

MinUrar

Minas de Urânio e seus Resíduos

Efeitos na saúde da população



MINURAR

Minas de urânio e seus resíduos:
Efeitos na saúde da população

RELATÓRIO CIENTÍFICO I

Junho de 2005

GRUPO DE COORDENAÇÃO

José Marinho Falcão¹; Fernando P. Carvalho²; Mário Machado Leite³; Madalena Alarcão⁴;
Eugénio Cordeiro⁵; João Ribeiro⁶

1. Coordenador Geral - Instituto Nacional de Saúde Dr. Ricardo Jorge, Observatório Nacional de Saúde;
 2. Instituto Tecnológico e Nuclear, Departamento de Protecção Radiológica e Segurança Nuclear;
 3. Instituto Nacional de Engenharia, Tecnologia e Inovação (anterior IGM) – Laboratório do Porto;
 4. Faculdade de Psicologia e de Ciências da Educação, Universidade de Coimbra;
 5. Administração Regional de Saúde do Centro, Centro Regional de Saúde Pública do Centro;
 6. Hospital de S. Teotónio SA (Viseu), Laboratório de Patologia Clínica
-

AGRADECIMENTOS

O Grupo de Coordenação e os autores desejam exprimir o mais sincero agradecimento a um largo conjunto de pessoas e de entidades que se indicam adiante.

No plano da participação e organização do estudo, o primeiro e mais caloroso agradecimento é dirigido aos **habitantes das freguesias** de Canas de Senhorim, Queirã, Rio de Mel, Moreira de Rei, Sátão, S. Pedro (Celorico da Beira), Campo (Viseu) e Seia que, tendo sido seleccionados para constituir a amostra do estudo, a ele aderiram com grande motivação e excepcional espírito cívico.

Um agradecimento é também devido aos **Presidentes das Câmaras** dos concelhos de Nelas, Vouzela, Trancoso, Sátão, Celorico da Beira, Viseu e Seia, das **Juntas de Freguesia** indicadas atrás, bem como aos seus **funcionários**, pela inexcelável colaboração que prestaram ao estudo, tornando-o possível.

A **Comissão Nacional de Protecção de Dados** e o **Secretariado Técnico para os Assuntos do Processo Eleitoral** intervieram de forma muito adequada no domínio da utilização de dados pessoais e merecem o reconhecimento dos autores.

No plano científico e técnico, algumas pessoas deram contributos muito relevantes em operações de grande importância para o sucesso do estudo. Devem, por isso, ter um agradecimento especial.

A Sra. Dra. **Maria Adelina Peça Gomes**, Assessora do Centro de Biopatologia do INSA, proporcionou a participação dos Laboratórios de Química Clínica e de Endocrinologia do seu Centro. Tomou ainda a seu cargo, de forma inteligente e eficaz, a organização dos circuitos das amostras de sangue desde a recepção, distribuição pelos laboratórios, processamento e análise.

Maria Celeste Santos Lopes, técnica especialista de 1^a, da carreira dos técnicos de diagnóstico e terapêutica, com função de coordenadora, do laboratório de Patologia Clínica do Hospital de S. Teotónio SA, organizou as colheitas de amostras biológicas, coordenou, de forma exemplar, o trabalho dos técnicos de diagnóstico e terapêutica, executou pessoalmente a maior parte das colheitas. Adicionalmente, mostrou grande determinação e inteligência na resolução das dificuldades que, inevitavelmente, foram ocorrendo. É-lhe devido o reconhecimento dos responsáveis pelo estudo.

Os **entrevistadores** Drs Ana Sofia Brito de Passos Rodrigues, Luciana Maria Lopes Sotero, Álvaro Filipe Santos Oliveira Mendes, Vasco Manuel Espinhal Otero Costa e Henrique Manuel Testa Vicente realizaram um trabalho de grande qualidade, com motivação, competência e profissionalismo, aspectos que tiveram especial importância na localização e contacto com indivíduos seleccionados e na colheita de dados por entrevista.

Inês Seguro Batista, assistente administrativa do Observatório Nacional de Saúde desempenhou com competência, motivação, rapidez e grande sentido de responsabilidade um largo conjunto de tarefas relacionadas com a organização da amostra de indivíduos, com o estabelecimento de contactos com os que desempenhavam tarefas no campo, com a criação das bases de dados e com um inumerável conjunto de outras tarefas. Merece, por isso, o reconhecimento especial dos responsáveis pelo estudo.

Anysabel Afonso e Catarina Pimenta, do Observatório Nacional de Saúde, executaram as tarefas de codificação e de registo informático dos dados com grande rigor, competência e disponibilidade total, contribuindo decisivamente para a concretização do estudo.

Um conjunto vasto de técnicos de laboratório deu um contributo inestimável na realização de colheitas e de vários tipos de determinações laboratoriais. Assim, um agradecimento caloroso deve ser dirigido a:

Maria do Carmo Quintas (Centro de Saúde Ambiental e Ocupacional), **Lídia Batalha Ferreira, Júlia Dias e Marília Coelho** (Centro de Biopatologia, Lisboa) **Maria de Fátima Tavares, Maria Antonieta Borges Viana, Maria da Conceição Cardoso, Pedro Alcântara** (Central de Análises) do Instituto Nacional de Saúde Dr. Ricardo Jorge.

Victor Manuel Cordeiro, Maria dos Anjos Tavares, José Corisco e Luís Ramos do Departamento de Protecção Radiológica e Segurança Nuclear do Instituto Tecnológico e Nuclear.

Adriano Rodrigues, Mário Duarte Monteiro, Teresa Araújo, Rosa Maria, Rosa Irene, Fernando Monteiro, Nicolau Silva, Augusto Fernando, Maria do Carmo, Ana Maria Castanheira, Eng^o Rogério Calvo, Eng^a Eugénia Moreira, Dr. Rui Santos, Dr^a Adelaide Ferreira, Dr^a Maria José do Canto do Laboratório de S. Mamede Infesta do Instituto Nacional de Engenharia e Tecnologia Industrial.

Rui Manuel Mota Marques, Ana Maria Martins Sequeira, Anabela Marques Lourenço, Moisés Brito Correia Vaz, Maria José Alves dos Reis e Ana Elena César Tabuada, do Hospital de S. Teotónio SA.

Os autores desejam ainda agradecer ao Dr. **João Borges Lavinha**, Director do INSA, à data de início do estudo, ao Dr. **José Augusto Aleixo Dias** e a todos os **companheiros do ONSA** que deram relevantes contribuições técnicas e científicas.

Agradecimentos muito sinceros são ainda devidos às **Autoridades de Saúde, Directores dos Centros de Saúde, médicos de família** dos cidadãos participantes, **técnicos de saúde ambiental** e a outros **profissionais de saúde** dos concelhos referidos pela importante ajuda que deram na organização local do estudo e na sua concretização.

A Dra. **Isabel Marinho Falcão** e a assistente administrativa especialista **Zilda Paulo Pimenta** prestaram um importante contributo na revisão dos textos e na composição final do relatório, oferecendo toda a sua paciência e disponibilidade.

