

# Mortalidade de mineiros brasileiros por câncer entre 1979–2005

## Cancer mortality among Brazilian miners during 1979–2005

Gesiele Veríssimo<sup>1</sup>, Raphael Mendonça<sup>2</sup>, Armando Meyer<sup>3</sup>

### Resumo

Os mineiros estão expostos ocupacionalmente a muitos fatores de risco como as poeiras, gases tóxicos, falta de oxigênio, altas temperaturas, metais e radioatividade. A mineração contribui com cerca de 5% do produto interno bruto (PIB) brasileiro e mais de 70% de todas as minas estão localizadas entre as Regiões Sul e Sudeste. O objetivo deste estudo foi avaliar a mortalidade da população mineradora brasileira e das regiões Sul e Sudeste por todas as neoplasias e especificamente pelos cânceres de pulmão/brônquio/traqueia e estômago entre 1979–2005, comparando com a população geral do país e das regiões selecionadas. Os dados de morte foram obtidos através do Sistema de Informação sobre Mortalidade (SIM), de acordo com a CID-9 e CID-10. Em seguida, foi calculada a razão de chance de mortalidade (*Mortality Odds Ratio* – MOR), estratificada por idade (<60 e >60 anos) e por períodos de morte (1979–1987; 1988–1996; 1997–2005). Os mineradores brasileiros apresentaram um risco de morte elevado para as causas selecionadas e as maiores magnitudes foram encontradas entre os trabalhadores mais jovens. Além disso, houve tendências de aumento do risco ao longo dos três períodos estudados entre os grupos de mineiros de todas as idades (20+ anos). Mineiros das regiões Sul e Sudeste exibiram uma elevação no risco de morte por alguns cânceres, principalmente entre os mais jovens. Na região Sudeste, a população de mineiros chegou a apresentar um risco duas vezes maior de morte por câncer de estômago quando comparada aos trabalhadores não mineiros. Nossos resultados sugerem que mineiros brasileiros apresentam risco elevado de morte por câncer.

**Palavras-chave:** mortalidade; mineração; neoplasias.

### Abstract

Miners are exposed to many risk factors related to their working environment, such as dusts, noxious gases, lack of oxygen, high temperature, metals, and radioactivity. Mining contributes with about 5% to the Brazilian Gross Domestic Product and more than 70% of all mines are located in the South and Southeast regions of the country. The aim of this study was to evaluate the mortality, by any neoplasms and specifically by lung/bronchial/tracheal and stomach cancers, among miners from Brazil, and from the South and Southeast regions between 1979–2005 and comparing it with that experienced by the general population of the country or the said regions. The data of the deaths of miners was obtained through Brazilian Mortality Information System (Sistema de Informação sobre Mortalidade – SIM) according to ICD-9 and ICD-10 from all the country and from the South and Southeast Brazilian regions. Then, the Mortality Odds Ratio (MOR) was calculated, stratified by age (<60 and 60+ years old) and periods of death (1979–1987; 1988–1996; 1997–2005). Brazilian miners showed an increased risk of dying from the herein studied causes, and the highest magnitudes were found among younger workers. Moreover, there were trends of increased risk throughout the three studied periods among the groups of miners of all ages (20+ years old). Miners from South and Southeast regions showed an increased risk of death from some cancers, especially among the younger ones. In the Southeast region, the miners' population showed double the risk of death from stomach cancer when compared to the reference population. Our results suggest that Brazilian miners are at increased risk to die from cancer.

**Keywords:** mortality; mining; neoplasms.

Trabalho realizado no Instituto de Estudos em Saúde Coletiva da Universidade Federal do Rio de Janeiro (IESC/UFRJ) – Rio de Janeiro (RJ), Brasil.

<sup>1</sup>Doutoranda pelo IESC/UFRJ; Mestre em Saúde Coletiva pela UFRJ – Rio de Janeiro (RJ), Brasil.

<sup>2</sup>Doutor em Saúde Coletiva pela UFRJ; Professor Adjunto do IESC/UFRJ – Rio de Janeiro (RJ), Brasil.

<sup>3</sup>Doutor pela Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, da Fundação Oswaldo Cruz (ENSP/FIOCRUZ); Professor Adjunto no IESC/UFRJ – Rio de Janeiro (RJ), Brasil.

Endereço para correspondência: Gesiele Veríssimo – Rua Santa Cristina, 49/203 – CEP: 20241-250 – Rio de Janeiro (RJ), Brasil – E-mail: gesielever@gmail.com

Fonte de financiamento: nenhuma.

Conflito de interesses: nada a declarar.

## INTRODUÇÃO

Há muito tempo a mineração e seus processos são reconhecidamente ocupações perigosas e suscetíveis a diversas doenças<sup>1</sup>. Os riscos estão associados às condições, muitas vezes insalubres, do ambiente de trabalho, já que a atividade mineradora, a céu aberto ou não, libera poeiras contendo resíduos minerais. Além dos perigos por fumos e gases nocivos, têm-se exposição à radioatividade, baixa concentração de oxigênio, temperatura elevada e estresse<sup>2-5</sup>.

Os efeitos na saúde, consequente da exposição à radioatividade entre mineiros, têm sido motivo de preocupação<sup>6</sup>. Um exemplo de elemento natural radioativo em todas suas formas isotópicas e de larga exposição entre mineradores de carvão é o gás radônio (Rn).

Nas últimas décadas, foi observado um crescente corpo de evidências para a relação causal entre câncer (CA) de pulmão e a exposição a níveis elevados desse gás. Acredita-se que a partícula alfa liberada pela desintegração do Rn pode danificar o DNA das células epiteliais do sistema respiratório pela energia que transfere ao atravessá-las.

