clínicos e funcionais.

## 5.2 METODOS

Trata-se de estudo transversal, cujo universo foi representado por ex-mineiros com diagnósticos prévios de silicose, residentes na região de Nova Lima e Raposos, MG. Estima-se que nos últimos 19 anos tenham sido identificados cerca de 4500 casos de silicose nessa região (INSS, 1998). Nesse grupo, existe um subgrupo, estimado em 1500 pessoas, que movem ações judiciais contra o ex-empregador, requerendo indenizações por acreditarem ter adquirido silicose. Embora praticamente todos tivessem diagnóstico prévio da doença, a maioria deles recebendo inclusive algum benefício previdenciário devida à mesma, foi estabelecido judicialmente que todos deveriam ser submetidos à perícia médica. As primeiras 140 perícias, constituíram a casuística do presente estudo, sendo realizadas de novembro de 1997 a dezembro de 1999. Portanto, partiu-se de uma casuística já estabelecida de 140 ex-trabalhadores, já distribuídos nas 12 subcategorias radiológicas de silicose. Dentre eles existiam 69 indivíduos classificados como  $\leq 1/0$ , que foram submetidos à TCAR, constituindo objeto do presente estudo.

Os seguintes instrumentos foram utilizados para avaliação:

- a) Índice de exposição cumulativa à sílica ( $I_{EX}$ ): os dados relativos à exposição à sílica foram registrados durante a anamnese ocupacional, já descrito de forma detalhada (Carneiro et al, 2006). As variáveis relativas à intensidade da exposição (“função”, “mina” e época da exposição) foram classificadas em escores baseados em várias mensurações de sílica livre nas diversos minas, realizadas em locais, funções e épocas distintas (Lima et al, 1991-92). A duração da exposição (em anos de subsolo), em conjunto com os fatores relativos à intensidade, forneceu a exposição cumulativa final em determinado período. Considerou-se ainda o tempo de permanência da sílica nos pulmões, que correspondeu ao período decorrido entre o ano do início da exposição até o momento da avaliação pericial. Esta última medida tem sido sugerida como uma forma complementar de se estudar as relações entre exposição à sílica e seus efeitos (Buchanan et al, 2003);
- b) Anamnese ocupacional padronizada para fins deste estudo e questionário respiratório traduzido e adaptado da American Thoracic Society (Ferris, 1978);
- c) RX de tórax, cuja leitura foi feita de modo independente por três leitores experientes, sendo um “B reader”. Somente foram aceitos exames de qualidade 1 ou 2. A quantificação

- dos pequenos nódulos da silicose foi constituída pelas 12 subcategorias que variam de 0/- até 3/+ (ILO, 1980). Os resultados foram sumarizados através da mediana das leituras;
- d) TCAR indicada quando a mediana das três leituras radiológicas foi menor ou igual a 1/0. Utilizou-se técnica padronizada (aparelho: Siemens, modelo Somatom Plus-4; cortes de 1 mm de espessura; matriz de reconstituição de 512 x 512; duração de cada corte de 1 segundo; janela nível – 700 a – 800 unidades Hounsfield (UH); abertura 1000 a 1600 UH; Kilovtagem (Kvp) 140; miliamperagem (mA) 240; algoritmo de reconstituição de alta resolução espacial; formatação em seis imagens por filme). Com o paciente em posição de decúbito dorsal (em alguns casos utilizou-se ainda decúbito ventral), sem utilização de contraste venoso, obtiveram-se os cortes ao final de inspiração máxima seguida de apnéia. Os exames foram avaliados por três radiologistas experientes, de diferentes serviços, não participantes da etapa das leituras radiológicas. A graduação dos micronódulos seguiu a proposta de Begin et al (1991), classificando-os em quatro categorias de acordo com sua profusão (0, 1, 2 ou 3). A classificação final foi baseada na mediana das três leituras;
- e) Espirometrias: Realizadas em um único espirômetro, tipo pneumotacógrafo, marca Puritan-Bennett, modelo PB100, com verificação da calibração antes de cada exame, pelo mesmo profissional. Para fins da pesquisa, as espirometrias foram submetidas à avaliação de uma pneumologista não envolvida com a realização dos exames, que verificou se as mesmas preenchiam os critérios de aceitação, segundo a Sociedade Brasileira de Pneumologia (SBPT, 1996) e a American Thoracic Society (ATS, 1995). Os valores previstos foram derivados de equações para brasileiros (Pereira et al, 1992). As espirometrias foram consideradas de boa qualidade.

Foram adotados os seguintes critérios para definição de silicose negativa ou *borderline*, enfisema e tuberculose:

- a) Silicose negativa ou *borderline*: indivíduos expostos à sílica, cuja mediana das leituras radiológicas foi igual ou menor que 1/0, incluindo, portanto, casos iniciais (1/0), os considerados “suspeitos” (0/1) e não casos (0/-, 0/0);
- b) Enfisema: presença na TCAR de áreas de baixa atenuação e destruição vascular (Fraser et al, 1999a) classificadas como: proximal (centrolobular), panacinar e parasseptal. O alargamento anormal dos espaços aéreos associado com fibrose foi considerado como “enfisema” irregular ou paracatricial. A classificação da extensão do enfisema foi feita

de acordo com a proposta de Begin et al (1995), na qual existem cinco categorias (0, 1, 2, 3 e 4), que correspondem ao acometimento respectivamente de 0, menos de 25%, de 25 a 50%, 50 a 75%, ou maior que 75% do parênquima pulmonar. A classificação final foi baseada na mediana das três leituras;

- c) Tuberculose (TB): indivíduos com história clínica da doença e/ou portadores de seqüelas ao RX e/ou TCAR caracterizadas por presença de áreas de estrias, nódulos cálcicos, alterações fibroatelectásicas, espessamento e/ou calcificação pleural (Fraser et al, 1999b). Nenhum paciente apresentava TB ativa por ocasião do estudo.

Para análises univariadas foram utilizados os testes de chi-quadrado de Pearson para comparação de proporções e os testes t de Student e de Mann Whitney para comparação de médias e medianas, respectivamente. A técnica de regressão logística foi utilizada para identificar os fatores associados ao diagnóstico de silicose à TCAR. Foram consideradas as seguintes variáveis explicativas:

$X_1$ : Índice cumulativo de exposição à sílica;

$X_2$ : Tabagismo em anos/maço ;

$X_3$ : Tempo de permanência da sílica nos pulmões, correspondente a diferença entre a idade à época da avaliação pericial e a idade do início da exposição ;

$X_4$ : Cor da pele: 1 = negro e 0 = não-negro (pardo e branco);

$X_5$ : Capacidade vital forçada (CVF) expressa como percentual em relação ao previsto para brasileiros ;

$X_6$ : Volume expiratório forçado do primeiro segundo ( $VEF_1$ ) expresso como percentual em relação ao previsto para brasileiros).

Todas variáveis eram contínuas, exceto a  $X_4$ .

Para a construção do fluxograma foi utilizada a técnica de árvore de decisão denominada CART (*Classification And Regression Trees*). Este é um procedimento não-paramétrico, utilizado na classificação de indivíduos a partir de variáveis explicativas pré-determinadas. O algoritmo determina pontos de corte para as variáveis explicativas de forma a criar grupos com a maior homogeneidade possível quanto à presença ou não de determinado fator, no

presente caso, a silicose. O nó inicial é formado por todos os indivíduos e seqüencialmente são feitas partições sempre binárias até a interrupção estabelecida por um critério de parada.

Para cada árvore foram adotados dois procedimentos de análise: o primeiro consistiu em construir uma árvore completa e o segundo foi a simplificação desta, sem sacrificar a qualidade do ajuste, a fim de encontrar a árvore menor e mais eficiente. Nesta etapa foi realizada a validação cruzada e aplicado o procedimento denominado poda (*prune*) para a escolha da árvore que tenha variância mínima. Para uma completa discussão sobre o CART sugere-se Breiman et al (1993).

A partir das variáveis que se mostraram significativas nos resultados dos modelos logísticos foram elaborados dois fluxogramas pelo CART, de modo seqüencial.

As variáveis  $X_1$  e  $X_5$  foram utilizadas na construção da primeira e da segunda árvore, respectivamente.

Foram utilizados os programas estatísticos StatXact, SPSS versão 10.0 e S-Plus 2000.

A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital das Clínicas da UFMG. Todos os participantes assinaram o formulário de consentimento livre e esclarecido, de acordo com o item IV da Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde (Conselho Nacional de Saúde, 1996), específico para a pesquisa.

### 5.3 RESULTADOS

A idade dos pacientes variou de 37 a 79 anos com os seguintes valores de média ( $\bar{x}$ ), desvio-padrão (s) e mediana ( $\tilde{x}$ ):  $\bar{x} = 57,39$ ,  $s = 9,57$  e  $\tilde{x} = 59$ . Todos eram do sexo masculino e quanto à cor da pele, 38 foram classificados como “brancos”, 26 como “pardos” e 5 como “negros”.

A data de admissão nas minas variou de 1942 a 1986, sendo que grande parte (65%) dos participantes iniciou suas atividades entre 1960 e 1980.

Em relação à duração da exposição, a variação foi de 1 a 28 anos ( $\bar{x} = 14,95$ ,  $s = 5,69$  e  $\tilde{x} = 15$ ). O índice de exposição à sílica ( $I_{EX}$ ) variou de 6,00 a 161,50 ( $\bar{x} = 67,22$ ,  $s = 31,12$  e  $\tilde{x} = 62,50$ ). O tempo de afastamento da exposição, à época da avaliação, variou entre 2 a 38 anos ( $\bar{x} = 16,11$ ,  $s = 9,10$  e  $\tilde{x} = 15$ ).

Em relação aos valores espirométricos previstos, a CVF variou de 43 a 143% ( $\bar{x} = 97,94$ ,  $s = 18,27$  e  $\tilde{x} = 99,00$ ) e o VEF variou de 33 a 152% ( $\bar{x} = 95,09$ ,  $s = 23,17$  e  $\tilde{x} = 98,00$ ).

Dentre os 69 pacientes, 22, 35 e 12 foram classificados, respectivamente, nas subcategorias radiológicas 0/0, 0/1 e 1/0. Portanto, 22 considerados não casos, 35 suspeitos e 12 diagnosticados casos de silicose.

Através da TCAR foram identificados 10 casos compatíveis com silicose, sendo todos eles classificados na categoria 1 pela mediana das leituras, portanto, considerados como leves ou iniciais. As classificações obtidas por RX e TCAR concordaram em 57 casos e discordaram em 12. Dessa forma, a TCAR confirmou 5 dos 12 diagnósticos de silicose feitos pelo RX e afastou 7 deles. Por outro lado, a TCAR identificou 5 novos casos considerados previamente negativos pelo RX.

Através da TCAR e RX foram obtidos ainda os seguintes diagnósticos:

1. Enfisema: 20 pacientes receberam diagnóstico através da TCAR, sendo que alguns apresentavam dois ou mais tipos diversos de enfisema. Dessa forma, considerando-se o total de diagnósticos de enfisema pela soma dos diversos tipos, houve um total de 38 diagnósticos. O tipo centrolobular foi o mais frequente (n=17), seguido pelo parasseptal (n=11), panacinar (n=7) e paracicatricial (n=3). Dentre estes 20 pacientes, apenas cinco foram diagnosticados através da radiografia de tórax;
2. Calcificação linfonodal verificada através de TCAR: 18 casos, sendo um deles tipo "egg shell", 14 tipo "outras", e três apresentavam os dois tipos ("egg shell" e "outras");
3. Linfonodomegalia intratorácica verificada através de TCAR: 16 casos;
4. Tuberculose: através da TCAR foram diagnosticados 12 casos de seqüelas típicas de TB. Através da radiografia de tórax e história clínica, foram identificados sete casos, sendo desses dois diagnosticados apenas pela história clínica e cinco através de imagens típicas à radiografia de tórax;
5. Espessamento de paredes brônquicas e/ou bronquiectasias verificadas através de TCAR: 14 casos;
6. Micronódulos compatíveis com silicose: 10 casos identificados através de TCAR, que identificou ainda imagens de confluências em dois desses casos. Através de radiografia foram identificados 12 casos, com nenhum encontro de confluência;
7. Opacificação tipo "vidro fosco" verificada através de TCAR: sete casos, sendo que em cinco deles o padrão foi compatível com bronquiolite respiratória tabágica, um caso compatível com alveolite alérgica extrínseca e um com proteinose alveolar;
8. Nódulo pulmonar solitário verificado através de TCAR: três casos;
9. Imagem compatível com neoplasia pulmonar verificada através de TCAR (massa): dois casos.

Nenhuma das imagens descritas nos itens 2, 3, 5, 7, 8 e 9 foi identificada através de RX.

A Tabela 1 mostra a distribuição das seguintes variáveis: idade; aquelas relacionadas à exposição à sílica; tabagismo e dados espirométricos, com os resultados dos testes de comparação das mesmas em relação às duas classificações de silicose através da TCAR, ou seja, "Sim" ou "Não". Embora sem significância estatística, percebe-se uma tendência de maior tempo de afastamento da exposição entre os negativos para silicose à TCAR, assim como uma tendência de maior tabagismo entre os considerados positivos. Quanto à função

pulmonar, percebem-se menores valores entre os considerados positivos para silicose à TCAR, especialmente em relação à CVF ( $p=0,045$ ).

A Tabela 2 mostra a distribuição (frequências absolutas e percentuais) de TB, enfisema, bronquite crônica e limitação crônica ao fluxo aéreo de acordo com a classificação da TCAR quanto aos achados de lesões compatíveis com silicose. Os resultados do teste exato de Fisher indicam que não houve diferença entre os dois grupos para nenhuma das morbidades consideradas. Os diagnósticos de TB e enfisema foram fundamentados nos critérios de TCAR.

A Tabela 3 mostra os resultados dos ajustes do modelo de regressão logística (modelo 1) que teve como resposta a silicose, diagnosticada através da presença de lesões compatíveis à TCAR, independente da classificação obtida por RX.

O modelo 1 considerou como variáveis explicativas aquelas consideradas causais, ou seja, as relacionadas à exposição à sílica ( $I_{EX}$  e tempo de permanência da sílica nos pulmões), além de “cor da pele” e tabagismo (anos/maço). Inicialmente foram ajustados modelos com a variável “cor da pele” considerada em três categorias distintas: “brancos”, “pardos” e “negros”, sendo os “brancos” considerados como grupo de referência. Como os “pardos” não mostraram diferença em relação aos “brancos”, ambos foram reunidos em uma só categoria. Além do mais, no Brasil, devido a grande miscigenação étnica, muitas vezes é difícil classificar a cor da pele como branca ou parda.

Evidenciou-se que a probabilidade de diagnóstico de silicose aumentou 1,037 vezes para cada incremento de uma unidade no índice de exposição. Quanto ao tempo de permanência pulmonar da sílica, a associação foi inversa, ou seja, quanto maior o tempo de permanência, menor a ocorrência de silicose. O tabagismo mostrou uma associação de significância limítrofe, em sentido de maior ocorrência de silicose à medida em que se aumentou o consumo de tabaco (Tabela 3).

Os modelos de 2 a 5 envolveram variáveis não causais, sendo consideradas como variáveis explicativas os resultados espirométricos da CVF e  $VEF_1$ , expressos em percentual do previsto para brasileiros. Segundo os resultados apresentados na Tabela 4, as variáveis de

espirometria mostraram-se inversamente associadas à silicose, ou seja, quanto maior a função pulmonar, menor a ocorrência de silicose.

Verifica-se que a CVF obteve melhor associação com a silicose identificada pela TCAR do que o  $VEF_1$  (Tabela 4).

Foram ainda ajustados modelos tendo como resposta a silicose diagnosticada pelo RX e como explicativas as mesmas variáveis descritas nos modelos anteriores com utilização da TCAR, sem se obter, no entanto, nenhum resultado significativo.

A partir das análises de regressão logística binária tendo como variável resposta o diagnóstico de silicose através da TCAR, foi possível escolher as variáveis independentes mais adequadas para utilização no CART, considerando-se não apenas os resultados estatísticos, mas também o sentido clínico e o objetivo de tal aplicação. Ou seja, quais seriam as melhores variáveis a se utilizar na seleção de indivíduos que deveriam submeter-se à TCAR. Dessa forma, optou-se por iniciar a árvore pelo índice de exposição e, após a seleção de indivíduos obtida dessa forma, prosseguiu-se utilizando uma variável espirométrica, no caso, a CVF pós-broncodilatador. Apesar da CVF pré broncodilatador ter mostrado resultados melhores que a pós-broncodilatador (Tabela 4), optou-se pela utilização da última. Assim, tentou-se minimizar alguma possível influência de componente reversível de DPOC que pudesse estar superestimando o distúrbio aferido pela CVF naqueles positivos para silicose à TCAR, agindo-se portanto de uma forma mais conservadora.

