

Ministério da Saúde

FIOCRUZ

Fundação Oswaldo Cruz



ESCOLA NACIONAL DE SAÚDE PÚBLICA
SERGIO AROUCA
ENSP

“Avaliação da Incidência e Mortalidade por Câncer na População Residente em região com anomalia geológica na ocorrência de urânio: Estudo de caso: Monte Alegre, PA”

por

Letícia Rodrigues Melo

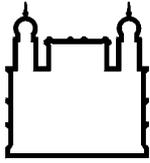
Dissertação apresentada com vistas à obtenção do título de Mestre em Ciências na área de Saúde Pública e Meio Ambiente.

Orientador principal: Prof. Dr. Sergio Koifman

Segunda orientadora: Prf.ª Dr.ª Rosalina Jorge Koifman

Terceira Orientadora: Prf.ª Dr.ª Lene H.S. Veiga

Rio de Janeiro, abril de 2009



Ministério da Saúde

FIOCRUZ

Fundação Oswaldo Cruz



ESCOLA NACIONAL DE SAÚDE PÚBLICA
SERGIO AROUCA
ENSP

Esta dissertação, intitulada

“Avaliação da Incidência e Mortalidade por Câncer na População Residente em região com anomalia geológica na ocorrência de urânio: Estudo de caso: Monte Alegre, PA”

apresentada por

Letícia Rodrigues de Melo

foi avaliada pela Banca Examinadora composta pelos seguintes membros:

Prof.^a Dr.^a Valeria Saraceni

Prof.^a Dr.^a Gina Torres Rego Monteiro

Prof. Dr. Sergio Koifman – Orientador principal

Dissertação defendida e aprovada em 01 de abril de 2009

Catálogo na fonte

Instituto de Comunicação e Informação Científica e Tecnológica

Biblioteca de Saúde Pública

M528

Melo, Leticia Rodrigues

Avaliação da incidência e mortalidade por câncer na população residente em região com anomalia geológica na ocorrência de urânio: estudo de caso: Monte Alegre, PA. / Leticia Rodrigues Melo. Rio de Janeiro: s.n., 2009.

vii,59 f., tab., graf., mapas

Orientador: Koifman, Sergio

Dissertação (mestrado) – Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Rio de Janeiro, 2009

1. Neoplasias. 2. Mortalidade. 2. Incidência. 3. Urânio – efeitos de radiação. 4. Exposição a Radiação. I.Título.

CDD - 22.ed. – 616.994

Sumário

	Página
Lista de tabelas e gráficos.....	ii
Agradecimentos.....	iv
Resumo.....	vi
Abstract.....	vii
1 - Introdução.....	1
1.1 - Antecedentes: exposição à radioatividade em Monte Alegre, PA.....	1
1.2 - Áreas de radiatividade natural elevada no Brasil.....	2
1.3 - Fontes de exposição à radiação natural.....	4
1.4 - Estudos epidemiológicos em áreas de radiatividade natural elevada.....	5
2 - Hipótese de estudo.....	9
3 - Objetivos.....	10
4 - Material e Métodos.....	11
4.1 - Área de estudo	11
4.2 - Estrutura da dissertação.....	13
5 - Artigo 1.....	14
“Avaliação da tendência da mortalidade em população de uma região com anomalia geológica na ocorrência de urânio. Estudo de caso: Monte Alegre, PA”	
6 - Artigo 2.....	32
“Avaliação da mortalidade e estimativa da incidência de câncer em população residente em área com anomalia geológica na ocorrência de urânio. Estudo de caso: Monte Alegre-PA”	
7 - Conclusão e comentários finais.....	53
8 - Referências bibliográficas.....	54

Lista de Tabelas e Figuras

	Página
Introdução	
Tabela 1 – Exposição externa gama e concentração de radônio em localidades no Brasil....	2
Tabela 2 - Trabalhos realizados em áreas de radiatividade natural elevada	6
Figura 1 – Mapa dos municípios estudados.....	12
Artigo 1 - “Avaliação da tendência da mortalidade em população de uma região com anomalia geológica na ocorrência de urânio. Estudo de caso: Monte Alegre, PA”	14
Tabela1 - População residente, Proporção de sexo feminino, Proporção de domicílios na área rural, e IDHM (Índice de Desenvolvimento Humano) nos municípios de Monte Alegre, Alenquer e Prainha no Estado do Pará, 2000.....	25
Tabela 2 - Taxa padronizada de mortalidade e mortalidade proporcional por sexo nos municípios de Monte Alegre, Prainha e Alenquer e no Estado do Para, 1981-2005.....	26
Figura 1 - Mortalidade proporcional de localizações neoplásicas nos municípios de Monte Alegre, Alenquer, Prainha e no estado do Pará, 1981-2005.....	27
Tabela 3- Análise das tendências dos coeficientes padronizados de mortalidade masculina e feminina por todas as causas, causas mal definidas nos municípios de Monte Alegre, Alenquer e Prainha, PA, 1981-2005.....	28
Figura 2- Mortalidade ajustada por idade para todas as causas de morte, causas mal definidas e neoplasias segundo sexo, para Monte Alegre, Alenquer, Prainha e Pará, 1981-2005.....	29
Artigo 2 – “Avaliação da mortalidade e estimativa da incidência de câncer em população residente em área com anomalia geológica na ocorrência de urânio. Estudo de caso: Monte Alegre-PA”	32
Tabela 1 - Mortalidade observada e esperada por todas as causas de mortes e pelas diferentes localizações anatômicas de neoplasias, Razões Padronizadas de Mortalidade (SMRs) e risco relativos (RR) para Monte Alegre e para as duas cidades de comparação (Alenquer e Prainha) para população geral, sexos masculino e feminino durante 1981-2005.....	46

Tabela 2 - Razão de chances de mortalidade por câncer (CMOR) para Monte Alegre e municípios, 1981-2005.....	48
Tabela 3 - Distribuição de casos novos de câncer identificados nos centros de diagnósticos e internações hospitalares de câncer nos municípios de Monte Alegre, Alenquer e Prainha no período de 2000 a 2003.....	49

Agradecimentos

Essa dissertação foi um grande crescimento profissional e pessoal para mim e com certeza sem essas pessoas ao meu lado não seria possível de realizar. Agradeço a todos que me apoiaram e me deram força para realizar esse projeto.

Agradeço ao Prof. Sergio Koifman que como orientador acreditou que eu seria capaz de realizar e fez disso tudo possível.

À Prof. Rosalina Koifman por todo o ensinamento, paciência, apoio e pelas inúmeras sugestões imprescindíveis para a realização do trabalho.

À Lene H.S. Veiga que foi muito mais do que uma co-orientadora, por causa dela enfrentei esse desafio e mergulhei na Epidemiologia. Obrigada pelo apoio, incentivo e amizade.

À equipe de trabalho do projeto no qual se originou essa dissertação, especialmente a Vicente de Paula Melo que foi fundamental para a realização. Com sua força fez de nossas idas ao Pará mais um de seus ensinamentos para minha vida.

À Prof. Gina Torres pelo incentivo e ajuda em momentos essenciais da minha formação e elaboração dessa dissertação.

À Prof. Inês Mattos por todo aprendizado, tanto epidemiológico quanto pessoal com sábios e sensatos conselhos.

À Escola Nacional de Saúde Pública que praticamente se tornou minha segunda casa.

À Comissão de Energia Nuclear pelo suporte financeiro através do programa de Bolsas de Ensino.

Às secretarias de saúde dos três municípios estudados: Monte Alegre, Alenquer e Prainha, pela colaboração com a pesquisa, em especial aos agentes de saúde de cada município que sem eles o trabalho não aconteceria.

À Vânia Lúcia que fez o árduo trabalho de digitar todos os questionários do inquérito. Muito obrigada.

Aos amigos mestrandos e doutorandos do Programa de Saúde Pública e Meio Ambiente da ENSP que sinto uma alegria imensa em ter conhecido e compartilhado esses dois anos.

À minha querida amiga Lívia Maria Santiago que é a pessoa mais espontânea e sincera que conheço sem ela esse período não seria o mesmo.

À amiga Cristiane Novaes que sempre incentivou e participou de todas as etapas que passei nesse período.

Às amigas Camila Muzzi, Viviane Parreira e Glaucia Campos que sempre estiveram presentes e compartilham do mesmo ideal.

Ao amigo Raphael Guimarães, que com certeza terá um grande futuro como pesquisador. Obrigada pelas risadas e força na etapa final da dissertação.

À minha família e aos amigos que incentivaram e apoiaram esta conquista. Em especial a

Fernanda e Thatiane Rodrigues minhas queridas primas; e aos amigos Alexander Rangel, Leticia Quesado, Rodolfo Abreu e Talita Reis que desde o inicio acompanharam a mais uma etapa da minha vida.

Aos meus pais, Vicente e Maria Helena, e ao meu irmão Danilo por todo o apoio nos momentos mais difíceis e mais felizes.

Resumo: “Avaliação da Incidência e Mortalidade por Câncer na População Residente em região com anomalia geológica na ocorrência de urânio: Estudo de caso: Monte Alegre, PA”

O município de Monte Alegre/PA apresenta níveis aumentados de radiação natural devido à presença de ocorrências uraníferas na região. Os objetivos dessa dissertação foram: realizar uma análise da evolução da mortalidade na população residente de Monte Alegre e compará-la com aquela observada nos municípios controles (Alenquer e Prainha); e determinar a ocorrência de neoplasia maligna no município de Monte Alegre a partir da avaliação do excesso de risco de mortalidade e das estimativas da incidência. A dissertação foi dividida em dois artigos, cada um atendendo a um dos objetivos. No primeiro foi avaliada a tendência temporal da mortalidade por todas as causas, causas mal definidas e neoplasias entre 1981 e 2005. Os dados utilizados foram os disponíveis no Sistema de Informação sobre Mortalidade (SIM). No segundo foram estimadas as Razões Padronizadas de Mortalidade (SMR), as razões de risco através da razão das SMRs de Monte Alegre e municípios controles e razões de chances de mortalidade por câncer (CMOR) para o município de Monte Alegre e controles no período de 1981 a 2005, utilizando a população do estado do Pará como referência. Para estimar a incidência de câncer foram realizadas três diferentes abordagens: a partir dos dados obtidos nos centros de diagnósticos para câncer que atendem a população da área de estudo; através dos dados de Autorização de Internação Hospitalar; e dados primários obtidos no inquérito populacional realizado na região em 2007/2008. Ao longo do período, observou-se um decréscimo da taxa padronizada de mortalidade geral em Monte Alegre por todas as causas assim como por causas mal definidas para ambos os sexos. Embora a tendência da mortalidade por neoplasias em Monte Alegre se apresente estável, a qualidade da base de dados de mortalidade não permite análises conclusivas da real situação deste grupo de causa de morte nos municípios analisados. Os valores de SMR para mortalidade por todas as causas, encontrados para Monte Alegre, foram similares aos dos municípios controles, apresentando redução estatisticamente significativa: SMRMA= 72,9, IC 95% 70,5-75,3 e SMRMC=75,2, IC 95% 76,2-77,3, respectivamente. Não se observou excesso de mortes por câncer em Monte Alegre e nos municípios controles, e a análise da mortalidade segundo sexo não revelou um excesso de risco estatisticamente significativo nas diferentes localizações tumorais. As diferentes abordagens para estimar a incidência de câncer em Monte Alegre apesar da precária qualidade dos dados não mostraram padrão distinto dos municípios controles. A inexistência de um registro de câncer de base populacional, no município de Monte Alegre, constitui-se em uma limitação importante para se conhecer a real incidência de câncer. No momento, pode-se afirmar que não há evidência científica que assegure um aumento das ocorrências de óbitos por neoplasias no município, sendo precipitado e especulativo concluir que a utilização das rochas de urânio estaria ocasionando um aumento na mortalidade por câncer na população de Monte Alegre.

Palavras-chave: Mortalidade; Tendência Temporal; Incidência; Câncer; Radioatividade Natural

Abstract: “Mortality and cancer incidence among residents in an area with a geological occurrence of uranium: the municipality of Monte Alegre, PA, Brazil”

The municipality of Monte Alegre, located in the Amazonian State of Pará, Brazil, presents scattered areas with increased levels of natural radiation due to uranium rocks. The objectives of this dissertation were: to evaluate the mortality trend among Monte Alegre residents, and to compare it with that observed in neighbor municipalities (Alenquer and Prainha) without natural radiation sources; and to determine the impact of cancer distribution either in Monte Alegre or control counties population, taking into account their estimates of cancer incidence and mortality. The dissertation was organized in two papers. The first one aimed to evaluate the mortality trend for all causes of death, cancer, and unknown causes of death occurred between 1981-2005. Analyzed data was provided by the Brazilian National Mortality Information System (SIM), being the general population of the State of Para used as reference. In the second paper, cancer mortality risks at selected sites were ascertained using standardized mortality ratios (SMR) and mortality odds ratios (MOR). Additionally, cancer mortality risk ratios of Monte Alegre and control counties were obtained towards the ratio between SMRs of selected cancer sites in both areas. Three different sources of data were used to retrieve all cancer cases in the studied area, and therefore, to estimate cancer incidence in the studied populations: the diagnosed cancer cases at the regional reference centers for oncological care settled in Santarem, Belém and Manaus; the cancer-related hospitalization authorization records obtained at the Brazilian National Health System (SUS) registries; and primary data of cancer reported by local residents at a population-based health survey conducted by our research team in 2007-2008. A declining trend for all causes of death mortality in Monte Alegre general population, as well as for the unknown causes of death, was observed along the studied time series for both gender. Cancer mortality trend in Monte Alegre and at the control counties remained stable, but the high proportion of unascertained causes of death at the mortality database does not allow a conclusive ascertainment. SMR for all causes of death in Monte Alegre was similar to that observed at the control counties, respectively, $SMR=72.9$, 95% CI 70,5-75,3 and $SMR=75.2$, 95% CI 76,2-77,3. No excess of cancer deaths was observed in Monte Alegre or at the control populations, and cancer mortality by gender also did not reveal statistically significant differences at the different tumor sites. Despite the use of three different approaches to estimate cancer incidence in Monte Alegre and the control counties, similar patterns were observed in the studied areas. To conclude, no evidence supporting an increase of cancer deaths in Monte Alegre was observed.

Key-word: Mortality, Time trend, Incidence, Cancer, Natural Radiation

1 – Introdução

1.1 - Antecedentes: exposição à radioatividade em Monte Alegre, PA

A cidade de Monte Alegre, localizada ao noroeste do Estado do Pará é uma das mais antigas povoações da Amazônia, cujo assentamento ocorreu há milhares de anos. Geologicamente, a área situa-se na porção central da Bacia Sedimentar do Amazonas, onde ocorrem rochas com idades do Paleozóico ao Quaternário (Roosevelt et al,1996).

Em 1977, levantamentos radiométricos e caracterizações geológicas realizadas pela Companhia de Pesquisas de Recursos Naturais (CPRM), órgão do Ministério das Minas e Energia, revelaram ocorrências de urânio na vila Inglês de Souza, localizada na área rural de Monte Alegre (Pastana, 1978). A presença dessa ocorrência uranífera foi investigada pela Nuclebrás, atual Indústrias Nucleares Brasileiras (INB), com o objetivo de avaliar a viabilidade econômica para exploração desse depósito. Os resultados dos estudos de pesquisa/prospecção apontaram para sua inviabilidade econômica. No entanto, a radioatividade das rochas passou a constituir um problema para a população de Monte Alegre, a partir do momento em que o material radioativo começou a ser utilizado, indevidamente, na construção de casas e pavimentação de ruas, tanto na área rural como urbana.

Em 1995, equipes de geólogos e geofísicos da Universidade Federal do Pará (UFPA) realizaram um levantamento na cidade e apontaram elevados níveis de radioatividade (exposição externa gama). Este trabalho da UFPA embora não publicado foi amplamente divulgado e gerou grande apreensão na população local sobre possíveis efeitos à saúde, como elevada incidência de câncer decorrentes da exposição à radioatividade natural aumentada.

No mesmo ano a Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) foi acionada para realizar uma avaliação da situação radiológica na cidade de Monte Alegre. A CNEN reportou que existiam apenas pontos isolados (*hot spots*) com nível de radioatividade mais elevado, os quais não poderiam causar nenhum problema de saúde na população. A concentração de radônio nas residências apresentou valores médios superiores, comparados àqueles observados na cidade do Rio de Janeiro, porém inferiores aos observados na cidade de Poços de Caldas, uma reconhecida área de radiação natural elevada (Melo, 1999).

A Tabela 1 apresenta valores de exposição à radiação gama externa e concentrações de radônio em várias cidades brasileiras. Pode-se observar que os valores médios de

concentração de radônio detectados nas áreas urbana e rural de Monte Alegre são, respectivamente, próximos do dobro e do triplo dos valores encontrados no Rio de Janeiro. No entanto, quando se compara com Poços de Caldas, uma típica área de radioatividade natural elevada no Brasil, o valor médio de concentração de radônio na área rural de Monte Alegre é aproximadamente metade do valor médio reportado para a área rural de Poços de Caldas.

Tabela 1 – Exposição externa gama e concentração de radônio em localidades no Brasil.

