

# Mortalidade por neoplasias malignas na população residente próximo de minas de urânio em Portugal

JOSÉ MARINHO FALCÃO  
CARLOS MATIAS DIAS  
PAULO JORGE NOGUEIRA

**Introdução:** O encerramento das minas de urânio em Portugal tem suscitado preocupação no que respeita aos eventuais efeitos que as radiações emitidas e os agentes químicos presentes terão na saúde das populações. Para esclarecer a existência de tal efeito foi delineado um programa de investigação em que o presente estudo se enquadra. Sendo conhecido que as populações expostas a minas de urânio, nomeadamente os mineiros, têm risco acrescido de sofrer de neoplasias, especialmente de «neoplasias da traqueia, dos brônquios e do pulmão», foi este o grupo de neoplasias selecionado para constituir a hipótese principal do estudo. Assim, o estudo pretendeu verificar se existe associação entre exposição a minas de urânio e suas escombrelas (especialmente à mina da Urgeiriça, no concelho de Nelas) e a mortalidade por alguns grupos de neoplasias malignas, nomeadamente as «neoplasias malignas da traqueia, dos brônquios e do pulmão».

**Material e métodos:** Trata-se de um estudo «ecológico» em que se consideraram «expostos» os residentes no concelho de Nelas, bem como no conjunto de concelhos com minas de urânio, e «não expostos» os residentes nos restantes con-

celhos das NUTS Dão-Lafões e Beira Interior Norte e Serra da Estrela. A análise centrou-se no cálculo, para cada concelho ou grupo de concelhos, das razões padronizadas de mortalidade (RPM) por «neoplasias malignas da traqueia, dos brônquios e do pulmão», por «neoplasia maligna do estômago» e por «todas as neoplasias malignas» no período de vinte anos compreendido entre 1980 e 1999.

**Resultados:** Tomando os dois sexos em conjunto, o concelho de Nelas teve a RPM mais elevada para as «neoplasias malignas da traqueia, dos brônquios e do pulmão» (RPM = 133;  $p = 0,003$ ). Teve também o valor mais elevado no sexo masculino (RPM = 126, não significativo) e o segundo mais elevado no sexo feminino (RPM = 142, não significativo). A razão das RPM concelho de Nelas/concelhos limítrofes de Nelas foi 1,46,  $p = 0,002$  (homens: 1,50  $p = 0,003$ ; mulheres: 1,27, não significativo). As razões das RPM concelho de Nelas/concelhos com minas (1,94,  $p = 0,001$ ) e concelho de Nelas/concelhos sem minas (1,57,  $p = 0,001$ ) foram claramente superiores a 1.

Pelo contrário, as RPM por «neoplasia maligna do estômago» foram sobretudo elevadas nos concelhos da NUTS Beira Interior Norte, que inclui grande parte do distrito da Guarda, (Trancoso: 154,  $p = 0,000$ ; Sabugal: 146,  $p = 0,000$ ), embora se tenham observado valores elevados em alguns concelhos da NUTS Dão-Lafões (Vila Nova de Paiva: 154,  $p = 0,001$ ). Saliente-se que os dois valores mais baixos ocorreram nos concelhos de Tábua (RPM = 57;  $p = 0,000$ ) e de Nelas (RPM = 60;  $p = 0,000$ ). Para o conjunto de «todas as neoplasias malignas» as RPM dos vários concelhos variaram entre 62 e 100 sem que a distribuição desses valores sugerisse qualquer associação positiva relevante.

□ José Marinho Falcão é epidemiologista no Observatório Nacional de Saúde, Instituto Nacional de Saúde Dr. Ricardo Jorge. Carlos Matias Dias é médico de saúde pública e epidemiologista no Observatório Nacional de Saúde, Instituto Nacional de Saúde Dr. Ricardo Jorge. Paulo Jorge Nogueira é estatista no Observatório Nacional de Saúde, Instituto Nacional de Saúde Dr. Ricardo Jorge.

**Discussão:** Os resultados mostraram que a população do concelho de Nelas teve, no período estudado, um risco acrescido de morrer por «neoplasias malignas da traqueia, dos brônquios e do pulmão» quando comparado com a dos concelhos limítrofes e restantes concelhos das NUTS estudadas. A existência da mina da Urgeiriça e da sua escombreira é uma possível causa desse excesso de mortalidade. Ele poderá ter sido gerado, por um lado, através da existência de uma percentagem elevada de ex-mineiros, bem como, por outro lado, através de uma exposição ambiental geral, facto este que é sustentado pela ocorrência de excesso de mortalidade tanto em homens como em mulheres. O excesso de mortalidade por aquele grupo de neoplasias pode ainda ter origem noutras exposições cujo potencial papel é discutido.

## 1. Introdução

Há evidência sólida e considerável sobre a existência, no homem, de efeitos nefastos resultantes da exposição ao urânio e aos produtos do seu decaimento. Estes efeitos podem ser produzidos através das propriedades radioactivas do urânio ou das suas características de metal pesado (Harley, 1996).

Os riscos para a saúde associados ao urânio e aos seus produtos de decaimento são mais elevados em mineiros que trabalham no subsolo e tem sido neste grupo profissional que a maior parte dos estudos epidemiológicos tem sido realizada (Hornung, 2001). Com base em grandes estudos longitudinais de trabalhadores mineiros é, desde há muito, conhecido que os trabalhadores das minas de urânio estão em risco acrescido de terem cancro do pulmão (EUA. NIH, 1994; Harley, 1996; Samet, 1998; Voelz, 1994), bem como de leucemia e neoplasias dos ossos (Kusiak *et al.*, 1993; Kathren e Moore, 1986; Kathren *et al.*, 1989). Muito menos conhecidos são os efeitos a que as populações gerais que vivem próximo das minas de urânio estão sujeitas. Igualmente pouco conhecido é o efeito que as escombrireas de minas de urânio e as lagunas com águas residuais ácidas ricas em metais pesados exercem sobre a saúde dessas populações. Nos Estados Unidos da América, o excesso de risco durante a vida para pessoas residentes próximo de algumas escombrireas desactivadas foi estimado em 4% (USA. Environmental Protection Agency, 1983). Este excesso de risco é mais elevado nos fumadores (USA. Agency for Toxic Substances and Disease Registry, 1992).

Em Portugal, a exploração de urânio ocorreu desde 1939 (mina de Coitos, no concelho de Sabugal), tendo a actividade aumentado progressivamente durante as décadas de 1950 e 1960. A exploração de urânio terminou no fim da década de 1990 (1999,

mina da Bica, concelho do Sabugal) (Portugal. Empresa Nacional de Urânio, 2001).

Duas minas estiveram em laboração mais de quarenta anos. A mina da Bica, referida atrás, laborou de 1951 a 1999 (48 anos) e a da Urgeiriça (concelho de Nelas) esteve em actividade de 1951 a 1991 (quarenta anos).

O tratamento do minério era, essencialmente, realizado na mina da Urgeiriça. Por isso, é nela que se situa o maior depósito de material residual resultante da actividade mineira (escombreira com cerca de 2 500 000 toneladas). Escombrireas de muito menor dimensão (algumas dezenas de milhares de toneladas) existem também num pequeno número de outras minas.

O encerramento das minas de urânio tem levantado preocupação baseada na presunção de que as populações residentes na sua proximidade possam sofrer consequências indesejáveis para a saúde. Em conformidade com esta preocupação, e no seguimento de uma resolução da Assembleia da República (Resolução n.º 34/2001), foi determinado que o Instituto Nacional de Saúde, em articulação com o Instituto Geológico e Mineiro e com o Instituto Tecnológico e Nuclear, investigasse que efeitos podem ter ocorrido ou estar a ocorrer ainda na saúde dessas populações. Com este objectivo está em delineamento um programa de investigação destinado a esclarecer o assunto. Saliente-se que a investigação se dirige, em primeiro lugar, aos efeitos sobre a *população geral residente* junto às minas de urânio e suas escombrireas e não aos *trabalhadores mineiros*.

Face ao tempo necessário para obter financiamento e concretizar estudos, julgou-se oportuno explorar desde já as bases de dados existentes, nomeadamente a da mortalidade.

Assim, o presente estudo visou testar a seguinte hipótese principal: «Existe uma associação entre a exposição à mina da Urgeiriça e sua escombreira e a mortalidade por neoplasias malignas da traqueia, dos brônquios e do pulmão ocorrida entre 1980 e 1999». Adicionalmente, estudaram-se hipóteses semelhantes para a mortalidade por neoplasia maligna do estômago e por «todas as neoplasias malignas». Foram também testadas duas hipóteses secundárias em que se utilizaram duas outras definições de população exposta (v. 2.1).