A primeira árvore foi construída tendo como variável resposta a presença de silicose (sim, não) obtida através da TCAR, e o índice de exposição ( $I_{EX}$ ) como variável explicativa. Neste caso, o interesse era a identificação do diagnóstico de silicose, sendo o grupo de referência constituído pelos portadores de silicose.

A Figura 1 mostra que através do CART foram inicialmente formados dois grupos, identificados os pontos de corte do índice de exposição que separam os indivíduos (52,7). No grupo formado com aqueles que apresentaram o  $I_{EX}$  mais baixo ( $< 52,7$ ), todos eram não silicóticos ( $n=21$ ). No grupo formado por aqueles com  $I_{EX} \geq 52,7$  ( $n=48$ ) localizavam-se os 10 portadores de silicose. No entanto, dentre estes 48 indivíduos, a próxima subdivisão

proposta pelo algoritmo, através do ponto de corte de 65,25 do  $I_{EX}$  não foi capaz de separar adequadamente os doentes dos não doentes, dentre este subgrupo. Portanto, o ponto de corte do  $I_{EX}$  que se mostrou eficiente para agrupar os indivíduos de interesse foi o maior ou igual a 52,5, o qual se aproxima do percentil 30 da distribuição.

Dessa forma, a partir dos resultados da primeira árvore, foi construída a segunda árvore considerando apenas os 48 pacientes cujo  $I_{EX}$  foi  $\geq 52,75$ . Novamente a variável resposta foi a silicose (sim, não) obtida através da TCAR, e desta vez, a variável explicativa foi a CVF pós-broncodilatador em percentual do valor previsto.

A segunda árvore foi capaz de classificar corretamente 100% dos silicóticos ( $n=10$ ), através do ponto de corte de  $CVF \leq 103,5\%$  do previsto. Este ponto de corte de 103% da CVF se mostrou próximo ao percentil 60 da distribuição.

A Tabela 5 mostra informações sobre as variáveis  $I_{EX}$ ,  $CVF\%$  e resultado da TCAR quanto a presença ou não de silicose, nos 28 pacientes selecionados pela metodologia do CART para submeter-se à TCAR.

**Tabela 1:** Média ( $\bar{x}$ ), desvio-padrão (s) e mediana ( $\tilde{x}$ ) de idade, de variáveis de exposição à sílica, tabagismo, CVF<sup>o</sup> e VEF<sub>1</sub><sup>oo</sup> e o valor-p de testes de comparação entre as classificações obtidas pela TCAR para os 69 pacientes

Variáveis	Classificação da Silicose através da TCAR						Valor-p
	Sim (n=10)			Não (n=59)			
	$\bar{x}$	s	$\tilde{x}$	$\bar{x}$	s	$\tilde{x}$	
Idade (anos)	54,00	7,51	56,00	57,97	9,93	59,0	0,233
Média dos escores da intensidade da exposição	4,47	0,43	4,43	4,63	1,33	4,83	0,707
Tempo de exposição (anos)	17,00	4,89	15,50	14,61	5,78	15,00	0,222
Índice de exposição à sílica	74,40	21,94	64,00	66,00	32,41	60,00	0,434
Tempo de permanência da sílica nos pulmões (anos)	28,70	5,79	29,50	33,10	9,98	33,00	0,181
Tempo de afastamento da exposição (anos)	11,50	5,21	12,50	16,89	9,41	16,00	0,083
Tabagismo (anos/maço) **	16,20	13,45	14,00	10,55	13,42	5,00	0,096
CVF (% do previsto)	87,30	15,31	90,00	99,75	18,21	103,00	0,045*
VEF <sub>1</sub> (% do previsto)	84,40	24,29	94,00	96,89	22,68	99,00	0,115

\*Estatisticamente significativo; \*\*variável de distribuição não normal

<sup>o</sup>CVF: capacidade vital forçada em percentual do previsto

<sup>oo</sup> VEF<sub>1</sub>: volume expiratório forçado em percentual do previsto

**Tabela 2:** Distribuição de pacientes com TB, enfisema, bronquite crônica e Limitação crônica ao fluxo aéreo (LCFA) segundo classificação da TCAR para silicose e resultado do teste exato de Fisher

Desfecho	Silicose segundo TCAR		Total (69)	Valor-p
	Sim (10)	Não (59)		
Enfisema	4 (40%)	16 (27,1%)	20 (29,0%)	0,460
Tuberculose	0 (0%)	12 (20,3%)	12 (17,4%)	0,191
Bronquite crônica	3 (30%)	6 (10,2%)	9 (13,0%)	0,116
LCFA	2 (20%)	18 (30,5%)	20 (29,0%)	0,712

**Tabela 3:** Resultados do modelo 1 de regressão logística múltipla tendo como resposta a silicose diagnosticada através da TCAR e como variáveis explicativas aquelas consideradas como causais

Variável	OR	Valor-p
Índice de exposição à sílica ( $I_{EX}$ )	1,037 (1,003- 1,073)	0,034
Tempo de permanência* (anos)	0,871 (0,773- 0,982)	0,024
Raça (cor da pele)	1,430 (0,093- 21,954)	0,798
Tabagismo (anos/maço)	1,051 (0,997- 1,108)	0,064

\* tempo de permanência da sílica nos pulmões

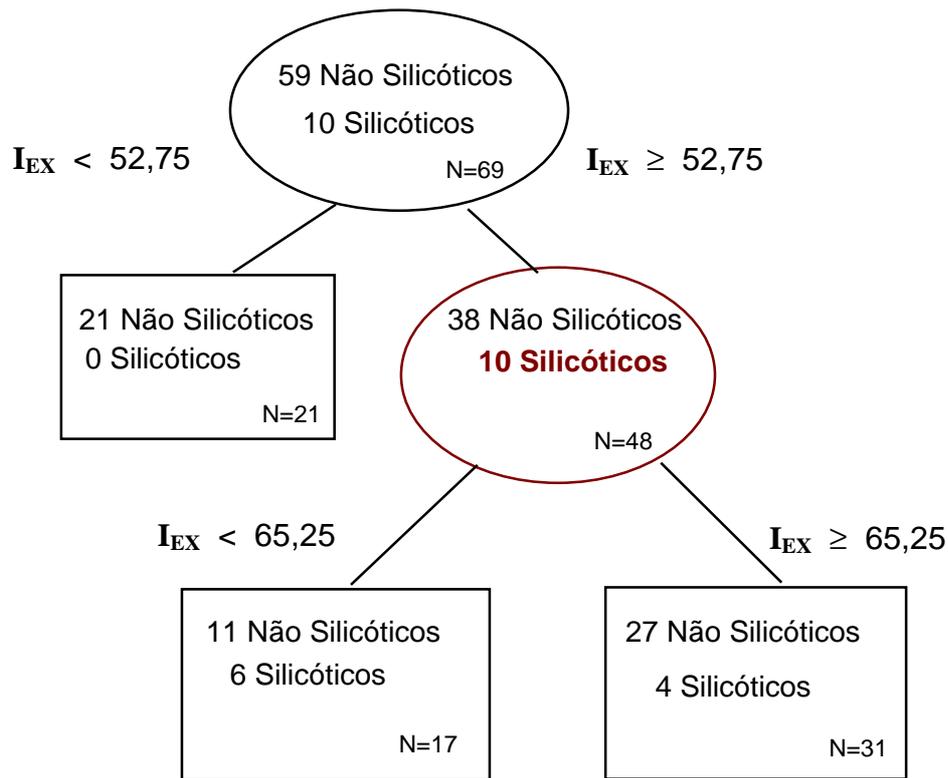
**Tabela 4:** Resultados dos modelos de regressão logística múltipla tendo como resposta a silicose diagnosticada através da TCAR e como variáveis explicativas os dados espirométricos

Modelo	Variável	OR	P
2	CVF pré Bd	0,963 (0,927- 1,000)	0,048
3	CVF pós Bd	0,964 (0,930- 1,001)	0,054
4	VEF <sub>1</sub> pré Bd	0,976 (0,948- 1,005)	0,104
5	VEF <sub>1</sub> pós Bd	0,977 (0,949- 1,006)	0,118

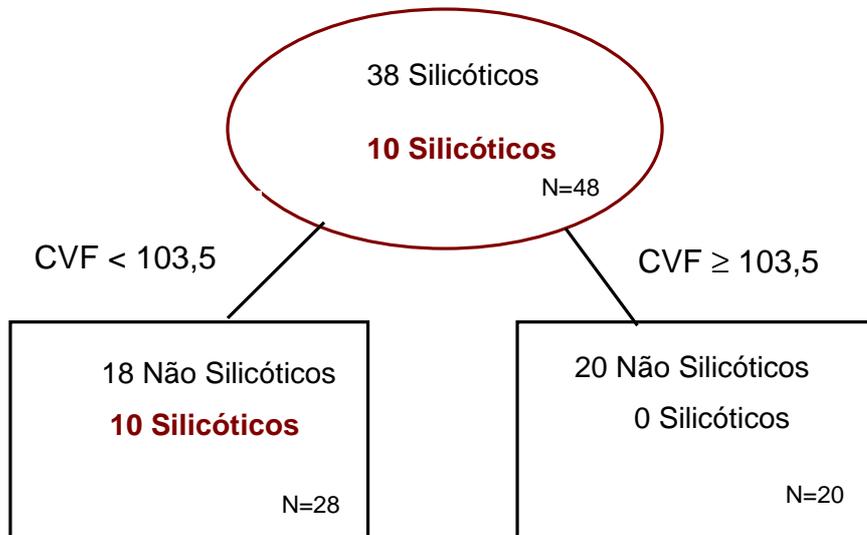
CVF: capacidade vital forçada em percentual do previsto  
 VEF<sub>1</sub>: volume expiratório forçado em percentual do previsto  
 Bd: broncodilatador

**Tabela 5:** Índice de exposição ( $I_{EX}$ ), CVF (% previsto) e resultado da TCAR quanto a presença ou não de silicose, nos 28 pacientes selecionados pela metodologia do CART como candidatos à TCAR.

Paciente	$I_{EX}$	CVF	Silicose	Paciente	$I_{EX}$	CVF	Silicose
16	80,5	90	Não	119	54	94	Não
19	67	90	Não	121	60	99	Não
20	104	103	Não	126	71,5	96	Não
26	121,5	87	Não	137	110,5	93	Não
30	54	76	Não	2	112,5	102	Sim
55	57,5	85	Não	9	53	64	Sim
58	91,5	88	Não	45	103,5	100	Sim
71	56	93	Não	53	80	62	Sim
82	82	92	Não	77	63	99	Sim
87	80	89	Não	85	65	79	Sim
91	80	77	Não	88	60	96	Sim
102	70	72	Não	93	53	103	Sim
109	79	95	Não	116	59	84	Sim
115	141	82	Não	127	95	84	Sim



**Figura 1:** Fluxograma obtido pelo CART com a utilização do índice de exposição ( $I_{EX}$ ) para seleção de indivíduos de acordo com resultado da TCAR (positivo ou negativo quanto ao achado de lesões compatíveis com silicose *borderline*)



**Figura 2:** Fluxograma obtido pelo CART tendo o CVF como variável preditora da seleção de indivíduos de acordo com resultado da TCAR (positivo ou negativo quanto ao achado de lesões compatíveis com silicose *borderline*)

## 5.4 DISCUSSÃO

No presente estudo, através dos resultados obtidos pelas duas árvores de decisão, foi possível, de uma maneira seqüencial, selecionar aqueles indivíduos que apresentavam imagens compatíveis com silicose à TCAR. Através da primeira árvore foram identificados 48 indivíduos ( $I_{EX}$  maior que 52,5) e, dentre esses, a partir da segunda árvore, foram selecionados 28 ( $CVF \leq 103,5\%$  previsto), dentre os quais encontravam-se os 10 portadores de imagens compatíveis com silicose *borderline* à TCAR. Dessa forma, no total, foram identificados 28 (40% dos 69 indivíduos analisados) que mais se beneficiariam da utilização da TCAR. Os demais 41 indivíduos não teriam indicação, teoricamente, de ter prosseguido com a propedêutica proposta, que foi a TCAR.

Como o desenvolvimento da doença apresenta um forte gradiente dose-resposta em relação à exposição à sílica (Hnizdo et Sluis-Cremer, 1993; Hughes et al, 2001; Buchanan et al, 2003), faz sentido supor que o conhecimento da exposição dos indivíduos poderia auxiliar na indicação da TCAR. Outros elementos importantes, e facilmente obtidos através de avaliações clínicas, são as variáveis espirométricas, que apresentam a vantagem de serem dados objetivos (numéricos) e de baixo custo.

Assim, no estudo atual, foram utilizados dados relativamente simples para a seleção de candidatos à TCAR, baseado em quantificações da exposição ( $I_{EX}$ ) e na espirometria.

O índice de exposição ( $I_{EX}$ ) utilizado no presente estudo expressa a exposição acumulada à sílica obtida através de informações recuperáveis na anamnese ocupacional. Estas por sua vez, foram correlacionadas às mensurações de sílica livre nas avaliações ambientais pré-existentes e a duração da exposição (Carneiro et al, 2006). Porém, existem outros fatores de risco que devem ser levados em conta para ocorrência de silicose, tais como susceptibilidade individual, fatores genéticos, além de outros detalhes da exposição à sílica, não captados pelo índice utilizado. Deve ainda ser considerado que, como se trata de uma medida cumulativa, o uso do índice teve como pressuposto que os componentes de intensidade e duração da exposição têm comportamentos semelhantes, o que pode nem sempre ocorrer. Um estudo recente mostrou que grandes intensidades de exposição, ainda que por curtos períodos, são mais importantes que longas exposições (Buchanan et al, 2003).

Em nosso estudo não foi analisado o período de latência, ou seja, o tempo decorrido entre a primeira exposição e a ocorrência da silicose, pois não se conheceu exatamente quando a doença teve início. Segundo Hnizdo e Sluis-Cremer (1993), dentre mineiros de ouro menos expostos, tanto no que concerne à intensidade quanto à duração da exposição, houve um maior período de latência do que dentre os mais expostos. Neste estudo estudou-se uma coorte de 2.235 mineiros, com casos nos diversos graus da doença, cuja exposição foi mais amplamente diferenciada.

Com nossos dados, o que se pôde aferir foi o tempo de permanência da sílica nos pulmões, ou seja, o tempo transcorrido da primeira exposição até a graduação atual do desfecho de interesse, a silicose diagnosticada através da TCAR. Percebe-se, no entanto que, dentre os positivos para silicose à TCAR, encontrou-se um maior  $I_{EX}$  (74,40 em média), assim como um menor tempo de permanência da sílica (28,70 anos em média) do que em relação aos negativos à TCAR, que apresentavam médias de  $I_{EX}$  e tempo de permanência pulmonar da sílica de 66,00 e 33,10 anos, respectivamente. Estas variáveis, embora não tenham atingido significância estatística nas análises univariadas, foram significativas na regressão logística múltipla. Tais achados parecem coerentes em relação aos de Hnizdo e Sluis-Cremer (1993). No entanto, em nosso estudo existem limitações de interpretação, pois trata-se de uma casuística pequena e mais homogênea no que se refere à exposição e graduação dos casos. Porém, caso esta inferência esteja correta, aqueles atualmente considerados negativos à TCAR em nosso estudo, deveriam continuar em acompanhamento radiológico periódico, pois, mais tardiamente, poderiam se tornar positivos. É possível ainda que os não-casos representem um grupo de sobreviventes, cuja exposição cumulativa à sílica foi menor. Para se aferir melhor a importância deste fator, seria importante comparar indivíduos com o mesmo tempo/intensidade de exposição e tempos distintos de permanência da sílica nos pulmões. No entanto, na literatura existem controvérsias em relação à relevância do tempo de permanência pulmonar da sílica. Buchanan et al (2003) não encontraram importância deste fator em relação à ocorrência de silicose numa re-análise de uma coorte de ex-trabalhadores de uma mina de carvão na Escócia.