Trabalhadores subterrâneos parecem ter um risco ligeiramente maior de morte por CA de pulmão em comparação com os trabalhadores de superfície, o que pode ser causado, em parte, pela exposição ao Rn<sup>7</sup>. Armstrong et al.<sup>8</sup> encontraram 40% de excesso de morte por CA de pulmão entre mineiros de subsolo quando comparado aos que trabalhavam na superfície<sup>8</sup>. Outro estudo que avaliava a razão de mortalidade padronizada (*Standardized Mortality Rate* – SMR) encontrou excesso de risco de morte por CA de pulmão entre mineiros de subsolo com uma SMR de 169 e  $p < 0,01$  e, para todos os outros mineiros, a SMR foi de 147 com  $p < 0,05$ . A maior magnitude do risco foi observada entre os mineiros de perfuração com uma SMR de 193 e  $p < 0,01$ <sup>9</sup>.

Outro agente cancerígeno a que esse grupo de trabalhadores está exposto é o amianto, substância composta de sílica fibrosa. Todas suas diferentes formas são carcinogênicas para seres humanos<sup>10,11</sup>. Desde 1980, quase todos os estudos sobre silicose mostraram que a exposição a esse agente aumenta o risco de CA de pulmão em cerca de duas vezes. Isso inclui um estudo de 1990 com não fumantes japoneses que revelou um risco relativo (RR) de 2,22<sup>12</sup>.

Vários estudos têm mostrado um aumento no risco de câncer gástrico relacionado a exposições ocupacionais a poeiras<sup>13</sup>. As partículas migram para fora dos pulmões através dos movimentos das mucosas e a interação entre o pó e o ambiente ácido do estômago podem causar risco elevado de CA gástrico em mineradores<sup>6</sup>.

Pelo caráter multicausal do câncer, é difícil atribuir pesos aos fatores de risco. Nas últimas décadas, a literatura mostra

claramente que os fatores ambientais, juntamente com o aumento da expectativa de vida, têm contribuído para o aumento das taxas de câncer na população<sup>14</sup>. Os carcinógenos ocupacionais podem agir isoladamente ou sinergicamente com o fumo, resultando em tumorigênese<sup>14</sup>.

A mão de obra jovem na mineração é elevada, devido à exigência muscular e agilidade física inerentes ao trabalho. De tal forma, esse grupo populacional é precocemente submetido a tais graves exposições. Enterline, num estudo com mineradores de carvão, mostrou excesso de morte por cânceres, em que a magnitude aumentou com a idade, fazendo o autor sugerir a importância dos fatores ambientais no risco de morte por essas doenças<sup>1</sup>.

O Brasil, por sua geodiversidade, possui hegemonia no *ranking* mundial de potencial mineral<sup>15</sup>. Dados do Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) demonstraram que a mineração atingiu 5,25% do PIB nacional em 2008 e que 161 mil trabalhadores atuavam diretamente nas áreas de lavra, beneficiamento mineral, ou ao longo da cadeia produtiva<sup>16</sup>. Em 2007, existiam 2.370 minas em operação com 57 variedades, de alumínio a zircônio<sup>17</sup>.

Embora as minas subterrâneas no país não sejam numerosas, as que existem são pouco desenvolvidas e operam em más condições, expondo os trabalhadores a graves problemas como as radiações ionizantes naturais<sup>18</sup>. Estudos nacionais mostram que trabalhadores da mineração apresentam uma elevada exposição a produtos de decaimento natural e um aumentado risco para câncer de pulmão<sup>19,20</sup>.

Dados sobre mortalidade têm sido utilizados em todo o mundo para avaliar riscos ocupacionais. No Brasil, esses estudos têm ganhado importância e o Sistema de Informação sobre Mortalidade (SIM) tem sido usado para esse fim, pois é uma fonte para vigilância epidemiológica e monitoramento da situação de saúde da população<sup>21</sup>. Áreas temáticas distintas o utilizam para obterem informações sobre mortalidade para a construção de indicadores de saúde, avaliação dos fatores de risco e de políticas públicas<sup>22,23</sup>. Meyer et al.<sup>24</sup> investigaram a associação entre mortalidade por tipos específicos de câncer e ocupação agrícola na região serrana do Rio de Janeiro<sup>24</sup>. Já, Mendes et al.<sup>25</sup> analisaram a mortalidade por melanoma no Brasil durante o período de 1980–2005, utilizando esse mesmo indicador de base populacional<sup>25</sup>.

Neste estudo buscamos o perfil de mortalidade de mineradores brasileiros e das Regiões Sul e Sudeste do país por neoplasias e cânceres selecionados através do perfil socio-demográfico, do cálculo da razão de chance de mortalidade (*Mortality Odds Ratio* – MOR) e da análise das magnitudes e tendências do risco de morte ao longo de três períodos compreendidos entre 1979 e 2005.

## MÉTODOS

Os dados sobre mortalidade foram extraídos do Sistema de Informação de Mortalidade do Ministério da Saúde, e classificado de acordo com a Classificação Internacional de Doenças (CID) da Organização Mundial de Saúde (OMS). O SIM utiliza a 9ª revisão da CID (CID-9) até 1995 e a 10ª revisão (CID-10) a partir de 1996.