## 2. Material e métodos

Este estudo epidemiológico centrou-se na análise de dados de mortalidade das populações residentes nos concelhos pertencentes às NUTS Dão-Lafões, Beira Interior Norte e Serra da Estrela.

## 2.1. Populações expostas

A definição de exposição esteve condicionada pela necessidade de utilizar dados de mortalidade a nível de concelho.

Assim, para a hipótese principal (e para a hipótese secundária 1) foi considerada *exposta* (à mina da Urgeiriça e sua escombreira) a população residente no concelho de Nelas, de acordo com os dados do censo de 1991. Esta escolha fundamentou-se em: (1) o ano de 1991 está próximo do meio do período seleccionado para o estudo (1980-1999); (2) a composição da população para esse ano é, certamente, mais rigorosa do que a de qualquer ano intercensitário.

Para a hipótese secundária 2 consideraram-se expostas as populações residentes, em 1991, nos concelhos em que existe ou existiu, pelo menos, uma mina de urânio (*Quadro I*).

Para a hipótese secundária 3 consideraram-se expostas as populações residentes, em 1991, nos concelhos em que existe ou existiu, pelo menos, uma mina de urânio com águas ácidas (*Quadro I*).

Foi ainda utilizada uma definição adicional de população exposta, de acordo com a classificação usada pela Empresa Nacional de Urânio, que foi obtida através do Instituto Geológico e Mineiro, que incluiu os concelhos com minas do grupo 1, consideradas de perigosidade mais elevada (Portugal. Empresa Nacional de Urânio, 2001). Esse grupo inclui as minas da Urgeiriça (concelho de Nelas), da Quinta do Bispo e da Cunha Baixa (concelho de Mangualde) e Bica (concelho do Sabugal). Foi criada uma população exposta constituída pelos residentes nos concelhos de Nelas e de Mangualde onde existem três das minas referidas. O concelho do Sabugal não foi incluído nesta definição de exposição já que o seu padrão de mortalidade era inverso do dos outros dois concelhos (baixa mortalidade por «neoplasias malignas da traqueia, dos brônquios e do pulmão» e alta mortalidade por «neoplasia maligna do estômago») e, por isso, obscurecia, sem utilidade, a associação em análise.

## 2.2. Populações não expostas

Pareceu adequado utilizar como grupos de comparação, não expostos, as populações dos restantes concelhos pertencentes às duas NUTS onde se situa a grande maioria das minas de urânio (Dão-Lafões e Beira Interior Norte). De facto, tanto as populações residentes como as características ambientais desses concelhos deverão ser pouco diferentes das dos concelhos expostos a minas, tornando menos

provável que as associações encontradas estejam afectadas por confundimento devido a diferenças demográficas, sociais, de estilos de vida, ambientais ou de utilização de serviços de saúde. A escolha de concelhos de outras regiões do país para fins de comparação iria aumentar a possibilidade de confundimento, dada a provável maior dissemelhança das suas populações com as dos concelhos expostos.

Assim, para a hipótese principal e a hipótese secundária 1 consideraram-se *não expostas* as populações residentes, em 1991, nos seis concelhos limítrofes de Nelas (Mangualde, Viseu, Tondela, Carregal do Sal, Oliveira do Hospital e Seia). Note-se que Mangualde e Seia têm minas de urânio, mas não escombreiras.

Para a hipótese secundária 2 consideraram-se não expostas as populações residentes, em 1991, nos concelhos pertencentes às NUTS Dão-Lafões e Beira Interior Norte que não têm minas de urânio (*Quadro I*). Para a hipótese secundária 3 consideraram-se não expostas as populações que residiam, em 1991, nos concelhos que tinham apenas minas de urânio sem águas ácidas (*Quadro I*).

## 2.3. Determinação do efeito: a mortalidade

Para a finalidade deste estudo, o efeito presumido foi o excesso de mortalidade por três grupos de causas: «neoplasias malignas da traqueia, dos brônquios e do pulmão» (CID9:162), «neoplasia maligna do estômago» (CID9:151) e o conjunto de «todas as neoplasias malignas» (CID9: 140 a 208) (OMS, 1985).

### *A mortalidade nos concelhos e grupos de concelhos: comparação através das razões padronizadas de mortalidade*

A comparação das experiências de mortalidade dos concelhos em análise foi feita através do cálculo das razões padronizadas de mortalidade (RPM) (padronização pela idade, usando o método indirecto) (Breslow e Day, 1987).

O método consiste em estimar o número de óbitos que seriam esperados (*E*) em cada concelho ou grupo de concelhos se as respectivas populações estivessem submetidas a taxas de mortalidade de cada um dos grupos etários (taxas-padrão) de uma determinada população durante um dado período de tempo. Esse valor, *E*, é comparado com o número de óbitos efectivamente observado, *O*, no concelho ou grupo de concelhos no mesmo período de tempo através da

**Quadro I**  
**Concelhos com e sem minas de urânio, pelas suas características e por NUTS**

NUTS/concelho	Número de minas	Minas com escombreyas*	Minas com águas ácidas
<b>Dão-Lafões</b>			
Nelas**	3	1 (2 500 000 t)	1
Mangualde	6		2
Penalva do Castelo	1		
Carregal do Sal	0		
Castro Daire	0		
Mortágua	0		
Oliveira de Frades	0		
Santa Comba	0		
São Pedro do Sul	0		
Sátão	0		
Tondela	0		
Vila Nova de Paiva	0		
Viscu	0		
Vouzela	0		
<b>Beira Interior Norte</b>			
Aguiar da Beira	7		
Almeida	3		
Guarda	7	3 (117 000 t)	
Meda	1		
Pinhel	1	1 (70 000 t)	1
Sabugal	6	2 (50 000 t)	3
Trancoso	7		
Celorico da Beira	0		
Manteigas	0		
Figueira de Castelo Rodrigo	0		
<b>Serra da Estrela</b>			
Fornos de Algodres	1	1 (2 000 t)	
Gouveia	5		1
Seia	1		
<b>Douro</b>			
Sernancelhe	1		
<b>Pinhal Interior Norte</b>			
Tábua	2		1
Oliveira do Hospital (a)	0		

**Fonte:** Empresa Nacional de Urânio, através do Instituto Geológico e Mineiro.

\* Entre parênteses: estimativa da quantidade de resíduos em toneladas.

\*\* A mina da Urgeiriça situa-se neste concelho.

(a) Incluído por ser concelho limítrofe de Nelas.

razão  $O/E$ , que constitui a RPM. Para obter a RPM calcularam-se:

### **Número de óbitos esperados ( $E$ )**

Para cada um dos três grupos de neoplasias o número de óbitos esperados de 1980 a 1999 foi:

$$E = \sum_i (\text{tx mort. anual g. etário } i / (10^5) \times \text{população g. etário } i) \times 20 \text{ anos}$$

**Taxas-padrão** — Neste estudo, o cálculo das RPM foi realizado usando como padrão as taxas de mortalidade por cada um dos três grupos de neoplasias verificadas no distrito de Viseu em 1991 (*Quadro II*), correspondentes a seis grupos etários: 25-34, 35-44, 45-54, 55-64, 65-74 e 75 e mais (Portugal. Ministério da Saúde. Direcção-Geral dos Cuidados de Saúde Primários, 1991). A escolha do distrito de Viseu deveu-se ao facto de ser nele que se encontram dois dos concelhos com minas de urânio que suscitam mais preocupação (Nelas e Mangualde) e aquele que está incluído na hipótese principal (Nelas).

**População dos concelhos** — Os efectivos populacionais de cada um dos concelhos, desagregados em seis grupos etários, por sexo, foram obtidos através de quadros de apuramento do recenseamento da população de 1991, produzidos pelo Instituto Nacional de Estatística (Portugal. Instituto Nacional de Estatística, 1991).

### **Número de óbitos observados**

Dada a pequena dimensão das populações dos concelhos estudados e o conseqüente pequeno número de óbitos que ocorrem em cada ano, foram considerados a totalidade dos óbitos por cada uma das causas, ocorridos num período de vinte anos (1980 a 1999) em indivíduos residentes em cada um dos concelhos. Apenas os óbitos ocorridos em indivíduos com 25 anos e mais foram incluídos, uma vez que as taxas de mortalidade pelas causas de morte em estudo são quase nulas antes dessa idade.

Esses dados foram obtidos através do processamento das bases de dados da mortalidade referente aos anos referidos (Portugal. Instituto Nacional de Estatística, 1980 a 1999).