Quanto à função pulmonar, alguns autores têm comparado os achados da TCAR aos da radiografia, testes de função pulmonar, variáveis clínicas e ocupacionais, porém ainda sem

chegarem a pontos de consenso. Alguns demonstraram, através da TCAR, uma melhor explicação para a disfunção pulmonar apresentada pelos pacientes, através da identificação de áreas de enfisema pulmonar não percebidas pela radiografia e/ou complicações decorrentes da própria silicose, como por exemplo, coalescência de lesões (Begin et al, 1991; Talini, 1995; Gevenois et al, 1998). Este fato pode ser especialmente importante para fins periciais.

Alguns estudos, citados a seguir, demonstram existência de disfunção pulmonar em casos leves de silicose, porém, a maior parte deles sem utilização da TCAR para o diagnóstico da mesma. Wang et al (1997) em estudo de 1.131 trabalhadores chineses, dentre os quais 219 eram expostos à sílica, demonstraram uma diferença significativa da relação  $VEF_1/CVF$  e do teste da difusão do monóxido de carbono, comparando a silicose classificada na categoria radiológica 0 com a 1, tanto em fumantes como em não fumantes.

Cowie (1998), ao estudar uma amostra de 242 indivíduos, pertencentes a uma coorte de 1.197 mineiros de ouro na África do Sul, classificados nas diversas categorias de silicose, encontrou uma expressiva perda de  $VEF_1$ /ano, mesmo entre os pertencentes as categorias radiológicas 0 e 1 de silicose.

Cavariani et al (2005), numa análise transversal de 808 trabalhadores pertencentes a uma coorte ceramistas italianos, demonstraram uma perda de 137ml de  $VEF_1$  relacionada a silicose classificada na categoria 1/0. Neste estudo, demonstrou-se ainda uma perda de 4mL de  $VEF_1$  para cada unidade do índice de exposição cumulativa empregado, independente da silicose.

Hertzberg et al (2002), estudaram uma coorte de 1.072 trabalhadores expostos à sílica numa indústria automotiva nos EUA, todos não silicóticos. Foi demonstrado um decaimento significativo da função pulmonar, dependente do gradiente de exposição e ajustado para tabagismo.

Em relação aos estudos nos quais foi utilizada a TCAR, encontra-se o de Begin et al (1995) que estudaram 111 expostos à sílica classificados nas categorias radiológicas 0 ou 1, os quais foram submetidos a TCAR sendo avaliada a presença de enfisema. Foi encontrada associação do enfisema com a presença de silicose, assim como com a exposição à sílica e com o tabagismo, de modo independente. Dessa forma, a disfunção pulmonar encontrada dentre os

considerados portadores de silicose pode ter sofrido contribuição da presença de enfisema. Os mesmos autores tinham estudado anteriormente 49 expostos à sílica, também tendo a silicose classificada radiologicamente como 0 ou 1, os quais foram ainda submetidos à TCAR. Houve associação da disfunção pulmonar com a presença de enfisema, mas não com a silicose.

Em nosso estudo, não foi encontrada associação significativa entre a presença de silicose à TCAR com o diagnóstico de enfisema, também aferido pela TCAR. Embora houvesse maior tabagismo entre os considerados positivos para silicose do que entre os negativos, esta diferença não foi significativa tanto em análise univariada como na de regressão logística. Porém, há de se considerar que, conforme demonstrado na literatura, o tabagismo pode causar alterações tomográficas em indivíduos saudáveis e sem alterações nas provas de função pulmonar. Remy-Jardin et al (1993), demonstraram que tabagistas e ex-tabagistas apresentam maior quantidade de micronódulos parenquimatosos e subpleurais, assim como maior quantidade de áreas de vidro fosco e enfisema do que não tabagistas. Portanto, considera-se a possibilidade de que, em nosso estudo, possa ter ocorrido alguma interferência desta natureza, ou seja, alguma alteração tomográfica conseqüente ao tabagismo, como pôr exemplo a bronquiolite tabágica, ter sido interpretada como achado tomográfico compatível com silicose leve ou inicial à TCAR.

Em relação à utilização da TCAR, a inexistência de modelos através dos quais se faria a classificação visual comparativa, de modo semelhante ao que se faz com as radiografias, pode ser uma desvantagem. Embora existam propostas da padronização da classificação tomográfica, especialmente em relação às alterações secundárias ao asbesto, ainda não existe implementação abrangente das mesmas. Recentemente foi publicada proposta pela OIT (Kusaka et al, 2005).

Apesar disso, segundo a literatura, alguns autores encontraram melhor concordância entre leitores de TCAR do que de RX de tórax (Talini et al, 1995), o que não foi encontrado em nosso estudo prévio (Carneiro et al, 2001).

Ressalta-se que a realização de leituras múltiplas, tanto de RX como de TCAR, é fundamental na comparação dos dois métodos, uma vez que há variabilidade interindividual nas leituras, conforme observado em nosso estudo anterior (Carneiro et al, 2001)

Concluindo, no presente estudo, através da utilização de instrumentos relativamente simples ( $I_{EX}$  e CVF), que se mostraram significativos nas análises estatísticas e são possíveis de se obter durante avaliações clínicas, foi possível identificar 28 (dentre 69 pacientes) que mais se beneficiariam da realização da TCAR. Estes achados poderiam subsidiar futuras análises de custo-benefício da utilização da TCAR nestas circunstâncias, o que seria muito importante dado que o exame tem sido utilizado indiscriminadamente na prática clínica envolvendo pacientes com exposição a poeiras minerais.

Como ainda não existem estudos que elaborem ou proponham critérios para direcionar a indicação da TCAR em expostos à sílica com RX negativo ou *borderline* para silicose, o presente estudo, apesar de ter uma casuística pequena, pode representar uma proposta inicial a ser confirmada em outros estudos. Como não se sabe ao certo se existiriam elementos clínicos, funcionais e ocupacionais determinantes do encontro de imagens compatíveis com silicose em fases iniciais ou leves à TCAR, os achados do presente estudo devem ser confirmados em estudos posteriores, com amostras maiores.

A forma de avaliação proposta, pode ainda ser utilizada, com as devidas adaptações, em outros ramos de atividade profissional nos quais exista exposição à sílica ou mesmo a outra poeira mineral.

## AGRADECIMENTOS

O presente trabalho é parte da tese de Doutorado em Epidemiologia de Carneiro APS no Programa de Pós-Graduação em Saúde Pública da UFMG. Agradecemos à equipe da Mineração Anglo-Gold, em especial aos Srs. Hermano Gomes Machado, Cristovam Chiaradia e Marcelo Lopez e ao Sr. Lênio Servio Amaral da FUNDACENTRO, pela decisiva contribuição na atribuição dos escores de exposição às minas e funções; aos radiologistas Drs Cid Sérgio Ferreira, Maria Luíza Bernardes, Jorge Issamu Kavakama e Thaís Abreu de Castro pela leitura das radiografias e tomografias; ao Dr Eduardo Algranti, da FUNDACENTRO, pelo apoio durante a realização deste trabalho.

Agradecemos à CAPES pelo apoio ao projeto por ter possibilitado o módulo “doutorado sanduíche” no exterior (Itália), à autora principal. A Doutora Sandhi Maria Barreto é pesquisadora do CNPQ.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Algranti E, Capitani EM, Carneiro APS, Saldiva PH. Sistema Respiratório. In: Mendes R. Patologia do Trabalho. 2 ed. Rio de Janeiro: Ed Atheneu, 2003.

American Thoracic Society. Standardization of Spirometry 1994 Update. *Am J Resp Crit Care Med*, 1995;152:1107-136.

Begin R, Fillion R, Ostiguy G. Emphysema in silica and asbestos exposed workers seeking compensation. *Chest*, 1995;108:647-55.

Begin R, Ostiguy G, Fillion R, Colman N. Computed Tomography Scan in early detection of Silicosis. *Am Rev Respir Dis* 1991; 144:697-705.

Breiman L, Friedman JH, Olshen RA, Stone CJ. Classification and Regression trees. New York: Chapman & Hall; 1993.

British Thoracic Society. The diagnoses, assessment and treatment of diffuse parenchymal lung disease in adults. *Thorax*, 1999; 54: (supl1).

Buchanan D, Miller BG, Soutar CA. Quantitative relations between exposure to respirable quartz and risk of silicosis. *Occup Environ Med* 2003; 60:159-164.

Carneiro APS, Barreto SM, Siqueira AI, La Rocca PF. Exposição á sílica na atividade de mineração: construção de um índice. *Revista de Saúde Pública*, 2006; 40(1):83-91.

Carneiro et al. Estudo comparativo entre tomografia computadorizada de alta resolução e radiografia de tórax no diagnóstico da silicose em casos incipientes. *J Pneumol*, 2001; 27(4):199-205.

Cavariani F, Carneiro APS, Leonori R, Bedini L, Quercia A, Forastiere F. Esposizione a silice cristallina nel comparto ceramico di Civita Castellana (Viterbo) ed evidenze radiologiche e spirometriche di danno polmonare. *Gior Italiano di Med Lavoro Erg*,

- 2005; 27(3): 300-302.
- Conselho Nacional de Saúde, Ministério da Saúde. Diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisa envolvendo seres humanos. Resolução 196, 1996.
- Cowie RL. The influence of Silicosis on deteriorating lung function in gold miners. *Chest*, 1998; 113:340-43.
- Ferris BG. Epidemiology standardization project II. *Am Rev Respir Dis*, 1978; 118(sup 2):7-53.
- Fraser RS, Muller NL, Colman N, Paré PD. Chronic obstructive pulmonary disease. In: *Diagnosis of diseases of the chest*. 4 ed. Philadelphia: WB Saunders Company, 1999. V.3, parte X, cap. 55, p.2168-2263.
- Fraser RS, Muller NL, Colman N, Paré PD. Mycobacteria In: *Diagnosis of diseases of the chest*. 4 ed. Philadelphia: WB Saunders Company, 1999. V.2, parte V, cap. 27, p.799-873.
- Gambini G et al. Comparison of inter-observer reproducibility between conventional chest radiography and *AMBER* in the evaluation of silicosis. *La Medicina del Lavoro*, 1996; 87(4): 323-329.
- Gevenois PA , Sergent G, De Maertealer V, Gouat F, Yernaut, JC, De Vuyst P. Micronodules and emphysema in coal mine or silica exposure: relation with lung function. *Eur Respir J*, 1998; 12:1020-24.
- Graham WGB. Quartz and silicosis. In: Banks DE, Parker JE. *Occupational Lung Diseases: an international perspective*. 1 ed. London. Chapman and Hall Medical, 1998. Cap.13, p.191-212.
- Hertzberg VS, Rosenman KD, Reilly MJ, Rice CH. Effect of occupational silica exposure on pulmonary function. *Occup Env Med*, 2002; 122:721-28.
- Hnizdo E et al. Correlation Between Radiological and Pathological Diagnosis of Silicosis: an Autopsy Population Based Study. *Am J Ind Med*, 1993; 24:427-45.
- Hnizdo E, Sluis-Cremer, GK. Risk of Silicosis in a cohort of white South African gold miners. *Am J Ind Med*, 1993; 24:447-57.
- Hnizdo E, Vallyathan V. Chronic obstructive pulmonary disease due to occupational exposure to silica dust: a review of epidemiological and pathological evidence. *Occup Env Med*, 2003; 60(4):237-243.
- Hughes JM, Weill H, Rando RJ, Shi R, McDonald AD, McDonald JC. Cohort mortality study of north american industrial sand workers II. Case-referent analysis of lung cancer and silicosis deaths. *Ann Occup Hyg*, 2001; 45(3):201-207.
- Instituto Nacional do Seguro Social. Ordem de Serviço n 609, de 5 de agosto de 1998: Aprova Norma Técnica sobre Pneumoconioses. Diário Oficial da União, n 158, de 19

de agosto de 1998, seção I, p. 53-60.

International Labour Office. Guidelines for use of ILO International Classification of Radiographs of Pneumoconioses. Geneva: ILO Revised Edition. Occupational Safety and Health Series n. 22, 1980.

International Labour Office. Guidelines for use of ILO International Classification of Radiographs of Pneumoconioses. Geneva: ILO Revised Edition. Occupational Safety and Health Series n. 22, 2000.

Kusaka Y, Hering KG, Parker JE. 2005. International Classification of HRCT for occupational and Environmental respiratory diseases. Ed Springer, 1ed, março de 2005.

Lima DA, Lorenzo GV, Amaral LS, Sampaio MR. Relatório técnico das condições de segurança, higiene e medicina do trabalho e trabalho educativo na Mineração Morro Velho S/A. FUNDACENTRO, CEMG. Belo Horizonte, 1991/1992. (5 volumes).

Olivetti L et al. Definizione anatomo-radiologica della silicosi minima interstiziale e contributo diagnostico della tomografia computerizzata com alta risoluzione Radiol Med, 1993; 85:600-05.

Pereira CAC, Barreto SP, Simões JG, Pereira FWL, Gerstler JG, Nakatami J. Valores de referência para espirometria em uma amostra da população brasileira adulta. J Pneumol, 1992; 18: 10-22.

Remy-Jardin M et al. Assessment of diffuse infiltrative lung disease: comparison of conventional CT and High-Resolution CT. Radiology, 1991; 157:157-62.

Remy-Jardin M et al. Computed tomographic evaluation of silicosis and Coal Workers Pneumoconiosis. Radiol Clin North Am, 1992; 30(6):1155-1176.

Remy-Jardin M et al. Diffuse infiltrative lung disease: clinical value of sliding thin slab maximum intensity projection CT scans in the detection of mild micronodular patterns. Radiology, 1996; 200: 333-339.

Remy-Jardin M, Remy J, Boulenguez C, Sobaszek A, Edme J\_L, Furon D. Morphologic effects of cigarette smoking on airways and pulmonary parenchyma in healthy adults volunteers: CT evaluation and correlation with pulmonary function tests. Radiology, 1993; 186:107-115.

Rosenman KD et al. Silicosis among foundry workers. Am J Epidemiol, 1996; 144:890-900.

Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia. I Consenso Brasileiro de Espirometria. J Pneumologia, 1996; 22(3).

S-plus on line manuals. Guide to Statistics Volume 1.

Talini D, Paggiaro PL, Falaschi F, Battolla L, Carrara M, Petrozzino M, Begliomini E, Bartolozzi C, Giuntini C. Chest radiography and high resolution CT in the evaluation of workers exposed to silica dust: relation with functional findings. Occup Environ Med,

1995; 52(4):262-7.

Vernhet H et al. Apport de la TDM avec haute résolution volumique (TDM HRV) dans l'exploration des pneumopathies infiltratives diffuses. *Rev Mal Respir*, 1999; 16: 188-197.

Wang X, Yano E, Nonaka K, Wang M, Wang Z. Respiratory impairments due to dust exposure: a comparative study among workers exposed to silica, asbestos and coalmine dust. *Am J Ind Med*, 1997; 31:495-502.

## 6- CONSIDERAÇÕES FINAIS

O atual estudo, tem como uma de suas principais limitações o pequeno tamanho da casuística, pois a amostra foi dimensionada para responder ao estudo inicial, de comparação entre leituras radiológicas e tomográficas. Dessa forma, ao prosseguir o estudo, já existia um tamanho de amostra pré-estabelecido e o que se fez, foi testar o poder do índice de exposição em discriminar pacientes nas quatro categorias radiológicas principais da silicose. Com esta análise, obtiveram-se resultados satisfatórios, conforme descrito no artigo 1.

Apesar das limitações, o presente estudo mostrou que foi possível construir um indicador síntese de exposição à sílica (IEX) relativamente simples, com dados recuperáveis a partir da história ocupacional, capaz de discriminar os principais desfechos relacionados à exposição, especialmente nos casos já bem estabelecidos de silicose, ou seja, não iniciais.

Verificou-se ainda que, outros fatores relacionados à exposição, como a continuidade da mesma após o diagnóstico da silicose, podem estar associados a apresentações mais graves da doença, tardiamente observadas. Dessa forma, se reforça a necessidade da busca do diagnóstico precoce, seguido pelo afastamento da exposição, visando melhorar o prognóstico dos portadores de silicose.

Nossos resultados sugeriram ainda haver alguma influência de fatores individuais e/ou raciais, na maior susceptibilidade de adoecimento de alguns indivíduos, conforme já descrito na literatura.