ÍNDICE

	Pág.
NOTA PRÉVIA E ORGANIZAÇÃO DO RELATÓRIO	1
SUMÁRIO EXECUTIVO	3
INTRODUÇÃO GERAL	9
A situação das minas de urânio em Portugal.....	9
Consequências para a saúde, da exposição a minas de urânio.....	9
Justificação do estudo.....	11
OBJECTIVOS	13
Radioactividade ambiente.....	13
Distribuição de metais e de outros contaminantes químicos no ambiente.....	14
Efeitos na saúde das populações.....	14
DELINEAMENTO GERAL DO ESTUDO	17
Grupo exposto e grupos de comparação.....	17
Seleção das freguesias.....	17
PARTE A - ESTUDO DA RADIOACTIVIDADE AMBIENTE	21
INTRODUÇÃO	22
MÉTODOS	22
Radiação externa ambiente.....	22
Radioactividade nas escombrelas e nos solos.....	22
Radioactividade nas águas.....	23
Radioactividade nos alimentos	23
Radioactividade nos aerossóis.....	23
Radão.....	24
Medidas de exalação.....	24
Medidas integradas no interior de habitações e no ar exterior.....	24
Medição contínua da concentração de radão no ar de superfície.....	24
RESULTADOS	24
Radiação externa ambiente	24

ÍNDICE

	Pág.
Radioactividade nas escombreyras e nos solos.....	26
Radioactividade nas águas.....	34
Radioactividade nos alimentos	40
Radioactividade nos aerossóis.....	42
RADÃO.....	43
Exalação de radão dos solos.....	43
Radão no ar de superfície (medida integrada).....	43
Concentração de radão no interior de habitações.....	46
Medição contínua da concentração de radão no ar de superfície.....	48
DISCUSSÃO.....	58
PARTE B - ESTUDO DA DISTRIBUIÇÃO DOS METAIS E DE OUTROS CONTAMINANTES QUÍMICOS NO AMBIENTE.....	61
INTRODUÇÃO.....	62
Enquadramento geológico.....	62
MÉTODOS.....	66
Amostragem de solos.....	66
Amostragem de águas sub-superficiais.....	66
Amostragem de águas superficiais.....	67
Dimensão das amostras.....	67
Trabalho analítico.....	67
Diferença entre as freguesias.....	67
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	68
Distribuição dos metais nos solos.....	68
Distribuição dos metais nas águas sub-superficiais.....	72
PARTE C - EFEITOS NA SAÚDE DA POPULAÇÃO.....	77
INTRODUÇÃO.....	78

ÍNDICE

	Pág.
PARTICIPANTES E MÉTODOS.....	78
Delineamento.....	78
Seleccção dos participantes.....	78
Dimensão das amostras e sua distribuição por idade e sexo.....	78
Métodos de amostragem.....	79
Definição das exposições.....	79
A exposição à mina da Urgeiriça e sua escombreira.....	79
Exposição interna a radiações associadas ao urânio.....	79
Exposição crónica a metais pesados.....	79
Determinação de efeitos na saúde.....	80
Função tiroideia.....	80
Saúde reprodutiva.....	80
Parâmetros hematológicos.....	82
Função renal.....	82
Prevalência de doenças crónicas.....	83
Auto-apreciação do estado de saúde.....	83
Outras variáveis	83
Determinação do consumo de álcool.....	84
Coordenação e supervisão do trabalho de campo.....	85
Planeamento do trabalho de campo.....	85
Estudo-piloto.....	86
Apresentação e divulgação do estudo.....	87
Convite escrito à participação.....	87
Contacto telefónico de recrutamento.....	88
Substituição dos seleccionados efectivos que recusaram participar.....	88
Recolha de dados por entrevista e colheita de amostras biológicas.....	88
Marcação da entrevista.....	88

ÍNDICE

	Pág.
Local das entrevistas e das colheitas de amostras biológicas.....	89
Realização das entrevistas e das colheitas biológicas.....	89
Colheita, acondicionamento e transporte das amostras biológicas.....	90
Organização final dos dados das entrevistas.....	91
Repetição de algumas colheitas.....	91
Processamento e análise dos dados.....	91
Colheita, verificação e codificação dos dados.....	91
Registo informático dos dados e validação da base de dados.....	92
Análise dos dados.....	92
Aspectos éticos.....	93
RESULTADOS.....	95
Indivíduos participantes no estudo.....	95
Respondentes e não-respondentes.....	95
Amostra planeada e amostra executada.....	97
Características demográficas, sociais e de estilos de vida dos indivíduos respondentes.....	97
Indicadores biológicos de exposição.....	101
Polónio no cabelo.....	101
Metais pesados.....	102
Chumbo.....	102
Cobre.....	103
Zinco.....	104
Parâmetros biológicos.....	105
Função tiroideia.....	105
Tiroxina livre (T4)	105
Hormona tireo-estimulante.....	106
Saúde reprodutiva.....	108
Sexo Feminino.....	108
Número de filhos.....	108

ÍNDICE

	Pág.
Aborto espontâneo.....	108
Anomalias congénitas.....	108
Sexo Masculino.....	110
Testosterona.....	110
Hormona folículo-estimulante.....	110
Inibina B.....	111
Parâmetros hematológicos.....	112
Plaquetas.....	112
Eritrocitos.....	113
Hemoglobina.....	115
Leucocitos.....	116
Granulocitos neutrófilos.....	117
Linfocitos.....	119
Monocitos.....	120
Função renal.....	121
Creatinina.....	121
Ureia.....	122
Prevalência de doenças crónicas.....	124
Auto-apreciação de estado de saúde.....	128
Análise integrada dos parâmetros.....	129
DISCUSSÃO.....	133
CONCLUSÕES.....	143
No que respeita à radioactividade ambiental.....	143
No que respeita à distribuição dos metais e outros contaminantes químicos no ambiente.....	143
No que respeita aos efeitos sobre a saúde.....	144
ANEXOS.....	146

NOTA PRÉVIA E ORGANIZAÇÃO DO RELATÓRIO

NOTA PRÉVIA

O relatório científico I deste estudo inclui resultados e conclusões finais referentes à quase totalidade dos parâmetros estudados. De facto, e como estava planeado face à inevitável morosidade de algumas técnicas, os resultados referentes aos eventuais efeitos genotóxicos e a alguns parâmetros respeitantes à radioactividade ambiental não podem ser agora apresentados, uma vez que só estarão disponíveis no final do ano de 2005.

No entanto, os autores consideraram que, estando já disponíveis a grande maioria dos resultados e tendo as conclusões do estudo solidez adequada, a sua divulgação deveria ter lugar desde já, através de um primeiro relatório final.

O segundo relatório científico, cuja publicação está prevista para o final do ano de 2005, completará o actual com os resultados e as conclusões relativas aos parâmetros que, nesta data, ainda não estão disponíveis.

ORGANIZAÇÃO

Para facilidade de leitura descreve-se, em seguida, a forma como este relatório científico está organizado.

O relatório inicia-se com os capítulos **Sumário Executivo**, **Introdução Geral**, **Objectivos** e **Delineamento Geral** que têm natureza global, isto é, incluem, em cada um deles, os aspectos respeitantes às duas componentes ambientais (radioactividade ambiental e distribuição dos metais e outros contaminantes químicos no ambiente) e à componente de efeitos na saúde.

De seguida, o relatório desenvolve-se em três partes distintas, com exclusividade temática: **Parte A**, relativa à componente “Estudo da radioactividade ambiental”; **Parte B**, relativa ao “Estudo da distribuição dos metais e de outros contaminantes químicos no ambiente e **Parte C**, referente ao “Estudo dos efeitos na saúde da população”. Cada uma destas três partes inclui as respectivas secções próprias, cujo conteúdo é específico da componente em causa.

O relatório termina com o capítulo **Conclusões**, que reassume o carácter global dos quatro capítulos iniciais, integrando os aspectos respeitantes às duas componentes ambientais e à componente de efeitos na saúde.

INTRODUÇÃO

Há evidência sólida sobre a existência, no homem, de efeitos nefastos resultantes da exposição ao urânio e aos produtos do seu decaimento. Esta evidência está bem documentada em mineiros, mas existe pouca informação sobre os efeitos na saúde da população que reside em áreas próximas de minas de urânio e das suas escombrelas. Em Portugal, a quase totalidade das minas de urânio está localizada na Região Centro, sobretudo nos distritos de Viseu e da Guarda. Todas as minas estão actualmente desactivadas. O complexo da Urgeiriça inclui uma escombrela de cerca de 2 500 000 toneladas de resíduos localizada a menos de 2 quilómetros de Canas de Senhorim e os seus efeitos ambientais e na saúde das populações têm sido, por isso, motivo de preocupação de governos sucessivos, autarcas e cidadãos.