Foram avaliados os dados sobre mortalidade de mineiros (código de ocupação 711) brasileiros (de todas as cinco regiões) e das regiões Sul e Sudeste, do sexo masculino e com faixa etária acima de 20 anos, entre os anos de 1979 e 2005. Tal mortalidade foi comparada com aquela observada na população geral brasileira ou nas regiões selecionadas. Informações sobre idade, escolaridade e região de óbito também foram obtidas. No período de 1979 a 2005, a variável escolaridade foi agrupada em: nenhuma, 1º grau, 2º grau e superior; e entre 1996 e 2005, em: nenhuma, 1-7 anos e 8 ou mais anos de estudo.

Este é um estudo no qual foram comparadas as mortalidades entre o grupo populacional dos mineiros e da população de referência. As análises foram estratificadas por faixas etárias (<60 e >60 anos), períodos (1979-1987, 1988-1996, 1997-2005) e por dois grupos de causas selecionadas de morte: câncer de traqueia, brônquios e pulmão (CID 9: 162; CID10: C33-C34) e câncer de estômago (CID 9: 151; CID 10: C16).

O cálculo da razão de chance de mortalidade foi realizado, bem como seus intervalos de confiança para 95% (IC95%). Para verificar se houve uma tendência de aumento ou decréscimo no risco de morte ao longo do tempo, utilizou-se o Teste de Cochrane (TESTE Q), pelo programa WinPepi 9.4, versão 2009, avaliando as tendências de morte através dos três períodos estabelecidos, adotando um nível de significância de 95%.

## RESULTADOS

Dentre os 5.450 óbitos registrados por todas as causas de morte de mineiros no período de 1979 a 2005, a distribuição da mortalidade pelas faixas etárias estudadas seguiu o mesmo padrão entre mineradores e a população geral, sendo os grupos dos mais velhos os que apresentaram maior número de óbitos (Tabela 1). O perfil educacional também foi similar entre os dois grupos.

Os mineiros apresentaram uma mortalidade aumentada entre indivíduos com ensino fundamental no período de 1979 a 1995 e/ou com 1 a 7 anos de estudo no período de 1996 a 2005. A região Sul do Brasil foi a que apresentou o maior número de mortes entre os mineradores. Já para a população geral, a maior parte dos óbitos se concentraram na região Sudeste. Do total de mortes entre mineradores no

**Tabela 1.** Características sociodemográficas de mortalidade entre mineiros Brasileiros, entre 1979-2005

	Mineiros		População Geral	
	n	%	n	%
Total	5.450	100	11.077.975	100
Neoplasias	770	14,1	1.333.892	12,0
Idade				
Todas (20+ anos)	5.444	100	11.077.975	100
<60 anos	2.521	46,3	4.997.770	45,1
>60 anos	2.923	53,7	6.080.205	54,9
Educação				
1979-1995*				
Nenhuma	369	20,3	1.066.880	26,9
Básica	1.413	77,6	2.553.205	64,3
Ensino Médio	31	1,7	210.393	5,3
Superior	7	0,4	137.634	3,5
1996-2005**				
Nenhum	343	26,2	658.167	28,5
1-7 anos	848	64,8	1.196.869	51,8
8+ anos	118	9,0	454.287	19,7
Região				
Norte	241	4,4	448.969	4,1
Nordeste	303	5,6	2.428.822	21,9
Sudeste	1.559	28,6	5.732.177	51,7
Sul	3.267	59,9	1.851.866	16,7
Centro-Oeste	80	1,5	618.767	5,6
Brasil	5.450	100	11.080.621	100

\*CID 9; \*\*CID 10

país, 14% se deram pelo conjunto de doenças neoplásicas. Na população geral, esse mesmo conjunto de doenças, no mesmo período, foi responsável por 12% de todos os óbitos observados (Tabela 1).

O câncer de pulmão contribuiu com 22,5% das mortes por neoplasias no grupo de mineradores, enquanto na população geral a mesma causa foi responsável por 16% dos óbitos (Tabela 2). Para ambos os grupos, a segunda maior causa de morte foi por CA de estômago, que foi responsável por 16,8% dos óbitos entre mineradores e 13,5% no grupo de referência.

Quando analisado por faixas etárias, os mineradores mantiveram uma porcentagem de óbitos mais elevada quando comparado à população geral, tanto para o conjunto de todas as neoplasias quanto para neoplasias selecionadas. Chama a atenção principalmente a faixa etária mais jovem (<60 anos) no que diz respeito ao CA de pulmão (26 *versus* 19%) e o CA de estômago (20 *versus* 16%) (Tabela 2).

A Tabela 3 apresenta a MOR para mineiros brasileiros homens, por causa de morte, estratificada por faixas etárias e períodos, comparada com a população geral, no período de 1979 a 2005. Mineradores apresentaram um maior risco de morte para algumas neoplasias, como por exemplo por CA de pulmão e estômago quando analisado sem estratificação

**Tabela 2.** Mortalidade de mineiros brasileiros por todas as neoplasias e causas selecionadas, estratificado por faixa etária, comparados a população geral, no Brasil, entre 1979–2005

	Mineiros		População Geral	
	n	%	n	%
Neoplasias	770	100	1.333.892	100
CA de Pulmão	173	22,5	218.302	16,4
CA de Estômago	129	16,8	180.513	13,5
Faixas Etárias				
Todas as neoplasias				
<60 anos	266	10,6	468.665	9,4
>60 anos	504	17,2	865.227	14,2
CA Pulmão, Brônquio, Traqueia				
<60 anos	55	26,2	67.967	19,3
>60 anos	118	28,4	150.335	22,2
CA Estômago				
<60 anos	43	20,5	58.981	16,8
>60 anos	86	20,7	121.532	18,0

CA: câncer

etária e por períodos ( $MOR_{neoplasias}=1,20$ ; IC95% 1,12–1,29;  $MOR_{CApulmão}=1,42$ ; IC95% 1,22–1,65;  $MOR_{CAestômago}=1,22$ ; IC95% 1,02–1,47).