### **Cálculo das RPM**

Para cada concelho, o número de óbitos esperados,  $E$ , por cada grupo de neoplasias durante os vinte anos

do período de referência pode então ser comparado com o número de óbitos observados efectivamente,  $O$ , por esse mesmo grupo de neoplasias nesse mesmo período.

Essa comparação é feita através da razão  $(O/E)/100$ , que constitui a RPM do concelho para o grupo de neoplasias em causa.

### **Comparação com a população donde provieram as taxas-padrão**

O valor de cada RPM compara a mortalidade da população do concelho a que diz respeito com a mortalidade da população cujas taxas de mortalidade foram usadas como padrão ( $RPM = 100$ : mortalidade igual à população donde provieram as taxas-padrão;  $RPM < 100$ : mortalidade inferior a essa população;  $RPM > 100$ : mortalidade superior a essa população). O teste de igualdade dos valores observados e esperados (ou  $RPM = 100$ ) foi feito calculando a probabilidade  $p$  de ser observado o valor  $O$  quando este segue uma distribuição de Poisson com o valor esperado  $E$ .

### **Comparação dos concelhos entre si**

As RPM de dois concelhos (ou grupos de concelhos) foram comparadas entre si calculando directamente a razão entre elas. O teste da comparação das RPM

$$\psi = \frac{\theta_1}{\theta_2} = \frac{O_1}{E_1} / \frac{O_2}{E_2}, \text{ isto é o teste de } \psi = 1 \text{ ou } \theta_1 = \theta_2$$

foi feito usando o teste do quiquadrado (Breslow e Day, 1987), que aproxima a probabilidade de observar os valores  $O_1$  e  $O_2$  sabendo que a respectiva variável aleatória, condicional à sua soma, segue uma distribuição binomial.

Para todas as comparações consideraram-se não significativas as diferenças em que o  $p$  obtido pelo teste de significância aplicado foi igual ou superior a 0,05. Note-se que, não representando as taxas-padrão escolhidas o valor médio do conjunto de concelhos em análise, mas sim a mortalidade do distrito de Viseu em 1991, as RPM dos vários concelhos não têm obrigatoriamente de se dispor homogeneamente acima e abaixo do valor 100.

## **3. Resultados**

Os resultados apresentados adiante abordam sequencialmente as RPM (dos dois sexos em conjunto) dos

concelhos: (1) com minas de urânio; (2) sem minas de urânio; (3) a comparação entre as RPM do concelho de Nelas com o conjunto dos concelhos limítrofes (para os dois sexos em conjunto e cada um dos sexos) e com outros grupos de concelhos; (4) a comparação das RPM entre os grupos de concelhos com minas e sem minas; (5) a comparação das RPM entre os concelhos com minas com «águas ácidas» e os concelhos só com minas sem «águas ácidas».

### 3.1. Concelhos com minas de urânio

O *Quadro III* mostra as RPM para «todas as neoplasias malignas», a «neoplasia maligna do estômago» e as «neoplasias malignas da traqueia, dos brônquios e do pulmão» de cada um dos concelhos com minas de urânio pertencentes às NUTS Dão-Lafões, Beira Interior Norte e Serra da Estrela, bem como dos de Tábua e Sernancelhe, incluídos em NUTS adjacentes. No que respeita à «neoplasia maligna da traqueia, dos brônquios e do pulmão», apenas o concelho de Nelas teve uma RPM alta e estatisticamente significativa (133), correspondendo ao concelho de Man-

gualde, adjacente de Nelas, o segundo valor mais elevado (99). Todos os restantes concelhos tiveram RPM inferiores a 100, tendo os valores mais baixos e significativos ocorrido em concelhos da NUTS Beira Interior Norte: Pinhel (51), Trancoso (54) e Sabugal (55).

Para a mortalidade por «neoplasia maligna do estômago», as RPM mais elevadas corresponderam, em geral, a concelhos da NUTS Beira Interior Norte, especialmente Trancoso (154), Almeida (144), Aguiar da Beira (128) e Fornos de Algodres (123), sendo todas estatisticamente significativas, excepto a deste último concelho.

No que respeita a «todas as neoplasias malignas», é de salientar que todos os concelhos com minas tiveram RPM inferiores ou iguais a 100, o que significa que a mortalidade por este grupo de causas foi, sem excepção, inferior ou igual à do distrito de Viseu em 1991.

Registe-se que Nelas e Mangualde foram os concelhos com minas de urânio que tiveram, simultaneamente, RPM mais altas para as «neoplasias malignas da traqueia, dos brônquios e do pulmão» e mais baixas, depois de Tábua (57), para a «neoplasia maligna do estômago».

**Quadro II**  
Taxas-padrão de mortalidade utilizadas no cálculo das razões padronizadas de mortalidade (distrito de Viseu, 1991)

Grupo etário	Sexo	/10 <sup>5</sup>		
		Todas as neoplasias malignas	Neoplasia maligna do estômago	Neoplasias malignas da traqueia, dos brônquios e do pulmão
25-34	HM	19,0	4,8	1,6
	H	25,0	9,4	3,1
	M	12,8	0,0	0,0
35-44	HM	72,4	10,3	0,0
	H	43,0	10,8	0,0
	M	99,5	10,0	0,0
45-54	HM	129,7	18,9	16,2
	H	152,9	30,6	30,6
	M	111,4	9,7	4,8
55-64	HM	295,9	34,5	32,1
	H	424,2	71,6	55,1
	M	192,0	4,5	13,4
65-74	HM	676,2	162,6	94,2
	H	809,2	177,6	184,2
	M	574,3	151,1	25,2
75 e mais	HM	1218,8	175,9	90,0
	H	1818,2	192,5	171,1
	M	847,7	165,6	39,7

**Fonte:** Direcção-Geral dos Cuidados de Saúde Primários, *Risco de Morrer*, 1991.

### 3.2. Concelhos sem minas de urânio

As RPM mais elevadas para as «neoplasias malignas da traqueia, dos brônquios e do pulmão» ocorreram na NUTS Dão-Lafões (Vila Nova de Paiva, Santa Comba Dão e Carregal do Sal), embora nenhuma se revelasse estatisticamente significativa. Como já se tinha verificado no conjunto de concelhos com minas de urânio, as RPM mais baixas e estatisticamente significativas ocorreram nos concelhos da NUTS Beira Interior Norte, nomeadamente Figueira de Castelo Rodrigo (43) e Celorico da Beira (53) (*Quadro IV*).

No que respeita à «neoplasia maligna do estômago», apenas os concelhos de Vila Nova de Paiva (154), da NUTS Dão-Lafões, e de Celorico da Beira (113), da NUTS Beira Interior Norte, tiveram valores superiores a 100. Pelo contrário, as RPM mais baixas e estatisticamente significativas ocorreram no distrito de

Viseu: São Pedro do Sul (67), Tondela (68) e Viseu (71).

Como para os concelhos com minas, as RPM referentes a «todas as neoplasias malignas» foram inferiores a 100, com exceção de Vila Nova de Paiva.

### 3.3. Concelho de Nelas — exposição à mina da Urgeiriça

O concelho de Nelas teve para as «neoplasias malignas da traqueia, dos brônquios e do pulmão» uma RPM de 133, estatisticamente significativa ( $p = 0,011$ ) (*Quadro III*). Este valor foi o mais elevado dos concelhos estudados, sendo apenas igualado por Vila Nova de Paiva, aliás um concelho sem minas de urânio, em que, no entanto, a RPM não se revelou estatisticamente significativa (*Quadro IV*).

**Quadro III**  
Razões padronizadas de mortalidade por neoplasias em concelhos com minas de urânio (homens + mulheres)

NUTS/concelho	Todas as neoplasias malignas			Neoplasia do estômago			Neoplasia do pulmão		
	RPM	Ob. esp.	$p^*$	RPM	Ob. esp.	$p^*$	RPM	Ob. esp.	$p^*$
<b>Dão-Lafões</b>									
Nelas	88	608,8	0,003	60	104,5	0,000	133	61,8	0,011
Mangualde	87	925,8	0,001	69	157,9	0,000	99	92,5	n. s.
Penalva do Castelo	94	444,9	n. s.	96	75,9	n. s.	74	44,5	n. s.
Aguiar da Beira	83	328,5	0,001	128	57,1	0,04	54	33,4	0,008
<b>Beira Interior Norte</b>									
Almeida	85	535,2	0,001	97	91,1	n. s.	71	53,7	0,033
Guarda	81	1678,0	0,000	100	286,5	n. s.	96	167,7	n. s.
Meda	78	404,7	0,000	100	69,3	n. s.	71	40,8	n. s.
Pinhel	76	654,1	0,000	100	112,5	n. s.	51	66,6	0,000
Sabugal	99	1170,6	n. s.	146	202,4	0,000	55	118,0	0,000
Trancoso	88	602,0	0,005	154	103,6	0,000	54	60,9	0,001
<b>Serra da Estrela</b>									
Fornos de Algodres	100	352,2	n. s.	123	60,3	n. s.	74	35,1	n. s.
Gouveia	97	950,1	n. s.	99	163,3	n. s.	78	95,8	0,034
Seia	89	1305,7	0,000	96	224,0	n. s.	86	130,9	n. s.
<b>Douro</b>									
Sernancelhe	79	375,2	0,000	125	64,7	0,05	65	38,6	0,029
<b>Pinhal Interior Norte</b>									
Tábua	79	675,5	0,000	59	117,7	0,000	71	68,6	0,018

\*  $p$  corresponde à comparação da mortalidade de cada concelho com a do distrito de Viseu em 1991; a expressão numérica 0,000 representa qualquer valor inferior a 0,0005.