De acordo com a Resolução da Assembleia da República nº 34/ 2001, aprovada em 29.3.2001 e do despacho de S. Exa o Senhor Secretário de Estado da Saúde, de 26.3.2001, o Instituto Nacional de Saúde Dr. Ricardo Jorge (INSA) foi encarregado de coordenar, em conjunto com o Instituto Tecnológico e Nuclear (ITN), com o Instituto Nacional de Engenharia, Tecnologia e Inovação (INETI, através do anterior Instituto Geológico e Mineiro), com o Centro Regional de Saúde Pública do Centro e com o Hospital de S. Teotónio SA, (Viseu), a realização de estudos que identificassem as eventuais repercussões das minas de urânio e seus resíduos, no ambiente e na saúde das populações a elas expostas. Face à impossibilidade de estudar os eventuais efeitos associados a todas as minas de urânio, o estudo centrou-se no complexo da Urgeiriça pelas razões indicadas atrás.

O estudo visou, genericamente, comparar a população da freguesia de Canas de Senhorim, designada por GE (grupo exposto) onde se localiza a mina da Urgeiriça e as escombrelas da mina e do

tratamento químico do minério, com um conjunto de 7 outras freguesias, dividido em dois sub-grupos: GN1 (grupo não exposto 1) que inclui as freguesias de Queirã (Vouzela), Rio de Mel e Moreira de Rei (Trancoso) e GN2 (grupo não exposto 2) que inclui as freguesias de Campo da Madalena (Viseu), Sátão (Sátão), S. Pedro (Celorico da Beira) e Seia (Seia). As comparações incidiram sobre três componentes. Duas delas são de natureza ambiental e estudaram a radioactividade ambiente (**Parte A**) e a distribuição dos metais e de outros contaminantes químicos no ambiente (**Parte B**), enquanto a terceira componente é de natureza epidemiológica e estudou os efeitos na saúde da população (**Parte C**).

PARTE A - ESTUDO DA RADIOACTIVIDADE AMBIENTE

Procedeu-se ao estudo da radioactividade ambiente, nas freguesias seleccionadas, para caracterizar a radiação ambiente do fundo natural, as diferenças resultantes da actividade de extracção e tratamento do minério de urânio, bem como para avaliar a contaminação radioactiva dos solos, dos recursos hídricos e a exposição das populações às radiações ionizantes pelas diversas vias possíveis (irradiação externa, inalação, ingestão de alimentos e de água). Esta componente do estudo foi realizada pelo Departamento de Protecção Radiológica e Segurança Nuclear do Instituto Tecnológico e Nuclear (DPRSN).

MÉTODOS

A dose de irradiação externa foi medida no terreno com equipamento portátil. As concentrações de radionuclidos nas amostras ambientais (solos, águas, plantas, aerossóis) foram determinadas no laboratório por espectrometria gama e espectrometria alfa. As concentrações de radão no ar, no exterior e no interior de habitações, foram determinadas com

dosímetros passivos integradores, e com equipamento de medida e registo contínuo.

RESULTADOS

Os resultados apontam para a existência na freguesia de Canas de Senhorim de áreas afectas à actividade mineira e à deposição de escombros nas quais as doses de radiação ambiente e as concentrações de radionuclidos no solo são muito elevadas. Nessas áreas, geralmente de acesso restrito, a dose de radiação adicional (acima do fundo radioactivo natural) excede o limite Europeu de dose máxima anual para membros do público, 1 mSv/ano.

Em algumas áreas vizinhas das escombrelas constata-se que existe contaminação radioactiva devido ao transporte de radionuclidos pelas águas de escorrências superficiais e águas de infiltração. Por outro lado, noutras áreas da mesma freguesia, as doses de radiação ambiente e as concentrações de radionuclidos nos solos são idênticas às que foram medidas em freguesias onde não houve actividade mineira. Mesmo assim, a concentração de radionuclidos da série natural do urânio nos solos é mais elevada que o fundo radioactivo natural nalguns locais dentro da freguesia de Canas de Senhorim, apontando para a existência de alguns pontos de contaminação situados fora do perímetro mineiro vedado e sinalizado. Por outro lado, os solos de GN1, por exemplo em Moreira de Rei e Rio de Mel, onde houve extracção de urânio, apresentam concentrações mais elevadas que o fundo radioactivo natural da região, determinado no conjunto de freguesias do grupo GN2.

A radioactividade nas águas para consumo foi também diferente entre os grupos de freguesias. Considerando a totalidade das águas para consumo humano, o que inclui a água das redes públicas, das pequenas redes de abastecimento local, furos e nascentes, as concentrações de urânio e rádio na água são mais elevadas na freguesia de Canas de Senhorim que em

GN1 e GN2, mas, por outro lado, é em GN1 que as concentrações de ^{210}Po e de ^{210}Pb na água são mais elevadas. Considerando apenas as águas distribuídas pelas redes públicas de abastecimento, as concentrações de radionuclidos dissolvidos são mais elevadas em GN1 que em GE, e as concentrações na água de ambos são mais elevadas que na água de GN2, o que reflecte apenas as concentrações nas fontes de abastecimento utilizadas (albufeiras de barragens) e não a eventual contaminação local. A água da rede de Canas de Senhorim está em conformidade com a legislação no que se refere aos parâmetros radiológicos.

As concentrações de radionuclidos nos produtos hortícolas foram avaliadas através da análise de couves recolhidas em todos os locais. Os resultados indicam valores ligeiramente mais elevados em GN1 que em GE, traduzindo possivelmente uma maior dispersão de escombros mineiros nos solos das freguesias de GN1 que em GE, ambos francamente mais elevados que os valores de GN2.

Quanto ao radão, gás radioactivo exalado pelos solos após a desintegração do ^{226}Ra , as concentrações mais elevadas no ar exterior foram medidas na freguesia de Canas de Senhorim, na zona das escombrelas e em povoações situadas a Sul das escombrelas, no vale do Mondego, seguindo-se Moreira de Rei e Rio de Mel em GN1. Já a média das concentrações de radão no interior das habitações em GE (Canas de Senhorim) é apenas ligeiramente mais elevada que em GN1 e ambas foram mais elevadas que em GN2. Embora a média dos valores de radão não exceda o limite recomendado pela União Europeia, 400B q/m³ foi em Canas que se mediram as concentrações mais elevadas de radão no interior de algumas habitações.

Foi igualmente em Canas que se registaram nos aerossóis (poeiras em suspensão na atmosfera) concentrações mais elevadas de alguns radionuclidos descendentes do urânio.

PARTE B - ESTUDO DA DISTRIBUIÇÃO DOS METAIS E DE OUTROS CONTAMINANTES QUÍMICOS NO AMBIENTE

Esta componente do estudo foi realizada pela equipa do INETI - Laboratório de S. Mamede de Infesta (anterior Laboratório do IGM - Instituto Geológico e Mineiro) e teve como objectivo principal, tendo em conta a geologia e a geo-morfologia do território, determinar o padrão geoquímico típico dos meios naturais de que usufruem as populações em geral, em cada uma das freguesias seleccionadas, estudando, nomeadamente, as distribuições dos metais e outros contaminantes nos solos e nas águas sub-superficiais.

MÉTODOS

Tendo em vista efectuar o estudo pretendido, o conjunto das 8 freguesias foi sujeito a um plano de amostragem dos meios geológicos potencialmente portadores da dispersão geoquímica dos elementos, a saber: solos, genericamente terrenos aráveis localizados na proximidade de linhas da água; águas sub-superficiais, acessíveis em poços de pequena profundidade e usados preferencialmente na agricultura; águas superficiais, de circulação em leito de rio.