Ao se estratificar por períodos e incluir todas as idades (20+ anos), o risco de morte pelas três causas permaneceu elevado e estatisticamente significativo entre os mineradores, exceto para o primeiro período (1979–1987) no grupo de todas as neoplasias, e com tendência de aumento através dos períodos ( $p=0,089$ ). Os estratos etários mantiveram uma elevação da MOR para as doenças neoplásicas, estatisticamente

significativa, exceto para o primeiro período, e no grupo dos mineradores jovens, foi observado um aumento na magnitude do risco ao longo dos períodos estudados ( $p=0,167$ ).

Para CA de pulmão/brônquio/traqueia, após as estratificações, os mineiros mais jovens também mostraram maior risco de morte que mineiros mais velhos, ambos com tendência de aumento na magnitude do risco ao longo dos períodos. O mesmo perfil foi observado para CA de estômago, quando somadas todas as idades. Os mineiros exibiram um aumento no risco de morte através dos períodos ( $p=0,13$ ), com manutenção da significância estatística no último período. Após estratificação etária, os mais jovens seguiram com tendência de aumento ao longo dos anos analisados ( $p=0,364$ ). No entanto, seus intervalos de confiança, nesse caso, incluíram a unidade.

A Tabela 4 apresenta as MORs para mineiros maiores que 20 anos por neoplasias, estratificadas por faixas etárias e períodos, comparadas com a população geral das regiões Sul e Sudeste do Brasil entre 1979 e 2005. Ser mineiro da Região Sul do país parece ser um fator de proteção para doenças neoplásicas, mesmo após as estratificações foi mantida uma diminuição no risco de morte por essa causa, exceto para os mais jovens que apresentaram tendência de aumento através dos anos de estudo ( $p=0,205$ ) e um excesso de risco de 28%, estatisticamente significativo, para o último período do estrato. Na Região Sudeste os mineiros mais velhos mostraram uma elevação no risco de morte por neoplasias em todos os períodos. Ao contrário, com exceção do período mediano (1988–1996), os grupos de mineradores jovens e de todas as idades pareceram estar protegidos para essa causa de morte.

**Tabela 3.** Razão de Chance de Mortalidade de mineiros maiores que 20 anos, estratificada por faixa etária, período e causas de morte selecionadas, tendo como referência a população geral, no Brasil, entre 1979–2005

Doenças	MOR (IC95%) – População Geral		
	<60 anos	>60 anos	Todas (20+ anos)
Todas as Neoplasias	p=0,167	p=0,999	p=0,089
1979–2005	1,14 (1,00–1,29)	1,25 (1,15–1,40)	1,20 (1,12–1,29)
1979–1987	0,84 (0,66–1,07)	1,21 (0,88–1,60)	0,88 (0,73–1,06)
1988–1996	1,25 (1,01–1,54)	1,15 (0,96–1,38)	1,16 (1,01–1,34)
1997–2005	1,40 (1,14–1,70)	1,21 (1,09–1,34)	1,33 (1,21–1,46)
Câncer			
Traqueia, Brônquio, Pulmão	p=0,392	p=0,418	p=0,395
1979–2005	1,48 (1,14–1,92)	1,39 (1,16–1,67)	1,42 (1,22–1,65)
1979–1987	1,15 (0,61–1,96)	1,01 (0,48–1,86)	1,07 (0,68–1,61)
1988–1996	1,64 (1,02–2,51)	1,50 (1,01–2,15)	1,54 (1,14–2,03)
1997–2005	1,59 (0,98–2,43)	1,43 (1,14–1,79)	1,49 (1,22–1,82)
Estômago	p=0,364	p=0,719	p=0,13
1979–2005	1,28 (0,87–1,74)	1,19 (0,93–1,72)	1,22 (1,02–1,47)
1979–1987	1,03 (0,53–1,80)	1,42 (0,78–2,39)	1,11 (0,79–1,51)
1988–1996	1,40 (0,80–2,27)	1,21 (0,75–1,86)	1,28 (0,91–1,74)
1997–2005	1,38 (0,77–2,28)	1,33 (0,76–1,75)	1,36 (1,08–1,70)

MOR: razão de chance de mortalidade; IC95%: intervalo de confiança para 95%

**Tabela 4.** Razão de Chance de Mortalidade de mineiros maiores que 20 anos por todas as neoplasias, estratificada por faixas etárias e períodos, tendo como referência a população geral, nas Regiões Sul e Sudeste do Brasil, entre 1979 e 2005

Períodos	MOR (IC95%) – População Geral		
	<60 anos	>60 anos	Todas (20+ anos)
Região Sul	p=0,205	p=0,512	p=0,195
1979–2005	0,94 (0,80–1,10)	0,84 (0,76–0,94)	0,89 (0,81–0,97)
1979–1987	0,71 (0,51–0,97)	0,74 (0,44–1,17)	0,67 (0,52–0,87)
1988–1996	0,83 (0,61–1,09)	0,70 (0,56–0,87)	0,74 (0,63–0,88)
1997–2005	1,28 (1,02–1,60)	0,84 (0,74–0,96)	0,98 (0,88–1,09)
Região Sudeste	p=0,978	p=0,91	p=0,788
1979–2005	0,93 (0,74–1,16)	1,14 (0,95–1,37)	0,98 (0,85–1,13)
1979–1987	0,84 (0,54–1,24)	1,08 (0,72–1,55)	0,90 (0,67–1,19)
1988–1996	1,10 (0,77–1,53)	1,36 (0,97–1,84)	1,11 (0,89–1,39)
1997–2005	0,85 (0,54–1,28)	1,03 (0,79–1,34)	0,97 (0,77–1,21)