Localidade	N	Exposição externa ($\mu\text{Gy/h}$)	N	Concentração Radônio (Bq/m^3)	Referência
Poços de Caldas					
Área rural	15	0.20 (0.13 – 0.34)	30	204 (50 – 1046)	Amaral et al, 1992
Área urbana	150	0.16 (0.1 – 0.3)	97	61 (12 – 920)	Veiga et al, 2000
Guarapari					
Ruas	779	0.76 (0.17 – 2.1)		ND	Cullen, 1977
		0.09 – 0.30		ND	Affonseca, 1993
	12	0.24 (0.13 – 0.60)		ND	Fujinami, 2000
		0.08 – 0.19		ND	Cullen, 1977
Praias	209	1.15 (0.07 – 7.4)		ND	Affonseca, 1993
		3.2 (0.13 – 6.8)		ND	Fujinami, 2000
Araxá		3.2		ND	Cullen, 1977
Tapira		2.0		ND	Cullen, 1977
Monte Alegre					
Área Rural	18	ND		116 (40–338)	Melo, 1999
(Inglês de Souza)					
Área Urbana	26	ND		75 (22–188)	Melo, 1999
Rio de Janeiro		0.10	48	40 (9–200)	Magalhães, 2003

N = número de amostragem

ND= dados não disponíveis

1.2- Fontes de exposição à radiação natural

A exposição à radiação ionizante proveniente de fontes naturais ocorre principalmente de minerais encontrados na crosta terrestre, que possuem radionuclídeos na sua composição, e da exposição à radiação cósmica.

A exposição à radiação natural associada aos radionuclídeos presentes na crosta terrestre ocorre geralmente decorrente aos elementos químicos pertencentes às famílias radioativas do Urânio (^{238}U) e do Tório (^{232}Th). As principais vias de exposição são: a)

ingestão de radionuclídeos presentes em alimentos e água; b) inalação de partículas de poeira contendo radionuclídeos ou inalação de gases radioativos como o radônio e o torônio; c) irradiação externa, através da radiação gama proveniente dos filhos do radônio a partir do solo, rocha e ar.

O Comitê Científico das Nações Unidas sobre Efeitos da Radiação Atômica (UNSCEAR) estima uma dose efetiva anual para a população mundial decorrente da exposição à radiação natural de 2,4 mSv, variando de 1 a 10 mSv (UNSCEAR, 2000). Deste valor médio anual estima-se que cerca de 16% seja decorrente da exposição externa a raios cósmicos, 20% devido à exposição a raios gama terrestre, 48% decorrente da exposição interna devido à inalação de radônio e 12% devido à ingestão de radionuclídeos pela dieta. Conseqüentemente, as doses decorrentes da inalação de radônio e da exposição à radiação gama terrestre contribuem com a maior fração de exposição à radiação natural em seres humanos, contribuindo juntas com aproximadamente 68% da dose total recebida anualmente pelo homem devido às fontes naturais. Geralmente, um aumento da exposição à radioatividade natural está relacionado a uma maior exposição ao radônio e à exposição à radiação gama terrestre.

O radônio é um gás radiativo que se origina no decaimento do ^{226}Ra (pertencente à série do Urânio²³⁸). Níveis elevados do gás podem ser observados se o radônio exalado da superfície terrestre ou de materiais de construção fica confinado em ambientes fechados ou pouco ventilados como minas subterrâneas. O aumento da sua concentração no ar implica, também, no imediato aumento da concentração de seus filhos de meia-vida curta, que são adsorvidos nas partículas atmosféricas, dando origem a um aerossol radioativo. A importância do radônio, do ponto de vista da radioproteção, decorre da radiotoxicidade de seus produtos α -emissores de meia-vida curta, o Po^{218} e o Po^{214} , e de sua maior abundância no meio ambiente (NRC, 1999). A energia das partículas alfa liberadas pelos produtos de decaimento, o Po^{218} e o Po^{214} , depositadas nas células do epitélio respiratório é considerada a causa do câncer de pulmão associado à exposição ao radônio.

Estudos com trabalhadores de minas subterrâneas expostos a radônio e seus produtos de decaimento têm demonstrado um aumento no risco de câncer de pulmão para estes trabalhadores, quando comparados a grupos não expostos (Lubin, 2004, Yamada, 2003, NRC 1999). Embora a exposição ao radônio seja reconhecida como a segunda causa de câncer de pulmão, após o fumo, o risco deste tipo de câncer para o público em geral, devido principalmente à exposição no local de moradia, ainda era estimado por extrapolação dos

dados obtidos em estudos com trabalhadores mineiros. Entretanto, considera-se que os estudos epidemiológicos de radônio em residências não foram capazes de consistentemente demonstrar este risco. Somente recentemente obteve-se evidências diretas deste risco através da análise combinada de diversos estudos conduzidos na Europa, América do Norte e China (Darby et al, 2005, Krewski et al, 2005, Lubin et al, 2004).

Recentemente, a Organização Mundial de Saúde (OMS) estabeleceu um Projeto Internacional de Radônio que envolve cientistas, legisladores e profissionais de saúde pública de mais de 20 países com os objetivos de aumentar a percepção pública e política sobre o radônio, estimar o risco de câncer atribuível ao radônio a nível global, sugerir níveis de ação/intervenção para reduzir a exposição ao radônio dentro de casa e propor novas políticas de saúde pública quanto ao risco da exposição ao radônio em residências (Zienlinski et al, 2006).

1.3 - Áreas de radiatividade natural elevada no Brasil

As principais ocorrências de minério contendo urânio e tório no Brasil estão localizadas em Poços de Caldas (MG), Itaitia (CE), Lagoa Real (BA), Boquira (BA), Pitinga (AM), Araxá (MG), Buena (RJ), Patos de Minas (MG), Catalão (GO), Figueira (PR), Iporá (GO), Rio Cristalino (GO), Guaraparí (ES) e Monte Alegre no estado do Pará, entre outras de menor importância econômica (Dias da Cunha, 1997). No entanto, embora a radiatividade natural em algumas destas regiões apresente valores mais elevados quando comparadas com outras cidades do Brasil, as exposições aí verificadas não são representativas da exposição média de toda a população que vive nestes locais, uma vez que os níveis de radiatividade mais elevados, geralmente, restringem-se às áreas próximas às anomalias geológicas. Veiga et al (2000) questionam a classificação das Áreas Brasileiras de Radioatividade Natural Elevada, tendo em vista que critérios como homogeneidade da exposição e número de pessoas realmente expostas não têm sido levados em consideração. Este tipo equivocado de classificação pode levar a um sentimento de radiofobia na população e a uma associação equivocada dos casos de câncer, má-formação congênita e outros agravos à saúde da população exposta à radiação natural.

A Comissão Internacional de Proteção Radiológica (ICRP), na sua publicação de número 65 (ICRP,1993), estabelece os níveis de ação e de intervenção para radônio em

residências de 200 e 600 Bq. m⁻³ correspondente a valores de dose de 3 e 10 mSv. a⁻¹, respectivamente. Levando-se em conta um período de ocupação de 7000 horas e um de fator de equilíbrio de 0,4, a ICRP sugere, ainda, que o nível de intervenção, tendo como objetivo reduzir os níveis de radônio em residências só se justifica quando estes atingirem valores superiores a 600 Bq. m⁻³ ou 10 mSv na média anual.

Levando-se em consideração que a exposição ao radônio não pode ser totalmente eliminada pelo fato da mesma ser originada dos radionuclídeos naturais presentes na crosta terrestre, os limites de ação e intervenção devem ser vistos como valores para os quais ações devam ser tomadas a fim de minimizar, tanto quanto possível os riscos a saúde advindos da exposição ao radônio.

1.4 - Estudos epidemiológicos em áreas de radiatividade natural elevada

Considerando os resultados dos estudos realizados em sobreviventes da bomba atômica, assim como daqueles provenientes de exposições médicas, de acidentes e de testes nucleares, a Agência Internacional de Pesquisa de Câncer considera a exposição à radiação como um agente cancerígeno a humanos, isto é, classificados como pertencente ao grupo 1. Os estudos têm demonstrado claramente uma forte associação da exposição à radiação ionizante em altas doses, com o desenvolvimento de vários tipos de câncer (IARC, 2001).

Estudos epidemiológicos com populações que vivem em áreas de radioatividade natural elevada são uma importante fonte de informações sobre os efeitos da exposição crônica a baixas doses de radiação ionizante.

No entanto, até o presente, os estudos epidemiológicos envolvendo populações expostas a baixas doses, como as populações que vivem em áreas de radioatividade natural elevada, não conseguiram estabelecer uma associação entre o câncer e a exposição à radiação ionizante (Boice et al, 2007; NRC, 2006; Lubin e Boice, 1997). Cardis (2005), em uma revisão dos resultados de estudos epidemiológicos realizados em áreas de radioatividade natural elevada (tabela 2), concluiu que ainda não é possível afirmar a existência e a possível magnitude do risco à saúde associado a ser residente destas áreas. A autora sugere a condução de um estudo multicêntrico envolvendo várias populações que vivem em tais áreas, em diferentes países, utilizando protocolos comuns de dosimetria e de desenho epidemiológico de forma a permitir uma comparação direta dos resultados em uma análise combinada,

umentando assim o poder estatístico, o que maximizaria as informações destes estudos.

Tabela 2 -Trabalhos realizados em áreas de radiatividade natural elevada (HBRA)

País	Referência	Tipo de estudo	Período	Tamanho (n)	RR/SMR câncer (95% IC)	RR/SMR todas causas (95% IC)
China	Zou et al, 2005	Coorte	1979-98	125.079	1,0 (0,89-1,14)	1,06 (1,01-1,10)
India	Jayalekshmi et al, 2005	Coorte	1990-2001	359.619	1	---
Irã	Mosavi-Jarrahi et al, 2005	Coorte	1998-2001	HL* (3.022) LL** (7.281)	Mulheres: 1,3 Mulheres: 1,2	Homens: 0,8 Homens: 0,9
Brasil	Veiga e Koifman, 2005	Transversal	1991-2000	Araxá: 90.000 Poços de Caldas: 120.000	1,00 (0,6-1,5) 1,41 (1,3-1,5)	1,18 (1,1-1,2) 1,15 (1,1-1,2)

* HL= baixa exposição** LL = alta exposição (adaptação Cardis, 2005)

Na China, uma coorte populacional de residentes em uma área de radiação natural elevada e de uma área controle tem sido acompanhada prospectivamente quanto ao seu perfil de mortalidade (Zou et al, 2005). No período de 1979 a 1998, 1.992.940 pessoas-ano sob risco foram acumuladas com o seguimento de 125.079 indivíduos, observando-se 12.444 óbitos, dos quais 1.202 óbitos por câncer, 1.204 por causas externas e 10.038 por outras causas não neoplásicas. Entre os óbitos por câncer, os mais frequentes foram câncer de fígado, de nasofaringe, de pulmão, de estômago e leucemia. A análise da mortalidade para todos os cânceres não mostrou diferenças significativas entre a área de radiação natural elevada e a área controle (Risco Relativo (RR): 1,00; 95% CI: 0,89-1,14).

Na Índia, Jayalekshmi et al (2005) relataram dados da incidência de câncer obtida pela análise de um registro de câncer de base populacional estabelecido em 1990 na costa de Kerala, uma área de radioatividade natural elevada. A partir da caracterização radiológica da área, onde reside uma população de cerca de 360.000 pessoas, foi possível estimar uma dose efetiva anual para a população residente variando de 0,3 a 34 mSv. A taxa padronizada de incidência de câncer observada na área foi de 104,2 para homens e 74,8 para mulheres, não sendo diferente da incidência observada em outras áreas da Índia onde funcionam registros de base populacional. Em uma análise preliminar, os níveis de radiação observados na região

foram classificados em alto, médio e baixo, e a taxa de incidência de câncer foi estimada para cada grupo com diferentes níveis de radiação. Nenhum aumento aparente na incidência geral de câncer foi observado para ambos os sexos com relação aos níveis de radiação.

No Irã (Mosavi-Jarrahi et al, 2005), a Razão Padronizadas de Incidência (*Standardized Incidence Ratio* – SIR) foi utilizada para comparar a magnitude da distribuição de câncer na área de radioatividade natural elevada com uma área de radioatividade normal (controle). A Razão Padronizada de Mortalidade (*Standardized Mortality Ratio* – SMR) foi utilizada para comparar a magnitude da mortalidade da área de radiação natural elevada com a mortalidade da população geral do Irã. Embora, a incidência de câncer tenha sido superior para as mulheres residentes na área de radioatividade natural elevada (SIR=1,5), este aumento não foi estatisticamente significativo. A SMR também não revelou excesso de morte estatisticamente significativo.

No Brasil, Veiga e Koifman (2005) avaliaram o padrão de mortalidade por câncer em algumas regiões brasileiras com radioatividade natural considerada elevada, como Poços de Caldas, Araxá e Guarapari. Os resultados mostraram que em Poços de Caldas e Guarapari a mortalidade por câncer foi maior do que se poderia esperar, tendo como população de referência as do estados de Minas Gerais e Espírito Santo. Para Poços de Caldas, observou-se um aumento significativo na mortalidade por câncer de estômago, de pulmão, de mama e leucemia. Para Guarapari, um aumento significativo na mortalidade foi observado para os cânceres de esôfago, estômago, pulmão e próstata, enquanto que para Araxá, nenhum excesso de óbito por câncer foi observado. Os autores ressaltam que estes resultados são importantes, uma vez que se desconhecia até então o padrão de mortalidade por câncer destas regiões. Diante destes dados, não se pode negar que exista um aumento na mortalidade por câncer em Poços de Caldas, embora não se possa associar este aumento com a exposição a radioatividade natural, uma vez que deve-se levar em consideração os vários fatores de risco associados ao câncer, além dos vieses relacionados aos dados de mortalidade. Araxá, que é reconhecidamente uma área de radiatividade natural elevada, não apresentou excesso de óbitos.

As incertezas em estudos epidemiológicos realizados em populações expostas a baixas doses de radiação podem ser atribuídas a diversos fatores, tais como: dosimetria inadequada, faixas de doses estreitas, grupos controles inadequados ou inapropriados e, ainda, os efeitos decorrentes dos fatores de confundimento. Estes são potencialmente mais problemáticos

quando o risco a ser detectado é muito pequeno frente aos demais fatores riscos a que uma população está exposta, como dieta, hábitos de fumo, exposições a carcinógenos ambientais, entre outros. Entretanto, o maior problema nestes tipos de estudos é a falta de poder estatístico, devido ao pequeno número de pessoas envolvidas e as baixas doses.

Uma vez que existe uma grande preocupação pública a respeito dos riscos da exposição à radiação ionizante, principalmente no município de Monte Alegre onde a população sofreu discriminação e prejuízos econômicos, é de extrema importância que seja realizada uma ampla caracterização radiológica na região e nos municípios vizinhos e uma avaliação epidemiológica dos casos de câncer e demais morbidades na população. Mesmo reconhecendo que os estudos epidemiológicos conduzidos em outras áreas de radiatividade natural elevada no mundo não apresentaram resultados conclusivos, estes são importantes para se traçar o perfil epidemiológico de uma região e responder de forma empírica, questionamentos que muitas vezes são apenas sugestivos.

Desta forma, este trabalho teve como objetivo analisar a evolução da mortalidade na população residente de Monte Alegre, e compará-la com aquela observada nos municípios controles (Alenquer e Prainha); e determinar se existe um aumento de ocorrências de neoplasia maligna no município de Monte Alegre, a partir de uma avaliação da existência de excesso de risco de mortalidade e incremento nas estimativas da incidência.

2- Hipótese de estudo

Embora a radiatividade natural em Monte Alegre seja compatível, e até mesmo menor, que os níveis encontrados em outras cidades do Brasil e do mundo onde não foi possível detectar aumento na incidência de câncer devido à radioatividade natural, não se pode afirmar nem negar, até o momento, se realmente a incidência de câncer na região é aumentada, conforme divulgado na imprensa local. Nenhum estudo avaliou a incidência de câncer, o padrão de mortalidade e de morbidade na região, entretanto, há rumores que refletem o sentimento de uma população já estigmatizada pelo aumento da exposição à radiação natural.

Com relação as cidades de Alenquer e Prainha não existe até o momento uma caracterização radiológica destas cidades e também não há registro de que os moradores da mesma tenham feito uso das rochas da ocorrência uranífera de Monte Alegre. Logo, as mesmas devem apresentar níveis de radioatividade considerados normais, podendo servir como áreas controle nos estudos epidemiológicos.

3 - Objetivos

Objetivo geral

Determinar os possíveis efeitos à saúde decorrentes da exposição à radiação ionizante na população residente em Monte Alegre comparado com os municípios controles (Alenquer e Prainha).

Objetivos específicos

- Analisar a evolução da mortalidade na população residente de Monte Alegre e compará-la com aquela observada nos municípios controles;
- Determinar se ocorre um aumento de neoplasia maligna no município de Monte Alegre a partir da avaliação do excesso de risco de mortalidade e do incremento nas estimativas da incidência.

4 - Materiais e Métodos

Este trabalho faz parte do projeto de pesquisa “*Avaliação epidemiológica e caracterização radiológica ambiental na população residente dos municípios de Monte Alegre, Alenquer e Prainha – PA*”, da Escola Nacional de Saúde Pública (ENSP). O objetivo do projeto consiste na avaliação dos possíveis efeitos à saúde decorrentes da exposição à radiação ionizante na população residente em Monte Alegre, Alenquer e Prainha, e os objetivos específicos: realizar uma ampla caracterização radiológica ambiental da região; estimar a dose efetiva anual para a população desses municípios considerando as principais vias de exposição à radiação; avaliar o padrão de incidência de câncer; avaliar o padrão de mortalidade por todas as causas e causas específicas; determinar o padrão de morbidade referida (agrupamento de causas segundo CID-10) em amostras populacionais; avaliar frequência de aberrações cromossômicas instáveis como preditoras do risco de câncer em um grupo populacional mais exposto e um grupo controle; avaliar diferenças do ponto de vista de polimorfismos genéticos em um grupo populacional mais exposto e um grupo controle; determinar o impacto psicossocial na população de Monte Alegre decorrente da polêmica gerada pelos potenciais efeitos decorrentes da exposição à radioatividade natural e introduzir mecanismos eficazes de comunicação de risco para as populações de Monte Alegre, Prainha e Alenquer a partir dos resultados obtidos pela investigação

O projeto da pesquisa foi elaborado segundo as normas dispostas na Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Ética em Pesquisa, tendo sido submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Escola Nacional de Saúde Pública, Fiocruz. Este projeto teve suporte financeiro do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq através do edital MCT-CNPq/MS-SCTIE-DECIT/CT-Saúde – Nº 24/2006 e da Comissão Nacional de Energia Nuclear - CNEN através da concessão de bolsa de Mestrado.