Entretanto, em relação aos casos *borderline* de silicose, os resultados do atual estudo sugeriram que seria necessário incorporar informações mais detalhadas sobre a exposição pregressa para melhorar o poder discriminatório do índice. Como pôr exemplo, o registro do uso de equipamentos de proteção individual -EPI, a realização

de horas-extra, informações sobre férias, etc. Além disso, acredita-se que, a introdução de outros elementos clínicos e funcionais, poderia melhorar distinção dos casos *borderline* em relação aos expostos “não casos”. Por exemplo, instrumentos viáveis na prática clínica, como o teste de caminhada de 6 minutos em corredor, poderiam ser melhor avaliados em futuros estudos.

No entanto, mesmo considerando as limitações do IEX utilizado em expostos à sílica com radiografia normal ou indeterminada, o mesmo mostrou-se útil na construção de um fluxograma para indicação da tomografia computadorizada de alta resolução de tórax (TCAR), juntamente com os resultados da capacidade vital forçada (CVF), aferida por espirometria.

Portanto, quanto à utilização da TCAR como método adicional na propedêutica de casos *borderline* de silicose, o presente estudo mostrou que, através da utilização de instrumentos relativamente simples (IEX e CVF), dentre 69 pacientes, foi possível identificar 28 que se beneficiariam da realização da TCAR, pois dentre estes se encontravam os 10 casos com imagens compatíveis com silicose. Dessa forma, através da metodologia utilizada, os demais 41 indivíduos teoricamente não teriam a necessidade de submeter-se à TCAR.

Sabe-se que a TCAR tem sido utilizada na prática ambulatorial de forma não sistemática, ou seja, sem aplicação de critérios que favoreçam a relação custo-benefício. Portanto, seu emprego na vigilância de populações expostas ainda não está definido.

Há necessidade de mais estudos para se esclarecer o papel da tomografia computadorizada de alta resolução de tórax (TCAR) no diagnóstico precoce da silicose, com identificação de critérios para sua indicação, visando melhor aproveitamento do exame. Como ainda não existem estudos que proponham fluxogramas para direcionar a

indicação da TCAR em expostos à sílica com RX negativo ou *borderline* para silicose, o presente estudo, apesar de ser constituído por uma casuística pequena, pode representar uma proposta inicial, cuja metodologia devesse ser repetida em outros estudos.

Como não se sabe ao certo se existiriam elementos clínicos, funcionais e ocupacionais determinantes do encontro de imagens compatíveis com silicose em fases iniciais ou leves à TCAR, os achados do presente estudo devem ser confirmados em estudos posteriores, com amostras maiores. Caso tais resultados se confirmem posteriormente, poderão ser fornecidos elementos para realização de análises de custo/benefício da utilização da TCAR em programas de vigilância de populações ocupacionalmente expostas à sílica.

Há ainda necessidade da implementação de protocolos com padronização de classificações e de modelos visuais de tomografias em expostos à sílica, conforme recentemente publicado (KUSSAKA e cols, 2005)<sup>32</sup>. Da mesma forma, a leitura de TCAR em pneumoconioses deve ser feita por múltiplos leitores, assim como preconizado pela Organização Internacional do Trabalho em relação à radiografia.

A Organização Mundial da Saúde (OMS) e a Organização Internacional do Trabalho (OIT), conjuntamente, iniciaram em 1995, um programa que visa a eliminação da silicose como problema de saúde pública (FEDOTOV, 1997)<sup>33</sup>. O Brasil participa desta iniciativa desde 2000 através do Programa Nacional de Eliminação da Silicose (OIT/PNES, 2001)<sup>34</sup>.

Sabe-se que grande parte do sucesso deste programa dependerá da implementação de eficientes mecanismos de controle ambiental nos locais de trabalho, assim como de

---

<sup>32</sup> KUSAKA Y, HERING KG, PARKER JE. International Classification of HRCT for occupational and Environmental respiratory diseases. Ed Springer, 1ed, março de 2005.

<sup>33</sup> FEDOTOV, I. Global Elimination of Silicosis: ILO/WHO International Programme. In: Asian-Pacific Newsletter on Occupational Health and Safety. Mineral dusts and prevention of silicosis, 4: 34-35, 1997.

<sup>34</sup> ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL DO TRABALHO. Programa Nacional de Eliminação da Silicose (PNES). Proposta preliminar, versão de 13 de dezembro de 2001. Resultado da Oficina de trabalho realizada na sede em Brasília, 12 a 13 de dezembro de 2001; 17p.

utilização de adequadas medidas de vigilância sobre os expostos, privilegiando-se as medidas preventivas.

Pretendendo contribuir para que a ambiciosa meta deste programa seja atingida, acreditamos que o diagnóstico precoce da doença, conforme pretendido no presente estudo, seguido do afastamento rápido destes casos da exposição, atue como uma forma de “prevenção secundária”, com finalidade de evitar a progressão da doença para suas formas mais graves.

## APÊNDICES

## **APÊNDICE A**

### **PROJETO DE PESQUISA PARA TESE DE DOUTORAMENTO**

A TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA DE ALTA RESOLUÇÃO DE TÓRAX NO DIAGNÓSTICO DE CASOS INCIPIENTES DE SILICOSE: QUAL O MOMENTO IDEAL PARA INDICÁ-LA?

Aluna: Ana Paula Scalia Carneiro

Orientadora: Sandhi Maria Barreto

Co-orientadora: Arminda Lucia Siqueira

#### **HIPÓTESE / PERGUNTA**

Em expostos à sílica com radiografia normal ou indeterminada, quais elementos clínicos, funcionais e ocupacionais são determinantes do encontro de imagens compatíveis com silicose à tomografia computadorizada de alta resolução (TCAR)?

#### **OBJETIVOS**

Principal: Propor critérios para otimização da indicação de TCAR no diagnóstico de casos incipientes de silicose com base em dados ocupacionais, clínicos e funcionais.

Específicos:

- 1- Desenvolver um indicador síntese da história de exposição à sílica na atividade de mineração subterrânea (primeiro artigo-qualificação)
- 2- Determinar variáveis ocupacionais, clínicas e funcionais relacionadas à silicose

## **EXPOSIÇÃO À SÍLICA NA ATIVIDADE DE MINERAÇÃO: PROPOSTA DE UM ÍNDICE (artigo 1)**

Trabalho apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Saúde Pública/Epidemiologia da Faculdade de Medicina da UFMG para exame de qualificação no curso de Doutorado, em novembro de 2003, como parte do Projeto de Pesquisa da Tese de Doutorado

### **RESUMO**

**INTRODUÇÃO:** O adoecimento por silicose apresenta forte gradiente dose-resposta em relação à exposição à sílica, ou seja, quanto maior a exposição maior a probabilidade de ocorrência da doença, inclusive com formas progressivamente mais graves. Na mineração subterrânea de ouro os trabalhadores estão expostos a diversas magnitudes de sílica inalável que podem ser, em parte, registradas durante a anamnese ocupacional. **OBJETIVO:** Diante das variações de exposição desses trabalhadores, tornou-se necessária a criação de um índice que pudesse sumarizar essas peculiaridades e tornar a exposição de cada um comparável a do restante do grupo. **METODOLOGIA:** Foram avaliados 140 ex-mineiros de ouro, no período de novembro de 1997 a dezembro de 1999, através de história clínica e ocupacional, radiografia e espirometria. As radiografias foram classificadas nas diversas categorias, de acordo com a classificação da Organização Internacional do Trabalho. Dentre estes, os considerados como normais ou incipientes foram ainda submetidos à tomografia computadorizada de alta resolução de tórax. Para cálculo do índice de exposição foram considerados escores para funções exercidas e minas trabalhadas, tempo em cada mina e em cada função, além da época trabalhada. **RESULTADOS:** No grupo completo, constituído por pacientes nas diversas fases da doença, o índice proposto apresentou-se discriminativo em relação ao desfecho principal, que foi a silicose e aos desfechos secundários, que foram a TBC e o enfisema pulmonar. Porém, no subgrupo dos casos incipientes, nos quais a magnitude da exposição foi menor e as imagens de silicose menos definidas, o índice não foi capaz de discriminar os mesmos desfechos. **CONCLUSÃO:** É necessário que se incorpore outros elementos, como os clínicos e funcionais, para melhor entendimento do adoecimento em expostos à sílica, especialmente nos considerados como casos incipientes.

**DESCRITORES:** Sílica, silicose, pneumoconioses, índice de exposição

**ABREVIACÕES:**

Radiografia : RX

Tomografia computadorizada de alta resolução: TCAR

Tuberculose: TBC

## INTRODUÇÃO

A silicose é uma doença ocupacional que representa um sério problema de saúde pública, pois ainda apresenta altos índices de incidência e prevalência nos países em desenvolvimento. Dados nacionais sugerem que Minas Gerais seja o Estado com maior número de casos (BRASIL, 1997), a maioria proveniente de minerações subterrâneas de ouro, mas existem ainda outras importantes fontes de exposição como garimpos, lapidações, pedreiras, indústria cerâmica, construção civil pesada (ALGRANTI e cols, 2003).

É uma doença com forte gradiente dose-resposta em relação à exposição à sílica, ou seja, quanto maior a exposição maior a probabilidade de adoecimento, inclusive com formas progressivamente mais graves (HNIZDO, 1993; ROSENMAN, 1996; KREISS, 1996; BUCHANAN, 2003; MANNETJE, 2002b; HUGHES, 2001).

Estudos recentes mostram que mesmo em exposições a concentrações de sílica consideradas dentro dos limites de tolerância adotados em vários países (0,1 mg/m<sup>3</sup>), existe ocorrência expressiva de casos de silicose (KREISS, 1996) e, até mesmo, excesso de mortes secundárias a mesma (MANNETJE, 2002a).

Exposições crônicas à poeira de sílica predis põem ainda a ocorrência de doença pulmonar obstrutiva crônica, independente do adoecimento por silicose (HNIZDO e VALLYATHAN, 2003), e de TBC (HNIZDO, 1998; COWIE, 1994).

O diagnóstico da silicose é baseado na radiografia de tórax (RX), em conjunto com história clínica e ocupacional coerentes (ALGRANTI, CAPITANI, CARNEIRO e SALDIVA, 2003). A Organização Internacional do Trabalho (OIT) desenvolveu uma padronização reprodutível da codificação das alterações radiológicas das pneumoconioses, sendo as lesões parenquimatosas classificadas em relação à profusão, forma e tamanho (ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL DO TRABALHO/FUNDACENTRO, 1994; INTERNATIONAL LABOUR OFFICE, 2000). A quantificação dos pequenos nódulos da silicose varia de 0/- até 3/+. No Brasil, para fins previdenciários, considera-se como caso de silicose, aquele cuja leitura radiológica, feita por pelo menos dois leitores experientes, for igual ou maior que 1/0 (INSS, 1998).

A doença na sua forma crônica é insidiosa, ocorrendo após vários anos do início da exposição. Em fases iniciais costuma ser assintomática, ou pouco sintomática, com pouca alteração nas provas de função pulmonar. Recentemente tem sido estudada a possibilidade da tomografia computadorizada de alta resolução (TCAR) de tórax ser utilizada como método que possa diagnosticar com maior precisão lesões mínimas de silicose, porém ainda sem consenso na literatura (OLIVETTI, 1993; BEGIN, 1995; TALINI, 1995; GEVENOIS, 1998; BISCALDI, 1999).

Na mineração subterrânea de ouro existem diversos fatores que condicionam a exposição à sílica, sendo os principais, a função exercida pelo trabalhador e a eficiência do controle ambiental em cada mina, o último representado principalmente por uma melhor ou pior ventilação no interior da mina. Tais fatores estão relacionados a intensidade da exposição. A duração da exposição representada pelo fator tempo (anos), quando considerada em conjunto com os fatores relativos à intensidade fornece a exposição cumulativa final.

Apesar de conhecida a relação dose-resposta, não existe um único indicador para quantificar e comparar os trabalhadores entre si quanto à exposição à sílica.

O objetivo do presente trabalho foi desenvolver um indicador síntese da história de exposição à sílica na atividade de mineração subterrânea de ouro, construído através de informações recuperáveis durante a anamnese ocupacional. Para validação do mesmo foram utilizados como parâmetros os desfechos relacionados à exposição, sendo o principal a silicose, e os secundários a tuberculose (TBC) o enfisema pulmonar.

## METODOLOGIA

Trata-se de estudo transversal, cujo universo foi representado por ex-mineiros com diagnósticos prévios de silicose, residentes na região de Nova Lima e Raposos. Estima-se que nos últimos 19 anos tenham sido identificados cerca de 4500 casos de silicose nessa região (INSTITUTO NACIONAL DO SEGURO SOCIAL, 1998). Nesse grupo, existe um subgrupo, estimado em 1500 pessoas, que movem ações judiciais contra o ex-empregador. Foram realizadas 140 perícias, no período de novembro de 1997 a dezembro de 1999, com utilização dos instrumentos citados a seguir:

- a) Anamnese clínica e ocupacional, na forma de entrevista e questionário clínico e ocupacional padronizado, realizados pela pesquisadora;
- b) RX de tórax nos padrões da OIT (ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL DO TRABALHO/FUNDACENTRO, 1994), cuja leitura foi feita de modo independente por três leitores experientes. Somente foram aceitos exames de qualidade 1 ou 2. Os resultados foram sumarizados através da mediana das leituras. As 12 subcategorias radiológicas foram posteriormente agrupadas nas categorias principais: 0, 1, 2 e 3. Os portadores de grandes opacidades foram incluídos na categoria 3, independente da classificação dos pequenos nódulos;
- c) testes de função pulmonar constituídos por espirometria realizada de acordo com o I Consenso Brasileiro de Espirometria (SOCIEDADE BRASILEIRA DE PNEUMOLOGIA E TISIOLOGIA, 1996) e teste de caminhada de seis minutos;
- d) TCAR realizadas com técnica padronizada, indicadas nos casos com mediana das três leituras radiológicas menor ou igual a 1/0. Os exames foram avaliados por três radiologistas experientes, de diferentes serviços, não participantes da etapa das leituras radiológicas. A graduação dos micronódulos seguiu a proposta de BEGIN e cols. (1991), classificando-os em quatro categorias de acordo com sua profusão, de modo similar ao que se faz com a radiografia de tórax de acordo com a OIT.

Definições de critérios utilizados para diagnóstico de “silicose incipiente”, enfisema, TBC:

- a) Silicose incipiente: foram considerados aqueles cuja mediana das leituras radiológicas foi igual ou menor que 1/0 de acordo com a classificação da OIT, portanto inclui casos iniciais (1/0) e não casos (0/1, 0/0 e 0/-), de acordo com os critérios vigentes (INSS, 1998);

b) Enfisema: foram considerados como portadores aqueles que preenchessem as definições imagenológicas:

-Radiológica: evidências de destruição vascular e aumento difuso do volume pulmonar, caracterizado como hiperinsuflação difusa (FRASER e cols., 1999b);

-TCAR: presença de áreas de baixa atenuação e destruição vascular (FRASER e cols., 1999b) sendo classificado como: proximal (centrolobular), panacinar e parasseptal. O alargamento anormal dos espaços aéreos associado com fibrose pode ser considerado como “enfisema” irregular ou paracicatricial;

c) Tuberculose (TBC): aqueles com história clínica de terem sido acometidos pela doença e/ou portadores de seqüelas ao RX e/ou TCAR caracterizadas por presença de áreas de estrias, nódulos calcícos, alterações fibroatelectásicas, espessamento e/ou calcificação pleural (FRASER e cols., 1999g, 1999f). Nenhum paciente no grupo apresentava TBC ativa por ocasião do estudo.

Elaboração do índice:

Existiam pacientes com início das atividades em mineração subterrânea em diversas décadas, trabalhando em diferentes minas, por diferentes períodos, diversas funções com diferentes tempos de exposição em cada uma delas. Todos estes fatores foram registrados durante a anamnese e conferidos com os documentos dos autos do processo e com as carteiras de trabalho. Embora não se tenha analisado estatisticamente a concordância dessas informações, a mesma pareceu satisfatória. Nos casos de discordância de informações considerou-se as fornecidas pelo paciente (desde que sem evidências de problemas cognitivos).

Portanto, a história de exposição de cada trabalhador levou em consideração: função, mina, tempo de exposição (anos) em cada mina, em cada função, e a época trabalhada.