MOR: razão de chance de mortalidade; IC95%: intervalo de confiança para 95%

A Tabela 5 apresenta as MORs de mineiros maiores que 20 anos, estratificadas por faixas etárias, períodos e causas de morte selecionadas, comparadas com a população geral das Regiões Sul e Sudeste do Brasil entre 1979 e 2005. Embora diversos dados mostrem ausência de significância estatística, os

mineradores de ambas as regiões exibiram elevação no risco de morte tanto por CA de pulmão/brônquio/traqueia quanto por CA de estômago.

Após as estratificações etárias, as regiões mantiveram uma magnitude risco de morte maior para os mais jovens, exceto para CA de pulmão na Região Sudeste. Na Região Sul, onde mineiros pareciam estar protegidos de morte por CA, o que observamos após a seleção das duas causas mais prevalentes foi uma elevação no risco em todos os períodos analisados e com perfil de crescimento estatisticamente significativo ao longo dos períodos para CA de pulmão no grupo mais velho ( $p=0,038$ ). Opostamente, para CA de estômago foi observada uma diminuição no risco de morte através dos períodos analisados no grupo dos mais velhos ( $p=0,205$ ).

A região Sudeste que mostrou elevação do risco de morte por todas as neoplasias, para o grupo mais idoso, seguiu o mesmo perfil quando estratificado pelos dois tipos de CA. Apesar da inclusão da unidade na maioria dos intervalos de confiança, os mineiros mais velhos apresentaram um aumento no risco de morte por CA de estômago ao longo dos períodos estudados ( $p=0,468$ ), chegando a um risco estatisticamente significativo duas vezes maior, quando comparado com a população de referência no último período ( $MOR_{CA\text{estômago}}=2,18$ ; IC95% 1,16–3,72).

**Tabela 5.** Razão de Chance de Mortalidade de mineiros maiores que 20 anos, estratificada por faixa etária, período e causas de morte selecionadas tendo como referência a população geral, nas Regiões Sul e Sudeste do Brasil, entre 1979 e 2005

Câncer	MOR (IC95%) – População Geral		
	<60 anos	>60 anos	Todas (20+ anos)
Região Sul			
Traqueia, Brônquio, Pulmão	p=0,629	p=0,038	p=0,802
1979–2005	1,54 (1,10–2,09)	1,21 (0,98–1,50)	1,31 (1,09–1,57)
1979–1987	1,50 (0,75–2,69)	0,72 (0,15–2,10)	1,37 (0,75–2,30)
1988–1996	1,63 (0,89–2,74)	1,09 (0,66–1,70)	1,26 (0,88–1,76)
1997–2005	1,34 (0,64–2,46)	1,39 (0,97–1,93)	1,42 (1,04–1,90)
Estômago	p=0,557	p=0,205	p=0,807
1979–2005	1,33 (0,85–1,98)	1,28 (0,98–1,66)	1,30 (1,04–1,62)
1979–1987	0,85 (0,28–1,98)	1,80 (0,58–4,20)	1,21 (0,58–2,22)
1988–1996	1,65 (0,76–3,14)	1,35 (0,76–2,32)	0,96 (0,61–1,44)
1997–2005	1,37 (0,80–2,19)	1,23 (0,95–1,61)	1,32 (1,06–1,65)
Região Sudeste			
Traqueia, Brônquio, Pulmão	p=0,154	p=0,307	p=0,390
1979–2005	0,91 (0,33–1,98)	1,32 (0,79–2,06)	1,08 (0,70–1,60)
1979–1987	0,50 (0,06–1,75)	1,58 (0,63–3,26)	1,05 (0,48–2,00)
1988–1996	1,00 (0,32–2,32)	1,69 (0,84–3,03)	1,34 (0,77–2,17)
1997–2005	1,43 (0,39–3,67)	1,19 (0,59–2,13)	1,26 (0,71–2,08)
Estômago	p=0,028	p=0,468	p=0,505
1979–2005	1,55 (0,71–2,95)	1,33 (0,81–2,05)	1,40 (0,94–2,02)
1979–1987	1,63 (0,60–3,55)	1,09 (0,40–2,37)	1,29 (0,67–2,26)
1988–1996	1,38 (0,51–3,01)	1,14 (0,46–2,35)	1,22 (0,65–2,08)
1997–2005	1,28 (0,26–3,73)	2,18 (1,16–3,72)	1,93 (1,10–3,12)

MOR: razão de chance de mortalidade; IC95%: intervalo de confiança para 95%

Inversamente, para a mesma causa de morte entre os mineradores mais novos, observamos uma tendência significativa de diminuição do risco de morte pelos períodos analisados ( $p=0,028$ ). Já para CA de pulmão, a estratificação por faixa etária mostrou um aumento do risco de morte através dos períodos no grupo de trabalhadores mais jovens ( $p=0,154$ ).

## DISCUSSÃO

Nossos resultados sugerem que os mineradores brasileiros tiveram um aumento no risco de morte por todas as neoplasias e especificamente para câncer de traqueia/brônquio/pulmão, ao longo dos períodos estudados, quando comparados com a população geral. Resultados semelhantes têm sido observados em estudos sobre a mortalidade de mineradores publicados em todo o mundo, na tentativa de investigar uma associação entre essa ocupação e doenças neoplásicas<sup>26-29</sup>.