4.1 - Área de estudo

O município de Monte Alegre, localizado no Estado do Pará, é uma das mais antigas povoações da Amazônia, cujo assentamento é datado há milhares de anos segundo pesquisas arqueológicas (Roosevelt et al,1996). Esta situado a 1169 km de Belém (capital do estado) e próximo à margem esquerda do Rio Amazonas, em um paraná chamado de Gurupatuba, sob as coordenadas 2° 00' 28,0'' (S) e 54° 04' 8,0' (W). Possui uma população estimada de 62.073 pessoas numa área de aproximadamente 21.703 km². Alenquer e Prainha são municípios vizinhos com população estimada de 52.989 e 26.697, respectivamente. (IBGE, 2007)

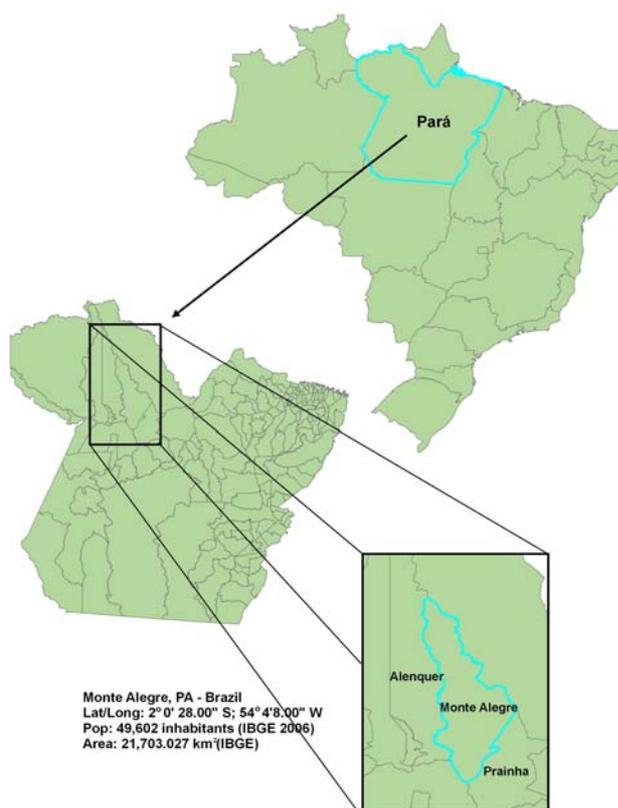


Figura 1: Mapa dos municípios estudados

4.2 - Estrutura da dissertação

A dissertação foi estruturada sob a forma de dois artigos. O primeiro atendendo o primeiro objetivo específico e o segundo atendendo ao segundo objetivo específico.

Artigo 1: “Avaliação da tendência da mortalidade em população de uma região com anomalia geológica na ocorrência de urânio. Estudo de caso: Monte Alegre, PA”

Autores: Leticia Rodrigues Melo, Rosalina J. Koifman, Lene H.S. Veiga e Sergio Koifman

Artigo 2: “Avaliação da mortalidade e estimativa da incidência de câncer em população residente em área com anomalia geológica na ocorrência de urânio. Estudo de caso: Monte Alegre-PA.”

Autores: Leticia Rodrigues Melo, Rosalina J. Koifman, Lene H.S. Veiga e Sergio Koifman

A metodologia utilizada está integralmente apresentada no corpo desses dois artigos.

O projeto desta dissertação de mestrado foi submetido à apreciação do Comitê de Ética da ENSP/FIOCRUZ, sendo aprovado (nº 29/2008).

5 - ARTIGO 1: Avaliação da tendência da mortalidade em população de uma região com anomalia geológica na ocorrência de urânio. Estudo de caso: Monte Alegre, PA

Resumo

Algumas áreas rurais no município de Monte Alegre/PA apresentam níveis aumentados de radiação natural devido à presença de ocorrências uraníferas na região. Muito se tem especulado a respeito dos possíveis efeitos à saúde decorrentes do aumento da exposição à radiação natural nesta região. O objetivo deste estudo foi analisar a evolução da mortalidade na população residente de Monte Alegre e compará-la com a observada em municípios vizinhos de semelhantes condições sócio-demográficas e níveis normais de radioatividade natural. Para tal, foram avaliadas as taxas padronizadas de mortalidade por todas as causas, causas mal definidas e neoplasias entre 1981 e 2005 na população residente de Monte Alegre, Alenquer, Prainha e do estado do Pará. Ao longo do período, observou-se um decréscimo da taxa padronizada de mortalidade geral em Monte Alegre, por todas as causas assim como por causas mal definidas para ambos os sexos, embora mais elevada no masculino. As taxas padronizadas para o conjunto de neoplasias em Monte Alegre mantiveram-se estáveis no período, mesmo para algumas neoplasias reconhecidas como sendo rádio-induzidas (pulmão, mama feminino, esôfago e leucemia). Os resultados encontrados não evidenciam uma elevação da mortalidade geral, nem por neoplasias em Monte Alegre, assim como o padrão de distribuição não se diferencia substancialmente daquele observado em municípios vizinhos com características sócio-demográficas similares.

Palavras-chave: Mortalidade; Radioatividade Natural; Tendência Temporal

Trends in cancer mortality for the population living nearby of geological occurrence of uranium: Case study: Monte Alegre, PA''

Abstract

Monte Alegre is a small city settled in the Brazilian Amazon, with high levels of natural radiation by geological anomalies with uranium in the rural area. Such situation caused an intense debate about health consequences of such exposure and local population started began to associate the occurrence of all cancer cases and other chronic diseases to the natural radiation exposure. The objective of this paper is to present an analysis of the evolution of mortality in residents of Monte Alegre and compare it with that observed in control counties (Alenquer and Prainha). Secular mortality trends using age standardized rates along 1981-2005 in Monte Alegre, Prainha and Alenquer counties were evaluated. A decrease of all causes o death and of the unascertained causes of death rates for both gender were observed. Cancer mortality trend in Monte Alegre was stable, including some acknowledged radio-induced cancer sites, such as lung, breast, esophagus and leukemia. The observed results do not reveal high mortality rates for all causes of death and cancer in Monte Alegre, and its mortality distribution pattern did not differ substantially from those observed in control counties with similar socio-demographic characteristics.

Key-word: Mortality, Cancer, Natural Radiation, Time trend

Introdução

A cidade de Monte Alegre, localizada no estado do Pará é uma das mais antigas povoações da Amazônia, cujo assentamento é datado de milhares de anos segundo pesquisas arqueológicas (Roosevelt et al,1996). Sua área rural apresenta anomalias geológicas contendo ocorrências de urânio (Pereira, 1983), as quais começaram a ser utilizadas a partir da década de 70 na construção de casas e pavimentação de ruas, tanto na área rural como urbana de Monte Alegre. A caracterização radiológica do município, realizada entre 1995 e 1999, apontou um aumento nos níveis preexistentes de radiação natural (Melo, 1999), tendo em vista a utilização indevida destas rochas contendo urânio. Desde então, existe uma grande preocupação da população residente quanto aos possíveis efeitos à saúde decorrentes desta exposição, especificamente quanto a um possível aumento na incidência de câncer, embora já tenha sido relatado que os níveis de radiação encontrados em Monte Alegre não conferem uma dose elevada para a população que possa causar algum efeito a saúde (Melo, 1997 e 1999).

Devido aos problemas econômicos e sociais causados ao município por esta questão que foi amplamente explorada pela imprensa local e nacional, o Ministério da Saúde, através do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), fomentou o desenvolvimento de investigações na região. Seus objetivos eram realizar uma ampla caracterização radiológica nas áreas urbanas e rurais assim como uma ampla avaliação epidemiológica, incluindo a análise do padrão da mortalidade por câncer e por todas as causas, da incidência de câncer e da morbidade referida, além do estudo de biomarcadores genéticos.

Uma possível associação entre a exposição à radiação natural e efeitos a saúde, principalmente incidência e mortalidade por câncer, tem sido objeto de investigações epidemiológicas em várias outras regiões de radiatividade natural elevada, como em regiões na China, Índia e Irã (Zou et al., 2005; Wei et al., 2005; Jayalekshmi et al. 2005; Mosavi-Jarrahi et al., 2005). Os estudos nestas áreas envolvem populações expostas a baixas doses, sendo o risco decorrente desta exposição muito pequeno e a sua mensuração ainda mais difícil, tendo em vista outros fatores associados etiologicamente à história natural do câncer. Desta forma, até o presente momento não foi possível estabelecer uma associação entre o câncer e a exposição à radiação ionizante em populações que vivem em áreas de

radioatividade natural elevada (Cardis, 2005; UNCEAR, 2000).

Na região de Monte Alegre, no entanto, muitas especulações têm sido feitas a respeito de ocorrências de câncer, sem que nenhum estudo de incidência e mortalidade tenha sido realizado. A inexistência de um registro de câncer de base populacional no município implica em uma limitação importante na avaliação da incidência de câncer ao longo do tempo e foi discutida pelos autores em outra publicação (Melo et al, em preparação).

O presente estudo teve como objetivo analisar a evolução da mortalidade geral e por câncer na população residente de Monte Alegre, e compará-la com aquela observada em dois municípios vizinhos, Alenquer e Prainha, que apresentam condições socioeconômicas similares e não apresentam níveis elevados de exposição à radioatividade natural, utilizando os dados de base populacional do Sistema de Informação sobre Mortalidade (SIM/DATASUS).

Metodologia

Os dados de mortalidade de 1981 a 2005 foram obtidos do Sistema de Informação sobre Mortalidade do Ministério da Saúde (SIM/DATASUS, 2008) para a população dos municípios de Monte Alegre, Alenquer, Prainha e do estado do Pará.

No período do estudo estiveram em vigor a 9ª e a 10ª Revisões da Classificação Internacional de doenças (CID-9 e CID-10), tendo sido necessário efetuar a equivalência dos códigos das causas básicas de morte. As causas de morte analisadas nesse estudo foram: Mortalidade por todas as causas (17 capítulos da CID-9 e 21 da CID-10); Neoplasias (capítulos II da CID-9 e da CID-10) e Mortalidade por causas mal definidas ou por sintomas e afecções mal definidas (capítulos XVI da CID-9 e XVIII da CID-10).

A mortalidade proporcional, obtida pela porcentagem de óbitos de uma determinada causa em relação ao total de óbitos, foi calculada para os óbitos por: causas mal definidas, doenças do aparelho circulatório, doenças infecciosas e parasitárias, causas externas e neoplasias. Para as neoplasias, foi calculada, ainda, a mortalidade proporcional de cada localização primária em relação ao total de óbitos por neoplasias.

Realizou-se a padronização dos coeficientes de mortalidade pelo método direto, sendo calculadas a taxa bruta de mortalidade e a taxa de mortalidade ajustada por idade,

utilizando como padrão a população mundial (Segi, 1960).

As taxas padronizadas por sexo foram calculadas para cada ano, para o período total (1981-2005) e para períodos com intervalos de 5 anos, visando minimizar possíveis variações temporais (1981-1985; 1986-1990; 1991-1995; 1996-2000 e 2001-2005), utilizando faixas etárias divididas em intervalos de 10 anos, com exceção dos dois extremos (menores que 20 anos e 80 anos ou mais).

A análise de tendência secular da mortalidade foi realizada através da estimação de modelos de regressão polinomial. Para o processo de modelagem, as taxas padronizadas de mortalidade foram consideradas como variável dependente (y) e os anos de estudo como variável independente (x). O primeiro modelo testado foi o de regressão linear simples ($y = \beta_0 + \beta_1x$), seguindo-se os modelos de segundo ($y = \beta_0 + \beta_1x + \beta_2 x^2$) e terceiro grau ($y = \beta_0 + \beta_1x + \beta_2x^2 + \beta_3x^3$). Os modelos que apresentaram p -valor $<0,05$ foram considerados significativos, considerando-se como melhor modelo aquele que apresentasse maior significância estatística, todos os coeficientes significativos e melhor valor do coeficiente de determinação (R^2 quanto mais próximo de 1, mais ajustado).

Nas análises de tendência da mortalidade geral, por causas mal definidas e por neoplasias foram utilizadas as taxas padronizadas por período de 5 anos (quinquênios) devido à instabilidade das taxas anuais. Quando dois modelos apresentaram significância estatística similar, escolheu-se o de menor ordem. Para se evitar a colinearidade entre os termos da equação de regressão, foi feita a transformação da variável ano na variável ano-centralizada $x = \text{quinquênios} - (1991/1995)$.

Para a análise estatística foram utilizados os programas Excel 2000 e SPSS versão 13.

Resultados

A Tabela 1 apresenta a população residente nos municípios estudados por situação do domicílio e pelo Índice de Desenvolvimento Humano dos Municípios (IDHM) que compreende a média dos índices de desenvolvimento municipal em função da renda, longevidade e educação para o ano de 2000 (IBGE, 2008; PNUD, 2008). Entre os municípios estudados, Monte Alegre é o mais populoso. A distribuição entre homens e mulheres é semelhante com uma representação masculina levemente superior. O IDHM é similar nos três municípios, indicando que as condições de vida são semelhantes entre os mesmos. No entanto, os municípios de Monte Alegre e Prainha apresentam uma maior proporção de residentes na área rural.

A Tabela 2 apresenta a taxa padronizada de mortalidade e mortalidade proporcional por sexo nos municípios de Monte Alegre, Prainha, Alenquer e no Estado do Pará no período de 1981-2005. Entre os óbitos com causa definida em Monte Alegre, os mais frequentes foram as doenças do aparelho circulatório e as doenças infecciosas e parasitárias; em Alenquer, foram as doenças do aparelho circulatório e as causas externas; e, em Prainha, causas externas e as doenças infecciosas e parasitárias. Os homens apresentaram maiores coeficientes padronizados de mortalidade quando comparados com as mulheres, principalmente para as causas externas. Em Monte Alegre ocorreram 497,9 óbitos por cem mil homens e 336,4 óbitos por cem mil mulheres no período de 1981 a 2005, enquanto em Alenquer e Prainha ocorreram 555,9 e 396,6 óbitos por cem mil homens e 498,6 e 257,0 óbitos por cem mil mulheres, respectivamente.

A mortalidade proporcional para causas mal definidas foi muito alta para os três municípios estudados, apresentando no período de 1981 a 2005 um percentual de cerca de 55% em Monte Alegre, 65 % em Alenquer e 50% em Prainha, enquanto que no Estado do Pará foi de aproximadamente 22%, proporção também considerada elevada. A mortalidade proporcional por neoplasias em Monte Alegre, Alenquer e Prainha variou entre 3,0 e 4,6%, enquanto no estado do Pará, foi de 6,5 e 9,0% do total de óbitos em homens e mulheres, respectivamente.

A Figura 1 apresenta as localizações mais frequentes de neoplasias para homens e mulheres nas áreas estudadas. As localizações mais frequentes para homens foram estômago, traquéia/brônquios/pulmão e próstata, enquanto nas mulheres foram colo/corpo/porção

não especificada do útero, estômago e mama, sendo observado o mesmo padrão em Monte Alegre e nos municípios de Alenquer e Prainha e na população do estado do Pará.

A Tabela 3 apresenta os resultados da análise de tendência dos coeficientes padronizados de mortalidade feminina e masculina para todas as causas, causas mal definidas e neoplasias e a Figura 2 apresenta as taxas de mortalidade padronizada por idade segundo sexo. Observou-se um decréscimo estatisticamente significativo na mortalidade por todas as causas nas mulheres em Monte Alegre e Pará, e nos homens em Alenquer. Na mortalidade por causas mal definidas o decréscimo foi observado em ambos os sexos no Pará, nas mulheres em Monte Alegre e Prainha e nos homens em Alenquer. A mortalidade por neoplasias revelou estabilidade, em ambos os sexos, nos períodos avaliados, não tendo sido detectada tendência, a aumento ou decréscimo, estatisticamente significativo em nenhum modelo testado, nos três municípios e no estado do Pará.

Discussão

A principal limitação deste estudo consiste na precária qualidade dos dados de mortalidade para os municípios estudados, traduzida pela elevada proporção de óbitos por causas mal definidas. Os municípios avaliados neste estudo apresentam uma proporção média de causas mal definidas de 54,6% para homens e 51,9% para mulheres em relação ao total de óbitos no período 1981-2005, valores muito elevados mesmo quando comparado com o estado do Pará que apresenta uma proporção média elevada de causas mal definidas (24,6% para homens e 19,5% para mulheres) no mesmo período.

Com a implementação da CID-10 a partir do ano de 1996, foi possível efetuar a separação dos óbitos classificados como “Morte sem assistência médica” do capítulo XVIII - Óbitos por causas mal definidas. No período 1996 a 2005, no Município de Monte Alegre, dos 503 óbitos por causas mal definidas para sexo masculino, 474 (94,2%) foram classificados como “mortes sem assistência médica”. A maioria dos óbitos por causas mal definidas ocorreu no domicílio 385 (76,5%). Situação similar ocorreu no sexo feminino, observando-se 318 óbitos por causas mal definidas no período, sendo 303 (95,2%) sem assistência médica e 88,1% (280) do total de mortes mal definidas ocorridas no domicílio.

Estes dados evidenciam a falta de cobertura da atenção médica na região, pelo menos no

momento do óbito, que deve ocorrer principalmente na área rural onde dois terços da população residiam por ocasião do censo de 2000 (Tabela 1).