A razão das RPM concelho de Nelas/concelhos limítrofes foi elevada (1,46), bem como as razões concelho de Nelas/concelhos com minas (1,94) e concelho de Nelas/concelhos sem minas de urânio pertencentes às NUTS Dão-Lafões, Beira Interior Norte e Serra da Estrela (1,57) (*Quadro V*).

Ao contrário, a RPM para a «neoplasia maligna do estômago» foi baixa (60) e muito significativa ( $p = 0,001$ ), sendo as razões das RPM concelho de Nelas/concelhos limítrofes (0,77), concelho de Nelas/concelhos com minas (0,63) e concelho de Nelas/concelhos sem minas de urânio (0,75) bastante inferiores a 1.

Para o conjunto de «todas as neoplasias malignas» o valor da RPM foi também inferior a 100 (88) e significativo. No entanto, quando comparada com os concelhos limítrofes, a razão das RPM foi muito próxima de 1. Pelo contrário, na comparação com os outros concelhos com minas de urânio e com os concelhos sem minas de urânio as razões das RPM tiveram valores claramente superiores a 1 e estatisticamente significativos (respectivamente 1,11 e 1,10).

### *Razões padronizadas de mortalidade dos concelhos de Nelas e limítrofes, por sexo*

Os valores das RPM obtidas para cada um dos sexos tiveram padrões semelhantes, para qualquer dos três grupos de neoplasias analisados (*Quadros VI e VII*). Note-se que este facto não significa a inexistência de diferenças nas taxas de mortalidade dos dois sexos, que, obviamente, existem e são relevantes. Significa apenas que a ordenação dos concelhos pelos valores das RPM respectivas é semelhante nos dois sexos. Para as «neoplasias malignas da traqueia, dos brônquios e do pulmão», a RPM mais elevada do sexo masculino foi registada no concelho de Nelas (126). No sexo feminino esse concelho teve o segundo valor mais alto (142), a seguir ao concelho de Carregal do Sal (200;  $p = 0,003$ ).

Saliente-se ainda que, para este grupo de neoplasias, a razão das RPM concelho de Nelas/concelhos limítrofes foi superior a 1 em ambos os sexos, embora mais elevada e significativa no sexo masculino (1,50,  $p = 0,003$ ).

#### **Quadro IV**

#### **Razões padronizadas de mortalidade por neoplasias em concelhos sem minas de urânio (homens + mulheres)**

NUTS/concelho	Todas as neoplasias malignas			Neoplasia do estômago			Neoplasia do pulmão		
	RPM	Ob. esp.	$p^*$	RPM	Ob. esp.	$p^*$	RPM	Ob. esp.	$p^*$
<b>Dão-Lafões</b>									
Carregal do Sal	86	481,4	0,002	75	82,3	0,024	113	48,6	n. s.
Castro Daire	65	888,5	0,000	93	152,6	n. s.	64	90,3	0,001
Mortágua	83	448,6	0,001	83	77,5	n. s.	82	46,1	n. s.
Oliveira de Frades	80	456,3	0,000	75	77,8	0,025	81	45,5	n. s.
Santa Comba	93	531,1	n. s.	81	90,3	n. s.	126	53,0	n. s.
São Pedro do Sul	67	955,3	0,000	67	166,0	0,000	75	97,5	0,014
Sátão	62	727,0	0,000	89	120,6	n. s.	81	69,3	n. s.
Tondela	85	1493,3	0,000	68	254,1	0,000	80	150,0	0,015
Vila Nova de Paiva	101	261,5	n. s.	154	45,5	0,001	133	27,0	n. s.
Viseu	83	3010,4	0,000	71	509,7	0,000	97	290,0	n. s.
Vouzela	73	609,4	0,000	79	104,6	0,040	67	61,2	0,010
<b>Beira Interior Norte</b>									
Celorico da Beira	86	488,1	0,003	113	84,4	n. s.	53	48,9	0,002
Manteigas	96	180,5	n. s.	99	30,4	n. s.	73	17,9	n. s.
Figueira de Castelo Rodrigo	76	478,3	0,000	85	83,2	n. s.	43	48,9	0,000
<b>Pinhal Interior Norte</b>									
Oliveira do Hospital	86	1051,3	0,000	96	179,5	n. s.	79	104,9	0,032

\*  $p$  corresponde à comparação da mortalidade de cada concelho com a do distrito de Viseu em 1991; a expressão numérica 0,000 representa qualquer valor inferior a 0,0005.

**Quadro V**

**Concelho de Nelas: razão das razões padronizadas de mortalidade, segundo vários grupos de comparação (homens + mulheres)**

NUTS/concelho	Todas as neoplasias malignas*		Neoplasia maligna do estômago*		Neoplasia maligna do pulmão*	
	Razão das RPM (a)	p**	Razão das RPM (a)	p**	Razão das RPM (a)	p**
Concelho de Nelas — comparação com:						
Distrito de Viseu em 1991 (a) (b)	88	0,003	60	0,001	133	0,011
Concelhos limítrofes (de Nelas) (c) (d)	1,03	n. s.	0,78	n. s.	1,46	0,002
Concelhos com minas (c) (e)	1,11	0,027	0,63	0,001	1,94	0,001
Concelhos sem minas (c) (f)	1,10	0,028	0,76	0,034	1,57	0,001

(a) RPM em que foram utilizadas as taxas de mortalidade do distrito de Viseu no ano de 1991.

(b) A comparação com o distrito de Viseu em 1991 foi feita directamente com a RPM, e não com a razão das RPM.

(c) Razão das RPM dos concelhos em comparação — o valor 1 corresponde à não existência de diferenças entre o concelho de Nelas e o grupo de comparação: se o valor for >1, Nelas tem mortalidade mais elevada do que o grupo de comparação; se o valor for < 1, passa-se o inverso.

(d) Mangualde, Viseu, Tondela, Carregal do Sal, Oliveira do Hospital e Seia.

(e) Das NUTS: Dão-Lafões (excepto Nelas), Beira Interior Norte e Serra da Estrela + Tábua + Sernancelhe.

(f) Das NUTS: Dão-Lafões, Beira Interior Norte e Serra da Estrela.

\* Todas as neoplasias malignas (CID9: 140 a 208); neoplasia maligna do estômago (CID9: 151); neoplasias malignas da traqueia, dos brônquios e do pulmão (CID9: 162).

\*\* Refere-se ao resultado do teste da hipótese nula (de não diferença) da mortalidade entre o concelho de Nelas e os grupos de concelhos de comparação tanto para a RPM ( $H_0$ : RPM = 100) como para as razões das RPM ( $H_0$ : razão = 1).

**Quadro VI**

**Razões padronizadas de mortalidade no concelho de Nelas e nos concelhos limítrofes (mulheres)**

Concelho	Todas as neoplasias malignas			Neoplasia maligna do estômago			Neoplasia maligna do pulmão		
	RPM	Ob. esp.	p	RPM	Ob. esp.	p	RPM	Ob. esp.	p
Nelas	81	267,0	0,003	43	47,9	0,000	142	12,0	n. s.
Mangualde	85	411,3	0,003	67	74,4	0,005	65	18,5	n. s.
Viseu	82	1289,8	0,000	64	223,8	0,000	111	56,9	n. s.
Tondela	82	655,1	0,000	54	118,1	0,000	117	29,9	n. s.
Carregal do Sal	90	209,5	n. s.	85	37,7	n. s.	200	9,5	0,003
Seia	89	579,1	0,007	95	105,2	n. s.	115	26,0	n. s.
Oliveira do Hospital	86	461,3	0,003	86	84,5	n. s.	100	21,0	n. s.
Todos os concelhos limítrofes de Nelas	84	3606,1	0,000	72	643,7	0,000	112	161,9	n. s.
Razão das RPMs									
Nelas/todos os concelhos limítrofes	0,96	—	ns	0,60	—	0,031	1,27	—	n. s.