As variáveis “função” e “mina” foram classificadas em escores, para tal houve a participação de dois engenheiros de segurança do trabalho, um deles da FUNDACENTRO e outro da empresa empregadora, que basearam-se em avaliações ambientais nas minas, incluindo várias quantificações de sílica livre em diversos locais, funções e épocas (LIMA e cols., 1991 e 1992), e na experiência pessoal para realizar a atribuição de escores. Estas classificações foram orientadas conjuntamente por ambos.

A atribuição dos escores seguiu uma escala ordinal, e não numérica. Por exemplo, um escore “4” é maior que o escore “2”, mas não significa exatamente o dobro da exposição.

Foram identificadas 25 funções no subsolo da mineração exercidas pelos trabalhadores do grupo estudado, as quais foram classificadas de acordo com o grau de exposição à sílica, sendo atribuídos escores de 1 a 6 (Quadro 1). As funções foram classificadas de acordo com as atividades no subsolo e seguem em ordem crescente, significando que uma maior exposição tem o maior peso.

Em relação as minas, foram identificadas 8 delas, que foram classificadas de acordo com o melhor ou pior controle ambiental, sendo atribuídos escores de 1 a 6, sendo que em duas minas foi feito ajuste no escore dependendo da época, pois ocorreram mudanças importantes nos ambientes com o decorrer do tempo, com melhora principalmente dos sistemas de ventilação (Quadro 2). Os pesos estão em ordem decrescente ou seja, peso 1 significa uma menor exposição ambiental do que peso 2 e assim, sucessivamente. Da mesma forma que para as minas, o escore para as funções é ordinal, não guardando relação aritmética entre os níveis.

Quadro 1- Escores atribuídos as funções

<b>Funções</b>	<b>Escore</b>
Operador de planta de refrigeração, maquinista de elevador, gaioleiro, sinaleiro de poços	1
Chefe de turno	2
Encarregado, eletricista, mecânico, encanador, transportador de ferramentas, transportador de água, motorneiro, engatador de bonde, escoramento	3
Feitor, operador de máquina de rampa,	4
Rasteleiro, operador de pá mecânica, operador de pá carregadeira, operador de jumbo, braçal (incluindo limpador de frente em desenvolvimento e limpador de subnível)	5
Operador de perfuratriz, ajudante de perfuratriz.	6

Quadro 2- Escores atribuídos às minas em função da ventilação e de sua eficácia:

<b>Mina</b>	<b>Escore</b>
Mina A	1
Mina B (após 1970)	2
Minas C, D, E e F	3
Mina G	4
Mina H (depois de 1986)	6
Mina H (antes 1986)	
Mina B (antes de 1970)	

A história de exposição de cada trabalhador pode ser descrita pela equação:

$$M_1 \sum_{j=1}^{K_1} F_{1j} T_{1j} + M_2 \sum_{j=1}^{K_2} F_{2j} T_{2j} + M_3 \sum_{j=1}^{K_3} F_{3j} T_{3j} + M_4 \sum_{j=1}^{K_4} F_{4j} T_{4j} \quad (1)$$

$$\sum_{i=1}^4 M_i \sum_{j=1}^{K_i} F_{ij} T_{ij} \quad (2)$$

Onde  $M$  corresponde à Mina,  $F$  à função e  $T$  ao tempo em anos.

A partir da história definiu-se o índice de exposição, que é na verdade, um escore padronizado:

História- média da história

Desvio padrão

Partiu-se de uma casuística já estabelecida de 140 pacientes, já distribuídos nas quatro categorias radiológicas de silicose (referidas como categoria 0, categoria 1, categoria 2 e categoria 3), respectivamente com os seguintes tamanhos:  $n_0=57$ ,  $n_1=48$ ,  $n_2=16$  e  $n_3=19$ .

Para a comparação de medianas do índice, foram utilizados os testes de Mann-Whitney e Kruskal-Wallis, respectivamente a categorias binárias ou múltiplas. O procedimento para

localizar as diferenças entre categorias testadas neste último caso foi baseado no pós-teste de Dunn. Para comparação de proporção entre grupos foram utilizados os teste de qui-quadrado e qui-quadrado de tendência.

Quando se analisou o desfecho principal (silicose), em relação ao índice de exposição à sílica, foram realizadas análises com e sem os pacientes considerados como observações atípicas (*outliers*) quanto ao índice. Foi considerado como *outlier* aquela observação cuja distância do quartil mais próximo fosse maior que 1,5 vezes a distância interquartílica.

Foram utilizados os programas estatísticos SPSS versão 10.0, GraphPad InStat versão 3.05, e EpiInfo versão 6.04.

## RESULTADOS

O índice de exposição à sílica foi aplicado para descrever e comparar os desfechos relacionados à exposição, sendo o principal, naturalmente a silicose, e os secundários a TBC e o enfisema pulmonar.

Foram analisados estes desfechos no grupo total e no subgrupo constituído pelos casos incipientes. Os dados colhidos já haviam sido parcialmente analisados em estudo anterior (CARNEIRO, 2000), incluindo o estudo da concordância das leituras das radiografias com as tomografias.

A idade dos pacientes variou de 37 a 86 anos, com média de 58,44 anos, sendo todos do sexo masculino. As datas de admissão nas minas variaram de 1933 a 1986. Em relação ao tempo de exposição, a variação foi de 1 a 45 anos, com média de 15,88 anos. O tempo de afastamento da exposição à época da avaliação pericial variou entre 2 a 42 anos com média de 16,20 anos. A maior parte (76%) exerceu 2 ou 3 funções no decorrer do tempo de serviço, sendo que 88% em algum momento foram “braçais”, 41% alguma vez foram “perfuradores”, 18% “encarregados”, 13% “ajudantes de perfurador” e 11% “feitores”. Quanto as minas trabalhadas a mais frequente foi a Mina H, seguida pela Mina G.

Os resultados das medianas das leituras radiológicas encontram-se na Tabela 1. De acordo com critérios radiológicos vigentes (INSS, 1998), dos 140 pacientes examinados, 57 foram considerados como não-silicóticos ( $RX \leq 0/1$ ) e 83 foram considerados casos de silicose ( $RX \geq 1/0$ ).

Para fins do presente estudo, dividiu-se os 140 pacientes em dois subgrupos: 66 foram considerados como casos de silicose bem definidos à radiografia de tórax (mediana das três leituras radiológicas maior ou igual a 1/1) e 74 foram considerados duvidosos ou incipientes (mediana das três leituras radiológicas igual ou menor que 1/0), sendo este subgrupo submetido a TCAR. Desses, cinco não retornaram para realização do exame.

Dentre os 66 casos de silicose considerados bem definidos ao RX de tórax 10 submeteram-se ainda à TCAR por alguma indicação clínica (detalhamento de imagens suspeitas).

O somatório do numerado da expressão (1), a história de exposição, variou de 30,00 a 804,00 com média e desvio-padrão respectivamente de 228,37 e 142,29.

Para exemplificar o cálculo do índice (escore padronizado) consideramos dois casos: (1) paciente com história de exposição igual a 552,00, o índice será  $552,00 - 228,38 / 142,29 = 2,27$ ; (2) paciente com história de exposição igual a 84,00, o índice será  $84,00 - 228,38 / 142,29 = -1,01$ . Estes resultados significam que a exposição do primeiro paciente foi bastante acentuada, situando-se a mais de dois desvios-padrão acima da média, enquanto que a exposição do segundo paciente está a um desvio-padrão abaixo da média.

Como a distribuição do índice não seguiu a distribuição normal, foram aplicados testes não paramétricos para comparação das medianas entre os grupos de interesse.

As estatísticas descritivas do índice no grupo total e no subgrupo de casos incipientes encontram-se na Tabela 2.

Observa-se no grupo completo que, quando se comparou a mediana do índice entre silicóticos e não silicóticos (Figura 1), através do teste de Mann-Whitney, houve diferença estatisticamente significativa ( $p=0,000$ ). Quando se fez a análise excluindo-se os *outliers* (demonstrados nas figuras como pontos indicados com um círculo) o resultado não sofreu alteração. As medianas do índice foram ainda comparadas em relação as quatro categorias de silicose através do teste de Kruskal-Wallis, com diferença significativa ( $p=0,000$ ). Entretanto, através do pós-teste de Dunn, não foi identificada diferença significativa entre as categorias vizinhas, isto é, houve diferença da apenas da categoria 0 para 2, da categoria 1 para 3 e da categoria 0 para 3, como mostra a Figura 2. Quando se fez a mesma análise excluindo-se os *outliers* demonstrados na Figura 2, acrescentou-se diferença entre as categorias 1 e 2. As demais comparações continuaram inalteradas.

Ainda no grupo completo observa-se que os desfechos secundários, a TBC pulmonar (Figura 3) e o enfisema (Figura 4), também apresentaram diferenças estatisticamente significativas

quando comparou-se doentes e não-doentes em relação à mediana do índice, com valores-p do teste de Mann-Withney respectivamente de 0,04 e de 0,001.

Porém, no subgrupo constituído pelos casos incipientes, a comparação das medianas do índice de exposição à sílica em casos e não casos de silicose, tanto com diagnóstico obtido por RX e quanto pela TCAR (Figuras 5 e 6, respectivamente), não evidenciou diferenças estatisticamente significativas, com valores-p do teste de Mann-Withney de 0,13 e 0,29 respectivamente. Quando se excluiu da análise os *outliers* demonstrados nas figuras 5 e 6, a comparação das medianas do índice passou a demonstrar diferença significativa nos casos diagnosticados através do RX de tórax, com valor-p do teste de Mann-Whitney igual a 0,02. Em relação aos diagnósticos obtidos pela TCAR não houve modificação do resultado.

Em relação aos desfechos secundários (TBC e enfisema) no subgrupo de casos “incipientes” de silicose, os diagnósticos foram obtidos tanto pela radiografia quanto pela tomografia, instrumento teoricamente mais sensível. Em relação à TBC, quando utilizado como critério diagnóstico a visualização de seqüelas típicas ao RX de tórax (Figura 7), o valor-p do teste de Mann-Withney para comparação das medianas do índice de exposição à sílica entre tuberculosos e não tuberculosos foi de 0,99. Quando utilizada a TCAR para visualizar as lesões de TBC o valor-p do teste foi de 0,72. Em relação ao enfisema quando utilizado como critério diagnóstico alterações vistas ao RX de tórax (Figura 8), o valor-p do teste de Mann-Withney para comparação das medianas do índice de exposição à sílica entre casos e não casos de enfisema foi de 0,92. Quando utilizada a TCAR para diagnóstico do enfisema o valor-p do teste foi de 0,22.

A TABELA 3 resume os resultados das comparações da mediana do índice de exposição em relação aos desfechos estudados no grupo completo e no subgrupo de casos incipientes.

Outra possível forma de avaliar a capacidade do índice proposto de verificar o gradiente dose-resposta da exposição em relação ao desfecho principal (silicose), foi a comparação da proporção de casos de silicose entre categorias do índice definidas pelos quartis do índice. Quando analisado o grupo completo, evidenciou-se uma maior proporção de casos à medida que se aumentou a exposição aferida pelo índice (Figura 9). Para tal, utilizou-se o teste de qui-

quadrado de tendência, cujo valor-p foi de 0,00. Porém, no subgrupo constituído pelos casos incipientes, não foi observada esta tendência, com valor-p do teste igual a 0,12 (Figura 10).

Quanto à validação indireta dos diagnósticos de silicose através do índice, optou-se pela curva conhecida como ROC (Receiving Operating Curve), sendo a classificação de caso feita em conjunto pelos diagnósticos radiológicos e de TCAR (Figura 11). Dessa forma, no grupo completo, constituído pelos 140 pacientes, considerou-se o resultado obtido pela TCAR como diagnóstico final para os 79 pacientes que se submeteram a este exame (sendo 69 deles pertencentes ao subgrupo de casos incipientes e 10 ao subgrupo de casos bem definidos que fizeram TCAR devido a alguma indicação clínica). Para os demais 61 pacientes, utilizou-se o diagnóstico obtido pelo RX de tórax. A área sob a curva foi de 0,715, indicando que o índice de exposição tem um poder discriminatório razoável quanto à ocorrência da doença (Zhou et al., 2002). Excluindo-se os oito *outliers* a área sob a curva passou a ser de 0,771. Nas figuras 11 e 12 a linha diagonal divide a área em duas metades (0,50) nível no qual não há discriminação de diagnósticos.

Porém, no subgrupo de casos incipientes, constituído por 74 pacientes (considerando-se o diagnóstico obtido pela TCAR em 69 deles e através de RX de tórax em 5 deles), a área sob a curva foi de apenas 0,605 (Figura 12). Excluindo-se os 6 *outliers* a área sob a curva passou a ser 0,672.

No grupo estudado, vários trabalhadores com diagnóstico prévio de silicose (inclusive em recebimento de auxílio-acidente do INSS) continuaram trabalhando no subsolo após o diagnóstico da doença. Embora este diagnóstico anterior tenha apresentado muitas discordâncias em relação ao diagnóstico pericial, optou-se então por verificar o comportamento do índice proposto nestes pacientes em relação aos demais, pois o efeito da exposição nestas circunstâncias poderia estar modificando a evolução da silicose já estabelecida.

Dessa forma, foram selecionados dentre os 140 pacientes estudados, os 83 casos com diagnóstico radiológico de silicose (mediana das três leituras  $\geq 1/0$ ) que foram divididos em dois subgrupos: o subgrupo que continuou trabalhando exposto à sílica mesmo após o diagnóstico prévio de silicose (n=44), e o subgrupo dos que foram afastados da exposição por

ocasião deste diagnóstico (n=39). Os mesmos 83 casos foram ainda classificados em casos “leves”, representados pela leitura resumida na categoria 1 (n=48), ou em casos “moderados e graves” representados pelas categorias radiológicas 2 e 3 (n=35) analisadas conjuntamente.

Inicialmente verificou-se a mediana do índice de exposição à sílica, quantificado considerando-se a época do desligamento da empresa, conforme os subgrupos descritos acima. Comparou-se as medianas do índice de acordo com a gravidade radiológica entre os que permaneceram expostos à sílica após diagnóstico de silicose e os que não permaneceram (Tabela 4). Embora para igual gravidade radiológica perceba-se uma tendência de menor índice para os que permaneceram expostos, não houve diferença estatisticamente significativa na comparação das medianas do índice através do testes de Mann-Whitney.

Comparou-se então a proporção de casos moderados e graves em relação a continuação ou não da exposição (Tabela 5) sem encontrar-se diferença estatisticamente significativa através do teste de qui-quadrado ( $p=0,373$ ).

Por fim, comparou-se a mediana do índice de exposição à sílica no grupo que continuou exposto com a do que não continuou, sendo que no grupo que continuou exposto à sílica após diagnóstico de silicose (n=44) a mediana do índice foi de 0,0672, enquanto no grupo que foi afastado da exposição à sílica após diagnóstico de silicose (n=39) a mediana do índice foi de 0,19. Não foi encontrada diferença significativa através do teste de Mann-Whitney, ( $p=0,553$ ), embora se perceba uma tendência de menor índice nos que permaneceram após diagnóstico de silicose.

Dessa forma, não foram encontradas evidências no grupo estudado, de ter ocorrido influência do fato de permanecer exposto à sílica após diagnóstico de silicose em relação à gravidade radiológica da mesma.

## DISCUSSÃO

O estudo examinou as relações do índice proposto com o adoecimento por silicose em 140 ex-mineiros de ouro. Este índice não pretende captar todos os determinantes envolvidos na exposição à sílica, nem tão pouco aborda os mecanismos de deposição e *clearence* pulmonar. De fato, existem outros fatores de risco que devem ser levados em conta para ocorrência de silicose, tais como susceptibilidade individual, fatores genéticos, além de detalhes da exposição à sílica não captados pelo índice. Em relação a este último fato, ressalta-se que, no presente estudo não foram levados em consideração o período total de permanência da sílica nos pulmões, nem período de afastamento da exposição, nem período de latência, que podem ter influência na ocorrência de silicose (ROSENMAN e COLS, 1996; KREISS e ZHEN, 1996).