A qualidade das informações contidas nas declarações de óbito e sua utilização em estudos epidemiológicos têm sido analisadas no Brasil por diversos pesquisadores, que destacam a maior confiabilidade da classificação da causa básica de morte nos casos de câncer (Monteiro et al, 1997). A análise da mortalidade segundo causas pode apresentar deficiências relacionadas à cobertura do Sistema de Informações Sobre Mortalidade (sub-registro e sub-enumeração), sendo também prejudicada por problemas inerentes à declaração da causa básica da morte por parte dos profissionais do setor de saúde e, às vezes, às falhas na sua codificação, embora, do ponto de vista da qualidade, seja possível verificar uma melhora gradativa dos dados de mortalidade (Mello Jorge et al, 2001).

O padrão de mortalidade da população brasileira tem sofrido mudanças ao longo dos anos, principalmente devido à transição epidemiológica e demográfica com alterações na estrutura etária populacional e a maior sensibilidade de novos métodos de diagnóstico (Carmo, 2003; Cervi, 2005). A porcentagem de mortes por causas mal definidas (14,0%) ocupou o segundo lugar no obituário nacional por grandes grupos de causas (capítulos da CID-10) no triênio 2000-2002, ficando atrás apenas dos óbitos por doenças do aparelho circulatório (27,4%), e à frente das neoplasias (13,0%) e das causas externas (12,7%). Embora em declínio desde 1985 essa porcentagem no Brasil é das mais elevadas entre os países das Américas, abaixo apenas das de países como El Salvador, Paraguai e Haiti (Costa & Marcopito, 2008).

A mortalidade por causas mal definidas em Monte Alegre, quando analisada por faixa etária, apresenta uma distribuição heterogênea, com uma proporção maior nos idosos (≥ 50 anos), com 71,3% e nas crianças (< 10 anos) com 10,9%. Resultados similares foram encontrados por Costa e Marcopito (2008) que encontraram uma maior correlação entre as porcentagem de óbitos por causas mal definidas na faixa etária ≥ 50 anos com o total de óbitos por causas mal definidas.

Este estudo verificou uma redução linear das taxas da mortalidade por todas as causas em Monte Alegre em ambos os sexos, igualmente observada nos dois outros municípios controle, Alenquer e Prainha, e no Estado do Pará. A redução da mortalidade geral pode resultar de uma queda da mortalidade devido a melhoras nas condições de vida, com redução da mortalidade infantil e por doenças infecciosas, e/ou devido à modificação na

contagem com subestimação do numerador e/ou superestimação do denominador. No caso dos três municípios analisados é provável que a mortalidade geral tenha sido influenciada por diversos componentes. A mortalidade infantil no município de Monte Alegre experimentou uma redução acentuada (de 43 por mil nascidos vivos em 1982 para 18,3 em 1995 e 11,21 em 2006), observou-se uma redução da mortalidade das mulheres em idade fértil (10-49 anos), e da mortalidade por doenças infecciosas. A estimativa populacional no município, no mesmo período, registrou um importante incremento (69%), passando de 37.904 em 1981 para 63.941 habitantes em 2005, que deve refletir não só um real aumento populacional, mas também uma melhoria na estimativa da contagem populacional ao longo do tempo.

Apesar da elevada proporção de mortes por causas mal definidas, verificou-se uma tendência decrescente da mortalidade deste capítulo, com significância estatística, ao longo do período de estudo.

Embora as taxas de mortalidade por neoplasias não tenham apresentado tendência estatisticamente significativa ao longo do período, elas são influenciadas pela pequena magnitude do número de óbitos observados e pelo tamanho populacional relativamente reduzido dos municípios analisados, parâmetros que afetam a estabilidade das taxas. As taxas padronizadas para o conjunto de neoplasias em Monte Alegre mantiveram-se estáveis no período, mesmo para algumas neoplasias reconhecidas como sendo rádio-induzidas (pulmão, mama feminino, esôfago e leucemia).

Cabe destacar que cerca da metade do total dos óbitos foram classificados por causas mal definidas, e que a maior proporção deles estava na faixa etária maior que 50 anos. Neste sentido, poder-se-ia pensar que entre estes estivessem agrupados um expressivo contingente de neoplasias, o que invalidaria a formulação de conclusões sobre a tendência observada de estabilidade das taxas de mortalidade por câncer. A probabilidade deste viés de informação é minimizada pelo fato de que a diminuição da mortalidade por causas mal definidas não foi acompanhada por um aumento das taxas de mortalidade por neoplasias no período analisado, o que deveria ocorrer se houvesse transferência de óbitos de um capítulo para outro.

Os estudos em áreas de radioatividade natural elevada possuem grandes incertezas que podem ser atribuídas a diversos fatores: dosimetria inadequada devido a faixas de doses estreitas, grupos controles inadequados ou inapropriados, e ainda os efeitos decorrentes dos fatores de confundimento que são potencialmente mais problemáticos quando a magnitude de incidência dos efeitos a serem detectados é reduzida (Cardis, 2005). Entretanto, o maior

problema nestes tipos de estudos é a falta de poder estatístico, devido ao pequeno número de pessoas envolvidas e aos baixos valores de dose. No caso de Monte Alegre, além destes fatores, pode-se acrescentar a baixa qualidade dos dados dos Sistemas de Informação em Saúde e de prestação de serviços de saúde.

Cardis (2005) concluiu que, com os estudos realizados até aquele momento, era difícil avaliar a existência de risco à saúde associado com residentes de áreas de radiação natural elevada. A autora recomendava que fosse realizado um estudo multicêntrico envolvendo várias populações que vivem em áreas de radioatividade natural elevada em diferentes países. A utilização de protocolos comuns de dosimetria e desenho epidemiológico permitiria uma comparação direta dos resultados e uma análise combinada, o que maximizaria as informações destes estudos e o poder estatístico que é atualmente a grande limitação para estudos que visam detectar pequenos excessos de risco.

As modificações na estrutura etária da população residente nos três municípios no período do estudo foram controladas através da técnica de padronização de taxas, buscando-se controlar o efeito decorrente da elevação na expectativa de vida observada para o conjunto dos brasileiros durante o período estudado, ou a sua variação resultante de mobilidade populacional na região.

Outra ressalva a ser feita é que o Sistema de Informações sobre Mortalidade (SIM) leva em consideração os óbitos registrados no município de residentes ou não residentes. Entretanto é comum, em municípios pequenos, a ocorrência de sub-registros de óbitos, uma vez que muitos pacientes procuram atendimento em outras cidades e acabam falecendo sem fornecer o endereço de residência de origem.

Em resumo, embora a tendência da mortalidade por neoplasias em Monte Alegre apresente-se estável, a deficiência na qualidade da base de dados de mortalidade não permite análises conclusivas da situação deste grupo de causas de morte nos municípios analisados. Desta forma, a investigação da real situação da mortalidade por neoplasias no município de Monte Alegre ainda se faz necessária. No momento atual, pode-se afirmar que não existe evidência científica que assegure um aumento das ocorrências de óbitos por neoplasias no município, sendo precipitado e especulativo concluir que a utilização das rochas de urânio estaria ocasionando um aumento na mortalidade por câncer na sua população

Conclusão

As taxas de mortalidade por neoplasias apresentaram uma tendência estável nos municípios de Monte Alegre, Alenquer e Prainha ao longo do período. No entanto, diante das limitações de informações do sistema de mortalidade para a região, dado o elevado percentual de óbitos por causas mal definidas, os resultados apresentados ainda não podem ser conclusivos quanto à existência ou não de um aumento na mortalidade por câncer na região de Monte Alegre. Tampouco se pode afirmar que seu padrão de distribuição se diferencie substancialmente daquele observado em municípios vizinhos com características socioeconômicas e demográficas similares.

Tabela 1 - População residente, proporção de sexo feminino, proporção de domicílios na área rural e IDHM (Índice de Desenvolvimento Humano) nos municípios de Monte Alegre, Alenquer e Prainha no Estado do Pará, 2000.

Municípios	População	Sexo Fem %	Pop. rural %	IDHM, 2000
Monte Alegre	61.334	47,6	65,9	0,69
Alenquer	41.784	48,5	39,8	0,67
Prainha	27.301	47,3	73,8	0,62
Pará	6.192.307	49,4	33,5	0,72

Fonte: IBGE (<http://www.ibge.gov.br/censo/>)

PNUD/Atlas de Desenvolvimento Humano (<http://www.pnud.org.br/>)

Tabela 2 – Taxa padronizada de mortalidade e mortalidade proporcional por sexo nos municípios de Monte Alegre, Prainha e Alenquer e no Estado do Para, 1981-2005.

Causa de Óbito (CID-10)		Monte Alegre			Alenquer			Prainha			Pará		
		N de óbitos	Tx Padr ^a	MP ^b (%)	N de óbitos	Tx Padr ^a	MP ^b (%)	N de óbitos	Tx Padr ^a	MP ^b (%)	N de óbitos	Tx Padr ^a	MP ^b (%)
Todas causas	Mas	2.171	497,9	-	2.236	555,9	-	809	396,6	-	286.650	655,0	-
	Fem	1.432	336,4	-	1.579	498,6	-	480	257,0	-	199.156	418,4	-
Causas mal definida (Cap. XVIII)	Mas	1.183	289,1	54,5	1.456	370,6	65,1	402	217,8	49,7	80.978	201,7	24,6
	Fem	739	182,0	51,6	1.056	257,8	66,9	239	146,4	49,8	59.114	112,2	19,5
Doenças do apar. Circulatório (Cap.IX)	Mas	272	70,0	12,5	226	64,7	10,1	44	32,2	5,4	47.326	139,2	16,5
	Fem	212	59,0	14,8	202	57,5	12,8	34	31,9	7,1	41.243	98,2	20,7
Doenças infecciosas e parasitárias (Cap.I)	Mas	144	24,1	6,6	95	18,6	4,2	81	26,0	10,0	24.124	43,0	8,4
	Fem	107	17,1	7,5	71	30,3	4,5	48	13,3	10,0	16.424	22,2	8,2
Causas externas (Cap.XX)	Mas	150	28,4	6,9	137	29,4	6,1	110	42,7	13,6	47.318	80,0	16,5
	Fem	42	9,1	2,9	32	6,8	2,0	22	27,1	4,6	9.149	13,5	4,6
Neoplasias (Cap.II)	Mas	88	23,7	4,1	81	22,4	3,6	24	16,4	3,0	18.191	51,2	6,5
	Fem	66	17,9	4,6	49	14,1	3,1	20	15,4	4,2	17.504	47,8	9,0
Estômago (C16)	Mas	23	6,2	26,1 ^c	17	14,0	21,0	7	5,0	29,2	3.702	11,0	20,4
	Fem	6	1,9	9,1 ^c	6	6,1	12,2	3	2,6	15,0	1.921	4,8	11,0
Pulmão (C33–C34)	Mas	11	3,0	12,5	12	8,9	14,8	4	3,5	16,7	2.905	8,8	16,0
	Fem	2	0,6	3,0	2	1,7	4,1	0	0	0	1.250	5,0	7,1
Próstata (C61)	Mas	7	1,9	8,0 ^c	10	9,6	12,3	1	0,9	4,2	1.748	5,6	9,6
	Fem	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Colo/corpo utero (C53-C55)	Mas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Fem	19	5,0	28,8	13	7,2	26,5	6	0,8	30,0	4.270	8,1	24,4
Mama (C50)	Mas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Fem	4	1,2	6,1	2	0,8	4,1	1	0,8	5,0	1.883	5,4	10,8
Leucemia (C91–C95)	Mas	7	1,7	8,0 ^c	3	1,4	3,7	0	0	0	1.042	1,9	5,7
	Fem	4	0,5	6,1 ^c	1	0,2	2,1	1	0,2	5,0	722	2,2	4,1
Cólon/reto/ anus (C18-C21)	Mas	4	1,1	4,5 ^c	2	1,4	2,5	2	1,6	8,3	648	1,9	3,6
	Fem	4	1,1	6,1	0	0	0	0	0	0	905	2,4	5,1

^a Taxa padronizada por 100.000 homens ou mulheres (pela população mundial)

^b MP – Mortalidade proporcional (%)

^c Mortalidade proporcional do total de neoplasias

Figura 1- Mortalidade proporcional de localizações neoplásicas nos municípios de Monte Alegre, Alenquer, Prainha e no estado do Pará, 1981-2005.

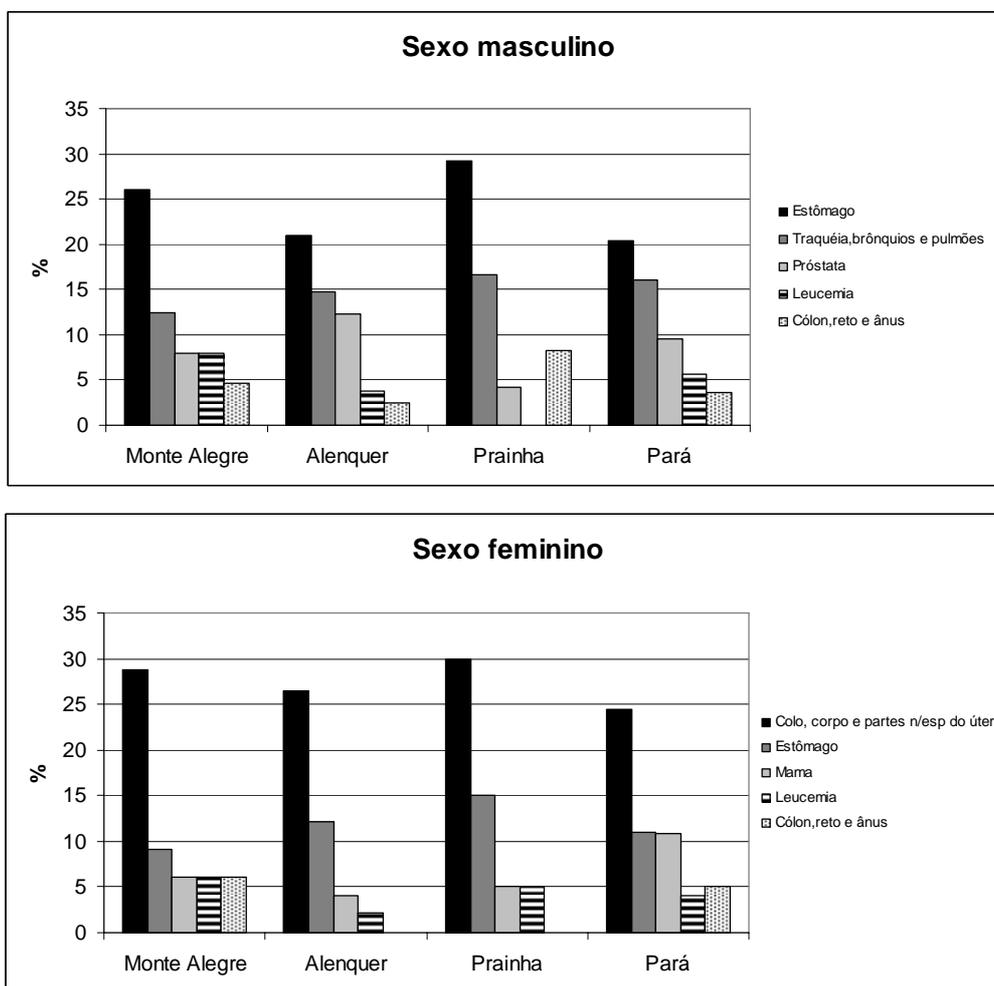


Tabela 3- Análise das tendências dos coeficientes padronizados de mortalidade masculina e feminina por todas as causas, causas mal definidas e neoplasias nos municípios de Monte Alegre, Alenquer e Prainha, PA, 1981-2005.