**Quadro VII**  
**Razões padronizadas de mortalidade no concelho de Nelas e nos concelhos limítrofes (homens)**

Concelho	Todas as neoplasias malignas			Neoplasia maligna do estômago			Neoplasia maligna do pulmão		
	RPM	Ob. esp.	<i>p</i>	RPM	Ob. esp.	<i>p</i>	RPM	Ob. esp.	<i>p</i>
Nelas	92	344,9	0,003	73	57,9	0,04	126	51,4	n. s.
Mangualde	87	514,8	0,000	70	84,3	0,006	107	74,7	n. s.
Viseu	87	1592,4	0,000	80	269,5	0,001	92	235,9	n. s.
Tondela	86	845,1	0,000	79	137,8	0,015	69	123,3	0,001
Carregal do Sal	79	277,7	0,003	67	44,9	0,026	90	40,0	n. s.
Seia	89	727,9	0,001	97	120,0	n. s.	77	106,5	0,018
Oliveira do Hospital	86	593,0	0,000	103	96,0	n. s.	71	85,6	0,008
Todos os concelhos limítrofes de Nelas	86	4550,8	0,000	83	752,6	0,000	84	666,0	0,000
Razão das RPMs									
Nelas/todos os concelhos limítrofes	1,06	–	n. s.	0,87	–	n. s.	1,50	–	0,003

A situação não foi muito diferente para a «neoplasia maligna do estômago», sendo de realçar que em qualquer dos sexos ocorreram RPM com valores muito baixos e estatisticamente significativos nalguns concelhos (Nelas, Mangualde, Viseu, Tondela e Carregal do Sal).

No que respeita ao conjunto de «todas as neoplasias malignas», as mulheres e os homens tiveram RPM com valores da mesma ordem de grandeza (entre cerca de 80 e 90) tanto no concelho de Nelas como nos concelhos limítrofes. Saliente-se que em todos os concelhos a mortalidade por este grupo de causas foi inferior à do distrito cujas taxas-padrão foram utilizadas (Viseu, 1991, mulheres).

### 3.4. Grupos de concelhos «expostos» a minas de urânio

O *Quadro VIII* mostra as razões das RPM de três grupos de concelhos «expostos», agregados de acordo com várias definições da exposição quando comparados com grupos de concelhos sem a exposição correspondente.

As definições de exposição utilizadas foram:

- Grupo 1 da definição ENU – apenas Nelas e Mangualde;
- Todos os concelhos com minas de urânio;
- Concelhos com minas de urânio com águas ácidas.

### *Grupo 1 da definição ENU (apenas Nelas e Mangualde)*

Para as «neoplasias malignas da traqueia, dos brônquios e do pulmão», a RPM dos concelhos de Nelas e Mangualde, tomados em conjunto (grupo 1, definido por ENU/IGM), foi superior a 100 (126;  $p = 0,002$ ), sendo a razão das RPM grupo 1/concelhos limítrofes desse grupo superior a 1 (1,44;  $p = 0,001$ ), sugerindo que a mortalidade por este tipo de neoplasia é mais elevada no conjunto daqueles dois concelhos.

Pelo contrário, a mortalidade por «neoplasia maligna do estômago» foi menor nestes dois concelhos do que nos dois grupos usados na comparação, especialmente no que respeita ao distrito de Viseu.

Não se verificaram diferenças positivas relevantes nas comparações que incidiram sobre «todas as neoplasias malignas».

### *Todos os concelhos com minas de urânio*

Este grupo incluiu todos os concelhos em que existem ou existiram minas de urânio, pertencentes às NUTS Dão-Lafões, Beira Interior Norte e Serra da Estrela, bem como os de Tábua e Sernancelhe, incluídos em NUTS adjacentes.

Quando a comparação foi feita com o distrito de Viseu em 1991, verificou-se que a mortalidade do conjunto de todos os concelhos com minas de urânio foi inferior

para as «neoplasias malignas da traqueia, dos brônquios e do pulmão» (RPM = 79;  $p = 0,001$ ) e para «todas as neoplasias malignas» (RPM = 87;  $p = 0,001$ ). No entanto, quando se utilizou para comparação o grupo de concelhos (das NUTS referidas) sem minas de urânio, verificou-se que a mortalidade por neoplasia maligna do estômago (razão das RPM = 1,28;  $p = 0,001$ ) e por «todas as neoplasias malignas» (razão das RPM = 1,10;  $p = 0,001$ ) foi mais elevada nos concelhos com minas de urânio, ao contrário do que se verificou para as «neoplasias malignas da traqueia, dos brônquios e do pulmão».

minas de urânio, sem águas ácidas, os valores das razões das RPM situaram-se abaixo de 1 para a «neoplasia maligna do estômago» (0,87,  $p = 0,004$ ) e ligeiramente acima de 1 para os dois outros grupos de neoplasias (*Quadro VIII*).

Por outro lado, a comparação com o conjunto dos concelhos sem minas mostrou valores das razões das RPM superiores a 1 para «todas as neoplasias malignas» e para a «neoplasia maligna do estômago». Este efeito foi muito semelhante ao que se encontra na comparação entre os conjuntos de concelhos com minas e sem minas.

#### Concelhos com minas de urânio com águas ácidas

No conjunto de concelhos «expostos» a minas com «águas ácidas», a mortalidade pelas três situações em estudo foi inferior à do distrito de Viseu em 1991. Na comparação com o conjunto de concelhos que só têm

#### 4. Discussão

A análise da mortalidade que foi realizada teve como principal finalidade verificar se a população do concelho de Nelas, presumivelmente exposta com mais intensidade à mina da Urgeiriça e à

#### Quadro VIII

Grupos de concelhos «expostos» a minas: razão das razões padronizadas de mortalidade segundo vários grupos de comparação (homens + mulheres)

	Todas as neoplasias malignas*		Neoplasia maligna do estômago*		Neoplasia maligna do pulmão*	
	Razão das RPM (a)	p	Razão das RPM (a)	p	Razão das RPM (a)	p
Grupo 1, definido pela ENU (d) — comparação com:						
Distrito de Viseu em 1991 (a) (b)	88	0,001	66	0,001	126	0,002
Concelhos limítrofes (c) (e)	1,00	n. s.	0,80	0,006	1,44	0,001
Concelhos com minas (f) — comparação com:						
Distrito de Viseu em 1991 (a) (b)	87	0,001	102	n. s.	79	0,001
Concelhos sem minas (c) (g)	1,10	0,001	1,28	0,001	0,93	n. s.
Concelhos com minas com águas ácidas — comparação com:						
Distrito de Viseu em 1991 (a) (b)	89	0,001	94	n. s.	79	0,001
Concelhos só com minas sem águas ácidas	1,04	0,048	0,87	0,004	1,01	n. s.
Concelhos sem minas	1,13	0,001	1,18	0,001	0,94	n. s.

(a) RPM em que foram utilizadas as taxas de mortalidade do distrito de Viseu no ano de 1991.

(b) A comparação com o distrito de Viseu em 1991 foi feita directamente com a RPM, e não com a razão das RPM.

(c) Razão das RPM dos concelhos em comparação — o valor 1 corresponde à não existência de diferenças entre o concelho de Nelas e o grupo de comparação: se o valor for  $> 1$ , Nelas tem mortalidade mais elevada do que o grupo de comparação; se o valor for  $< 1$ , passa-se o inverso.

(d) Empresa Nacional de Urânio: apenas concelho Nelas e de Mangualde, sem Sabugal.

(e) Concelhos limítrofes de Nelas e Mangualde.

(f) Das NUTS Dão-Lafões, Beira Interior Norte e Serra da Estrela + Tábua + Sernancelhe.

(g) Das NUTS Dão-Lafões, Beira Interior Norte e Serra da Estrela.

\* «Todas as neoplasias malignas» (CID9: 140 a 208); neoplasia maligna do estômago (CID9: 151); neoplasias malignas da traqueia, dos brônquios e do pulmão (CID9: 162).

escombreira que lhe está associada, teve uma experiência de mortalidade superior à dos restantes concelhos, com e sem minas de urânio, das NUTS indicadas atrás no período de 1980 a 1999. As «neoplasias malignas da traqueia, dos brônquios e do pulmão» foram a causa de morte que mereceu atenção mais detalhada, uma vez que está comprovadamente associada à exposição profissional a minas de urânio. Adicionalmente, estudou-se também a mortalidade por «neoplasia maligna do estômago», por este órgão estar potencialmente exposto, de forma directa, a água ou alimentos contaminados e por «todas as neoplasias malignas».