Embora reconhecendo que as “medidas resumo” em geral são sujeitas a imperfeições, especialmente quando feitas de modo retrospectivo com dados obtidos pela história ocupacional, o índice proposto pretende, de um modo simples, resumir a exposição à sílica na atividade de mineração subterrânea de ouro, através de informações recuperáveis na anamnese. Então, a exposição assim resumida poderá ser relacionada aos desfechos principais. Ao contrário dos índices tradicionais de exposição à sílica, que são elaborados a partir de medidas quantitativas diretas ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) trabalhadas de diversas formas (ROSENMAN, 1996; KREISS, 1996; HNZDO, 1993; BUCHANAN, 2003; MANNETJE, 2002 A e B; HUGHES, 2001), a proposta deste índice foi trabalhar com escores. Dessa forma, com os dados obtidos, pode-se localizar em quais classes o paciente se enquadra e proceder o cálculo do índice, o que, de certa forma, simplifica a abordagem. Esta forma de avaliação pode ainda ser utilizada, com as devidas adaptações, em outros ramos de atividade profissional nos quais exista exposição à sílica ou a outro elemento.

No entanto, como se trata de uma medida cumulativa, é pressuposto que os componentes de intensidade e duração da exposição tenham comportamentos semelhantes, o que nem sempre ocorre. Um estudo recente mostrou que grandes intensidades de exposição, ainda que por curtos períodos, são mais importantes que exposições prolongadas em concentrações menores (BUCHANAN e COLS, 2003).

Quando um trabalhador de subsolo desenvolve a silicose ele deve ser imediatamente remanejado de função para a superfície, sem exposição à sílica, devido ao risco de agravamento da doença (HNIZDO, 1993; INFANT-RIVARD, 1991). No presente estudo, embora muitos trabalhadores tenham continuado expostos à sílica após o suposto diagnóstico prévio da doença, não foram encontradas evidências de efeito modificador da continuidade da exposição em relação a gravidade radiológica dos casos. Porém esta análise está sujeita a muitos vieses, especialmente porque, como não se trata de um estudo prospectivo, não se conheceu ao certo a data de início da silicose nestes pacientes, dada a grande discrepância dos diagnósticos periciais com os diagnósticos anteriores (em geral feitos por ocasião da avaliação do INSS). Portanto não se sabe se aqueles que no momento da perícia atual foram classificados como “casos” realmente eram “casos” à época do suposto diagnóstico anterior, ou ainda se os que foram classificados como “moderados ou graves” eram anteriormente normais ou “leves”. Deve se ainda ressaltar o fato de, no presente estudo, não ter sido analisado o componente clínico-funcional dos desfechos estudados. Apenas avaliou-se o componente radiológico, sendo possível que a exposição continuada assuma outras particularidades no desenvolvimento da doença, como um componente clínico-funcional mais intenso, não abordado no presente estudo.

A literatura mostra que a ocorrência de TBC pulmonar é muito maior em silicóticos que em não silicóticos e que a exposição à sílica, mesmo sem evidências da presença de silicose, é um fator de risco para o desenvolvimento de TBC pulmonar, inclusive com gradiente dose-resposta em relação à magnitude da exposição à sílica (HNIZDO, 1998; COWIE, 1994). O mesmo ocorre em relação ao enfisema pulmonar, porém sofrendo influência do tabagismo (HNIZDO, 1991).

Em nosso estudo, quando se analisou o grupo completo (n=140), consideramos os diagnósticos de TBC e enfisema fundamentados apenas em achados radiológicos, tendo em vista que nem todos foram submetidos à TCAR. Foram encontradas diferenças estatisticamente significativas em relação ao índice entre casos e não casos. Considerando-se que o RX de tórax é um método menos sensível que a TCAR para o diagnóstico de enfisema, assim como para as seqüelas de TBC (SNIDER, 1994), pode ter sido subestimada a existência dessa doença, o que pode ter enfraquecido as associações do índice de exposição com as mesmas, embora os resultados tenham sido significativos.

No subgrupo dos casos incipientes o índice não se mostrou suficientemente discriminativo para diferenciar casos de não casos. Não encontramos nenhum artigo que tenha se proposto a estudar índices de exposição apenas em casos incipientes para comparar aos nossos resultados, mas é possível que os dados utilizados para a construção do índice, baseados em escala ordinal, não sejam suficientemente acurados para discriminar os níveis de exposição no grupo incipiente, que é um grupo mais homogêneo que o grupo completo.

## CONCLUSÕES

O índice proposto apresentou-se discriminativo em relação aos desfechos principal (silicose) e secundários (TBC e enfisema) no grupo completo, no qual a magnitude da exposição foi em geral maior e os casos melhor definidos quanto as imagens.

Entretanto, o índice proposto não se apresentou suficientemente discriminativo em relação aos mesmos desfechos no subgrupo dos casos incipientes, para os quais a magnitude da exposição foi menor e as imagens de silicose são menos definidas, oferecendo maior dificuldade ao diagnóstico.

Concluindo, o esforço empreendido no presente estudo mostra que é possível construir um indicador-síntese de exposição à sílica, relativamente simples com dados recuperáveis a partir da história ocupacional, capaz de discriminar os principais desfechos relacionados à exposição. Nossos resultados sugerem, entretanto, que seriam necessárias informações mais detalhadas sobre a exposição para melhorar o poder discriminatório do índice nos casos incipientes da doença e que é necessário incorporar outros elementos, como os clínicos e funcionais, para melhor entendimento destes casos.

Tabela 1: Distribuição dos 140 pacientes em relação à classificação radiológica da silicose segundo padrões da OIT

Classificação resumida	Classificação completa	Frequência	%	% acumulada
0	0/-	0	0	0
0	0/0	22	15,7	15,7
0	0/1	35	25,0	40,7
1	1/0	17	12,1	52,9
1	1/1	23	16,4	69,3
1	1/2	8	5,7	75,0
2	2/1	6	4,3	79,3
2	2/2	6	4,3	83,4
2	2/3	4	2,9	86,3
3	3/2	4	2,9	89,3
3	3/3	15	10,7	100,00
3	3/+	0	0	100,00
-----	Total	140	100,0	-----

TABELA 2: Estatísticas do índice de exposição no grupo completo (n=140) e no subgrupo de casos incipientes (n=74)

Grupo	Média	Mediana	DP	Mínimo	1º quartil	3º quartil	Máximo
Completo	-0,0021	-0,2557	1,000	-1,39	-0,74	0,50	4,05
Incipientes	-0,3529	-0,6070	0,741	-1,35	-0,85	0,03	1,99

TABELA 3: Resultados das comparações da mediana do índice de exposição em relação aos desfechos no grupo completo e no subgrupo de casos incipientes

<b>Diagnóstico através de métodos de imagem de tórax</b>	<b>Mediana do índice nos não casos (n)</b>	<b>Mediana do índice nos casos (n)</b>	<b>Valor- p da comparação da mediana do índice de exposição à sílica</b>
<b>GRUPO COMPLETO (N=140)</b>			
Silicose ao RX	-0,635 (83)	0,166 (57)	0,000
Tuberculose ao RX	-0,284 (115)	0,419 (25)	0,044
Enfisema ao RX	-0,340 (120)	0,995 (20)	0,001
<b>SUBGRUPO INCIPIENTE (N=74)</b>			
Silicose ao RX	-0,635 (57)	-0,396 (17)	0,129
Silicose à TCAR	-0,635 (59)	-0,326 (10)	0,290
Tuberculose ao RX	-0,593 (65)	-0,691 (9)	0,993
Tuberculose à TCAR	-0,621 (61)	-0,586 (8)	0,722
Enfisema ao RX	-0,607 (70)	-0,298 (4)	0,924
Enfisema à TCAR	-0,677 (49)	-0,509 (20)	0,216

Tabela 4: Mediana do índice de exposição à sílica em função da gravidade radiológica da silicose e da continuidade da exposição

Silicose: Classificação radiológica	Continuidade da exposição		Valor-p do teste de Mann-Whitney
	Sim	Não	
Casos “leves”- Categoria 1 (n=48)	-0,403	-0,003	0,78
Casos “moderados e graves” Categorias 2 e 3 (n=35)	0,756	0,390	0,75
Total (n=83)	39	44	-----

Tabela 5: Distribuição de casos de acordo com a gravidade radiológica em relação a continuação ou não da exposição à sílica

Silicose: Classificação RX	Continuidade da exposição		Total
	Não	Sim	
Casos “leves” (categoria 1)	25	23	48
Casos “moderados e graves” (categorias 2 e 3)	14	21	35
Total	39	44	83

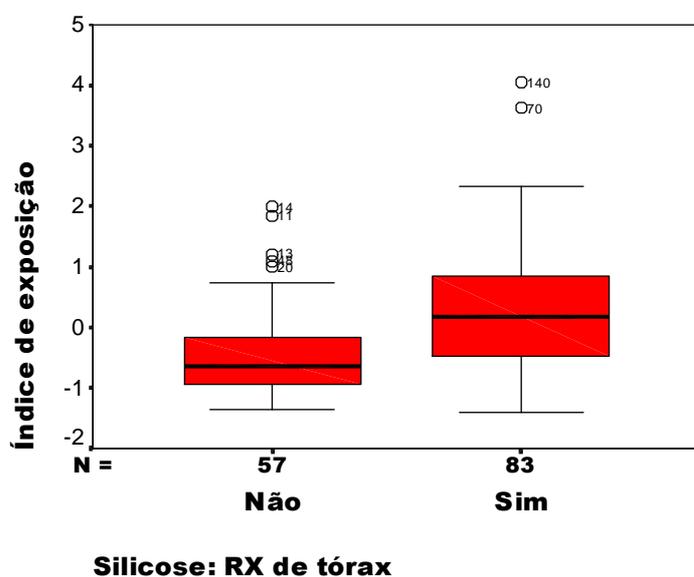


Figura 1: Box-plot do índice de exposição à sílica no 140 pacientes classificados através do RX de tórax entre silicóticos ( $\geq 1/0$ ) e não silicóticos (0/0 e 0/1)

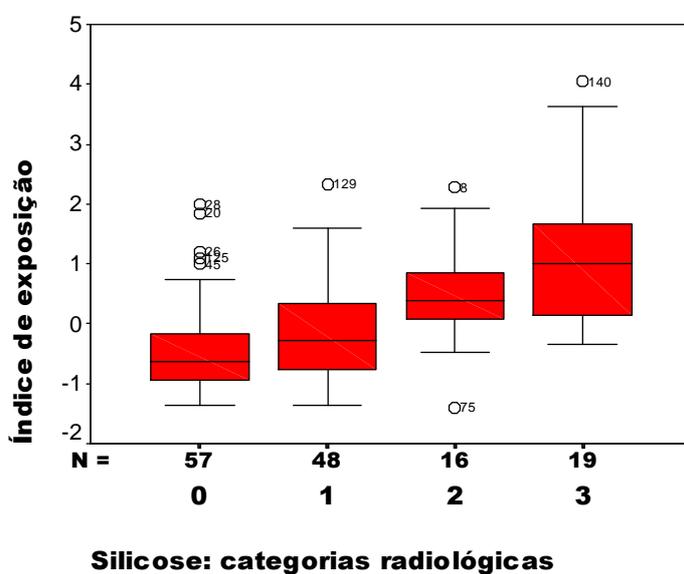


Figura 2: Box-plot do índice de exposição à sílica nos 140 pacientes distribuídos nas quatro categorias radiológicas (0,1,2,3) segundo classificação resumida da OIT

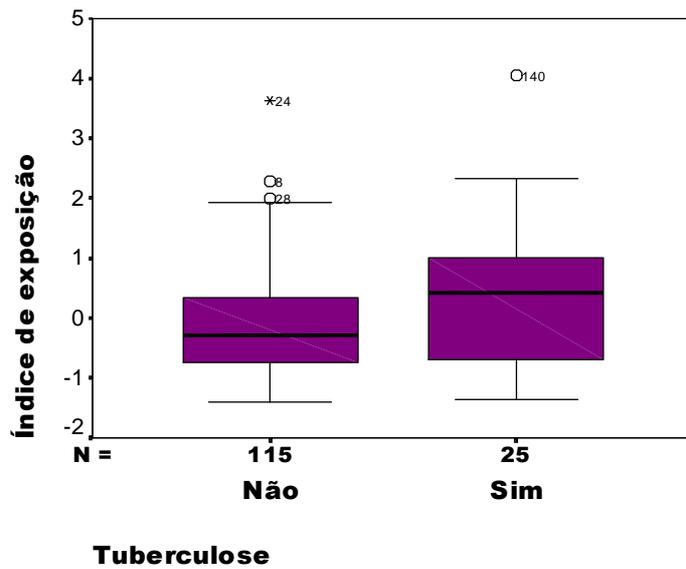


Figura 3: Box-plot do índice de exposição à sílica nos 140 pacientes distribuídos de acordo com a presença ou não do diagnóstico de Tuberculose pulmonar (história e/ou sequelas típicas ao RX de tórax)

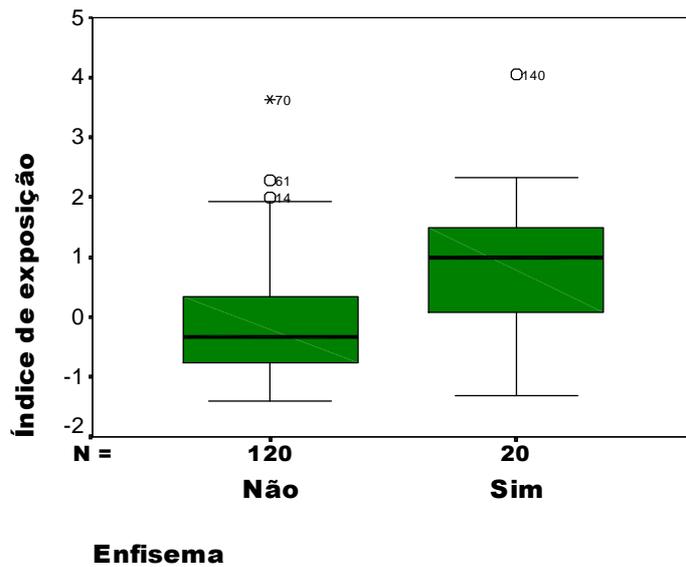
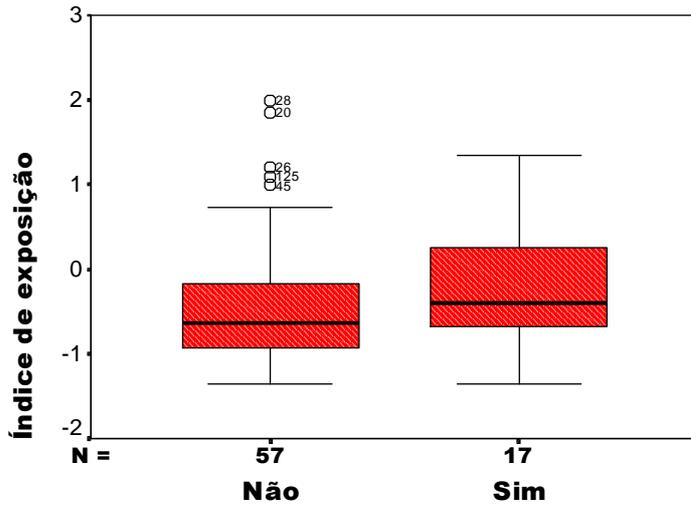


Figura 4: Box-plot do índice de exposição à sílica nos 140 pacientes distribuídos de acordo com a presença ou não de sinais de enfisema pulmonar ao RX de tórax