Causa óbito	Sexo	PERIODO*		
		R ^{2**} (%)	Modelo	p-valor
Todas as causas				
Monte Alegre	Masc	71	Y= 523,2 - 66,6 X	0,07
	Fem	81	Y= 349,9 - 36,7 X	< 0,05
Alenquer	Masc	97	Y= 465,4 - 74,6 X + 52,6 X ²	< 0,05
	Fem	24	Y= 399,6 - 30,6 X	0,41
Prainha	Masc	68	Y= 454,8 - 172,9 X	0,09
	Fem	70	Y= 293,3 - 101,4 X	0,08
Pará	Masc	74	Y= 666,0 - 38,2 X	0,06
	Fem	88	Y= 457,2 - 30,6 X	< 0,05
Causas mal definidas				
Monte Alegre	Masc	67	Y= 308,4 - 46,9 X	0,09
	Fem	92	Y= 190,6 - 18,5 X	< 0,05
Alenquer	Masc	97	Y= 302,3 - 82,6 X + 40,5 X ²	< 0,05
	Fem	62	Y= 268,4 - 52,3 X	0,12
Prainha	Masc	75	Y= 261,3 - 105,8 X	0,06
	Fem	80	Y= 173,1 - 66,7 X	< 0,05
Pará	Masc	95	Y= 210,6 - 25,0 X	< 0,05
	Fem	98	Y= 142,3 - 17,5 X	< 0,05
Neoplasia				
Monte Alegre	Masc	13	Y= 23,2 + 2,1 X	0,54
	Fem	65	Y= 22,31 - 3,61X	0,10
Alenquer	Masc	30	Y= 22,9 - 1,0 X	0,34
	Fem	45	Y= 14,3 - 1,9 X	0,21
Prainha	Masc	46	Y= 18,4 - 5,8 X	0,21
	Fem	41	Y= 16,3 - 2,6 X	0,25
Pará	Masc	6	Y= 51,4 - 0,3 X	0,70
	Fem	16	Y= 45,9 + 0,5 X	0,51

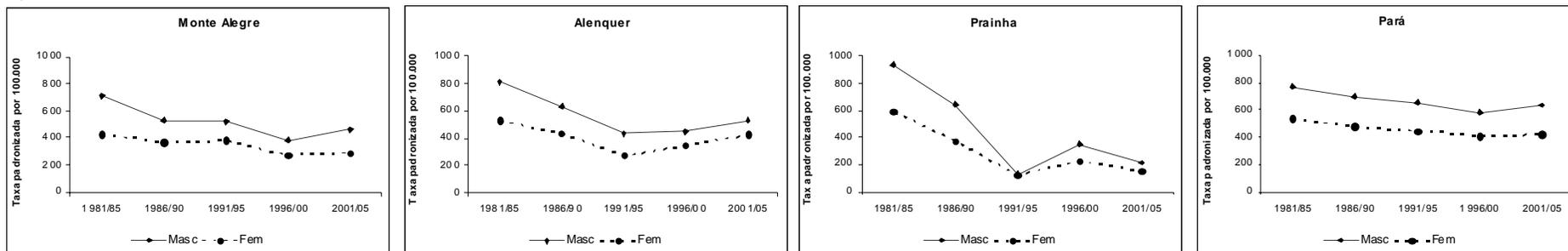
Modelo: y = coeficiente de mortalidade (por 100000 nascidos vivos);

*x = quinquênio - (1991/95);

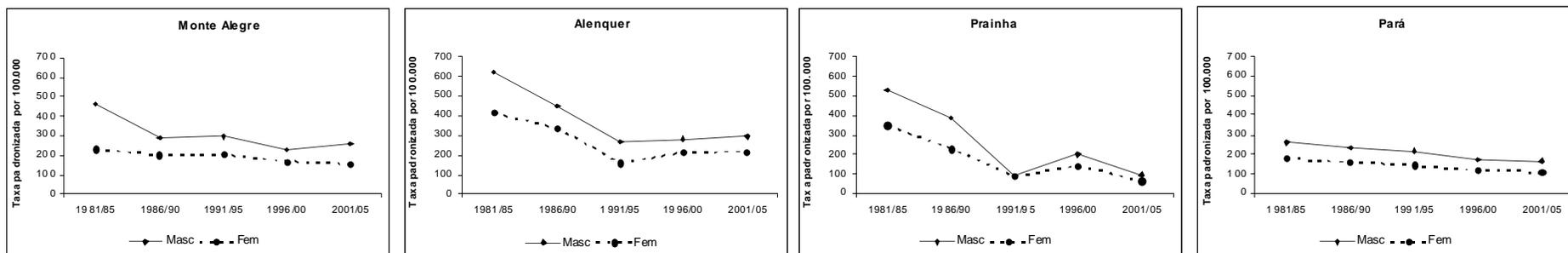
** r₂ = Coeficiente de Determinação

Figura 2- Mortalidade ajustada por idade para todas as causas de morte, causas mal definidas e neoplasias segundo sexo, para Monte Alegre, Alenquer, Prainha e Pará, 1981-2005.

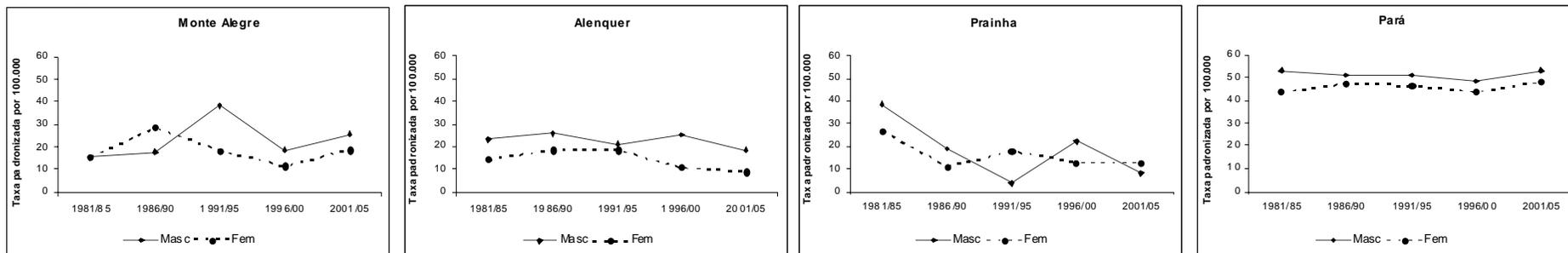
A) Todas as causas de morte



B) Causas mal definidas



C) Neoplasias



Referencias Bibliográficas

- Atlas de Desenvolvimento Humano (PNUD). [acessado durante o ano de 2008, para informações dos índices de desenvolvimento humano]. Disponível em <http://www.pnud.org.br>
- Cardis E. Commentary on information that can be drawn from studies of areas with high levels of natural radiation. In Proc. of 6th International Conference on High Levels of Natural Radiation and Radon Areas. Kinki University, Osaka, Japan. International Congress Series 2005; 1276:118-123.
- Carmo EH, Barreto ML, Silva JB. Mudanças nos padrões de morbimortalidade da população brasileira: os desafios para um novo século. *Epidemiologia e Serviços de Saúde* 2003; 12(2) : 63 – 75.
- Cervi A, Hermsdorff HHM, Ribeiro RCL. Tendência da mortalidade por doenças neoplásicas em 10 capitais brasileiras, de 1980 a 2000. *Rev. Bras. Epidemiologia* 2005; 8(4): 407-418.
- Costa MR, Marcopito LF. Mortalidade por causas mal definidas, Brasil, 1979-2002, e um modelo preditivo para idade. *Cad. Saúde Pública*, 2008; 24(5):1001-1012.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). [acessado durante o ano de 2008, para informações de dados de contagem da população]. Disponível em <http://www.ibge.gov.br>
- Jayalekshmi, P., Gangadharan, P., Binu., V.S., Nair, R.R.K., Nair, M.K., Rajan, B., Akiba, S., What did we learn from epidemiology studies in high background área in India. In Proc. Of 6th International Conference on High Levels of Natural Radiation and Radon Areas. Kinki University, Osaka, Japan. International Congress Series 2005; 1276; 102-105.
- Melo Jorge HPM, Gotlieb SLD, Laurenti R. A saúde no Brasil: análise do período de 1996 a 1999. Brasília: Organização Pan-Americana da Saúde; 2001.
- Melo L.R., Koifman R.J., Veiga L.H.S, Koifman S. Avaliação da mortalidade e estimativa da incidência de câncer em uma população exposta a radioatividade natural – Estudo de caso: Monte Alegre-PA. Artigo 2 da dissertação de mestrado. Artigo não publicado.
- Melo, VP. Avaliação da concentração do ²²²Rn nos ambientes internos e externos das residências do município de Monte Alegre, PA [Tese de mestrado]. Rio de Janeiro (RJ): Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho, Universidade Federal do Rio de Janeiro; 1999.
- Melo, VP & Gouveia, VA. Concentração de radônio-222 nos ambientes internos das residências do município de Monte Alegre – PA. In: IV ENEN-Join Nuclear conferences,

1997

- Ministério da saúde. Informações do Sistema de Informação sobre Mortalidade [acessado durante o ano de 2008, para informações de dados de mortalidade e demográficos de 1979-2005]. Disponível em <http://www.datasus.gov.br>
- Monteiro GTR, Koifman RJ, Koifman S. Confiabilidade e validade dos atestados de óbito por neoplasias. II. Validação do câncer de estômago como causa básica dos atestados de óbito no Município do Rio de Janeiro. *Cad. Saúde Pública* 1997; 13 (Supl.1)52-65.
- Mosavi-Jarrahi, A., Mohagheghi, M., Akiba, S., Yazdizadeh, B., Motamedi, N., Monfared, A.S. Mortality and morbidity from cancer in the population exposed to high level of natural radiation area in Ramsar, Iran. In Proc. Of 6th International Conference on High Levels of Natural Radiation and Radon Areas. Kinki University, Osaka, Japan. *International Congress Series* 2005; 1276; 106-109.
- Percy C, Staneck E, Gloecker, L. Accuracy of cancer deaths certificates and its effects on cancer mortality statistics. *Am J Public Health* 1981; 71:242-250.
- Pereira, E.R., Zenquer, A. O. & Chamon N. – Projeto Monte Alegre - Avaliação de indícios – Empresas Nucleares Brasileiras, 1983.
- Roosevelt AC, Lima da Costa M, Lopes Machado C, Michab M, Mercier N, Valladas H, Feathers J, Barnett W, Imazio da Silveira M, Henderson A, Sliva J, Chernoff B, Reese DS, Holman JA, Toth N, Schick K. Paleoindian Cave Dwellers in the Amazon: The Peopling of the Americas. *Science* 1996; 272: 373-384
- Segi M. Cancer mortality for selected sites in 24 countries (1950-57). Sendai: department of public health, Tohoku University school of medicine 1960.
- UNSCEAR - United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. Sources and effects of ionizing radiation. Report to the General Assembly, with scientific annexes. New York: United Nations; 2000.
- Wei L, Zha Y, Tao Z. Epidemiological investigation of radiological effects in high background radiation areas of Yiangjiang, China. *J Radiat Res* 1990; 31:119-36.
- Zou, J., Tao, Z., Sun, Q., Akiba S., Zha, Y., Sugahara, T., Wei, L., 2005. Cancer and non-cancer epidemiological study in the high background radiation areas of Yangjiang, China. Of 6th International Conference on High Levels of Natural Radiation and Radon Areas. Kinki University, Osaka, Japan. *International Congress Series* 1276; 97-101.

6 - ARTIGO 2. “Avaliação da mortalidade e estimativa da incidência de câncer em população residente em área com anomalia geológica na ocorrência de urânio. Estudo de caso: Monte Alegre-PA”

Resumo

O município de Monte Alegre, no estado do Pará, tem sido alvo de denúncias relativas a um possível aumento no número de casos de câncer devido à exposição à radioatividade natural. O objetivo desse artigo foi responder se existe tal aumento, realizando uma avaliação do perfil da mortalidade e de estimativas da incidência das neoplasias na região. A partir da base de dados do Sistema de Informações sobre Mortalidade (SIM), foram estimadas as razões padronizadas de mortalidade (SMR) e os riscos relativos da razão das SMRs de Monte Alegre e municípios controles (Alenquer e Prainha) e, ainda, as razões de chances de mortalidade por câncer (CMOR) para o município de Monte Alegre e controles no período de 1981 a 2005. A população do estado do Pará foi utilizada como referência. Para estimar a incidência de câncer foram realizadas três diferentes abordagens: a partir dos dados obtidos nos centros de diagnósticos para câncer; através dos dados de Autorização de Internação Hospitalar; e dados primários obtidos no inquérito populacional realizado na região em 2007/2008. Os valores de SMR, para mortalidade por todas as causas, encontrados para Monte Alegre ($SMR_{MA} = 72,9$, IC 95% 70,5 -75,3) foram similares aos encontrados para os municípios controles ($SMR_{MC} = 75,2$, IC 95% 76,2-77,3), ambos revelando uma redução da mortalidade estatisticamente significativa. Não se observou excesso de mortes por câncer em Monte Alegre e nos municípios controles, e a análise da mortalidade segundo sexo não revelou excesso de risco, estatisticamente significativo, nas diferentes localizações tumorais. As diferentes abordagens para estimar a incidência de câncer em Monte Alegre apesar da precária qualidade dos dados não mostraram padrão distinto dos municípios controles. A inexistência de um registro de câncer de base populacional, no município de Monte Alegre, constitui-se em uma limitação importante para se conhecer a real incidência de câncer. Mesmo levando em conta as limitações da qualidade das informações das bases dados secundárias analisadas, parece não existirem evidências de que os residentes de Monte Alegre tenham um risco elevado de mortalidade por câncer.

Palavras-chave: Mortalidade; Incidência; Câncer; Radioatividade Natural

Cancer incidence and mortality among residents living nearby natural radioactivity sources in Monte Alegre, State of Para, Brazil

Abstract

Monte Alegre county is located in the State of Pará, Brazil, and presents increased levels of natural radiation due to the occurrence of uranium rocks. This paper aimed to carry out an epidemiological evaluation of cancer distribution in Monte Alegre. Cancer mortality risks at selected sites were ascertained with standardized mortality ratios (SMR), using the general population of the State of Pará as reference, and mortality odds ratios (MOR). Risk ratios for selected cancer sites were ascertained through SMRs ratios between Monte Alegre and two neighbor counties (Prainha and Alenquer), with similar socio-economical conditions, but no natural radiation sources. To estimate the incidence of cancer, three different approaches were used: diagnosed cancer data obtained in regional reference centers (Santarem, Belem and Manaus); hospitalization data for cancer treatment retrieved from the National Health System (SUS) records; and primary data obtained in a health survey conducted in the three counties in 2007/2008. The Monte Alegre SMR for all causes of death (SMR=72.9, 95% C.I. 70,5-75,3) was similar to that observed in the control populations (SMR=75.2 , 95% C.I. 76,2-77,3). No excess of cancer deaths was either observed in Monte Alegre or control areas, and analysis of mortality by gender did not reveal a statistically significant risk excess for the different tumor sites. Despite the high proportion of unascertained causes of death in the studied counties, the different approaches to estimate the incidence of cancer in Monte Alegre showed a similar pattern than observed in the control municipalities. The lack of a population-based cancer registry in Monte Alegre represents an important limitation to ascertain the real local cancer incidence. To conclude, data analysis provided by this investigation does not offer evidence supporting an increase of cancer deaths distribution in Monte Alegre.

Key-word: Mortality, Incidence, Cancer, Natural Radiation

Introdução

O câncer é o principal efeito associado à exposição a radiação ionizante, tendo em vista os resultados dos estudos provenientes dos sobreviventes da bomba atômica, exposições médicas e aquelas resultantes de acidentes e testes nucleares (UNSCEAR, 2000).

Preston et al (2007) relataram uma associação, estatisticamente significativa, entre a exposição à radiação e várias neoplasias na coorte dos sobrevivente da bomba atômica de Hiroshima e Nagasaki. Entre as localizações que apresentaram os maiores coeficientes de risco (RR) encontram-se o câncer de pele do tipo não melanoma, bexiga, tireóide, mama feminina, pulmão, cólon, estômago e esôfago. Entre aqueles que possuem poucas evidências de associação com a radiação, incluem-se a leucemia linfocítica crônica, câncer de pâncreas, próstata, útero, rins e vesícula biliar.

Desde 1995, o município de Monte Alegre no Estado do Pará, tem sido alvo de denúncias acerca de um possível aumento no número de casos de câncer devido à exposição a radioatividade natural. No entanto, não existe até o momento nenhuma evidência científica que aponte um aumento na incidência ou na mortalidade por câncer na região.

Estudos anteriores, realizados pela Comissão Nacional de Energia Nuclear, assinalaram que os níveis de radiatividade natural em Monte Alegre são até mesmo menores que aqueles encontrados em outras cidades do Brasil e do mundo, onde não foi detectado aumento na incidência de câncer atribuído à radioatividade natural (Melo, 1999).

Devido aos problemas econômicos e sociais causados ao município por esta questão, amplamente explorados pela imprensa local e nacional, o Ministério da Saúde através do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ) fomentou o desenvolvimento de investigações na região. Os objetivos de tais investigações contemplavam realizar uma ampla caracterização radiológica nas áreas urbanas e rurais, assim como uma avaliação epidemiológica, incluindo a análise do padrão da mortalidade por câncer e por todas as causas de morte, da incidência de câncer, da morbidade referida, além do estudo de biomarcadores genéticos em residentes do Município de Monte Alegre.

O objetivo desse artigo foi responder se existe um aumento da ocorrência de neoplasia maligna no município de Monte Alegre, com base em uma avaliação da existência de excesso de risco de mortalidade e incremento nas estimativas da incidência.

Metodologia

Mortalidade por câncer

A partir da base de dados de mortalidade referentes ao período de 1981 a 2005, provenientes do Sistema de Informações sobre Mortalidade (SIM) do Ministério da Saúde foram estimadas as Razões Padronizadas de Mortalidade (*Standardized Mortality Ratios – SMR*) para o município de Monte Alegre, bem como nos municípios vizinhos de Alenquer e Prainha, ambos analisados como áreas controle devido a ausência de exposição à radioatividade natural.

Foram calculadas SMRs, e seus respectivos intervalos de confiança de 95% (Checkoway et al., 1989), para todas as causas de óbitos e para localizações anatômicas de neoplasias selecionadas. A mortalidade observada nos municípios de estudo foi comparada com os óbitos esperados caso a população de estudo apresentasse a mesma magnitude de mortalidade da população de referência, constituída pela população geral do estado do Pará durante o mesmo período.

Os óbitos esperados foram calculados aplicando-se as taxas de mortalidade da população padrão no período de 1981-2005 por sexo e faixa etária (0-4, 5-9, 10-14, 15-19, 20-29, 30-39, 40-49, 50-59, 60-69, 70-79 e 80+) nas populações dos municípios de estudo para o mesmo período e faixa etária. O total de óbitos esperados é dado pela soma dos óbitos esperados para cada faixa etária.

A SMR é dada pela razão observado/esperado multiplicado por 100. Um valor de SMR menor que a unidade de centena (100) significa que o número de óbitos do local é menor do aquele que se esperaria para o grupo em estudo caso a população apresentasse a mesma mortalidade que a população da região padrão.

As SMRs do município de Monte Alegre foram posteriormente comparadas com aquelas referentes aos municípios controles, obtendo-se uma aproximação das estimativas da razão de riscos de mortalidade (RR) entre ambas a partir da razão das SMRs, com os respectivos intervalos de confiança.