Relembre-se que os valores das RPM têm a seguinte interpretação [RPM = 100, mortalidade igual à população donde provieram as taxas-padrão (Viseu, 1991); RPM < 100, mortalidade inferior a essa população; RPM > 100, mortalidade superior a essa população]. Na sequência da análise respeitante às «neoplasias malignas da traqueia, dos brônquios e do pulmão», que constituía a hipótese principal, foram obtidos os seguintes resultados principais:

1. Quando os dois sexos foram tomados em conjunto, o concelho de Nelas teve a RPM mais elevada (133) de todos os concelhos (com minas e sem minas) pertencentes a NUTS onde existem minas de urânio (Dão-Lafões, Beira Interior Norte e Serra da Estrela), para além de Vila Nova de Paiva, que teve uma RPM de valor igual, embora não significativo;
2. Para esse grupo de neoplasias, o concelho de Nelas teve também valores mais elevados de RPM do que todos os conjuntos de concelhos que foram considerados — concelhos limítrofes de Nelas (razão das RPM = 1,46), todos os concelhos com minas de urânio (razão das RPM = 1,94) e concelhos sem minas das três NUTS indicadas atrás (razão das RPM = 1,57).
3. Adicionalmente, a análise do sexo feminino mostrou que o concelho de Nelas teve uma RPM mais elevada (142, embora não estatisticamente significativa) do que a de qualquer dos seus concelhos limítrofes, com excepção do concelho de Carregal do Sal, que teve um valor mais alto (200;  $p = 0,003$ ). A RPM de Nelas foi também mais elevada do que a RPM do conjunto dos seis concelhos limítrofes (112). No sexo masculino a RPM de Nelas (128) foi a mais elevada dos concelhos limítrofes tomados isoladamente, bem como do seu conjunto.

Os valores encontrados são compatíveis com a hipótese principal, isto é, que a existência da mina da Urgeiriça e da respectiva escombreira tenha sujeitado

a população do concelho de Nelas a um risco acrescido de morrer por «neoplasias malignas da traqueia, dos brônquios e do pulmão» no período que decorreu entre 1980 e 1999.

Esse efeito, se existir de facto, pode ter tido duas origens:

1. *Os trabalhadores mineiros*: o excesso de óbitos por «neoplasias malignas da traqueia, dos brônquios e do pulmão» pode ser explicado pela existência, na população do concelho de Nelas, de uma proporção elevada de mineiros, cuja actividade profissional está associada a risco aumentado de neoplasias daquele grupo. É de presumir que a importância que este subgrupo da população tem no excesso de mortalidade seja relevante, mas tal não pode ser comprovado com os dados de mortalidade disponíveis. Saliente-se, no entanto, que a acção desta exposição laboral já ocorreu integralmente, tendo cessado quando as minas encerraram a sua actividade. Obviamente, os seus eventuais efeitos continuarão a fazer-se sentir no futuro.
2. *Um efeito ambiental da mina e escombreira que afecta toda a população* (e não apenas os mineiros): se o excesso de mortalidade no concelho de Nelas fosse devido exclusivamente à existência na população de uma proporção elevada de mineiros, era de prever que tal efeito não ocorresse no sexo feminino (em que não existe a profissão de mineiro). No entanto, no concelho de Nelas, a população feminina teve uma RPM com valor mais elevado (ainda que não significativo) do que a do conjunto dos concelhos limítrofes e do que cada um deles por si, excepto Carregal do Sal. Este facto sugere que pode existir um efeito ambiental associado à mina e sua escombreira, que é independente e se adiciona ao efeito da exposição profissional. Saliente-se que, ao contrário do efeito associado à profissão de mineiro referido no ponto 1, a eventual acção da mina da Urgeiriça e da escombreira na produção de um efeito ambiental geral não foi interrompida pelo encerramento das minas, mas continua provavelmente a ser exercida sobre a população.

Apesar de o conjunto de resultados atrás descritos sugerir que a mina da Urgeiriça e a sua escombreira possam estar causalmente associadas ao excesso de mortalidade por «neoplasias malignas da traqueia, dos brônquios e do pulmão» observado, tal excesso pode, no entanto, ser explicado por várias outros factores, nomeadamente:

1. *A radiação natural*: a exposição a níveis elevados de radiação natural poderá estar associada à ocor-

rência de «neoplasias da traqueia, dos brônquios e do pulmão» (Harley, 1996). O excesso de mortalidade que se registou no concelho de Nelas poderia então ser explicado pela exposição a essa radiação natural, independente da que é emitida pela mina e escombreira, caso os seus níveis fossem mais elevados do que nos outros concelhos. No momento em que este relatório foi elaborado não estavam disponíveis dados sobre os níveis de radiação natural nos vários concelhos analisados que permitam apreciar o seu efeito. É, no entanto, de presumir que esses níveis não serão muito diferentes no concelho de Nelas e nos restantes concelhos usados nas comparações, nomeadamente os que lhe são limítrofes, e que, consequentemente, esta exposição não será explicação relevante como causa do excesso de mortalidade encontrado. Contudo, justifica-se, assim que possível, integrar nesta análise as estimativas dos níveis de radiação natural por concelho.

2. *O grau de industrialização do concelho de Nelas:* o concelho de Nelas tem um grau de industrialização elevado, quando comparado com os outros concelhos das NUTS em análise, nomeadamente alguns dos concelhos limítrofes (*Quadro IX*). De facto, pode constatar-se que, em 1997, o concelho de Nelas tinha o terceiro valor mais elevado tanto no índice «número de empresas industriais por km<sup>2</sup>» como no índice «número de empresas industriais por 1000 habitantes» de entre os concelhos limítrofes (Matias Dias e Nunes, 2001). No entanto, o valor do primeiro daqueles índices é, no concelho de Nelas, incomparavelmente inferior aos dos concelhos do continente com elevado grau de industrialização (Porto, 76,0; Lisboa, 72,0; Amadora, 64,4; S. João da Madeira, 57,7).

Note-se que é conhecida a existência de uma empresa industrial, localizada a poucos quilómetros da mina da Urgeiriça, actualmente encerrada, mas que laborou durante muitos anos e foi considerada muito poluente. Não é possível excluir, com os dados disponíveis, que essa empresa possa estar associada causalmente ao excesso de mortalidade encontrado. Nestas condições, é aconselhável estudar com mais detalhe esta e outras exposições industriais específicas, nomeadamente em estudos observacionais realizados em indivíduos.

3. *A qualidade dos cuidados de saúde:* o excesso de mortalidade verificado nalguns concelhos poderia estar associado a uma baixa qualidade dos cuidados de saúde, nomeadamente nos domínios do diagnóstico precoce e do tratamento. Tal possibilidade parece pouco provável. De facto, não há qualquer evidência de que a qualidade do diagnóstico precoce seja pior no concelho de Nelas do que nos outros concelhos analisados. Também a qualidade do tratamento não deverá ser diferente, já que os hospitais distritais de referência (Viseu e Guarda) têm características semelhantes e o hospital central de referência é comum (Hospitais da Universidade de Coimbra). Acresce que a letalidade muito elevada tanto das neoplasias malignas da traqueia, dos brônquios e do pulmão como, aliás, da neoplasia maligna do estômago tira relevância ao hipotético efeito da diferença de eficácia de tratamento que pudesse existir. Por outro lado, uma eventual diferença de acesso a cuidados de saúde poderia ser explicada pela existência das instituições sanatoriais do Caramulo. Tendo estado vocacionados inicialmente para o tratamento da tuberculose e mais tarde

#### Quadro IX

**Razões padronizadas de mortalidade por «neoplasias malignas da traqueia, dos brônquios e do pulmão» (homens mais mulheres) e índices de industrialização dos concelhos de Nelas e limítrofes (1997)**

Concelho	RPM	Número de empresas industriais/km <sup>2</sup>	Número empresas industriais por 1000 habitantes
Nelas	133	1,22	10,84
Mangualde	99	0,77	7,62
Viseu	97	1,30	7,69
Tondela	80	0,68	8,13
Carregal do Sal	110	1,42	14,73
Seia	86	0,69	10,10
Oliveira do Hospital	79	1,10	11,76
Santa Comba Dão*	126	1,17	11,30

\* Não é concelho limítrofe de Nelas, mas faz parte de um grupo contíguo de concelhos com RPM elevadas.

para o conjunto das doenças pneumológicas, os sanatórios poderiam aumentar as probabilidades de diagnóstico de neoplasias do pulmão nas populações mais próximas sem que a mortalidade tivesse, por isso, diminuído. Entre elas situam-se as dos concelhos de Nelas, Carregal do Sal e Santa Comba Dão, com RPM elevadas, mas também as de Tondela (onde os sanatórios se localizam), Oliveira de Frades e Viseu, com RPM pouco elevadas. No entanto, a actividade sanatorial era já muito reduzida ou quase nula durante as duas décadas em que a mortalidade foi analisada, tornando, assim, pouco provável que a existência dos sanatórios tenha aumentado artificialmente os óbitos por «neoplasias da traqueia, dos brônquios e do pulmão».