RESULTADOS

A discussão dos resultados obtidos permitiu esboçar um quadro de referência que se estrutura em torno dos seguintes traços fundamentais:

- A grande maioria dos metais e outros contaminantes químicos pesquisados, quer em solos quer em águas sub-superficiais, encontram-se abaixo de limites referidos em diversos documentos legislativos (nacionais ou estrangeiros) como valores máximos admissíveis, inclusive na freguesia onde reside o grupo exposto (GE);
- O caso do urânio nos solos foi considerado à parte. Embora não existam limites definidos na legislação (o habitual é a definição de doses máximas de radiação e não de teores

de urânio), a freguesia de Canas de Senhorim distingue-se claramente das freguesias de referência, sendo a anomalia muito mais vincada se a análise dos dados se circunscrever à bacia de drenagem local que alberga a mina, suas antigas instalações e escombreira;

- Apesar da complexidade dos padrões de distribuição dos elementos químicos no contexto global das freguesias estudadas (quer em solos quer em águas sub-superficiais), através de uma janela particular de observação foi possível mostrar que a freguesia de Canas de Senhorim se distingue dos 2 grupos de freguesias de comparação (GN1 e GN2) por um conjunto de elementos, os quais ocorrem com teores mais elevados e são correlacionáveis com a “assinatura geoquímica” típica das mineralizações de urânio.

PARTE C - EFEITOS NA SAÚDE DA POPULAÇÃO

Esta componente do estudo teve a participação de vários Centros do INSA, do Centro Regional de Saúde Pública do Centro, do Laboratório de Patologia Clínica do Hospital de S. Teotónio, do Instituto Tecnológico e Nuclear e ainda de uma docente da Faculdade de Psicologia e de Ciências da Educação da Universidade de Coimbra.

PARTICIPANTES E MÉTODOS

O estudo epidemiológico teve um delineamento transversal. Através das listas de eleitores, uma amostra aleatória de 285 habitantes da freguesia de Canas de Senhorim (grupo exposto à mina e escombreira – **GE**) e outra de 312 habitantes de 7 freguesias de comparação (grupo não exposto – **GN**) foi incluída no estudo. O grupo GN foi ainda subdividido em 2 sub-grupos de comparação: **GN1** que incluiu 126 habitantes de 3 freguesias onde existiam pequenas explorações ou

ocorrências de urânio (mas não escombrelras) e **GN2** que incluiu 186 indivíduos residentes em 4 freguesias onde nunca existiu qualquer mina ou ocorrência de urânio. Foram incluídos no estudo apenas indivíduos dos grupos etários 45-54 e 55-64 anos.

De acordo com o protocolo científico, a comparação GE/GN constituiu o principal objectivo da análise, sendo as comparações GE/GN1 e GE/GN2 de natureza complementar.

A colheita de dados foi feita por entrevista directa, utilizando um questionário sócio-demográfico e de saúde, estruturado e administrado por entrevistadores com treino específico. Procedeu-se também à colheita de amostras de sangue e de cabelo para estudo de parâmetros biológicos.

Os dados colhidos por entrevista foram verificados pela equipa de campo, registados em base de dados e submetidos a validação no Observatório Nacional de Saúde. As amostras de sangue foram analisadas em laboratórios do INSA e do Hospital de S. Teotónio. As amostras de cabelo foram analisadas no ITN.

As comparações foram feitas em relação aos seguintes parâmetros, correspondentes a efeitos potenciais da exposição:

1. Função tiroideia;
2. Função reprodutiva na mulher e no homem;
3. Parâmetros hematológicos;
4. Função renal;
5. Prevalência de doenças crónicas
6. Auto apreciação do estado de saúde.

Foram também feitas comparações em relação a indicadores de exposição a:

1. metais pesados - concentrações de chumbo, cobre e zinco no sangue e
2. contaminação interna por rádio-nuclídeos: concentração de Polónio-210 no cabelo.

Consideraram-se estatisticamente significativas as diferenças entre grupos em que o valor de p foi inferior a 0,10, em vez de adoptar o mais convencional valor de 0,05.

De facto, dada a gravidade social de não reconhecer efeitos na saúde que efectivamente existam, visou-se, com esta opção, diminuir a probabilidade de não rejeitar as hipóteses nulas quando elas fossem, efectivamente, falsas.

RESULTADOS

Comparação GE / GN

Quando a totalidade dos indivíduos dos grupos GE e GN foram comparados verificou-se a existências de diferenças a favor das hipóteses formuladas (ver Hipóteses, no texto principal) em 17 dos 18 parâmetros independentes analisados.

Dos 17 parâmetros indicados, as diferenças foram estatisticamente significativas em 10: chumbo, zinco, T4 livre, TSH, testosterona, inibina B, número de filhos por mulher, plaquetas, eritrocitos, granulocitos neutrofilos; e não significativas em 7: cobre, FSH, % de gravidezes com aborto espontâneo, % de gravidezes com anomalias congénitas); linfocitos, monocitos e creatinina.

Apenas um dos 18 parâmetros analisados, a concentração de ureia teve uma diferença entre GE e GN contra a hipótese, que foi pequena e não significativa (Quadro R24).

Comparação GE / GN1

Também nas comparações GE/GN1 se verificou um predomínio de resultados favoráveis às hipóteses formuladas, embora menos flagrante que o verificado nas comparações GE/GN.

Assim, dos 17 parâmetros em que se verificaram diferenças (note-se que o número médio de monocitos foi igual em GE e em GN1) 12 delas foram favoráveis às hipóteses formuladas, tendo havido diferenças estatisticamente significativas em 4 e diferenças não significativas em 8. Pelo contrário, 5 comparações geraram resultados contrários às respectivas hipóteses, das quais uma foi estatis-

ticamente significativa e 4 não significativas (quadro R25).

Comparação GE/GN2

O predomínio nítido de resultados favoráveis às hipóteses formuladas ocorreu também nas comparações GE/GN2. Para a totalidade das amostras, do conjunto de 17 parâmetros em que se verificaram diferenças (note-se que as médias das concentrações de creatinina foram iguais em GE e em GN2) 15 tiveram diferenças a favor das hipóteses formuladas, 10 das quais se revelaram estatisticamente significativas. Apenas em dois parâmetros as diferenças se mostraram contra as hipóteses formuladas, sendo ambas as diferenças não significativas (Quadro R26).

É de realçar que o resultado integrado das comparações GE/GN2 foi muito semelhante ao que se verificou no âmbito das comparações GE/GN.

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos e discutidos permitem gerar conclusões em três domínios.

A. RADIOACTIVIDADE AMBIENTE

Embora os resultados do estudo sobre a radioactividade ambiente não estejam ainda relatados na totalidade, do conjunto de resultados aqui apresentados pode deduzir-se que as áreas ocupadas pelas escombrelas do tratamento químico do minério e de outras actividades mineiras na freguesia de Canas de Senhorim, contém materiais francamente radioactivos.

Estas escombrelas constituem uma fonte de radiação que pode originar doses de radiação externa significativas para quem frequente os locais, constituindo também uma fonte de radão e de poeiras radioactivas que se dispersam na atmosfera.

No restante território da freguesia de Canas de Senhorim o risco radiológico é bem menor e é, em muitos parâmetros,

comparável ao fundo radioactivo natural determinado em GN2.

As freguesias do grupo GN1, sobretudo Moreira de Rei e Rio de Mel, apresentam também valores mais elevados de alguns parâmetros quando comparados com GN2, o que decorre da existência de escombros mineiros da extracção de urânio.

B.- DISTRIBUIÇÃO DOS METAIS E DE OUTROS CONTAMINANTES QUÍMICOS

Como síntese final desta componente do estudo, pode afirmar-se que a auréola de dispersão dos elementos químicos a partir da escombrela da Mina da Urgeiriça e demais instalações mineiras abandonadas não se manifesta para além dos limites da bacia de drenagem que envolve a linha de água principal local. Contudo, há indicadores claros de que a actividade mineira do urânio na região influenciou o ambiente a tal ponto que se torna visível através de um plano de observação global do território que não foi especificamente projectado para rastreio dos indícios dessa actividade mineira.