As análises por região mostraram que os trabalhadores da Região Sul, embora apresentem fator de proteção para morte por doenças neoplásicas, exibem uma elevação no risco de morte pelos dois tipos de câncer selecionados, principalmente no grupo dos mineradores mais jovens. A Região Sudeste, segunda colocada em número de óbitos no *hanking* brasileiro, quando comparada à população geral, mostrou elevação no risco de morte por neoplasias em todos os períodos do grupo de mineiros mais velhos que persistiu após estratificação pelos dois tipos específicos, chegando a apresentar um risco duas vezes maior de morte por CA de estômago. Além disso, mostrou uma elevação de maior magnitude do risco por essa causa entre os mineradores mais jovens.

O Sul do Brasil possui metade das minas subterrâneas do país e é responsável por mais de 99% das reservas de carvão mineral, o que pode explicar o excesso de mortes de mineiros nessa região<sup>15,17</sup>. As coexposições referentes à extração do carvão, como ao asbesto, à sílica e à radioatividade são conhecidamente associadas à etiologia de diversas doenças, principalmente para trabalhadores das minas subterrâneas<sup>8,30</sup>.

Alguns estudos brasileiros com mineradores de carvão já confirmaram uma exposição significativa aos elementos radioativos gerados pelo decaimento natural do gás Rn. Em um deles, a dose efetiva média de exposição estimada chegou a se mostrar quase 30 vezes maior que a dose média mundial<sup>19,31-33</sup>. Um total de 29 agentes ocupacionais e ambientais foram classificados como cancerígenos pela IARC, bem como 12 condições de exposição. Dentre elas, exposições a substâncias como asbesto, sílica e Rn que ainda são muito difundidas, principalmente em ambientes de mineração<sup>11</sup>.

Estima-se que a contribuição dos fatores ocupacionais no desencadeamento das neoplasias variem entre 4 e 40%,

dependendo do tipo e da metodologia empregada. Essa proporção vai depender também da interação com vários outros agentes cancerígenos. Em países industrializados, cerca de 9% dos cânceres que atingem homens são decorrentes da exposição ocupacional<sup>34,35</sup>. A exposição a agentes carcinogênicos parece ser maior entre trabalhadores de países em desenvolvimento, principalmente nos trabalhadores manuais e de baixa classe social, como decorrência de procedimentos precários de segurança e do uso de tecnologias obsoletas<sup>36,37</sup>.

Um estudo multicêntrico do tipo caso-controle conduzido em seis países da Europa Central e Oriental avaliou o papel da ocupação no desenvolvimento de CA de pulmão. Foi observado um aumento no risco de morte (OR) (OR=2,17; IC95% 1,47–3,23) por CA de pulmão em mineiros<sup>38</sup>. Mais recentemente, outro estudo do tipo caso-controle conduzido no Canadá também identificou um aumento no risco de morte (OR=1,53; IC95% 1,20–1,96) por CA de pulmão em mineiros<sup>39</sup>. Kusiak et al.<sup>40</sup> mostraram que a mortalidade por CA de pulmão foi maior entre mineradores de urânio quando comparados à população geral masculina de Ontário (Observado (O)=152; Esperado (E)=67; SMR=225; IC95% 191–264)<sup>40</sup>. Os autores concluíram que o hábito de fumar não explicaria todo o excesso de risco, atribuindo-o também à exposição ao arsênico e outra parte à exposição a agentes de decaimento de Rn. A mortalidade por CA de pulmão por exposição ao arsênio aumenta com a intensidade de exposição ao Rn. Esse achado é consistente com a hipótese de que o risco de CA de pulmão por exposição ao arsênio seja reforçado pelo sinergismo de exposição a outras substâncias cancerígenas.

Um estudo multicêntrico conduzido na Espanha com casos e controles pareados por sexo, idade e residência mostrou um risco elevado (OR=11,8; IC95% 1,36–103) para CA gástrico entre mineiros<sup>13</sup>. Outro estudo de meta-análise com mineradores de carvão encontrou um RR de 1,34 e IC95% 1,23–1,46 para CA de estômago<sup>41</sup>.

Foram realizadas análises com o grupo de comparação de outros trabalhadores (todas as ocupações, exceto os mineiros, ocupação ignorada, indivíduos a procura do 1º emprego, ocupação não identificável, ocupação não declarada, desempregados, estudantes e aposentados/pensionistas) e não foram observadas diferenças no perfil de mortalidade (dados não disponíveis), excluindo um possível efeito do trabalhador saudável, um viés de seleção muito comum em estudos onde são comparadas as mortalidades de trabalhadores ativos em relação à mortalidade na população geral.

Para ambas as regiões, notamos inclusão da unidade nos intervalos de confiança em muitas caselas, o que atribuímos ao pequeno número de amostra. Estima-se que haja um subregistro de óbitos em uma média nacional de 20%, dessa forma, os resultados poderiam estar subestimados<sup>42</sup>.

As limitações do presente estudo incluem o não uso da SMR como estimativa do risco devido à ausência de informações sobre o número total de trabalhadores da mineração em cada ano de estudo, além daquelas inerentes aos estudos ecológicos, como a falácia ecológica causada pela distribuição heterogênea da exposição ou pela falta de controle dos vieses de confundimento, como o fumo por exemplo. Além disso, o uso de dados secundários com precisão e validade variável de ano para ano também compromete a qualidade das informações do SIM, ainda que esse sistema venha demonstrando avanços na ampliação de sua cobertura<sup>43,44</sup>.