4. *O consumo de tabaco*: poderia admitir-se que a população de Nelas tenha tido ao longo dos anos uma percentagem de fumadores superior ao dos outros concelhos e grupos de concelhos usados para comparação, resultando em taxas de mortalidade por «neoplasias malignas da traqueia, dos brônquios e do pulmão» elevadas. Embora os dados sobre consumo de tabaco não estejam disponíveis ao nível de concelho, afigura-se pouco provável que a população do concelho de Nelas tenha tido hábitos tabágicos diferentes das dos concelhos analisados, sobretudo dos que lhe são adjacentes. No entanto, justifica-se analisar o potencial efeito desta exposição em estudos a realizar em indivíduos.

É relevante notar que, se o excesso de mortalidade por «neoplasias da traqueia, dos brônquios e do pulmão» fosse atribuível à existência de minas de urânio, era de esperar que tal excesso fosse encontrado também nos concelhos da NUTS Beira Interior Norte, onde se localiza, aliás, o maior número de concelhos com minas. No entanto, muitas das minas desta NUTS tiveram pouco tempo de laboração e a elas não estiveram associadas grandes escombrelas ou instalações de tratamento de minério, ao contrário do que aconteceu no concelho de Nelas. Assim, esta discrepância sugere que o excesso de risco de «neoplasias da traqueia, dos brônquios e do pulmão» poderá estar associado, não à existência de qualquer tipo de mina de urânio, mas apenas a minas com períodos de laboração longos ou, mais especificamente, à existência de escombrelas de grandes dimensões, como a da Urgeiriça, no concelho de Nelas. De facto, no concelho do Sabugal, onde existem minas com longos períodos de actividade, mas onde não existem escombrelas de dimensão relevante, a RPM por aquele grupo de neoplasias foi baixa (55;  $p = 0,000$ ).

No que respeita à «neoplasia maligna do estômago», a análise efectuada permitiu verificar que:

As RPM (homens + mulheres) mais elevadas e estatisticamente significativas ocorreram nos concelhos de Trancoso (154), Sabugal (144), Aguiar da Beira (128) e Sernancelhe (125), de entre os concelhos com minas de urânio, e Vila Nova de Paiva (154), nos concelhos sem minas. Note-se que, em geral, os concelhos pertencentes à NUTS Beira Interior Norte, constituída pela maior parte dos concelhos do distrito da Guarda, tiveram RPM claramente mais elevadas do que os concelhos da NUTS Dão-Lafões, correspondente sobretudo ao distrito de Viseu, onde se encontraram os concelhos com valores de RPM mais baixos, como Nelas.

Esta situação é concordante com a já bem conhecida elevada mortalidade por «neoplasia maligna do estômago» que afecta o distrito da Guarda (Motta, 1997).

Obteve-se, assim, um quadro bastante claro em que as «neoplasias malignas da traqueia, dos brônquios e do pulmão» tiveram, em geral, RPM com valores altos nos concelhos pertencentes à NUTS Dão-Lafões e a «neoplasia maligna do estômago» teve RPM com valores altos nos concelhos pertencentes à NUTS Beira Interior Norte.

Não é possível excluir que o excesso de mortalidade por neoplasia maligna do estômago que se observou na NUTS Beira Interior Norte possa estar associado à existência de minas de urânio, correspondendo a uma eventual via de exposição por ingestão.

No entanto, a causa desta associação deve ser estudada posteriormente com mais detalhe por dois grupos de razões: (1) não está descrita na literatura a existência de associação entre minas de urânio e neoplasia maligna do estômago; (2) o excesso de mortalidade, conhecido desde há muito nessa região, tem sido atribuído por vários autores a factores alimentares, nomeadamente a formas particulares de conservação de enchidos, à sua ingestão frequente e ao consumo de vinho (Falcão, 1994).

No que respeita ao conjunto de «todas as neoplasias malignas», é de salientar que as RPM de todos os concelhos analisados, com e sem minas de urânio, indicaram experiências de mortalidade inferior (e em dois concelhos igual) ao distrito de Viseu em 1991, cujas taxas foram utilizadas como padrão. Os valores encontrados não sugerem nenhuma associação positiva relevante entre a mortalidade por este grupo de causas e a exposição a minas de urânio.

Para além das comparações realizadas concelho a concelho, outras comparações foram também efectuadas, importando discuti-las.

Assim, o conjunto de concelhos *com minas* foi comparado com o conjunto de concelhos *sem minas*

(hipótese secundária 2). As razões das respectivas RPM foram apreciavelmente superiores a 1 apenas para a «neoplasia maligna do estômago», e não para os dois restantes grupos de neoplasias, reflectindo, provavelmente, o facto de a maior parte dos concelhos com minas pertencer à NUTS Beira Interior Norte. Como se salientou atrás, esta NUTS, constituída sobretudo por concelhos do distrito da Guarda, tem taxas de mortalidade elevadas para aquela neoplasia por motivos não completamente esclarecidos, mas provavelmente independentes da existência de minas.

Por outro lado, puderam ser comparados dois subgrupos de concelhos com minas: os que tinham minas com «águas ácidas», ricas em metais pesados, e os que só tinham minas sem «águas ácidas». A hipótese subjacente (hipótese secundária 3) pressupunha que a presença de «águas ácidas» constituía um risco acrescido para a população. As razões das respectivas RPM tiveram valores inferiores a 1 para a «neoplasia maligna do estômago» e ligeiramente superiores a 1 para os dois outros grupos de neoplasias analisados, não sugerindo evidência de um efeito deletério associado à presença de «águas ácidas».

Outros resultados obtidos no decurso deste estudo devem ainda ser discutidos.

Assim, um conjunto de *quatro concelhos, com localização geográfica em sequência, na direcção aproximada nordeste/sudoeste* (Mangualde, Nelas, Carregal do Sal e Santa Comba Dão) tiveram as RPM para «neoplasias malignas da traqueia, dos brônquios e do pulmão» com os valores mais elevados de todos os concelhos estudados (para além de Vila Nova de Paiva), constituindo uma zona geográfica contínua com excesso de mortalidade por aquele grupo de neoplasias. É curioso notar que este conjunto de concelhos, dos quais os dois últimos não têm minas de urânio, acompanha o curso do rio Mondego que tem a mesma direcção. Para além de esta situação poder ter ocorrido por coincidência, não é possível excluir que possa estar associada a factores como: (1) ser local preferencial de residência de mineiros das minas de Nelas (Urgeiriça) e de Mangualde; (2) as respectivas populações estarem expostas a produtos e resíduos da laboração das minas desses concelhos, veiculados por via aérea, pelos alimentos ou pela água de consumo; (3) o grau elevado de industrialização dos três últimos concelhos que têm os valores mais elevados dos índices «número de empresas industriais por km<sup>2</sup>» e «número de empresas industriais por 1000 habitantes» (*Quadro IX*).

O concelho de Vila Nova de Paiva, pertencente à NUTS Dão-Lafões, teve a RPM com os valores mais elevados para os três grupos de neoplasias analisa-

dos, embora só uma delas fosse significativa («neoplasias malignas da traqueia, dos brônquios e do pulmão», 133; «neoplasia maligna do estômago», 154,  $p = 0,001$ ) e «todas as neoplasias malignas», 100). Este concelho não tem minas de urânio, que também não existem, aliás, em nenhum dos concelhos que o limitam. Por outro lado, trata-se de um concelho com baixo grau de industrialização, de acordo com ambos os indicadores utilizados (número de empresas/km<sup>2</sup> = 0,21; número de empresas por 1000 habitantes: 6,24). As causas que possam estar na origem desta situação não podem ser esclarecidas com os dados actualmente disponíveis e exigem um estudo especificamente delineado.