**Silicose: categorias radiológicas**

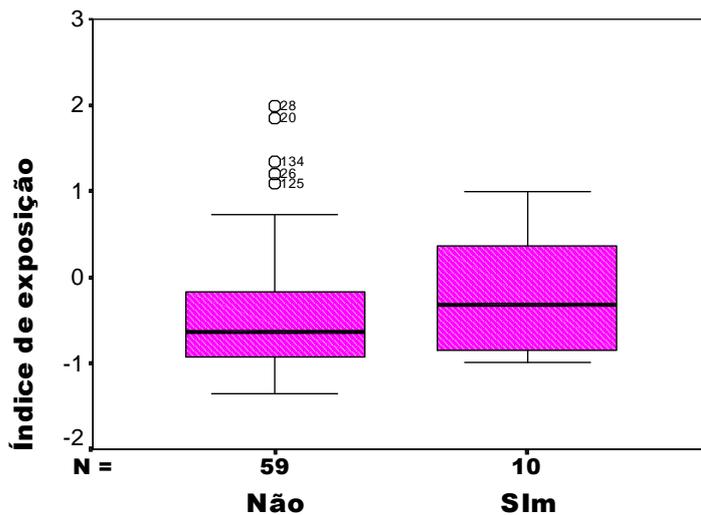
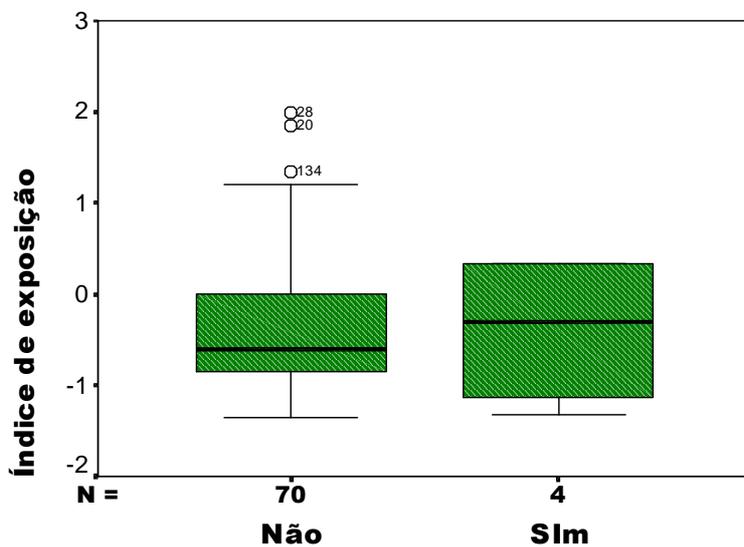


Figura 5: Box-plot do índice de exposição à sílica no subgrupo de 74 pacientes divididos entre silicóticos (RX1/0) e não silicóticos (RX 0/0 e 0/1)

Figura 6: Box-plot do índice de exposição à sílica no subgrupo de 69 pacientes divididos entre silicóticos (TCAR classificada como categoria 1) e não silicóticos (TCAR classificada como 0)



**Enfisema**

Figura 7: Mediana do índice de exposição à sílica nos 74 pacientes distribuídos de acordo com a presença ou não de sinais de enfisema pulmonar ao RX de tórax

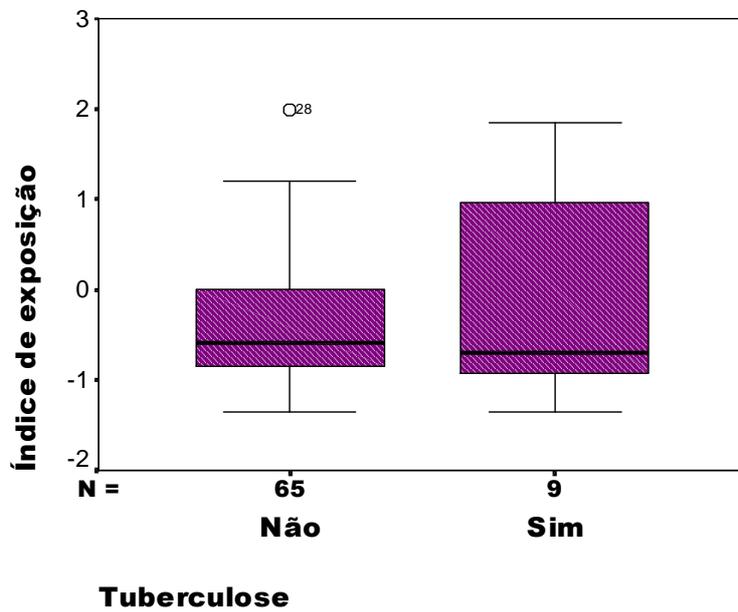


Figura 8: Box-plot do índice de exposição à sílica nos 74 pacientes distribuídos de acordo com a presença ou não do diagnóstico de Tuberculose pulmonar (história e/ou sequelas típicas ao RX de tórax)

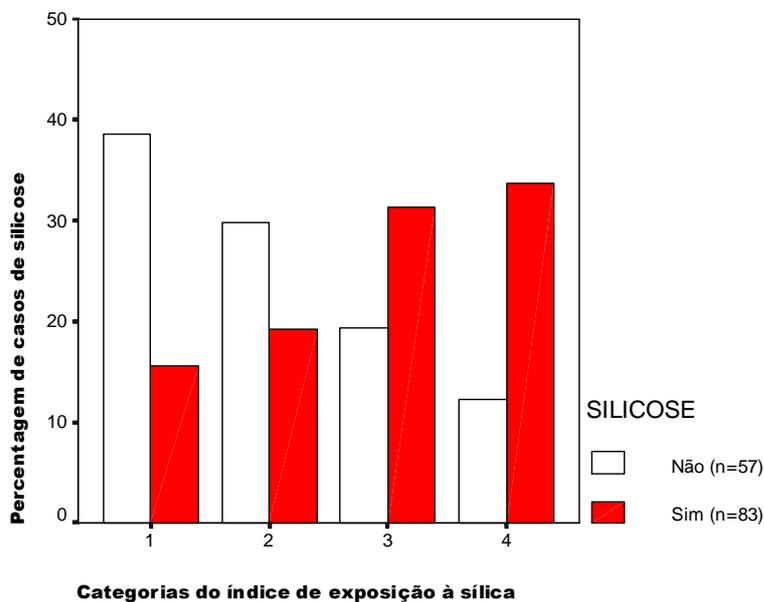


Figura 9: Proporção dos casos de silicose entre os 140 pacientes diagnosticados através do RX de tórax, distribuídos em quatro categorias codificadas em intervalos de acordo com os quartis do índice de exposição à sílica

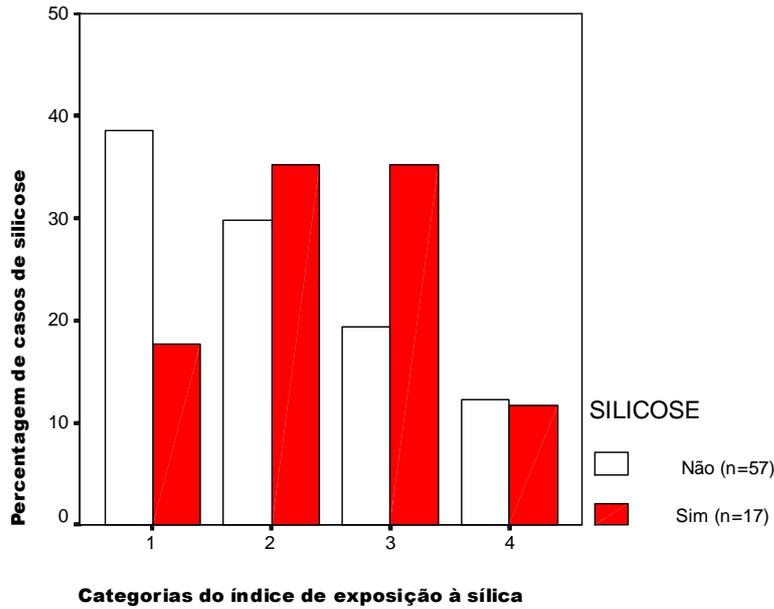


Figura 10: Proporção dos casos de silicose dentre o subgrupo de casos incipientes diagnosticados através do RX de tórax, distribuídos em quatro categorias codificadas em intervalos de acordo com os quartis do índice de exposição à sílica

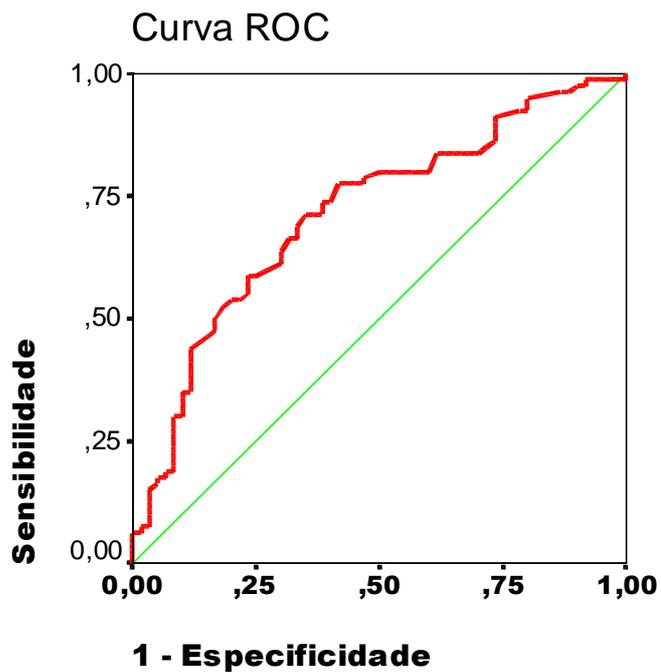


Figura 11: Curva ROC do índice de exposição à sílica em relação aos diagnósticos de silicose nos 140 pacientes obtidos através de RX e TCAR de tórax

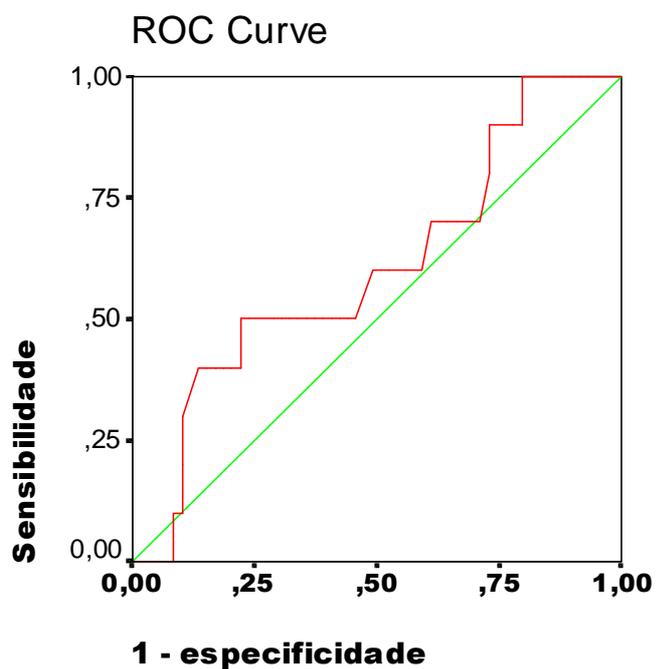


Figura 12: Curva ROC do índice de exposição à sílica em relação aos diagnósticos de silicose nos pacientes do subgrupo incipiente obtidos através de TCAR de tórax (n=69)

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALGRANTI, E; CAPITANI, EM; CARNEIRO, APS; SALDIVA, PH. Sistema Respiratório. In: MENDES, R. *Patologia do Trabalho*. 2 ed. Rio de Janeiro: Ed Atheneu, 2003.
- BEGIN, R e cols. Computed Tomography Scan in early detection of Silicosis. *Am. Rev. Respir. Dis.*, v.144, p.697-705, 1991.
- BEGIN, R; FILION, R; OSTIGUY, G. Emphysema in silica and asbestos exposed workers seeking compensation. *Chest*, v.108, p.647-55, 1995.
- BISCALDI G, FONTE R, PAITA L, VITTADINI G, CAPROTTI M. La tomografia computerizzata ad alta risoluzione nella diagnosi di silicosi e di pneumoconiosi da rischio misto. *G Ital Med Lav Erg*, v. 21,n.4, p.278-86, 1999.
- BRASIL Ministério da Saúde, Fundação Nacional de Saúde. *Manual de Normas para controle das Pneumoconioses: Silicose, Pneumoconiose dos Trabalhadores do Carvão e Pneumoconioses por Poeiras Mistas*, Brasília, 1997. 36 p.
- BUCHANAN, D; MILLER, BG; SOUTAR, CA. Quantitative relations between exposure to respirable quartz and risk of silicosis. *Occup Environ Med*, v.60, p.159-164, 2003.
- CARNEIRO et al. Estudo comparativo entre tomografia computadorizada de alta resolução e radiografia de tórax no diagnóstico da silicose em casos incipientes. *J Pneumol*, v.27, n.4, p.199-205, 2001.
- COWIE, R.L. The epidemiology of Tuberculosis in Gold Miners with Silicosis. *Am. J. Respir. Crit Care Med*, v.150, p.1460-2, 1994.
- FRASER RS, MULLER NL, COLMAN N, PARÉ PD. Mycobacteria In: *Diagnosis of diseases of the chest*. 4 ed. Philadelphia: WB Saunders Company, 1999. V.2, parte V, cap. 27, p.799-873.
- FRASER, RS., MULLER, NL., COLMAN, N., PARÉ, PD. Chronic obstructive pulmonary disease. In: *Diagnosis of diseases of the chest*. 4 ed. Philadelphia: WB Saunders Company, 1999. V.3, parte X, cap. 55, p.2168-2263.

- GEVENOIS, PA e cols. Micronodules and emphysema in coal mine or silica exposure: relation with lung function. *Eur Respir J*, v.12, p. 1020-24, 1998.
- HNIZDO, E., MURRAY, J. Risk of pulmonary tuberculosis relative to silicosis and exposure to silica dust in South African gold miners. *Occup Environ Med*, v.55, p.496-502, 1998.
- HNIZDO, E., SLUIS-CREMER, GK., ABRAMOWITZ, JÁ. Emphysema type in relation to silica dust exposure in South African gold miners. *Am Rev Respir Dis*, v.143, p.1241-1247, 1991.
- HNIZDO, E; SLUIS-CREMER, GK. Risk of Silicosis in a cohort of white South African gold miners. *Am. J. Ind. Med.*, v.24, p.447-57, 1993.
- HNIZDO, E; VALLYATHAN, V. Chronic obstructive pulmonary disease due to occupational exposure to silica dust: a review of epidemiological and pathological evidence. *Occup Env Med*, v.60, n.4, p.237-243, 2003.
- HUGHES, JM; WEILL, H; RANDO, RJ; SHI, R; MCDONALD, AD; MCDONALD, JC. Cohort mortality study of north american industrial sand workers II. Case-referent analysis of lung cancer and silicosis deaths. *Ann Occup Hyg*, v45, n.3, p.201-207, 2001.
- INFANTE-RIVARD, C; e cols. Descriptive study of prognostic factors influencing survival of compensated silicotic patients. *Am Rev Respir Dis* , v.144, p.1070-74, 1991.
- INSTITUTO NACIONAL DO SEGURO SOCIAL. Ordem de Serviço n 609, de 5 de agosto de 1998: Aprova Norma Técnica sobre Pneumoconioses. *Diário Oficial da União*, n 158, de 19 de agosto de 1998, seção I, p. 53-60.
- INTERNATIONAL LABOUR OFFICE Guidelines for use of ILO International Classification of Radiographs of Pneumoconioses. Geneva: ILO Revised Edition. Occupational Safety and Health Series n. 22, 2000.
- KREISS, K; ZHEN, B. Risk of Silicosis in a Colorado Mining Community. *Am. J. Ind. Med*, v.30, p.529-39, 1996.
- LIMA, DA., LORENZO, GV., AMARAL, LS., SAMPAIO, MR. Relatório técnico das

condições de segurança, higiene e medicina do trabalho e trabalho educativo na Mineração Morro Velho S/A. FUNDACENTRO, CEMG. Belo Horizonte, 1991/1992. (5 volumes).

MANNETJE, A et al. Development of quantitative exposure data for a pooled exposure-response analysis of 10 silica cohorts. *Am J Ind Med*, v.42, p.73-86, 2002 (a).

MANNETJE, A et al. Exposure response analysis and risk assessment for silica and silicosis mortality in a pooled analysis of six cohorts. *Occup Environ Med*, v.59, p.723-728, 2002 (b).

OLIVETTI, L e cols. Definizione anatomo-radiologica della silicosi minima interstiziale e contributo diagnostico della tomografia computerizzata com alta risoluzione *Radiol Med*, v.85, p.600-05, 1993.

ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL DO TRABALHO. FUNDACENTRO *Leitura Radiológica das Pneumoconioses*. São Paulo, Fundacentro, 1994. 72 p.

ROSENMAN, KD, and cols. Silicosis among foundry workers. *Am J Epidemiol*, v.144, p.890-900, 1996.

ROSNER, B. *Fundamentals of Biostatistics* (1995) 4<sup>th</sup>. Ed. New York: Duxbury

SNIDER, GL., FALING, LJ., RENNARD, SI. Chronic bronchitis and emphysema. In: MURRAY, J. F. ; NADEL, J.A. *Respiratory Medicine*. 2<sup>nd</sup> ed. Philadelphia, Saunders, vol 2, p.1331-1397, 1994.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE PNEUMOLOGIA E TISIOLOGIA. I Consenso Brasileiro de Espirometria, *J Pneumol*, v.22, n.3, 1996.