C. EFEITOS NA SAÚDE DA POPULAÇÃO

As conclusões referentes aos efeitos na saúde situam-se em dois planos:

C.1 -Diferenças entre a população de Canas de Senhorim e a população de comparação.

Foram encontradas diferenças relevantes entre a população de Canas de Senhorim e a população de comparação.

1. De facto, a população residente na freguesia de Canas de Senhorim (GE), apresentou características e valores laboratoriais compatíveis com uma diminuição de várias das funções estudadas, em relação à população residente no conjunto das 7 freguesias de comparação (GN).
2. Essa diminuição incluiu de forma mais clara a função tiroideia; a função reprodutiva do homem e as séries sanguíneas.

3. Por outro lado, as concentrações de chumbo, cobre e zinco foram também mais elevadas em GE do que em GN

Embora com evidência menos forte, os resultados sugerem também que pode haver diminuição da função reprodutiva da mulher e da função renal.

Conclusões quase sobreponíveis às descritas na comparação GE/GN foram obtidas quando a comparação de GE foi feita com o sub-grupo das freguesias sem minas e escombeiras (GN2), o sub-grupo de comparação com características sociais mais próximas de GE.

As comparações GE/GN1 mostraram também um predomínio de resultados favoráveis às hipóteses formuladas embora tenha sido menos evidente do que nas comparações GE/GN e GE/GN2.

C2 - Causas das diferenças encontradas

1. A natureza observacional do estudo

realizado não permite indicar, de forma definitiva e inequívoca, qual (ou quais) as exposições ou causas que explicam as diferenças encontradas.

2. No entanto, a exposição prolongada da população residente na freguesia de Canas de Senhorim a níveis de radiação e de metais pesados, em geral superiores aos das populações das restantes freguesias, constitui explicação plausível para essas diferenças.

Com efeito, não se consegue identificar qualquer outra exposição que possa causar efeitos em funções e parâmetros biológicos tão diferentes.

3. Os resultados dos estudos de genotoxicidade e da concentração de ^{210}Po no cabelo, excretado pelo organismo através da incorporação no cabelo, cujas análises estão ainda em curso, deverão contribuir para a obtenção de conclusões mais definitivas.

A SITUAÇÃO DAS MINAS DE URÂNIO EM PORTUGAL

A Empresa Nacional de Urânio (ENU) e suas antecedentes exploraram, ao longo de 50 anos, mais de meia centena de minas de urânio. A exploração dessas minas realizou-se, genericamente, de acordo com técnicas e boas práticas existentes na altura. Em resultado da actividade desenvolvida, estão hoje aguardando deposição final 800 mil toneladas de minérios pobres e 2 700 mil toneladas de resíduos do tratamento químico. Além destes resíduos, existem outros impactes ambientais, como seja a acidez nas minas da Urgeiriça, Cunha Baixa, Quinta do Bispo e Bica, bem como auréolas de dispersão de elementos radioactivos e de alguns metais pesados que ultrapassam os perímetros industriais e contaminam águas e solos, ainda que em níveis e extensão limitados.

Embora o número de sítios seja elevado, admitimos que somente 4 destes apresentem significativo impacte, exigindo operações de reabilitação de alguma complexidade técnica: Urgeiriça, Cunha Baixa, Quinta do Bispo e Bica (por ordem decrescente de importância). Destes, a situação da mina da Urgeiriça reclama um cuidado muito particular, quer pelo volume dos materiais que nela se encontra (quase 3 milhões de toneladas) quer pelo seu potencial de libertação radioactiva. Esta circunstância é agravada pelo facto de se localizar em área muito povoada.

Estes sítios nunca foram objecto de operações de reabilitação qualificada, embora tenham sido realizados trabalhos de segurança, como seja a sua sinalização, vedação e informação das autoridades locais.

O risco potencial associado às várias situações já identificadas justificou a criação, por parte do Governo, de uma concessão especialmente vocacionada para conduzir os trabalhos de requalificação e protecção ambiental, a qual se encontra actualmente em plena execução.

CONSEQUÊNCIAS PARA A SAÚDE DA EXPOSIÇÃO A MINAS DE URÂNIO

A relevância do estudo dos efeitos do urânio na saúde humana prende-se com as suas propriedades de metal pesado e material radioactivo natural que lhe conferem manifesta toxicidade química e radiológica (Harley, 1996). A exposição a este elemento pode derivar da inalação de partículas radioactivas de urânio e/ou de seus subprodutos de decaimento, exposição a radiação natural e ingestão de radionuclidos na água e/ou comida (Gulson *et al.*, 2005). De uma forma geral, a exposição ao urânio e aos produtos do seu decaimento tem sido associada à incidência aumentada de neoplasias malignas, nomeadamente do pulmão, leucemia e ossos, em populações humanas (Kathren and Moore, 1986; Kathren *et al.*, 1989, Kusiak *et al.*, 1993). Os efeitos crónicos, de natureza não neoplásica, associados à exposição humana a urânio, radão e rádio incluem anemia, abscesso cerebral, pneumonia e fibrose do pulmão (ATSDR 1989, ATSDR 1990) e, mais recentemente, foi demonstrado que a função renal pode ser afectada pela ingestão crónica de água contaminada com urânio (Zamora *et al.*, 1998).

Pela exposição prolongada a que estão sujeitos, os trabalhadores de minas de urânio têm sido alvo de vários estudos que pretendem associar a sua actividade com causas específicas de mortalidade (Hornung, 2001). Uma das associações mais documentadas é a do aumento dos riscos de mortalidade por neoplasia do pulmão que deriva da inalação de produtos de decaimento do urânio. De acordo com vários autores (Woodward *et al.*, 1991; Tomášek *et al.*, 1994; Kusiak *et al.*, 1993; Shuttman, 1993), o aumento da incidência de neoplasias do pulmão encontra-se positiva e significativamente relacionado com a exposição a produtos de decaimento do urânio e com a duração dessa exposição. Uma vez que os hábitos tabágicos poderiam ser um factor de confundimento nesta análise, alguns estudos relacionaram a incidência de neoplasias de pulmão em mineiros não fumadores e fumadores. Num

primeiro trabalho, Roscoe e colaboradores (1989) deram como comprovado que, em trabalhadores não fumadores, a exposição a radiação em ambiente mineiro acrescia a incidência de cancro do pulmão. Mais recentemente, Leenhouts (1999), através de aplicação de um modelo que combinou informações sobre os hábitos tabágicos dos britânicos, dados estatísticos da população não fumadora e estudos em mineiros de minas de urânio, concluiu haver indícios de que o risco de contrair cancro do pulmão era 1,7 vezes superior nos mineiros fumadores do que nos mineiros não fumadores. A tentativa de interligar a exposição a urânio e seus produtos de decaimento com risco de incidência de outras neoplasias (que não a do pulmão) não resultaram em associações positivas (Tomášek *et al.*, 1993; Darby *et al.*, 1995).

Outra linha de investigação pretende verificar os efeitos genotóxicos em mineiros por exposição a urânio. Neste capítulo vários autores encontraram indícios válidos da interligação da actividade mineira e da ocorrência de danos genéticos a vários níveis (Mészáros *et al.*, 2004; Popp *et al.*, 2000; Zaire *et al.*, 1997; Sram *et al.*, 1993; Martin *et al.*, 1991), tendo Shields e colaboradores (1992) verificado que as alterações citogenéticas associadas à exposição ao urânio poderiam contribuir não só para o desenvolvimento de lesões malignas nos indivíduos expostos mas também ser transmitidas aos descendentes. Contudo, estes resultados não foram confirmados por outros estudos mais recentes (Lloyd *et al.* 2001; Hayata *et al.*, 2000; Lindholm *et al.*, 1999).