## 5. Conclusões

Tendo em conta:

- a) O conhecimento existente sobre a associação entre a exposição profissional a minas de urânio e a ocorrência de «neoplasias malignas da traqueia, dos brônquios e do pulmão»;
- b) A existência de uma grande mina de urânio e respectiva escombreira no concelho de Nelas;
- c) Que o concelho de Nelas teve a RPM mais elevada de todos os concelhos estudados para esse grupo de neoplasias;

afigura-se adequado considerar as seguintes conclusões principais:

1. *O excesso de mortalidade* por «neoplasias malignas da traqueia, dos brônquios e do pulmão» verificado no concelho de Nelas pode estar associado à existência da *mina da Urgeiriça* e da *sua escombreira*, embora não seja possível excluir a existência de outras causas;
2. A ocorrência desse excesso de mortalidade não só nos homens, mas também nas *mulheres*, sugere a possibilidade de existir uma *exposição ambiental geral*, eventualmente associada à escombreira, e não apenas uma exposição profissional à mina.

Nesta condições, entende-se justificável que:

1. Se planeie e execute um programa de investigação, que inclua *estudos epidemiológicos controlados*, com delineamento transversal e/ou de cortes «históricas», com o fim de confirmar ou infirmar os resultados obtidos pelo presente estudo quanto à associação entre minas de urânio e «neoplasias da traqueia, dos brônquios e do pulmão».

Estes estudos, em que a unidade de observação será o indivíduo, deverão permitir:

- Uma *classificação adequada dos indivíduos quanto às exposições relevantes*, entre as quais: a radiação natural; as minas de urânio e escombrelas; outras exposições profissionais; outras exposições ambientais; o consumo de tabaco;
  - A determinação mais rigorosa dos *potenciais efeitos clínicos, biológicos e/ou funcionais associados a essas exposições*;
2. Se aprofunde a *análise dos dados de mortalidade disponíveis* com o fim de formular novas hipóteses sobre: *outros eventuais efeitos* atribuíveis à exposição a minas de urânio; as causas do *excesso de mortalidade* por «neoplasia maligna do estômago» na NUTS Beira Interior Norte.

## □ Referências bibliográficas

- BRESLOW, N. E.; DAY, N. E. — Statistical methods in cancer research. Vol. II: The design and analysis of cohort studies. Lyon : International Agency for Cancer Research, 1987 (IARC Scientific Publications; 82).
- DIAS, C. M.; NUNES, B. — Estudo da associação entre o grau de industrialização e alguns indicadores de mortalidade e morbidade por concelho. Lisboa : Instituto Nacional de Saúde, 2001 (documento não publicado).
- EUA. Agency for Toxic Substances and Disease Registry — Case studies in environmental medicine : radon toxicity. Atlanta: U. S. Public Health Service. U. S. Department of Health and Human Services, 1992.
- EUA. Environmental Protection Agency — Final environmental impact statement for standards for the control of byproduct materials from uranium ore processing. Washington, D. C.: Environmental Protection Agency, 1983.
- EUA. NIH — Radon and lung cancer risks : a joint analysis of 11 underground miner studies. Bethesda : U. S. Department of Health and Human Services. National Institutes of Health, 1994 (NIH Publication; 94-3644).
- FALCÃO, J. M., *et al.* — Red wine consumption and gastric cancer in Portugal : a case-control study. *European Journal of Cancer Prevention*. 3 (1994) 269-276.
- HARLEY, N. H. — Toxic effects of radiation and radioactive materials. In KLAASSEN, Curtis D., ed. lit. — Casarett and Doull's toxicology : the basic science of poisons. 5th ed., New York : McGraw-Hill, 1996.
- HORNUNG, R. W. — Health effects in underground uranium miners. *Occupational Medicine*. 16 : 2 (2001) 331-344.
- KATHREN, R. L.; MOORE, R. H. — Acute accidental inhalation of uranium : a 38 year follow-up. *Health Physician*. 51 (1986) 17-21.
- KATHREN, R. L., *et al.* — Uranium in the tissues of an occupationally-exposed individual. *Health Physician*. 57 (1989) 17-21.
- KUSIAK, R. A., *et al.* — Mortality from lung cancer in Ontario uranium miners. *British Journal of Industrial Medicine*. 60 (1993) 920-928.
- MOTTA, L. C.; FALCÃO, J. M. — 2.º Atlas da mortalidade por cancro em Portugal 1990-1992. Lisboa : Departamento de Estudos e Planeamento da Saúde, 1997.
- OMS — Manual de classificação estatística internacional de doenças, lesões e causas de óbito. 3.ª edição. São Paulo, Brasil : Centro da OMS para Classificação de Doenças em Português, 1985.
- PORTUGAL. Empresa Nacional de Urânio — Quadro-resumo das características das minas de urânio. Lisboa : Empresa Nacional de Urânio, 2001 (documento não publicado).
- PORTUGAL. Instituto Nacional de Estatística — Base de dados da mortalidade : anos 1980 a 1999. Lisboa : INE, 2000 (cedido em suporte magnético).
- PORTUGAL. Instituto Nacional de Estatística — XIII Recenseamento Geral da População : 1991. Lisboa : INE, 1992 (quadros não publicados).
- PORTUGAL. Ministério da Saúde. Direção Geral dos Cuidados de Saúde Primários — Risco de morrer em Portugal. Lisboa : DGCS, 1991.
- RESOLUÇÃO n.º 34/2001. DR I Série 101 (2001-05-02) 2452 — Resolução da Assembleia da República que recomenda medidas concretas para resolver o problema da radioactividade nos resíduos e nas minas de urânio.
- SAMET, J. M.; MAPEL, D. W. — Diseases of uranium miners and other underground miners exposed to radon. In WILLIAM N. ROM, ed. lit. — Environmental and occupational medicine. Boston : Little Brown, 1998.
- VOELZ, G. L. — Ionizing radiation in occupational medicine. In ZENZ, Carl; DICKERSON, Bruce; HORVATH, Edward, eds. lits. — Occupational medicine. 3rd ed. St. Louis : Mosby, cop. 1994.

---

## □ Summary

### CANCER MORTALITY IN A POPULATION LIVING NEAR URANIUM MINES IN PORTUGAL

In Portugal, the closure of uranium mines has raised concerns about the possible effects of radiation and chemical agents on the populations living in the vicinity. A research project on the subject was set up, this study being a preliminary component of such project. There is evidence that populations exposed to uranium mines, specially miners, have an increased risk of developing cancer, namely lung cancer and, therefore, the main hypothesis was related to this neoplasm. However, «all malignant neoplasms» and «gastric cancer» were also studied.

*Methods:* The study compared mortality due to the 3 groups of neoplasms cited above, occurring during a 20 years period (1980-1999) in 30 counties from NUTS Dão-Lafões and Beira Interior Norte. Exposed populations included: (1) residents in Nelas county (where the main mine and tailing is located) and (2) those living in counties with, at least, one uranium mine. Non-exposed populations were those living in the other counties of the two NUTS. The analysis included the calculation of standardised mortality ratios (SMR) for each county or group of counties, for the above mentioned groups of neoplasms.

*Results:* For both sexes together, Nelas had the highest significant SMR for lung cancer (SMR = 133;  $p = 0.003$ ). This county had also the highest SMR in males (SMR = 126) and the sec-

ond highest in females (SMR = 142), although both non-significant. The SMR ratio Nelas/all adjacent counties was 1.46,  $p = 0.002$  (males = 1.50,  $p = 0.003$ ; females = 1.27, non-significant)

The SMR ratios Nelas/all counties with mines (1.94;  $p = 0.001$ ) and Nelas/all counties without mines (1.57;  $p = 0.001$ ) were both significantly higher than (1) Otherwise, SMR for gastric cancer were, in general, higher in counties of NUTS Beira Interior Norte (Trancoso, 154,  $p = 0.000$ , Sabugal, 146,  $p = 0.000$ ) although some high values occurred in counties of NUTS Dão-Lafões (Vila Nova de Paiva, 154,  $p = 0.001$ ). For this neoplasm the lowest SMR occurred in Tábua (SMR = 57;  $p = 0.000$ ) and Nelas (SMR = 60;  $p = 0.000$ ). For the category «all malignant neoplasms» the SMRs of the various counties had a smaller variation suggesting no relevant positive association.

*Discussion:* The results suggest that the population of Nelas had an increased and significant risk of dying from lung cancer when compared with each one of the other counties and all possible groups of counties in the region. Exposure to Urgeiriça mine and tailing is a possible cause of such excess mortality. It can be explained by a higher percentage of ex-miners, as well as, by an environmental general exposure. This last explanation is supported by the occurrence of such excess also in females. The excess mortality by lung cancer can also be caused by a number of other exposures whose role is discussed.