Posteriormente, a razão de chances de mortalidade por câncer (*Cancer Mortality Odds Ratio - CMOR*) foi determinada com o objetivo de estimar a chance de morte por câncer em Monte Alegre comparado com o estado do Pará. Para realizar o cálculo do CMOR, o grupo de

exposição foi formado pelo conjunto de óbitos por tipos específicos de neoplasias em Monte Alegre, e utilizados como controle todos os óbitos do estado do Pará, exceto aqueles decorrentes de neoplasias e doenças mal definidas (Miettinen and Wang, 1981).

Incidência de câncer

No Brasil, as estimativas de incidência de câncer são efetuadas como base das informações geradas pelos Registros de Câncer de Base Populacional (RCBP), onde são calculadas as taxas de incidência de câncer para uma determinada região e extrapoladas para os demais municípios. Atualmente existem 19 RCBP com informações disponíveis, quase em sua totalidade, localizados em capitais. A região Norte conta com os RCBP de Belém e Manaus (24 % da população da região), inexistindo serviço similar no município de Monte Alegre.

Na tentativa de suprir a ausência de RCBP em Monte Alegre e nos municípios controles, foram realizadas três diferentes abordagens para avaliar a incidência e prevalência de câncer nos municípios estudados: a) estimativa da incidência a partir dos dados obtidos nos centros de diagnósticos para câncer b) estimativa da incidência utilizando a base de dados do Sistema de Informações Hospitalares do Sistema Único de Saúde (SIH-SUS) e formulários de Autorização de Internação Hospitalar (AIH) e, c) estimativa da prevalência de câncer utilizando dados primários obtidos no inquérito populacional realizado na região em 2007/2008.

Três centros de diagnósticos de câncer atendem os residentes de Monte Alegre, Alenquer e Prainha e são considerados centros de referência na região. São eles: Laboratório Patologia Clínica de Santarém (Santarém/PA), Hospital Ofir Loyola (Belém/PA) e Fundação Centro de Controle de Oncologia do Estado do Amazonas – FCECON (Manaus/AM). Estes três centros fazem basicamente toda a cobertura de diagnóstico de câncer dos municípios de estudo. Foi realizado um levantamento de todos os casos de câncer provenientes dos municípios de Monte Alegre, Alenquer e Prainha, diagnosticados e/ou acompanhados naqueles três centros durante o período de 2000 a 2003. Em cada centro, foram resgatados todos os pacientes com diagnóstico de câncer e, para cada paciente, foram levantados dados de município de residência, sexo, idade, data do diagnóstico e morfologia tumoral. Os casos foram identificados e foi efetuada a compatibilização dos registros a fim de evitar

duplicidade.

A estimativa de casos de câncer incidentes a partir do Sistema de Informações Hospitalares do Sistema Único de Saúde (SIH-SUS) e formulários de Autorização de Internação Hospitalar (AIH) foi realizada tendo como base a identificação do paciente (data de nascimento, sexo, local de residência e data de internação) e do campo de diagnóstico principal com base nos códigos de classificação da CID-10 (C00-C97) que contempla os casos de neoplasia. Foram excluídas as internações subsequentes de um mesmo paciente quando este apresentasse o mesmo CID, buscando evitar superestimação das informações. Foi realizada uma análise descritiva dos casos incidentes dos centros de diagnóstico e das internações hospitalares pela população de cada município no período de 2000 a 2003.

A estimativa da prevalência de câncer nos municípios de estudo foi efetuada a partir de base de dados primária obtida no inquérito de base populacional realizado em 2007/2008. O inquérito de morbidade foi realizado em 413 residências em Monte Alegre, 236 residências em Alenquer e 121 residências em Prainha. As residências foram selecionadas através de amostragem por conglomerados com dois estágios de seleção e auto-ponderada para o município de Monte Alegre e para os municípios controles. As unidades primárias de amostragem foram os setores censitários e as unidades secundárias os domicílios. Os setores censitários foram selecionados de forma sistemática e proporcional a uma medida de tamanho (número cadastrado de domicílios em cada setor). A adoção deste procedimento teve como objetivo maior o espalhamento da amostra, pois sendo os setores numerados segundo sua localização geográfica partindo do centro para a periferia, garante-se desta maneira uma melhor distribuição da amostra, ou seja, uma seleção que resulte em uma amostra representativa do conjunto dos setores censitários.

Cada um dos domicílios sorteados no processo de amostragem foi para a realização de entrevistas com cada morador. As informações foram coletadas em questionários validados aplicados por entrevistadores, sendo respondidos diretamente pelos participantes com idade igual ou maior que 15 anos, ou pelos responsáveis pelos menores com idade aquém daquele ponto de corte. O inquérito teve a finalidade de descrever o perfil de morbidade referida e o padrão de uso de serviços de saúde. Neste artigo, estaremos avaliando somente se a pessoa reportou diagnóstico prévio de neoplasia. Desta forma, dentre as perguntas do questionário foi selecionada somente aquela referente à presença de antecedentes pessoais de neoplasia: “Algum médico já disse que o(a) Sr.(a) tem ou já teve câncer?”.

Resultados

Mortalidade por câncer

No período de 1981 a 2005 foram observados 3603 óbitos no município de Monte Alegre, com aproximadamente 18% do total de óbitos entre os menores de cinco anos e 40% entre os maiores de 70 anos, e mais frequentes em homens (60%). Entre os óbitos por causas definidas, as doenças do aparelho circulatório foram a causa de morte mais freqüente, correspondendo a 13% do total de óbitos, seguida pelas doenças infecciosas e parasitárias (7%). As neoplasias foram a quinta causa de óbito, sendo responsável por 149 mortes (4% do total) e as localizações anatômicas mais freqüente foram estômago (19%) seguido dos brônquios e pulmões (8%) (Melo et al, em preparação).

A Tabela 1 apresenta a SMR e as razões de risco por todas as causa de morte e pelas principais localizações anatômicas de neoplasias. Os valores de SMR encontrados para Monte Alegre foram similares aos dos municípios controles, tendo Monte Alegre SMR de 72,9 (IC 95% 70,5 -75,3) e os municípios controle SMR de 75,2 (IC 95% 76,2-77,3), apresentado uma redução estatisticamente significativa comparada com o estado do Pará utilizado como referência.

Em relação às neoplasias, ocorreram 149 mortes por câncer em Monte Alegre comparadas com as 361 que seriam esperadas tendo como base a população de referência (SMR=41,3; IC 95% 34,9-48,5). Nos municípios controles ocorreram 167 mortes por câncer durante o mesmo período, sendo esperadas 474 (SMR=35,2; IC 95% 30,1-41,0).

Na análise das SMR para neoplasias em localizações selecionadas na população de Monte Alegre, foram observadas reduções estatisticamente significativas para estômago (SMR=50,3; IC 95% 33,6-72,3), pulmão (SMR= 30,2; IC 95% 16,0-51,8), mama feminina (SMR= 21,7; IC 95% 5,6-56,0), colo de útero (SMR= 43,8; IC 95% 22,5-76,7) e próstata (SMR= 34,8; IC 95% 13,8-72,1). Foram também verificadas reduções para câncer de esôfago, bexiga e leucemias, embora sem significância estatística. A mortalidade por neoplasias nos municípios controles também se apresentou aquém da esperada, com significância estatística para todas as localizações, exceto para câncer de bexiga. A razão de riscos entre Monte Alegre e municípios controle (SMR_{MA}/SMR_{MC}) tampouco revelou excesso de risco estatisticamente significativo nas diferentes localizações tumorais. Leucemia foi a única

localização que apresentou significância estatística (RR=3,1; CI=1,08-8,94) quando analisado para a população gera.

A Tabela 2 informa os resultados da razão de chances de mortalidade por câncer (CMOR). Considerando o grupo das neoplasias, foi observada uma chance menor de morte por todos os cânceres, com significância estatística limítrofe, para Monte Alegre (CMOR 0,8; IC 95% 0,7-1,0) e para os municípios vizinhos (CMOR 0,9; IC 95% 0,7-1,0). Foi detectado um discreto aumento na razão de chances, estatisticamente não significativo, para câncer de esôfago, estômago, cólon/reto/ânus e leucemia, em Monte Alegre, e para estômago, colo de útero e próstata nos municípios controles.

Incidência de câncer

A Tabela 3 apresenta a distribuição de casos novos de câncer identificados nos centros de diagnósticos e o número de internações hospitalares por câncer nos municípios analisados, no período de 2000 a 2003. Em Monte Alegre foram identificados 60 novos casos de câncer, 59 no município de Alenquer e 8 em Prainha. A análise descritiva dos casos incidentes pela população de Monte Alegre revelou o menor coeficiente em 2002 e o maior 2001, com 9,7 e 32,9/100000 habitantes respectivamente. Em Monte Alegre e Alenquer câncer de colo do útero foi o mais freqüente, respectivamente 32% e 46%, seguido de câncer de pele com 15% e 4% e câncer de mama com 15% e 4%. Em Prainha câncer de colo de útero também foi o mais freqüente com 38%, porém cabe ressaltar o reduzido número de casos diagnosticados do período.

De acordo com o banco de dados de internações hospitalares (AIH), ocorreram 103 internações tendo como causa primária neoplasia maligna em residentes de Monte Alegre, 25 internados de Alenquer e 34 de Prainha. A análise descritiva das taxas de incidência de câncer nos municípios estudados, utilizando as internações por neoplasias da AIH, revela que elas apresentaram menor magnitude em Monte Alegre, no período 2000-2001. Assim, em 2001 foram da ordem de 8,2/100.000 em Monte Alegre, 18,7/100.000 em Alenquer e 27,0/100.000 em Prainha. Nos anos de 2002-2003, este padrão inverteu-se, sendo as taxas observadas em 2003, respectivamente, de 96,2/100.000 em Monte Alegre, 28,5/100.00 em Alenquer e 33,5/100.000 em Prainha.

Em Monte Alegre, a principal causa de internação por neoplasia foi o câncer do corpo

do útero com 66% (n=68), seguido de câncer dos gânglios linfáticos com 6,8% (n=7) do total de internações. Quando analisado anualmente é possível observar que as internações devido ao câncer do corpo de útero (miométrio) ocorreram nos anos de 2002 e 2003, sendo responsáveis por mais de 70% do total de internações.

No inquérito de morbidade, realizado em Monte Alegre, foram entrevistadas 1.183 pessoas com mais de 15 anos, sendo a prevalência de câncer entre elas da ordem de 0,51% (6 casos). Em Alenquer foram entrevistadas 661 pessoas e a prevalência de câncer foi de 0,45% (3 casos) e em Prainha entre as 339 entrevistas realizadas foi identificado 1 caso, revelando uma prevalência de 0,29%.

Discussão

A mortalidade por todas as causas e devido a neoplasias nos residentes de Monte Alegre foi similar aos municípios controles. Não foi encontrado excesso de mortes quando comparados com a população do Estado do Pará, utilizada como referência. Foi encontrado um valor reduzido de SMR, estatisticamente significativo, para neoplasias tanto em Monte Alegre quanto nos municípios vizinhos. A razão de riscos entre Monte Alegre e municípios controle (SMR_{MA}/SMR_{MC}) para leucemias foi a única que apresentou significância estatística ($RR=3,1$; $CI=1,08-8,94$). No entanto, não se observou excesso de mortes para leucemia em Monte Alegre ($SMR= 60,6$; $95\% CI: 30,1-108,6$) e nos municípios controles ($SMR= 19,5$; $95\% CI: 6,2-45,9$). Embora a estimativa do risco de morte por leucemia em Monte Alegre seja 3 vezes maior do que aquele observado nos municípios controles, as razões de mortalidade tanto em Monte Alegre como nos municípios controle, são individualmente menores do que o esperado e se baseiam em 11 óbitos por leucemias em Monte Alegre e 5 óbito nos municípios controles.

As estimativas da CMOR mostraram o mesmo padrão daquele encontrado nas análises da SMR. Vale lembrar que a CMOR é considerada uma estimativa mais robusta, uma vez que o risco de morte por uma causa específica é estimado tendo como base todas as outras causas de morte (Miettinen and Wang, 1981).

No Brasil, Veiga & Koifman (2005) avaliaram o padrão de mortalidade por neoplasias de algumas regiões brasileiras consideradas de radioatividade natural elevada, como Poços de Caldas, Araxá e Guarapari, utilizando a Razão Padronizada de Mortalidade por câncer. Nas

três áreas, a mortalidade por câncer foi maior do que esperada, tendo como base as respectivas populações dos estados de Minas Gerais e Espírito Santo como referência. Para Poços de Caldas, observou-se um aumento significativo na mortalidade por câncer de estômago (SMR=143, IC 95% 120–170), pulmão (SMR=138, IC 95% 114–166), mama (SMR=166, IC 95% 131–207) e leucemia (SMR=154, IC 95% 114–204). Em Guarapari, foi observado um aumento significativo na mortalidade para câncer de esôfago (SMR=160, IC 95% 115–216), estômago (SMR=169, IC 95% 136–208), pulmão (SMR=156 IC 95% 123–195) e próstata (SMR=197, IC 95% 145–261), enquanto que para Araxá foi observado excesso de óbitos por câncer de próstata, porém não significativo (SMR=132, IC 95% 92–184).

Na Índia, Jayalekshmi et al (2005) relataram dados da incidência de câncer de um registro de câncer de base populacional estabelecido em 1990 na costa de Kerala, área de radioatividade natural elevada. A taxa padronizada de incidência de câncer observada foi de 104,2 para homens e 74,8 para mulheres, não sendo diferente da incidência observada em outras áreas da Índia onde funcionam registros de base populacional. Em uma análise preliminar, os níveis de radiação observados na região foram classificados em alto, médio e baixo, e a taxa de incidência de câncer estimada para cada grupo com diferentes níveis de radiação. Nenhum aumento aparente na incidência geral de câncer foi observado para ambos os sexos com relação aos níveis de radiação.

No Irã (Mosavi-Jarrahi et al, 2005), a Razão Padronizadas de Incidência (*Standardized Incidence Ratio – SIR*) foi utilizada para comparar a magnitude da distribuição de câncer na área de radioatividade natural elevada com uma área de radioatividade normal (controle). A Razão Padronizada de Mortalidade (*Standardized Mortality Ratio – SMR*) foi utilizada para comparar a magnitude da mortalidade da área de radiação natural elevada com a mortalidade da população geral do Irã. Embora, a incidência de câncer tenha sido superior para as mulheres residentes na área de radioatividade natural elevada (SIR=1,5), este aumento não foi estatisticamente significativo. A SMR também não revelou excesso de morte estatisticamente significativo.

Embora alguns estudos ecológicos sugiram uma associação entre exposição à radiação natural e câncer, os resultados deste tipo de delineamento epidemiológico apresentam limitações para a determinação do nexos causal, uma vez que são particularmente sensíveis a ausência de ajustamento pelos fatores de confundimento (Court Brown et al, 1960; Knox et al, 1988).

Estudos com sobreviventes da bomba atômica mostraram que, com exceção do câncer de próstata, leucemia linfocítica crônica, câncer de pâncreas, útero, rins e vesícula biliar, a maioria dos outros cânceres podem ser radioinduzidos. Segundo Preston (2007), os que apresentam os maiores coeficientes de risco, são: câncer de pele do tipo não melanoma, bexiga, tireóide, mama feminina, pulmão, cólon, estômago e esôfago. No entanto, a radiação não seria o único nem o principal fator de risco associado a essas neoplasias. Para o câncer de pulmão, o fumo apresenta um risco atribuível em expostos superior a 80% e para câncer de mama, uma gama de fatores genéticos, reprodutivos e de hábitos de vida compartilham com a exposição à radiação o multicausalidade desta neoplasia. Para a leucemia, os fatores de risco ainda não são bem determinados, tendo já sido apontado possíveis fatores viróticos, exposições ambientais (pesticidas e radiação eletromagnética), fatores socioeconômicos e exposição a benzeno e derivados de petróleo.

Uma característica importante de Monte Alegre é a importância de sua atividade agrícola na produção de produtos horti-frutigranjeiros, com uso intensivo de pesticidas. A associação entre a exposição a pesticidas e leucemias encontra-se razoavelmente debatida na literatura (Buffler et al. 2005; Zahm & Devesa, 1995). Um estudo realizado na região Serrana do Rio de Janeiro, importante polo na produção de hortifrutigranjeiros, apontou aumento no risco de morte por câncer de esôfago em trabalhadores rurais (Meyer et al., 2003).

Em resumo, além da radiação natural e de fatores como dieta, fumo e predisposição genética, que apresentam importantes contribuições para alguns cânceres, a população de Monte Alegre também pode ter exposições importantes a pesticidas utilizados na agricultura, principalmente a população rural. No entanto, não se dispõe de dados consistentes sobre o uso de pesticidas na região para consubstanciar esta discussão.

Estudos que avaliam a morbimortalidade relacionados às doenças neoplásicas como um todo são importantes para o monitoramento da mortalidade no Brasil, permitindo caracterizar populações de risco em regiões específicas, de modo a otimizar a definição e implementação de políticas de saúde pública. Porém, as bases de dados secundários de neoplasia a nível local ainda necessitam de investimentos para oferecer informações com melhor qualidade, possibilitando efetuar estimativas mais fidedignas. A subnotificação de casos é um sério obstáculo ao conhecimento de importantes indicadores epidemiológicos, limitando o uso dos dados provenientes dos sistemas de informação na maioria dos municípios brasileiros.

A principal limitação desse estudo está relacionada com a baixa qualidade dos dados de mortalidade na região Norte, no Sistema de Informações sobre Mortalidade (SIM) do Ministério da Saúde. Este sistema foi implantado em 1976 e, embora desenhado como um sistema de base populacional, ainda apresenta dados com deficiência na cobertura em municípios nas regiões e principalmente no que se refere à qualidade das informações com uma proporção elevada de mortes por causas mal definidas (Andrade, 2007). Esta situação, identificada especialmente em municípios mais pobres, reflete a falta de acesso aos bens e serviços públicos.