Numa outra vertente, estudos com ênfase em outras populações expostas a minas de urânio tais como as residentes nas vizinhanças das explorações mineiras e respectivos resíduos têm sido muito escassos apesar de a toxicidade por metais pesados, incluindo urânio e outros metais, estar associada à exploração mineira de urânio e poder afectar as populações residentes na vizinhança. As escombrelas de resíduos contêm materiais radioactivos, nomeadamente radio-226 e metais pesados (como manganésio e molibdénio) que podem infiltrar-se para as águas subterrâneas. Nos Estados Unidos da

América, amostras de água, colhidas perto de escombrelas, permitiram determinar níveis de alguns contaminantes várias centenas de vezes superiores aos níveis aceitáveis para a água de abastecimento (EPA, 1983a). Ainda nos EUA, o excesso de risco de desenvolver neoplasia maligna do pulmão durante a vida para pessoas residentes próximo de algumas escombrelas desactivadas foi estimada em 4% (EPA 1983b). Este excesso de risco é mais elevado nos fumadores (ATSDR, 1992).

Alguns estudos ambientais foram efectuados por Quindos e colaboradores em Espanha (2004) e Dam e respectivos colaboradores na Austrália (2002) com o intuito de verificar os níveis de radiação natural a que estão sujeitas estas populações, tendo o primeiro concluído que se encontravam entre 1,2 a 2 vezes acima da média nacional. Estudos efectuados por Au e colaboradores (1995, 1998) correlacionaram contaminações ambientais com excesso de efeitos genotóxicos nas populações residentes na vizinhança de uma mina de urânio. Contudo, um estudo rádioecológico realizado por Boice e colaboradores (2003) concluiu que não havia nenhum indício que a actividade mineira tenha induzido num aumento de casos de cancro do pulmão, ossos, rins ou fígado em populações residentes nas vizinhanças de uma mina de urânio no Texas, EUA.

Em Portugal, a quase totalidade das minas de urânio está localizada na Região Centro, sobretudo nos distritos de Viseu e da Guarda. O recente encerramento da última mina em actividade (mina da Urgeiriça, complexo de transformação e escombrela) foi seguido por uma resolução da Assembleia da República relativa à necessidade de serem realizados estudos sobre os efeitos do complexo mineiro na saúde da população vizinha (Portugal, 2001).

O complexo da Urgeiriça inclui a maior escombrela de resíduos que está localizada a menos de 2 quilómetros de Canas de Senhorim. Estudos geológicos e hidrológicos já realizados na proximidade de outra mina desactivada (Cunha Baixa) revelaram a existência de contaminação por urânio e

metais pesados no solo e nas águas subterrâneas até 10 quilómetros para jusante de um rio próximo (Oliveira and Ávila, 1998).

Estudos sobre a dispersão de radionuclídeos em torno das minas de Quinta do Bispo e da Cunha Baixa indicaram a existência de águas de poços com elevadas concentrações de radionuclídeos e lamas e águas residuais com concentrações de urânio e seus descendentes radioactivos acima dos valores habituais (Carvalho et al., 2004). Escombrelas de outras minas com materiais radioactivos foram também confirmadas em outros locais (Carvalho, 2003).

Por outro lado, os resultados de um estudo recente sobre a mortalidade ocorrida entre 1980 e 1999 em 30 concelhos da região sugerem que o concelho de Nelas teve um significativo excesso de mortalidade por neoplasias da traqueia, dos brônquios e do pulmão quando comparado com o conjunto dos restantes 29 concelhos bem como com cada um deles. (Falcão et al., 2001, 2002). Estes resultados foram relevantes na escolha do delineamento do presente projecto

JUSTIFICAÇÃO DO ESTUDO

De acordo com a Resolução da Assembleia da República nº 34/ 2001, aprovada em 29.3.2001, e do despacho de S. Exa. o Senhor Secretário de Estado da Saúde de 26.3.2001, o INSA foi encarregado de estudar as eventuais repercussões da exposição às minas de urânio e seus resíduos sobre a saúde das populações

O presente estudo foi realizado em cooperação com o Instituto Tecnológico e Nuclear, com o Instituto de Engenharia, Tecnologia e Inovação, com o Centro Regional de Saúde Pública do Centro e com o hospital de S. Teotónio SA. A maior parte dos seus resultados são apresentados neste relatório.

REFERÊNCIAS

Agency for Toxic Substances and Disease Registry (1989). Toxicological profile for Radium. US Public Health Service, US Department of Health and Human Services, Atlanta, GS.

Agency for Toxic Substances and Disease Registry (1990). Toxicological profile for Radon. US Public Health Service, US Department of Health and Human Services, Atlanta, GS.

Au W.W., Lane R.G., Legator M.S., Whorton E.B., Wilkinson G.S., Gabehart G.J. (1995) Biomarker monitoring of a population residing near uranium mining activities. **Environ. Health Perspect.** 103(5):466-70.

Agency for Toxic Substances and Disease Registry (1992). Case studies in environmental medicine. Radon Toxicity. US Public Health Service, US Department of Health and Human Services, Atlanta, GS.

Au W.W., McConnell MA, Wilkinson G.S., Ramanujam V.M., Alcock N. (1998) Population monitoring: experience with residents exposed to uranium mining/milling waste. **Mutat Res.** 20;405(2):237-45.

Boice J.D. Jr, Mumma M., Schweitzer S., Blot W.J. (2003) Cancer mortality in a Texas county with prior uranium mining and milling activities, 1950-2001. **J Radiol Prot.** 23(3):247-62.

Carvalho F.P. (2003) Environmental remediation of old uranium mining sites and radioprotection goals. *Radioprotecção*, vol II-III, 159-165.

Carvalho F.P., M.J. Madruga, M.C. Reis, J.G. Alves, J.M. Oliveira, J. Gouveia, L. Silva. Radioactive survey in former uranium mining areas in Portugal. Proceedings of an *Intern. Workshop on Environ Contamination from Uranium Production Facilities and Remediation Measures*, organized by the ITN/DPRSN and the IAEA, Sacavém, 11-13 Feb 2004 (in press).

van Dam R.A., Humphrey C.L., Martin P. (2002) Mining in the Alligator Rivers Region, northern Australia: assessing potential and actual effects on ecosystem and human health. **Toxicology** 27; 181-182:505-15.

Darby S.C., Whitley E., Howe G.R., Hutchings S.J., Kusiak R.A., Lubin J.H., Morrison H.I., Tirmarche M., Tomásek L., Radford E.P. (1995) Radon and cancers other than lung cancer in underground miners: a collaborative analysis of 11 studies. **J Natl Cancer Inst.** 1;87(5):378-84.

Falcão, J., Dias C. and Nogueira P. (2001) Minas de urânio e mortalidade por neoplasias malignas, em Portugal: uma associação possivelmente causal. **Rev Port Saúde Pública** 20 (2) 35-51.

Falcão, J., Dias C. and Nogueira P. (2002) Minas de urânio e mortalidade por neoplasia maligna do pulmão, em Portugal. **Notas sobre...** nº10 Observatório Nacional de Saúde, Instituto Nacional de Saúde Dr. Ricardo Jorge.

Gulson B.L., Mizon K.J., Dickson B.L., Korsch M.J. (2005) The effect of exposure to employees from mining and milling operations in a uranium mine on lead isotopes-a pilot study. **Sci Total Environ.** 1: 267-72.

Harley N. (1996) Toxic effects of radiation and radioactive materials. In: **Casarett and Doull's Toxicology**; Klaassen CD, Amdur MO, Doull J eds. New York Mc Graw-Hill.