TALINI, D e cols. Chest radiography and high resolution CT in the evaluation of workers exposed to silica dust: relation with functional findings. *Occup.Environ.Med.*, v. 52, n.4, p.262-7, 1995.

ZHOU, X., OBUCHOWWSKI, N. A., MCCLISH, D. K. (2002) *Statistical methods in diagnostic medicine*. New York: John Wiley.

## **APÊNDICE B**

### **INSTRUMENTOS UTILIZADOS**

## ANAMNESE CLÍNICA

Queixas clínicas (queixa principal, história da moléstia atual, anamnese especial, uso de medicamentos)

Doenças progressas, tabagismo, etilismo

**EXAME FÍSICO:** estatura:\_\_\_peso:\_\_\_\_\_ est.nutricional:\_\_\_\_\_  
cianose: \_\_\_ %SatO2 repouso:\_\_\_\_\_ hipocratismo digital:\_\_\_ PA:\_\_\_\_\_ FC:\_\_\_\_\_ FR:\_\_\_\_\_

**AR:** forma do tórax  
expansibilidade  
eupneico em repouso : sim ou não

Ausculta respiratória detalhada

**ACV:**

**AD:**

outros:

**QUESTIONÁRIO OCUPACIONAL**

Nome da empresa \_\_\_\_\_

Data do atendimento \_\_ \_\_ \_\_

Nome do trabalhador

\_\_\_\_\_

Naturalidade \_\_\_\_\_

Procedência \_\_\_\_\_

Endereço de referência

Rua/av. \_\_\_\_\_ nº \_\_\_\_\_

Bairro \_\_\_\_\_

cep \_\_\_\_\_

Município \_\_\_\_\_ Estado \_\_\_\_\_

Telefone de contato \_\_\_\_\_

Data de nascimento \_\_ \_\_ \_\_ Idade \_\_\_\_\_ Sexo \_\_\_\_\_

Raça \_\_\_\_\_

Escolaridade \_\_\_\_\_

Ocupação principal \_\_\_\_\_

Relação no mercado de trabalho: \_\_ assalariado \_\_ empregador \_\_ desempregado \_\_ autônomo  
\_\_ aposentado \_\_ mercado informal \_\_ outrosSituação atual de trabalho: \_\_ ativo na mesma função \_\_ ativo com desvio de função  
\_\_ afastado (tempo de afastamento \_\_)

Tempo de exposição à sílica: \_\_\_\_\_

Tempo de afastamento da exposição: \_\_\_\_\_

Idade em que começou a exposição \_\_\_\_\_

**ANAMNESE OCUPACIONAL**

-História ocupacional pregressa: *Relacione todas as ocupações já exercidas (da primeira até a última) citando o período que exerceu cada uma delas*

-História ocupacional atual:

Ocupação ( *tempo na ocupação, organização do trabalho, descrição do posto de trabalho*)

Dados epidemiológicos no ambiente de trabalho:

- alguém já teve Silicose diagnosticada?
- alguém já teve Tuberculose?

Perguntas:

1- Você trabalha diretamente exposto a gases, vapores ou fumos?

2-Você trabalha próximo a emissão de poeiras?

Layout da empresa/ setor de trabalho:  
(usar o verso)

## QUESTIONÁRIO RESPIRATÓRIO

(responda Sim ou Não)

Tosse:

- 1-Você geralmente tosse ao acordar?
- 2-Você geralmente tosse ao acordar no inverno?
- 3-Você geralmente tosse durante o dia ou a noite?
- 4-Você tosse por pelo menos 3 meses ao ano ao acordar?

Dispnéia:

- 0- ausente ou aos esforços intensos (ao subir ladeiras, jogar bola, andar de bicicleta)
- 1- ao andar apressado no plano ou numa subida leve?
  - 2- ao acompanhar o passo de pessoas de sua idade andando no plano?
  - 3- você tem que parar para descansar quando anda no plano no “seu passo”?
  - 4- ao andar no plano cerca de 100 m em passo normal?
  - 5- em repouso ou aos mínimos esforços (trocar de roupa, tomar banho)

Expectoração

- 1- Você geralmente escarra ao acordar?
- 2- Você geralmente escarra ao acordar no inverno?
- 3- Você geralmente escarra durante o dia ou a noite?
- 4- Você geralmente escarra pelo menos 3 meses por ano ao acordar?

Sibilância (chiado)

- 1-Você já notou chiado no seu peito?
- 2- Você já teve sibilância fora de episódios de resfriados ?
- 3- Você já apresentou algum episódio de chieira e falta de ar?
- 4- Sua respiração é normal entre estes episódios?

Dor Torácica

- 1- Você sente dor no tórax ao respirar ou ao tossir?
- 2- Você sente dor no tórax ao fazer esforços físicos?

Doenças correlacionadas: Marque Sim ou Não

1- Você apresenta, ou já apresentou (diagnosticado po médico):

- a- trauma de tórax:
- b- fraturas de costelas:
- c- cirurgias torácicas:
- d- bronquite crônica:
- e- asma bronquica:
- f- enfisema:
- g- tuberculose:
- h- pneumonia:
- i- pleurisia:
- j- hipertensão arterial:
- k- doença coronariana:
- l- insuficiência cardíaca

## FOLHA DE LEITURA RADIOLÓGICA

### Classificação Internacional de Pneumoconioses- OIT, 1980

N.º DO RX	_ _ _ _ _ _ _	_ _ _ _ _ _ _	_ _ _ _ _ _ _
DATA DO RX	_ _ _ _ _ _ _	_ _ _ _ _ _ _	_ _ _ _ _ _ _
LEITOR	_ _	_ _	_ _
DATA DA LEITURA	_ _ _ _ _ _ _	_ _ _ _ _ _ _	_ _ _ _ _ _ _
QUALIDADE (1, 2, 3, 4)	_	_	_
COMENTE CASO NÃO SEJA PERFEITA		_	_
PARÊNQUIMA (VISUAL PERFEITA: SIM = 1 NÃO = 2)	_		
PLEURA (IDEM)	_	_	_
PEQUENAS OPACIDADES PROFUSÃO DE 0 / - A 3 / +	_  /  _	_  /  _	_  /  _
SUPERIOR	_   _	_   _	_   _
ZONAS MÉDIA	_   _	_   _	_   _
INFERIOR	_   _	_   _	_   _
FORMA - TAMANHO P Q R S T (2 SÍMBOLOS)	_ _	_ _	_ _
GRANDES OPACIDADES	Não	Não	Não
ABC	_	_	_
ESPESSAMENTO PLEURAL	Não	Não	Não
TIPO { Difuso	_   _	_   _	_   _
LARGURA ABC Placas	_   _	_   _	_   _
FRONTAL	_   _	_   _	_   _
EXTENSÃO	_   _	_   _	_   _
DIAFRAGMA	_   _	_   _	_   _
SEIOS COSTOFRÊNICOS	_   _	_   _	_   _
CALCIFICAÇÕES PLEURAIAS	Não	Não	Não
DIAFRAGMA	_   _	_   _	_   _
LOCAL PAREDE	_   _	_   _	_   _
OUTROS	_   _	_   _	_   _
EXTENSÃO 1, 2, 3	_   _	_   _	_   _
O			
SÍMBOLOS	Não	Não	Não
AX, BU, CA,	_ _	_ _	_ _
CN, CO, CP,	_ _	_ _	_ _
CV, DI, EF, EM,	_ _	_ _	_ _
ES, FR, HI,	_ _	_ _	_ _
HO, ID, IH, KL,	_ _	_ _	_ _
OD, PI, PX, RP,	_ _	_ _	_ _
TB			
COMENTÁRIOS	Não	Não	Não

## TABELA DE PARÂMETROS DE ESPIROMETRIA

Nome:

Diagnóstico:

Idade:    Est.: cm    Data:

	Encontrado	Previsto	Limite inferior	Porcentagem
CV				%
CVF				%
VEF <sub>1</sub>				%
% VEF <sub>1</sub> /CVF				
FEF <sub>25-75%</sub>				%
% FEF/CVF				
CVF pós-Bd				%
VEF <sub>1</sub> pós-Bd				%
FEF <sub>25-75%</sub> pós-Bd				%
VVM				%

*Valores de referência previstos para Brasileiros - Pneumobil (Pereira)*

Resposta ao Bd	CVF	VEF <sub>1</sub>
% pós-pré Bd/previsto	%	%
Em ml	ml	ml

**Oximetria em repouso:** % (FC=)

## CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DE QUALIDADE DA ESPIROMETRIA

Paciente:

Nº ficha:

Processo:

### ACEITAÇÃO

Mínimo aceitável será 1 curva preenchendo todos os critérios

	1ª curva	2ª curva	3ª curva
<i>INÍCIO</i>			
Volume extrapolado < 5% da CVF ou 0,15 L			
<i>TÉRMINO</i>			
Duração: > 6 s > 10 s (se obstrução)			
Platô no último segundo			
<b>ARTEFATOS AUSENTES</b>			
Tosse no 1º s			
Vazamento			
Obstrução da peça bucal ou Valsalva			

Nota obtida: \_\_\_\_\_

## CLASSIFICAÇÃO DA SILICOSE E ENFISEMA PELA TCAR

### PARA A CLASSIFICAÇÃO DA SILICOSE

	Categoria 0	ausência de micronódulos
	Categoria 1	Micronódulos presentes, porém sem borramento dos vasos
	Categoria 2	Micronódulos presentes, com algum borramento dos vasos
	Categoria 3	Micronódulos presentes com acentuado borramento dos vasos

Adaptado em BEGIN, R e cols., 1991.

Coalescências:       Presentes       Ausentes

Grandes opacidades:       Presentes       Ausentes

### PARA A CLASSIFICAÇÃO DO TIPO DE ENFISEMA

Centrolobular       Paraseptal       Cicatricial       Panacianar

### PARA GRADUAÇÃO DA EXTENSÃO DO ENFISEMA

	Categoria 0	Ausente
	Categoria 1	menos de 25%
	Categoria 2	de 25-50%
	Categoria 3	de 50-75%
	Categoria 4	mais de 75%

Adaptado de BEGIN, FILION E OSTIGUY, 1995

### PARA LINFONODOS

Linfadenomegalia:       Sim       Não

Graduar nº de cadeias acometidas: \_\_\_\_\_

Calcificação:       Sim       Não

Tipo de calcificação:       periférica ("egg shell")       outra

OUTROS ACHADOS SIGNIFICATIVOS (especialmente sugestivos de TBC e neoplasia). Breve relato

## FICHA DE COLETA DE DADOS

### 1-IDENTIFICAÇÃO DO PACIENTE

Nome: \_\_\_\_\_ N° na pesquisa \_\_\_\_\_  
 N° processo: \_\_\_\_\_ Idade: \_\_\_\_\_ Raça: B F N O  
 Procedência: \_\_\_\_\_  
 Escolaridade: \_\_\_\_\_ Número de atendimentos na perícia: \_\_\_\_\_

### 2-DADOS OCUPACIONAIS

Data de entrada e saída da mineração, em que mina trabalhou, funções que exerceu e tempo em cada uma delas:

Tempo de exposição à sílica (anos): \_\_\_\_\_ Tempo de exposição: Contínuo: Sim: \_\_\_\_\_ Não: \_\_\_\_\_  
 (se não, quanto tempo: \_\_\_\_\_ )

Tempo de afastamento desde o término da exposição até o momento (anos) :

Idade em que começou a exposição (anos) :

História ocupacional pregressa a mineração (e eventualmente durante o período de interrupção):

### 3-RELAÇÃO NO MERCADO DE TRABALHO:

Após ter saído da mina : parou de trabalhar: Sim: \_\_\_\_\_ Não : \_\_\_\_\_

se não: em qual atividade: \_\_\_\_\_ Por quanto tempo: \_\_\_\_\_  
 em qual situação: assalariado desempregado empregador  
 autônomo  
 outros

**4-DADOS PREVIDENCIÁRIOS:**

Aposentado:      Sim:              Não:                      se sim continue:

Há quanto tempo (anos):

Motivo :              tempo de serviço  
                                  invalidez acidentária:              silicose              outra  
                                  invalidez por doença não ocupacional

Auxílio acidente por Silicose:      Sim:              Não:  
    Se sim: Há quanto tempo (anos) :

**5-HISTÓRIA FAMILIAR**

Outras pessoas de sua família trabalham (ou trabalharam) na mineração? Quantos? Quem?

Adquiriram silicose, segundo seu conhecimento?

Alguém de sua família tem ou já teve tuberculose? Quantos? Quem?

**6- ANAMNESE RESPIRATÓRIA (responder sim ou não)**

Sintomas respiratórios que apresenta com freqüência de mais de 3 meses/ano há mais de dois anos:

a-Tosse:                      b-Expectoração:

Em relação à sibilância:

Já apresentou sibilância fora de episódios de resfriados?

Já apresentou algum episódio de sibilância associado a falta de ar?

## Dispnéia

0- aos esforços intensos (ao subir ladeiras, jogar bola, andar de bicicleta)

1- ao andar apressado no plano ou numa subida leve?

2- Ao acompanhar o passo de pessoas de sua idade andando no plano?

3- Você tem que parar para descansar quando anda no plano no “seu passo”?

4- ao andar no plano cerca de 100 m em passo normal?

5- em repouso ou aos mínimos esforços (trocar de roupa, tomar banho)

**Tabagismo atual:**      **Sim:**              **Não:**Ex-tabagista: **Sim:**              **Não:**      Há quantos anos parou:      Anos/maço:**7- EXAME FÍSICO:**MV diminuído:      **Sim:**              **Não:**Crepitações:              **Sim:**              **Não:**Sibilância:              **Sim:**              **Não:**

Normal :

**8- RX DE TÓRAX –OIT** Número de RX realizados:

	1° LEITOR	2° LEITOR	3° LEITOR	MEDIANA
Qual. geral				
Profusão				
Tipo (forma e tamanho)				
Alterações Pleurais: Sim ou Não (parede, diafragma, seios costo frênicos)				
Coalescências: Sim ou Não				
Grandes opacidades: Sim ou Não				

## 9- TCAR

	1º leitor	2º leitor	3º leitor
<b>Micronódulos (categoria)</b>			
<b>Coalescência (sim ou não)</b>			
<b>Grandes opacidades (sim ou não)</b>			
<b>Enfisema (Categoria):</b> <b>Centrolobular</b> <b>Parasseptal</b> <b>Panacinar</b> <b>Outros</b>			
<b>Linfonodomegalia (sim ou não)</b>			
<b>Calcificação linfonodal (sim ou não)</b>			
<b>Outras</b>			

## 10-ESPIROMETRIA

Qualidade: Pré Bd: Pós Bd:  
 classificação: Normal : Obstrutiva : Restritiva : Mista :  
 Graduação: leve : moderado : grave :  
 Prova Bd: Positiva : Negativa : Não realizada :  
 Parâmetros em relação ao previsto (%):  
 Pré Bd: CVF : VEF1 : FEF25-75% :  
 Pós Bd: CVF : VEF1 : FEF25-75% :

## 11- TESTE DE CAMINHADA DE 6 MINUTOS

Repouso: %satO2 : FC :  
 Corredor: %satO2: fim : mínima :  
 %tempo nas faixas: 1 2 3 4 5 6  
 Distância : FC final:  
 Atingiu FC submáxima prevista: Sim : Não :  
 Mesma data da espirometria: Sim: Não:

**12- CO-MORBIDADES (SIM OU NÃO)**

Enfisema	Asma	Limitação crônica ao fluxo aéreo	TBC	PNM
HAS	Cardiopatias	Auto-ímmunes	outras	

**13- SILICOSE** Sim Não

**APÊNDICE C**

**ARTIGO 1 PUBLICADO**

**Revista de Saúde Pública 2006, 40(11):83-91**



















**APÊNDICE D**

**ARTIGO 2 PUBLICADO**

**(American Journal of Industrial Medicine, v.49, n.10, p.811-818, 2006)**



















ANEXOS

**ANEXO A: APROVAÇÃO DO PROJETO PELO DEPARTAMENTO**

**ANEXO B: APROVAÇÃO PELO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA**

**ANEXO C: CERTIFICADO DE QUALIFICAÇÃO**