A alta proporção de mortes por causas mal definidas ocorre principalmente pela falta de acompanhamento e assistência médica, que dificulta a especificação da causa básica de morte na declaração de óbito. Por outro lado, a não valorização das informações fornecidas por familiares, assim como, a inexistência, ou atuação limitada, dos serviços de verificação de óbitos (SVO), são fatores primordiais para o aumento da utilização do termo causa indeterminadas (Laurenti et al, 2008; Barreto et al 2000).

Na região Norte, com sua extensa área rural, e nos municípios de pequeno porte, a autópsia verbal seria uma estratégia importante para a redução das causas de morte mal definidas. Esse instrumento de coleta de dados se baseia em entrevistas com parentes da pessoa falecida para chegar à doença que mais provavelmente foi a causa básica de óbito (Laurenti et al, 2008; Barreto et al 2000). A autópsia verbal nos casos das neoplasias malignas seria fundamental, pois são doenças que apresentam, na maioria vezes em algum momento de sua evolução, um quadro clínico com grau de gravidade elevado, implicando no acesso do paciente ao serviço de saúde e na tomada de conhecimento por parte dos familiares de aspectos relacionados ao diagnóstico da doença. Entretanto, é comum que o óbito desses pacientes ocorra no domicílio e o atestado de óbito reporte morte sem assistência médica e muitas informações que poderiam ser resgatadas com a família são perdidas.

Nos últimos anos, o Ministério da Saúde promoveu a descentralização das atividades relacionadas a coleta, codificação e processamento da declaração de óbito do nível regional, o estado, para o nível local, o município (Ministério da Saúde; 1999). No entanto, a ausência de um quadro suficiente de pessoal treinado e qualificado a nível local para o desempenho das atividades no momento que ocorreu a descentralização pode ter comprometido a eficiência do sistema em algumas regiões.

Alguns estudos tentaram, através da busca ativa de óbitos, identificar eventos não

notificados, ou mesmo desconhecidos do sistema de saúde, a fim de melhorar a cobertura dos dados do SIM. Porém, para áreas com baixa cobertura dos serviços de saúde, especialmente na zona rural, a estratégia de captação dos óbitos a partir do registro civil via cartórios tem se mostrado insuficiente (Barreto et al 2000; Frias et al. 2008; Mello Jorge et al. 1997; Santo, 2008).

A ausência, no município de Monte Alegre, de um registro de câncer de base populacional constitui-se em uma limitação importante para se efetuar o diagnóstico da incidência de câncer. A quase totalidade dos municípios brasileiros não dispõe de RBPC, sendo suas estimativas de câncer feitas a partir dos 19 RCBP localizados principalmente nas capitais. A extrapolação das estimativas obtidas para o conjunto dos municípios de uma determinada região é aceitável em áreas em que se observa uma homogeneidade populacional, sendo utilizada para como fonte de informações pelo Instituto Nacional de Câncer. Entretanto esta não é a situação observada na região Norte onde os municípios do interior apresentam elevado percentual de população rural e uma rede de atenção de saúde limitada. Esta dificuldade tem que ser enfrentada e superada para atender a necessidade de respostas, tanto do governo quanto da sociedade civil, diante da possibilidade de uma exposição de risco.

Um dos objetivos iniciais desse estudo era responder se a população residente em Monte Alegre e nos municípios controles apresentava um perfil epidemiológico de incidência de câncer distinto daquele que se poderia esperar, considerando a incidência da doença observada no registro de base populacional de Belém. Porém, muitos dos casos de câncer de residentes nos municípios de interesse identificados nos centros de diagnóstico de neoplasias não apresentavam a informação de idade, dado essencial para estimar a SIR. Diante dessa limitação, observou-se que a análise descritiva dos casos incidentes pela população não revelou aumento relevante em Monte Alegre e nos municípios controles no período 2000-2003, especialmente quando consideramos as principais localizações anatômicas associadas à exposição à radiação ionizante.

Quando foi comparada a informação de casos incidentes obtidos nos centros de diagnósticos com a de internações hospitalares, observou-se uma grande diferença nos anos 2002 e 2003, sendo o dado de internações 70% mais elevado. Entretanto, a análise da distribuição segundo localização anatômica revelou que o incremento observado foi devido a internações classificadas como câncer de corpo de útero. Esta relação câncer colo útero/câncer de corpo de útero não é observada nos países em desenvolvimento e seria pouco provável que

realmente ocorresse em Monte Alegre. Este fato sugere um erro na codificação da causa de internação com muitos casos de neoplasia benigna do corpo do útero (D26) sendo classificado como câncer de corpo de útero, miométrio (C54.2).

Uma tentativa de verificar a validade da utilização das informações da AIH como indicador da incidência de câncer foi comparar a distribuição das AIHs com os dados do registro de câncer disponíveis para o município de Belém no ano de 1998. A razão entre o número de internações pelo SUS e de casos do registro de câncer em Belém foi de 2:1. Isto é, houve o dobro de internações por neoplasias malignas comparado com o número de novos casos de câncer informados no RCBP de Belém. Enquanto que no registro de Belém, em 1998, a neoplasia mais prevalente foi a de colo de útero (12,4%), seguida de traquéia/brônquios/pulmão (11,9%), as neoplasias mais frequentes nas internações pelo SUS foram colo do útero (13,5%) e útero não especificado (9,7%).

Entre os estudos que avaliaram a confiabilidade dos dados do AIH, Veras & Martins (1994) que realizou a confiabilidade dos diagnósticos registrados nos formulários de autorização de internação hospitalar (AIH) no Rio de Janeiro e encontrou 31% de não-respostas ou perdas. Em 2002, outro estudo avaliou o Sistema de Informações Hospitalares e a assistência ao infarto agudo do miocárdio, que apresentou uma perda muito reduzida em relação à amostra sorteada, sendo representativo das internações registradas com o diagnóstico principal de Infarto Agudo do Miocárdio no SIH/SUS no município estudado (Escosteguy et al, 2002). Porém o estudo foi feito no Rio de Janeiro que apresenta dados melhores que Pará e foi feito para infarto e não câncer.

É importante ressaltar, no tocante à avaliação da cobertura do SIH, que este sistema contempla as internações realizadas na rede pública e conveniada com o SUS. Segundo Levcovitz (1993) a cobertura chega a 80% do universo de internações hospitalares ocorridas na população, variando em função dos níveis de complexidade dos procedimentos realizados.

Conclusão

A distribuição da mortalidade e da incidência de câncer no Município de Monte Alegre, comparada com a observada nos municípios de Alenquer e Prainha, não apresenta evidências de um excesso de mortes nem de casos de câncer em Monte Alegre que possa ser atribuível à exposição à radioatividade natural.

Tabela 1: Mortalidade observada e esperada por todas as causas de mortes e pelas diferentes localizações anatômicas de neoplasias, Razões Padronizadas de Mortalidade (SMRs) e risco relativos (RR) para Monte Alegre e para os dois municípios de comparação (Alenquer e Prainha), para população geral e sexos masculino e feminino, 1981-2005

		Monte Alegre			Municípios controles			
CID-10	Causa de morte	Obs	Exp PA	SMR _{MA} (95% CI)	Obs	Exp PA	SMR _{MC} (95% CI)	RR ² *(95% CI)
População Geral								
A00–Z99	Todas as causas	3603	4942,2	72,9 (70,5 -75,3)	5104	6786,1	75,2 (76,2-77,3)	0,97 (0,93-1,01)
C00–C97	Todas neoplasias	149	361,0	41,3 (34,9-48,5)	167	474,2	35,2 (30,1-41,0)	1,17 (0,94-1,46)
C15	Esôfago	4	7,8	51,6 (13,4-133,3)	1	10,0	10,0 (0-57,1)	5,2 (0,58-46,17)
C16	Estômago	29	57,7	50,3 (33,6-72,3)	33	74,6	44,1 (30,3-62,0)	1,14 (0,69-1,88)
C18-C21	Colon/reto/anus	8	15,9	50,3 (21,5-99,5)	4	20,7	19,4 (5,0-50,0)	2,6 (0,78-8,61)
C33–C34	Pulmão	13	43,1	30,2 (16,0-51,8)	17	55,9	30,4 (17,7-48,8)	0,99 (0,48-2,05)
C50	Mama feminina	4	18,5	21,7 (5,6-56,0)	3	23,2	12,9 (2,43-38,2)	1,68 (0,38-7,52)
C53	Colo de útero	12	27,4	43,8 (22,5-76,7)	12	36,4	33,0 (17,0-57,8)	1,32 (0,60-2,95)
C61	Próstata	7	20,1	34,8 (13,8-72,1)	11	25,1	43,8 (21,8-78,7)	0,79 (0,31-2,05)
C67	Bexiga	1	3,9	25,5 (0,01-146,5)	2	5,1	39,6 (3,7-145,5)	0,64 (0,06-7,10)
C91–C95	Leucemias	11	18,1	60,6 (30,1-108,6)	5	25,6	19,5 (6,2-45,9)	3,1 (1,08-8,94)
Sexo masculino								
A00–Z99	Todas as causas	2171	3003,2	72,3 (69,3-75,4)	3045	4096,6	74,3 (71,7-77,0)	0,97 (0,92-1,03)
C00–C97	Todas neoplasias	85	196,8	43,2 (34,5-53,4)	102	255,3	40,0 (32,6-48,5)	1,08 (0,81-1,44)
C15	Esôfago	3	6,5	46,3 (8,7-137,0)	1	8,3	12,0 (0-68,9)	0,36 (0,40-37,09)
C16	Estômago	23	40,3	57,1 (36,1-85,8)	24	51,7	46,4 (29,7-69,1)	1,23 (0,69-2,18)
C18-C21	Colon/reto/anus	4	7,0	56,9 (14,8-147,2)	4	9,0	44,3 (11,5-114,5)	1,28 (0,32-5,13)
C33–C34	Pulmão	11	32,0	34,3 (17,0-61,6)	15	41,0	36,6 (20,4-60,5)	0,94 (0,43-2,04)
C61	Próstata	7	20,1	34,8 (13,8-72,1)	11	25,1	43,8 (21,8-78,7)	0,79 (0,31-2,05)
C67	Bexiga	0	2,8	0	1	3,6	28,2 (0,01-161,6)	0
C91–C95	Leucemias	7	10,7	65,4 (25,9-135,5)	3	15,0	19,9 (3,8-59,0)	3,29 (0,85-12,71)

Continuação tabela 1

		Monte Alegre			Municípios controles			
CID-10	Causa de morte	Obs	Exp PA	SMR _{MA} (95% CI)	Obs	Exp PA	SMR _{MC} (95% CI)	RR ^{2*} (95% CI)
Sexo feminino								
A00-Z99	Todas as causas	1432	1978,5	72,4 (68,7-76,2)	2059	2734,3	75,3 (72,1-78,6)	0,96 (0,90-1,03)
C00-C97	Todas neoplasias	64	166,1	38,5 (29,7-49,2)	65	220,4	29,5 (22,8-37,6)	1,31 (0,92-1,84)
C15	Esôfago	1	1,7	60,4 (0,02-346,2)	0	2,2	0	0
C16	Estômago	6	18,6	32,3(11,6-70,8)	9	24,4	37,0 (16,8-70,5)	0,87 (0,31-2,45)
C18-C21	Colon/reto/anus	4	8,8	45,6 (11,8-117,8)	0	11,5	0	0
C33-C34	Pulmão	2	12,1	16,5 (1,6-60,7)	2	15,9	12,6 (1,2-46,2)	1,31 (0,18-9,30)
C50	Mama feminina	4	18,5	21,7 (5,6-56,0)	3	23,2	12,9 (2,43-38,2)	1,68 (0,38-7,52)
C53	Colo de útero	12	27,4	43,8 (22,5-76,7)	12	36,4	33,0 (17,0-57,8)	1,33 (0,60-2,95)
C67	Bexiga	1	1,2	81,5 (0,03-467,3)	1	1,6	62,3 (0,02-357,1)	1,31 (0,08-20,92)
C91-C95	Leucemias	4	7,0	57,3 (14,9-148,2)	2	9,9	20,1 (1,9-73,9)	2,85 (0,52-15,56)

Tabela 2: Razão de chances de mortalidade por câncer (CMOR) para Monte Alegre e municípios, 1981-2005.

Câncer site (CID-10)	CMOR _{MA} (95% CI)	CMOR _{MC} (95% CI)
Todas neoplasias (C00–C97)	0,8 (0,7 - 1,0)	0,9 (0,7 - 1,0)
Esôfago (C15)	1,1 (0,4 - 3,0)	0,2 (0,01- 1,5)
Estômago (C16)	1,1 (0,7 - 1,6)	1,0 (0,7 - 1,5)
Cólon/reto/ânus (C18-C21)	1,2 (0,6 - 2,5)	0,5 (0,2 - 1,4)
Pulmão (C33–C3)	0,6 (0,4 - 1,1)	0,8 (0,5 - 1,2)
Mama feminina (C50)	0,4 (0,4 - 1,2)	0,3 (0,1 - 0,9)
Colo de útero (C53)	0,8 (0,4-1,5)	1,1 (0,7 - 1,5)
Próstata (C61)	0,8 (0,4 - 1,8)	1,1 (0,6 - 2,1)
Bexiga (C67)	0,6 (0,03 - 3,6)	-
Leucemias (C91–C95)	1,2 (0,7 - 2,3)	0,5 (0,2 - 1,2)

Tabela 3: Distribuição de casos novos de câncer identificados nos centros de diagnósticos e internações hospitalares de câncer nos municípios de Monte Alegre, Alenquer e Prainha no período de 2000 a 2003.

Ano	Casos de câncer novos*	Internações câncer AIH	casos novos/pop**	AIH/pop***
Monte Alegre				
2000	14	8	22,8	13,0
2001	20	5	32,9	8,2
2002	6	29	9,7	46,7
2003	20	61	31,5	96,2
Alenquer				
2000	22	10	102,2	46,4
2001	16	4	74,9	18,7
2002	9	5	42,4	23,6
2003	12	6	56,9	28,5
Prainha				
2000	1	7	3,7	25,6
2001	3	8	10,2	27,0
2002	3	9	10,1	30,3
2003	1	10	3,4	33,5

* identificados nos centros de diagnóstico: Laboratório Patologia Clínica de Santarém (Santarém/PA), Hospital Ofir Loyola (Belém/PA) e Fundação Centro de Controle de Oncologia do Estado do Amazonas – FCECON (Manaus/AM)

** (casos novos de câncer/ população) x 100.000 habitantes

*** (internações hospitalares de câncer/ população) x 100.000 habitantes

Bibliografia

- Andrade CLT, Szwarcwald, CL. Desigualdades sócio-espaciais da adequação das informações de nascimentos e óbitos do Ministério da Saúde, Brasil, 2000-2002. *Cad Saúde Pública* 2007; 23:1207- 16.
- Barreto IC, Pontes LK, Correa L. Vigilância de óbitos infantis em sistemas locais de saúde avaliação da autópsia verbal e das informações dos ACS. *Rev Panam Salud Pública* 2000; 7:303-12.
- Boice J.D, Mumma M.T e Blot W.J. Cancer and noncancer mortality in populations living near uranium and vanadium mining and milling operations in Montrose County, Colorado, 1950–2000 *Radiat. Res.* 2007; 167: 711–26.
- Buffler PA, Kwan ML, Reynolds P, Urayama KY. Environmental and Genetic Risk Factors for Childhood Leukemia: Appraising the Evidence. *Cancer Investigation*, 2005; 1:60–75.
- Checkoway H.; Pearce, N. & Crawford-Brown,D. J. *Research Methods in Occupational Epidemiology*. New York: Oxford University Press. 1989
- Costa MR, Marcopito LF. Mortalidade por causas mal definidas, Brasil, 1979-2002, e um modelo preditivo para idade. *Cad. Saúde Pública*, 2008; 24(5):1001-1012
- Court Brown, WM, Doll R, Spiers FW. Geographical variations in leukaemia mortality in relation to background radiation and other factors. *Br. Med. J.* 1960; 1:1753-1759.
- Escosteguy CC, Portela MC, Medronho RA e Vasconcellos MTL. O Sistema de Informações Hospitalares e a assistência ao infarto agudo do miocárdio. *Rev Saúde Pública* 2002; 36(4):491-9
- Frias PG, Pereira P MH, Andrade CLT, Szwarcwald CL. Sistema de Informações sobre Mortalidade: estudo de caso em municípios com precariedade dos dados. *Cad. Saúde Pública*, Rio de Janeiro, 24(10):2257-2266, out, 2008
- Jayalekshmi, P., Gangadharan, P., Binu., V.S., Nair, R.R.K., Nair, M.K., Rajan, B., Akiba, S. What did we learn from epidemiology studies in high background area in India. In *Proc. Of 6th International Conference on High Levels of Natural Radiation and Radon Areas*. Kinki University, Osaka, Japan. *International Congress Series* 2005; 1276; 102-105.
- Knox EG, Stewart AM,. Gilman C. Background radiation and childhood cancer. *J. Radiological Protection*, 1988; 8:9-18.
- Laurenti R; Mello Jorge MHP; Gotlieb SLD. Mortalidade segundo causas: considerações