Os resultados do presente estudo ressaltam o potencial da importante fonte de pesquisa que é o SIM, corroborando os achados de outros estudos que também utilizaram essa estratégia de pesquisa.

## CONCLUSÃO

Nossos dados ressaltam a preocupação com os mineiros, principalmente por serem os jovens os mais atingidos

pelos exposições, levando esse grupo a perder qualidade de vida ao longo das jornadas de trabalho. Recentemente, o Ministério da Saúde editou uma portaria tornando compulsória a notificação de casos de cânceres ocupacionais<sup>14</sup>.

Novos estudos são necessários com intuito de comparar dados de mortalidade desses períodos pós-atualizações de legislações específicas para mineração, uma fase que busca maior fiscalização, visando melhorias nas condições de saúde e higiene.

Dentre os meios de trabalho contemporâneos, a mineração, no Brasil e no mundo, merece destaque tanto pela importância econômica quanto por suas consequências sobre a saúde. Analisando as publicações nacionais e internacionais, nota-se que essa atividade, embora propicie vantagens monetárias para o país, traz também inúmeros impactos negativos à saúde dos mineiros. A conjuntura social desses trabalhadores e suas condições laborais ressalta a necessidade de repensar formas salubres e sustentáveis desse trabalho e de promover qualidade de vida, minimizando riscos e maximizando os benefícios, especialmente através de ações de vigilância em saúde do trabalhador.

## REFERÊNCIAS

1. Enterline PE. Mortality rates among coal miners. *Am J Public Health.* 1964;54(5):758-68.
2. Donoghue AM. Occupational health hazards in mining: an overview. *Occup Med.* 2004;54(5):283-9.
3. Gómez MG, Boffetta P, Klink JD, Español S, Quintana JG, Colin D. Mortalidad por cáncer en los mineros del mercurio. *Gac Sanit.* 2007;21(3):210-7.
4. Mitchell RJ, Driscoll TR, Harrison JE. Traumatic work-related fatalities involving mining in Australia. *Safety Sci.* 1998;29(2):107-23.
5. Skowronek J, Zemla B. Epidemiology of lung and larynx cancers in coal mines in upper Silesia – preliminary results. *Health Phys.* 2003;85(3):365-70.
6. Committee on Health Risks of Exposure to Radon, Board on Radiation Effects Research, Commission on Life Sciences, National Research Council. Health effects of exposure to radon: BEIR VI. Washington, D.C.: National Academy Press; 1999.
7. Klerk NH, Musk AW. Silica, compensated silicosis, and lung cancer in Western Australian goldminers. *Occup Environ Med.* 1998;55(4):243-8.
8. Armstrong BK, McNulty JC, Levitt LJ, Williams KA, Hobbs MS. Mortality in gold and coal miners in Western Australia with special reference to lung cancer. *Br J Ind Med.* 1979;36(3):199-205.
9. Chen R, Wei L, Huang H. Mortality from lung cancer among copper miners. *Br J Ind Med.* 1993;50(6):505-9.
10. Hughes JM, Weill H. Asbestosis as a precursor of asbestos related lung cancer: results of a prospective mortality study. *Br J Ind Med.* 1991;48(4):229-33.
11. World Health Organization. International Agency for Research on Cancer. Silica, some silicates, coal dust and para-aramid fibrils. Geneva: WHO; 1997. (IARC Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans – Volume 68).
12. Goldsmith DF. Does occupational silica exposure or silicosis cause lung cancer? *Ann Occup Hyg.* 1997;41(Suppl 1):475-9.
13. González CA, Sanz M, Marcos G, Pita S, Brullet E, Vida F, Agudo A, Hsieh CC. Occupation and gastric cancer in Spain. *Scand J Work Environ Health.* 1991;17(4):240-7.
14. Algranti E, Buschinelli JT, Capitani EM. Occupational lung cancer. *J Bras Pneumol.* 2010;36(6):784-94.
15. Departamento Nacional de produção Mineral. Economia Mineral [Internet]. [cited 2010 Aug]. Available from: <http://www.dnpm.gov.br/conteudo.asp?IDSecao=68>
16. Instituto Brasileiro de Mineração. Informações e Análises da Economia Mineral Brasileira. 4ª ed [Internet]. 2009 [cited 2013 Aug 19]. Available from: <http://www.ibram.org.br/sites/1300/1382/00000284.pdf>
17. Koppe JC. A lavra e a indústria mineral no Brasil – Estado da arte e tendências tecnológicas. In: Fernandes FR, Matos GM, Castilhos ZC, Luz AB, editores. Tendências Tecnológicas Brasil 2015. Rio de Janeiro: CETEM/MTC; 2007. p. 81-102.
18. Lipsztein JL, da Cunha KM, Azeredo AM, Julião L, Santos M, Melo DR, Simões Filho FF. Exposure of workers in mineral processing industries in Brazil. *J Environ Radioact.* 2001;54(1):189-99.
19. Dantas AL, Dantas BM, Lipsztein JL, Spitz HB. In vivo measurements of <sup>210</sup>Pb in skull and knee geometries as an indicator of cumulative <sup>222</sup>Rn exposure in a underground coal mine in Brazil. *Radiat Prot Dosimetry.* 2007;125(1-4):568-71.