- Hayata I, Wang C, Zhang W, Chen D, Minamihisamatsu M, Morishima H, Yuan Y, Wei L, Sugahara T (2000) Chromosome translocation in residents of the high background radiation areas in Southern China. **J. Radiat. Res.**(Tokyo), 41 Suppl:69-74.
- Hornung R.W. (2001). Health effects in underground uranium miners. **Occup. Med.**, 16(2): 331-344.
- Kathren R.L., McInray J.F., Moore R.H., Dietert S.E. (1989) Uranium in the tissues of an occupationally-exposed individual. **Health Phys.** 57: 17-21.
- Kathren R.L., Moore R.H. (1986) Acute accidental inhalation of uranium: a 38 year follow-up. **Health Phys.**, 51: 17-21.
- Kusiak R.A., Ritchie A.C., Muller J., Springer J. (1993) Mortality from lung cancer in Ontario uranium miners. **Br J Ind Med.** 50(10):920-8.
- Leenhouts H. P. (1999) Radon-induced lung cancer in smokers and non-smokers: risk implications using a two-mutation carcinogenesis model. **Rad. Environ. Bioph.** 38 (1):57-71.
- Lindholm C, Makelainen I, Paile W, Koivistoinen A, Salomaa S. (1999) Domestic radon exposure and the frequency of stable or unstable chromosomal aberrations in lymphocytes. **Int. J. Radiat. Biol.**, 75: 921-928.
- Lloyd D.C., Lucas J.N., Edwards A.A., Deng W., Valente E., Hone P.A., Moquet J.E. (2001) A study to verify a reported excess of chromosomal aberrations in blood lymphocytes of Namibian uranium miners. **Radiat Res.** 155(6): 809-17.
- Martin F., Earl R., Tawn E.J. (1991) A cytogenetic study of men occupationally exposed to uranium. **Br J Ind Med.**, 48: 98-102.
- Mészáros G., Bognár G., Kóteles G.J. (2004) Long-persistence of chromosome aberrations in uranium miners. **J. Occup. Health**, 46, 310-315.
- Oliveira J.M.S., Ávila P.F. (1998) Estudo geoquímico na área da mina da Cunha Baixa (Mangualde, no Centro de Portugal). Ministério da Economia, **Instituto Geológico e Mineiro**.
- Popp W., Plappert U., Muller W.U., Rehn B., Schneidr J., Braun A., Bauer P.C., Vahrenholz C., Presek P., rauksiepe A., Enderle G., Wust T., Bruch J., Fliedner T.M., Konietzko N., Streffer C., Woitowitz H.J., Norpoth K. (2000) Biomarkers of genetic damage and inflammation in blood and bronchoalveolar lavage fluid among former German uranium miners: a pilot study. **Radiat. Environ. Biophys.** 39(4):275-82.
- Portugal. Assembleia da República. Resolução 34/ 2001, 29.3.2001.
- Quindos Poncela L.S., Fernandez Navarro P.L., Gomez Arozamena J., Rodenas Palomino C., Sainz C, Martin Matarranz J.L., Arteché J. (2004) Population dose in the vicinity of old Spanish uranium mines. **Sci Total Environ.** 15;329(1-3): 283-8.
- Roscoe R.J., Steenland K., Halperin W.E., Beaumont J.J., Waxweiler R.J. (1989) Lung cancer mortality among nonsmoking uranium miners exposed to radon daughters. **JAMA** 4;262(5):629-33.
- Schuttman W. (1993) Schneeberg lung disease and uranium mining in the Saxon Ore Mountains (Erzgebirge). **J Ind Med.** 23(2):355-68.
- Shields, L. M.; Wiese, W. H.; Skipper, B. J.; Charley, B.; Banally, L.. (1992) Navajo birth outcomes in the Shiprock mining area. **Health Physics** 63(5): 542-551.
- Sram R.J., Binkova B., Dobias L., Rossner P., Topinka J., Vesela D., Vesely D, Stejskalova J., Bavorova H., Rericha V. (1993) Monitoring genotoxic exposure in uranium miners. **Environ. Health Perspect.** 99:303-5.
- Tomášek L., Darby S.C., Swerdlow A.J., Placek V., Kunz E. (1993) Radon exposure and cancers other than lung cancer among uranium miners in West Bohemia. **Lancet.** 10; 341(8850): 919-23.
- Tomášek L., Darby S.C., Fearn T., Swerdlow A.J., Placek V., Kunz E. (1994) Patterns of lung cancer mortality among uranium miners in West Bohemia with varying rates of exposure to radon and its progeny. **Radiat Res.** 137(2): 251-61.
- U.S. Environmental Protection Agency: 40 CFR Part 192. Standards for Remedial Actions at inactive Uranium processing sites. In: **Federal Register** Vol 48(3), Washington DC, January 5 1983: 590-604.
- U.S. Environmental Protection Agency, Final Environmental Impact Statement for Standards for the Control of Byproduct Materials from Uranium Ore Processing, Washington, DC, 1983, v.1, pp. D-12, D-13
- Woodward A., Roder D., McMichael A.J., Crouch P., Mylvagam A. (1991) Radon daughter exposures at the Radium Hill uranium mine and lung cancers rates among former workers, 1952-87. **Cancer cause control** 2 :213-220.
- Zaire R., Notter M., Riedel W., Thiel E. (1997) Unexpected rates of chromosomal instabilities and alterations of hormone levels in Namibian uranium miners. **Radiat Res.** 147(5):579-84.
- Zamora M.L., Tracy B.L., Zielinski J.M., Meyerhof D.P, Moss MA (1998). Chronic ingestion of Uranium in drinking water: a study of kidney bioeffects in Humans. **Toxic. Sci.** 43(1): 68-77.

O projecto **MINURAR** foi planeado com a finalidade de verificar se as populações que vivem junto de minas de urânio e suas escombrelas têm riscos para a saúde superiores ao de populações com características semelhantes não expostas a essas minas e escombrelas.

Para tal, o estudo foi desenvolvido através de três componentes articuladas entre si:

1. investigar e descrever os níveis de **radioactividade ambiente** em cada uma das freguesias seleccionadas;
2. investigar e descrever a **distribuição dos metais e de outros contaminantes químicos no ambiente** das freguesias seleccionadas;
3. investigar e testar um conjunto de hipóteses sobre a eventual associação entre residir na freguesia de Canas de Senhorim (e estar exposto às radiações ionizantes e contaminantes químicos) e vários potenciais **efeitos na saúde das populações**.

RADIOACTIVIDADE AMBIENTE

Para avaliar as alterações ambientais decorrentes da actividade extractiva e do tratamento do minério de urânio formularam-se as seguintes hipóteses:

1. Na região da Urgeiriça as escombrelas da actividade mineira apresentam concentrações mais elevadas de radionuclidos quando comparadas com escombros ou sítios de antigas minas onde não houve tratamento químico do minério e ambas mais elevadas que as concentrações médias típicas dos terrenos da região.
2. A existência de escombrelas do tratamento do minério e a actividade mineira para extracção do urânio contaminaram os solos agrícolas das zonas envolventes e os cursos de água, quando comparados com zonas onde não houve nem extracção de urânio nem tratamento do minério.

3. Os produtos hortícolas e agrícolas produzidos nas zonas próximas das escombrelas da Urgeiriça apresentam concentrações de elementos radioactivos significativamente mais elevadas que os produtos equivalentes produzidos na região, mas afastados das escombrelas e em zonas em que não houve extracção nem tratamento de minérios radioactivos.
4. A água de consumo utilizada pelas populações apresenta valores de radioactividade mais elevados na região da Urgeiriça/Canas de Senhorim que noutras freguesias com minas de urânio mas sem escombrelas e em zonas sem qualquer actividade mineira.
5. O ar de superfície na zona da Urgeiriça tem concentrações de radão (gás radioactivo) significativamente mais elevadas que outras zonas onde funcionaram minas de urânio mas onde não há escombrelas, e mais elevadas do que as concentrações normais para a região na ausência de minas e escombrelas de urânio.
6. O ar de superfície na zona da Urgeiriça tem concentrações mais elevadas de partículas (poeiras) radioactivas que outras zonas onde funcionaram minas de urânio mas onde não há escombrelas e mais elevadas do que as concentrações normais para a região na ausência de minas e escombrelas de urânio.
7. A dose de radiação gama externa a que os elementos da população estão expostos nos locais públicos e nas suas habitações são mais elevadas na zona da Urgeiriça que noutras regiões onde houve extracção de urânio mas não há escombrelas e zonas em que não houve extracção de urânio.
8. A população residente na zona da Urgeiriça acumulou, por várias vias, no organismo, concentrações mais elevadas de radionuclidos provenientes

do minério de urânio que outras populações de zonas onde houve minas mas não houve tratamento do minério e zonas onde não houve extracção de minério de urânio.