- sobre fidedignidade dos dados. Rev Panam Salud Pública 2008; 25(5):349-56.
- Levcovitz, E; Pereira, TRC. SIH/SUS (Sistema AIH): 1983 -1991. Série: Estudos em Saúde Coletiva. Universidade do Estado do Rio de Janeiro – UERJ, n. 57, 1993.
- Mello Jorge MHP, Gotlieb SLD, Andrade SM. Análise dos registros de nascimentos vivos em localidade urbana no Sul do Brasil. Rev Saúde Pública,1997; 31:78-89
- Melo LR, Koifman RJ, Veiga LS, Koifman S. Avaliação da tendência da mortalidade em população residente em área de radiação natural elevada – Estudo de caso: Monte Alegre, PA. Artigo 1- dissertação de mestrado, 2009. Artigo não publicado.
- Melo VP. Avaliação da concentração do ^{222}Rn nos ambientes internos e externos das residências do município de Monte Alegre, PA [Dissertação de mestrado]. Rio de Janeiro (RJ): Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho, Universidade Federal do Rio de Janeiro; 1999.
- Meyer A, Chrisman J, Moreira JCe Koifman S. Cancer mortality among agricultural workers from Serrana Region, state of Rio de Janeiro, Brazil. Environmental Research 2003; 93; 264–271.
- Miettinen OS & Wang JD An Alternative To The Proportionate Mortality Ratio American Journal of Epidemiology 1981; Vol. 114, No. 1: 144-148
- Ministério da Saúde. Sistema de informações sobre mortalidade: manual de procedimentos. Brasília (DF): Ministério da Saúde; 1999
- Monteiro GTR, Koifman RJ, Koifman S. Confiabilidade e validade dos atestados de óbito por neoplasias. II. Validação do câncer de estômago como causa básica dos atestados de óbito no Município do Rio de Janeiro. Cad. Saúde Pública 1997; 13 (Supl.1)52-65.
- Mosavi-Jarrahi, A., Mohagheghi, M., Akiba, S., Yazdizadeh, B., Motamedi, N., Monfared, A.S. Mortality and morbidity from cancer in the population exposed to high level of natural radiation area in Ramsar, Iran. In Proc. Of 6th International Conference on High Levels of Natural Radiation and Radon Areas. Kinki University, Osaka, Japan. International Congress Series 2005; 1276; 106-109.
- Preston DL, Ron E, Tokuoka S, Funamoto S., Nishi N., Soda M., Mabuchi K. e Kodama K. Solid Cancer Incidence in Atomic Bomb Survivors: 1958–1998. Radiation Research 2007; 168, 1–64.
- Santo AH. Causas mal definidas de morte e óbitos sem assistência. Rev Assoc Med Bras 2008; 54(1): 23-8

- UNSCEAR - United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. Sources and effects of ionizing radiation. Report to the General Assembly, with scientific annexes. New York: United Nations; 2000.
- Veiga LHS, Koifman S. Pattern of cancer mortality in some Brazilian HBRA's. In Proc. Of 6th International Conference on High Levels of Natural Radiation and Radon Areas. Kinki University, Osaka, Japan. International Congress Series 2005; 1276:110-113.
- Veras, CMT; Martins, MSA. Confiabilidade dos dados dos formulários de Autorização de Internação Hospitalar (AIH), Rio de Janeiro, Brasil. Cadernos de Saúde Pública, 1994; v. 10, n. 3, p. 339 – 355.
- Zahm SH & Devesa SS. Childhood Cancer: Overview of Incidence Trends and Environmental Carcinogens. Environmental Health Perspectives 1995, v.103, Supplement 6 p.

7 - Conclusão e comentários finais

Os achados do primeiro artigo mostraram que a tendência da mortalidade por neoplasias em Monte Alegre apresenta-se estável. Porém, a qualidade da base de dados de mortalidade não permite análises conclusivas da real situação deste grupo de causa de morte nos municípios analisados.

Os resultados do segundo artigo evidenciaram que a análise das distribuições da mortalidade e da incidência de câncer no Município de Monte Alegre, e aquela observada nos municípios controles, não apresentaram evidências de um excesso de risco de câncer em Monte Alegre.

Os resultados das análises efetuadas em ambos apontam para a necessidade da melhora da qualidade de dados de base secundária para que se possa fazer estimativas mais acuradas da incidência e mortalidade por câncer na região.

Entretanto, com os dados disponíveis pode-se afirmar que atualmente não há evidência científica que assegure um aumento das ocorrências de óbitos neoplasias no município, sendo precipitado e especulativo concluir que a utilização das rochas de urânio estaria ocasionando um aumento na mortalidade por câncer na população de Monte Alegre.

As perspectivas são: Agrupar as informações do levantamento radiológico dos municípios de estudo com análise de mortalidade e incidência, assim como os dados do inquérito de morbidade e avaliação citogenética obtidos no projeto no qual se originou essa dissertação. Levar para a população de Monte Alegre uma resposta aos questionamentos levantados em relação à exposição a radioatividade natural, reiterando que a mesma não está ocorrendo um aumento da mortalidade e da incidência de câncer de sua população.

8 - Referências bibliográficas

- Atlas de Desenvolvimento Humano (PNUD). [acessado durante o ano de 2008, para informações dos índices de desenvolvimento humano]. Disponível em <http://www.pnud.org.br>
- Andrade CLT, Szwarcwald, CL. Desigualdades sócio-espaciais da adequação das informações de nascimentos e óbitos do Ministério da Saúde, Brasil, 2000-2002. *Cad Saúde Pública* 2007; 23:1207- 16.
- Amaral, E.C.S. Modificação da Exposição à Radiação Natural devido a Atividades Agrícolas e Industriais numa Área de Radioatividade Natural Elevada no Brasil. Tese de Doutorado. Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho, UFRJ, 130pp. 1992.
- Affonseca, M.S. Influência da Urbanização na Radiação Natural em Áreas Anômalas. Tese de mestrado. Instituto Militar de Engenharia, RJ. 1993.
- Barreto IC, Pontes LK, Correa L. Vigilância de óbitos infantis em sistemas locais de saúde avaliação da autópsia verbal e das informações dos ACS. *Rev Panam Salud Pública* 2000; 7:303-12.
- Boice J.D, Mumma M.T e Blot W.J. Cancer and noncancer mortality in populations living near uranium and vanadium mining and milling operations in Montrose County, Colorado, 1950–2000 *Radiat. Res.* 2007; 167: 711–26
- Buffler PA, Kwan ML, Reynolds P, Urayama KY. Environmental and Genetic Risk Factors for Childhood Leukemia: Appraising the Evidence. *Cancer Investigation*, 2005; 1:60–75.
- Cardis E. Commentary on information that can be drawn from studies of áreas with high levels of natural radiation. In *Proc. of 6th International Conference on High Levels of Natural Radiation and Radon Areas*. Kinki University, Osaka, Japan. *International Congress Series* 2005, 76:118-123.
- Carmo EH, Barreto ML, Silva JB. Mudanças nos padrões de morbimortalidade da população brasileira: os desafios para um novo século. *Epidemiologia e Serviços de Saúde* 2003; 12(2): 63-75.
- Cervi A, Hermsdorff HHM, Ribeiro RCL. Tendência da mortalidade por doenças neoplásicas em 10 capitais brasileiras, de 1980 a 2000. *Rev. Bras. Epidemiologia* 2005; 8(4): 407-418.
- Cesar, C.L.G., Carandina, L., Alves, M.C.G.P., Barros, M.B., Goldbaum, M. Saúde e condição de vida em São Paulo. Inquérito multicêntrico de saúde no Estado de São Paulo. Faculdade

- de Saúde Pública da USP. 212p. 2005.
- Cesar, C.L.G., Laurenti, R., Buchala, C.M., Figueiredo, G.M, Carvalho, W.O, Cratin, C.V. Uso da classificação internacional de doenças em inquéritos de saúde. *Revista Brasileira de Epidemiologia*, 2001; 4(2):120-9.
- Checkoway H.; Pearce, N. & Crawford-Brown, D. J. *Research Methods in Occupational Epidemiology*. New York: Oxford University Press. 1989
- Costa MR, Marcopito LF. Mortalidade por causas mal definidas, Brasil, 1979-2002, e um modelo preditivo para idade. *Cad. Saúde Pública*, 2008; 24(5):1001-1012.
- Court Brown, W.M., Doll R., Spiers F.W. Geographical variations in leukaemia mortality in relation to background radiation and other factors. *Br. Med. J.* 1960; v.1:1753-1759.
- Cullen, T.L. Review of the Brazilian investigations in areas of high natural radioactivity, Part I: radiometric and dosimetric studies. In *Proceedings of the International Symposium on High Natural Radioactivity, Poços de Caldas, Brazil*, eds. T.L. 1977.
- Darby S., Hill D., Deo H., Auvien A., Barros-Dios J.M., Baysson H., Bochicchio F. Radon in homes and risk of lung cancer: collaborative analysis of individual data from 13 European case-control studies. *BMJ* 2005; 330:7485-8223
- Dias da Cunha, KMA - Contribuições ao estudo da exposição ocupacional ao tório no Brasil. Tese de doutorado apresentada no Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho – Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1997.
- Escosteguy CC, Portela MC, Medronho RA e Vasconcellos MTL. O Sistema de Informações Hospitalares e a assistência ao infarto agudo do miocárdio. *Rev Saúde Pública* 2002; 36(4):491-9
- Frias PG, Pereira P MH, Andrade CLT, Szwarcwald CL. Sistema de Informações sobre Mortalidade: estudo de caso em municípios com precariedade dos dados. *Cad. Saúde Pública*, 2008; 24(10):2257-66.
- Fujinami N, Koga T, Morishima H. External exposure rates from terrestrial radiation at Guarapari and Meaipe in Brazil. 10^oInternational Congress of the International Radiation Protection Association (IRPA). Hiroshima (Japan), 14-19 May 2000
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). [acessado durante o ano de 2008, para informações de dados de contagem da população]. Disponível em <http://www.ibge.gov.br>
- IARC - International Agency for Research on Cancer. Monographs on the evaluation of the carcinogenic risk to Humans Volume 78 Ionizing Radiation, Part 2: Some Internally

- Deposited Radionuclides. IARC Press: Lyon 2001.
- ICRP. *Protection Against Radon-222 at Home and at Work*. ICRP publication 65. Pergamon press, Oxford, 1993.
- Jayalekshmi, P., Gangadharan, P., Binu., V.S., Nair, R.R.K., Nair, M.K., Rajan, B., Akiba, S. What did we learn from epidemiology studies in high background area in India. In Proc. Of 6th International Conference on High Levels of Natural Radiation and Radon Areas. Kinki University, Osaka, Japan. International Congress Series, 2005; 1276:102-105.
- Knox E.G., Stewart A.M., Gilman C. Background radiation and childhood cancer. *J. Radiological Protection* 1988; 8:9-18.
- Krewski D., Lubin J.H., Zielinski J.M., Alavanja M., Catalan V.S., William F.R., Residential Radon and Risk of Lung Cancer: a Combined Analysis of 7 North American Case-Control Studies. *Epidemiology* 2005; 16(2):137-145.
- Laurenti R; Mello Jorge MHP; Gotlieb SLD. Mortalidade segundo causas: considerações sobre fidedignidade dos dados. *Rev Panam Salud Pública* 2008; 25(5):349-56.
- Levcovitz, E; Pereira, TRC. SIH/SUS (Sistema AIH): 1983 -1991. Série: Estudos em Saúde Coletiva. Universidade do Estado do Rio de Janeiro – UERJ, n. 57, 1993.
- Lubin, J.H. & Boice, J.D. Lung cancer risk from residential radon: Meta-analysis of eight epidemiologic studies. *JNCI*, 1997; 89:49–57.
- Lubin J.H, Wang Z.Y., Boice J.D., Blot W.J., Wang L.D., Kleinerman R.A. Risk of lung cancer and residential radon in China: pooled results of two studies. *Int. J. Cancer*; 2004. 109:132–137.
- Magalhães M.H., Amaral E.C.S., Sachett I., Rochedo E.R.R. Radon-222 in Brazil: an outline of indoor and outdoor measurements. *Journal of Environmental Radioactivity* 2003, 67:131–143.
- Mello Jorge MHP, Gotlieb SLD, Andrade SM. Análise dos registros de nascimentos vivos em localidade urbana no Sul do Brasil. *Rev Saúde Pública*, 1997; 31:78-89.
- Melo Jorge HPM, Gotlieb SLD, Laurenti R. A saúde no Brasil: análise do período de 1996 a 1999. Brasília: Organização Pan-Americana da Saúde; 2001.
- Melo, VP. Avaliação da concentração do ²²²Rn nos ambientes internos e externos das residências do município de Monte Alegre, PA [Tese de mestrado]. Rio de Janeiro (RJ): Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho, Universidade Federal do Rio de Janeiro; 1999.
- Melo, VP & Gouveia, VA. Concentração de radônio-222 nos ambientes internos das

- residências do município de Monte Alegre – PA. In: IV ENEN-Join Nuclear conferences, 1997.
- Meyer A, Chrisman J, Moreira JCe Koifman S. Cancer mortality among agricultural workers from Serrana Region, state of Rio de Janeiro, Brazil. *Environmental Research* 2003; 93; 264–271.
- Miettinen OS & Wang JD An Alternative To The Proportionate Mortality Ratio *American Journal of Epidemiology* 1981; Vol. 114, No. 1: 144-148
- Ministério da saúde. Informações do Sistema de Informação sobre Mortalidade [acessado durante o ano de 2008, para informações de dados de mortalidade e demográficos de 1979-2005]. Disponível em <http://www.datasus.gov.br>
- Ministério da Saúde. Sistema de informações sobre mortalidade: manual de procedimentos. Brasília (DF): Ministério da Saúde; 1999
- Monteiro GTR, Koifman RJ, Koifman S. Confiabilidade e validade dos atestados de óbito por neoplasias. II. Validação do câncer de estômago como causa básica dos atestados de óbito no Município do Rio de Janeiro. *Cad. Saúde Pública* 1997; 13 (Supl.1)52-65.
- Mosavi-Jarrahi, A., Mohagheghi, M., Akiba, S., Yazdizadeh, B., Motamedi, N., Monfared, A.S. Mortality and morbidity from cancer in the population exposed to high level of natural radiation area in Ramsar, Iran. In Proc. Of 6th International Conference on High Levels of Natural Radiation and Radon Areas. Kinki University, Osaka, Japan. *International Congress Series* 2005; 1276; 106-109.
- NRC - National Research Council. Committee on the Biological Effects of Ionizing Radiations. Health Effects of Exposure to Radon. BEIR VI. National Academy Press: Whashington, D.C. 1999.
- NRC - National Research Council. Committee on the Biological Effects of Ionizing Radiations. Health Risks from Exposure to Low Levels of Ionizing Radiation: BEIR VII Phase 2. National Academy Press: Whashington, D.C. 2006
- Pastana, J.M.N., Souza, A.M.M., Vale, A.G.V., Faria, C.A.S., Santos, M.E., Assunção, P.R.S., Frizo, S.J., Lobato, T.A.M. Projeto sulfeto de Alenquer, Monte Alegre, relatório final. Ministério das Minas e Energias. Departamento Nacional de Produção Mineral, convênio DNPM/CPRM. 1978.
- Percy C, Staneck E, Gloecker, L. Accuracy of cancer deaths certificates and its effects on cancer mortality statistics. *Am J Public Health* 1981; 71:242-250.

- Pereira, E.R., Zenquer, A. O. & Chamon N. – Projeto Monte Alegre - Avaliação de indícios – Empresas Nucleares Brasileiras, 1983.
- Preston DL, Ron E, Tokuoka S, Funamoto S., Nishi N., Soda M., Mabuchi K. e Kodama K. Solid Cancer Incidence in Atomic Bomb Survivors: 1958–1998. *Radiation Research* 2007; 168, 1–64.
- Roosevelt AC, Lima da Costa M, Lopes Machado C, Michab M, Mercier N, Valladas H, Feathers J, Barnett W, Imazio da Silveira M, Henderson A, Sliva J, Chernoff B, Reese DS, Holman JA, Toth N, Schick K. Paleoindian Cave Dwellers in the Amazon: The Peopling of the Americas. *Science* 1996; 272: 373-384
- Santo AH. Causas mal definidas de morte e óbitos sem assistência. *Rev Assoc Med Bras* 2008; 54(1): 23-8
- Segi M. Cancer mortality for selected sites in 24 countries (1950-57). Sendai: department of public health, Tohoku University school of medicine 1960.
- UNSCEAR - United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. Sources and effects of ionizing radiation. Report to the General Assembly, with scientific annexes. New York: United Nations; 2000.
- Veiga & Koifman (2005) Veiga LHS, Koifman S. Pattern of cancer mortality in some Brazilian HBRA. In Proc. Of 6th International Conference on High Levels of Natural Radiation and Radon Areas. Kinki University, Osaka, Japan. International Congress Series 2005; 1276:110-113.
- Veiga L.H.S., Sachet I., Melo V.P., Amaral E.C.S. Brazilian areas of high background radiation – are they really High? In: Proceeding of the 5th International Conference on High Levels of Natural Radiation and Radon Areas: Radiation Dose and Health Effects; Munich, Germany, Sep 4-7; 2000.
- Veras, CMT; Martins, MSA. Confiabilidade dos dados dos formulários de Autorização de Internação Hospitalar (AIH), Rio de Janeiro, Brasil. *Cadernos de Saúde Pública*, 1994; v. 10, n. 3, p. 339 – 355.
- Wei L, Zha Y, Tao Z. Epidemiological investigation of radiological effects in high background radiation areas of Yiangjiang, China. *J Radiat Res* 1990; 31:119-36.
- Zahm SH & Devesa SS. Childhood Cancer: Overview of Incidence Trends and Environmental Carcinogens. *Environmental Health Perspectives* 1995, v.103, Supplement 6 p.
- Zielinski, J.M, Carr, Z., Krewski, D., Repacholi, M. World Health Organization's

International Radon Project. *J.Toxicol Environ Health A.*, 69(7): 759-69. 2006.

Zou, J., Tao, Z., Sun, Q., Akiba S., Zha, Y., Sugahara, T., Wei, L., 2005. Cancer and non-cancer epidemiological study in the high background radiation areas of Yangjiang, China. Of 6th International Conference on High Levels of Natural Radiation and Radon Areas. Kinki University, Osaka, Japan. International Congress Series 1276; 97-101.