20. Veiga LH, Melo VP, Amaral EC, Koifman S. Feasibility study for a long-term follow-up in a historical cohort of Brazilian coal miners. *J Radiol Prot.* 2007;27(3):349-60.
21. Viacava F. Informações em saúde: a importância dos inquéritos populacionais. *Ciênc Saúde Coletiva.* 2002;7(4):607-21.
22. Nascimento EM, Costa MC, Mota EL, Paim JS. Estudo de fatores de risco para óbitos de menores de um ano mediante compartilhamento de bancos de dados. *Cad Saúde Pública.* 2008;24(11):2593-602.
23. Fonseca LA, Eluf-Neto J, Wunsch Filho V. Cancer mortality trends in Brazilian state capitals, 1980-2004. *Rev Assoc Med Bras.* 2010;56(3):309-12.
24. Meyer A, Chrisman J, Moreira JC, Koifman S. Cancer mortality among agricultural workers from Serrana Region, state of Rio de Janeiro, Brazil. *Environ Res.* 2003;93(3):264-71.
25. Mendes AC, Silva Junior JB, Medeiros KR, Lyra TM, Melo Filho DA, Sá DA. Avaliação do Sistema de Informações Hospitalares - SIH/SUS como fonte complementar na vigilância e monitoramento de doenças de notificação compulsória. *Inf Epidemiol SUS.* 2000;9(2):67-86.
26. Cocco PL, Carta P, Belli S, Picchiri GF, Flore MV. Mortality of Sardinian lead and zinc miners: 1960-88. *Occup Environ Med.* 1994;51(10):674-82.
27. Sluis-Cremer GK, Liddell FD, Logan WP, Bezuidenhout BN. The mortality of amphibole miners in South Africa, 1946-80. *Br J Ind Med.* 1992;49(8):566-75.
28. Taeger D, Krahn U, Wiethage T, Ickstadt K, Johnen G, Eisenmenger A, Wesch H, Pesch B, Bruning T. A study on lung cancer mortality related to radon, quartz, and arsenic exposures in German uranium miners. *J Toxicol Environ Health A.* 2008;71(13-14):859-65.
29. Grosche B, Kreuzer M, Kreisheimer M, Schnelzer M, Tschense A. Lung cancer risk among German male uranium miners: a cohort study, 1946-1998. *Br J Cancer.* 2006;95:1280-7.
30. Wakeford R. Occupational exposure, epidemiology and compensation. *Occup Med.* 2006;56(3):173-9.
31. Cunha KD, Lipsztein JL, Azeredo AM, Melo D, Julião LM, Lamego FF, Santos M, Leite CVB. Study of Worker's Exposure to Thorium, Uranium and Niobium Mineral Dust. *Water Air Soil Pollut.* 2002;137(1-4):45-61.
32. Julião LM, Melo DR, Sousa WO, Santos MS, Fernandes PC, Godoy ML. Exposure of workers in a Mineral Processing Industry in Brazil. *Radiat Prot Dosimetry.* 2007;125(1-4):513-5.
33. Veiga LH, Melo V, Koifman S, Amaral EC. High radon exposure in a Brazilian underground coal mine. *J Radiol Prot.* 2004;24(3):295-305.
34. Doll R, Peto R. The causes of cancer: quantitative estimates of avoidable risks of cancer in the United States today. *J Natl Cancer Inst.* 1981;66(6):1191-308.
35. Pearce N, Boffetta P, Kogevinas M. Cancer Introduction. In: Stellman JM, editor. *ILO Encyclopedia of Occupational Health & Safety.* 4th ed. Geneva: International Labor Organization; 1998.
36. Kogevinas M, Boffetta P, Pearce N. Occupational exposure to carcinogens in developing countries. *IARC Sci Publ.* 1994;(129):63-95.
37. Ribeiro FSN, Wunsch Filho V. Avaliação retrospectiva da exposição ocupacional a cancerígenos: abordagem epidemiológica e aplicação em vigilância em Saúde. *Cad Saúde Pública.* 2004;20(4):881-90.
38. Bardin-Mikolajczak A, Lissowska J, Zaridze D, Szeszenia-Dabrowska N, Rudnai P, Fabianova E. Occupation and risk of lung cancer in Central and Eastern Europe: the IARC multi-center case-control study. *Cancer Causes Control.* 2007;18(6):645-54.
39. MacArthur AC, Le ND, Fang R, Band PR. Identification of occupational cancer risk in British Columbia: a population-based case-control study of 2,998 lung cancers by histopathological subtype. *Am J Ind Med.* 2009;52(3):221-32.
40. Kusiak RA, Ritchie AC, Muller J, Springer J. Mortality from lung cancer in Ontario uranium miners. *Br J Ind Med.* 1993;50(10):920-8.
41. Morfeld P, Lampert K, Ziegler H, Stegmaier C, Dhom G, Piekarski C. Overall mortality and cancer mortality of coal miners: Attempts to adjust for healthy worker selection effects. *Ann Occup Hyg.* 1997;41(Suppl 1):346-51.
42. Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS). Perfis de Saúde e de Mortalidade no Brasil: uma análise de seus condicionantes em grupos populacionais específicos. [Internet]. 2002 [cited 2013 Aug 22]. Available from: <http://www.liminar.net/direito/pdf/med/Perfis%20de%20Saúde%20e%20de%20Mortalidade%20no%20Brasil.pdf>
43. Andrade CL, Szwarcwald CL. Desigualdades sócio-espaciais da adequação das informações de nascimentos e óbitos do Ministério da Saúde, Brasil, 2000-2002. *Cad Saúde Pública.* 2007;23(5):1207-16.
44. Jorge MH, Laurenti R, Gotlieb SL. Análise da qualidade das estatísticas vitais brasileiras: a experiência de implantação do SIM e do SINASC. *Ciênc Saúde Coletiva.* 2007;12(3):643-54.

Recebido em: 12/04/2012

Aprovado em: 04/06/2012