9. Globalmente, a população residente na zona da Urgeiriça recebe uma dose de radiação mais elevada que a população de outras zonas onde houve minas mas não há escombrelras e mais elevada que outras populações da região mas onde não houve nem extracção de urânio nem escombrelras.

DISTRIBUIÇÃO DE METAIS E DE OUTROS CONTAMINANTES QUÍMICOS NO AMBIENTE

O objectivo fundamental desta componente foi o de, tendo em conta a geologia e a geomorfologia, determinar o padrão geoquímico típico dos meios naturais de que usufruem as populações em geral, em cada uma das freguesias estudadas, nomeadamente solos e águas. Isto é, definir um quadro ambiental para as localidades em que residem as pessoas que foram seleccionadas para estudos de saúde, no sentido em que esse quadro influencia directamente a qualidade de vida dessa população.

Na medida em que essas freguesias foram seleccionadas segundo critérios distintos no que refere ao grau de exposição aos efeitos de antigas explorações de minas de urânio, seus ambientes geológicos (ocorrência natural de mineralizações) e respectivos resíduos da actividade industrial (escombrelras), formularam-se as seguintes hipóteses:

1. A existência no passado de uma forte actividade industrial extractiva na Mina da Urgeiriça, ligada à exploração de jazigos e deposição de grandes volumes de estéreis em escombrelra, deverá constituir-se num foco dispersor dos elementos químicos típicos da assinatura geoquímica das mineralizações de urânio, porventura assinalável na freguesia de Canas de Senhorim;

2. Para o elemento urânio, em destaque neste estudo, é expectável poder vir a definir-se um fundo regional, directamente relacionável com o chamado “Granito da Guarda” que se sabe ser geologicamente mais radioactivo e progenitor das mineralizações e jazigos existentes em toda a região Centro, sendo de esperar que a freguesia de Canas de Senhorim se situe acima desse fundo.

No pressuposto do objectivo acima mencionado, toda a recolha de dados de campo e analíticos visaram a caracterização do ambiente que influencia a generalidade das populações residentes e não a inventariação de quaisquer focos poluentes relacionados com a exploração de minérios de urânio, nem tão pouco a sua caracterização.

EFEITOS NA SAÚDE DAS POPULAÇÕES

O estudo epidemiológico teve os seguintes objectivos:

- a. verificar se existem diferenças entre a população da freguesia de Canas de Senhorim, exposta à mina da Urgeiriça e à sua escombrelra de resíduos, e a população de 7 outras freguesias da região, tomadas para comparação, no que respeita a um conjunto de parâmetros biológicos e nosológicos.
- b. em caso afirmativo, verificar se a exposição à mina da Urgeiriça e à respectiva escombrelra pode ser a causa das diferenças encontradas.

HIPÓTESES PRINCIPAIS

Como hipóteses principais foram seleccionadas as que se referem a alterações biológicas, potencialmente precursoras de doença, e a efeitos sobre a prevalência de doenças crónicas:

1. Na população geral do sexo masculino existe uma associação entre a exposição à mina da Urgeiriça e sua escombreira e alterações biológicas do aparelho reprodutor, sendo essa associação positiva para a concentração de hormona folículoestimulante (FSH) e negativa para as concentrações de Testosterona e de Inibina B.
2. Na população geral do sexo feminino, existe uma associação entre a exposição à mina da Urgeiriça e sua escombreira e a ocorrência de alterações da fecundidade, sendo essa associação positiva para o aborto espontâneo e negativa para a paridade.
3. Na população geral do sexo feminino existe uma associação positiva entre a exposição à mina da Urgeiriça e sua escombreira e a prevalência de anomalias congénitas.
4. Na população geral, existe uma associação entre a exposição à mina da Urgeiriça e sua escombreira e a diminuição da função tiroideia, sendo essa associação negativa para a concentração de tiroxina e positiva para a hormona tireo-estimulante.
5. Na população geral, existe uma associação negativa entre a exposição à mina da Urgeiriça e sua escombreira e os seguintes parâmetros hematológicos: eritrocitos e hemoglobina, leucócitos e seus tipos e plaquetas.
6. Na população geral, existe uma associação negativa entre a exposição à mina da Urgeiriça e sua escombreira e a

função renal, avaliada pelas concentrações de creatinina e de ureia.

7. Na população geral, existe uma associação positiva entre a exposição à mina da Urgeiriça e sua escombreira e prevalência de um conjunto de doenças crónicas
8. Na população geral, existe uma associação negativa entre a exposição à mina da Urgeiriça e sua escombreira e a percentagem de indivíduos que declaram ter um estado de saúde “Muito Bom” ou “Bom”.
9. Na população geral, existe uma associação positiva entre a exposição à mina da Urgeiriça e sua escombreira e a ocorrência de anomalias cromossómicas¹.

HIPÓTESES SECUNDÁRIAS

Foram também formuladas duas hipóteses secundárias por dizerem respeito a indicadores biológicos de exposição a radiação interna e a metais pesados e não directamente a doenças ou alterações biológicas

1. Na população geral, existe uma associação positiva entre a exposição à mina da Urgeiriça e sua escombreira e as concentrações de ²¹⁰Po no cabelo¹.
2. Na população geral existe uma associação positiva entre a exposição à mina da Urgeiriça e sua escombreira e as concentrações de metais pesados (chumbo, cobre e zinco) no sangue.

¹ Neste relatório não constam os resultados referentes a esta hipótese já que as determinações laboratoriais só estarão disponíveis no final do ano de 2005, como previsto.

DELINEAMENTO GERAL

Para alcançar os objectivos fixados, considerou-se necessária a definição de um grupo exposto e de um grupo de comparação. Assim, o estudo centrou-se na comparação entre a freguesia de Canas de Senhorim e um conjunto de 7 freguesias dos distritos de Viseu e Guarda. As comparações incidiram sobre parâmetros ambientais (radioactividade ambiente e distribuição de metais e outros contaminantes químicos) e sobre parâmetros respeitantes à saúde das populações.

Definem-se, a seguir, os grupos populacionais seleccionados, de acordo com o grau de exposição, e referem-se os critérios de selecção das freguesias onde os parâmetros ambientais e de saúde foram medidos.

GRUPO EXPOSTO E GRUPOS DE COMPARAÇÃO

GE - Grupo exposto - corresponde aos residentes na freguesia de Canas de Senhorim onde está localizado o núcleo industrial da Mina da Urgeirica e o conjunto das maiores escombrelas de resíduos da exploração dos minérios radioactivos (Quadro DGI).

GN - Grupo não exposto - utilizado como referência, na medida em que inclui freguesias em cujo território não existiu a actividade mineira de exploração de urânio ou, quando existiu, não houve tratamento químico do minério no local. Para efeito do estudo, este grupo foi ainda dividido em dois subgrupos (Quadro DGI);

GN1 - grupo de freguesias onde é conhecida a existência de ocorrências de mineralizações em urânio e/ou houve actividade extractiva de pequena dimensão – exploração mineira sem tratamentos químicos no local, existência de pequenas escombrelas de mina, mas sem resíduos de tratamento. O sub-grupo GN1 poderia ser considerado um

grupo de exposição intermédia entre GN e GN2;

GN2 - grupo de freguesias em que não se conhece qualquer ocorrência de mineralização de urânio e, por maioria de razão, não existiu qualquer actividade industrial de exploração desses minérios;

SELECÇÃO DAS FREGUESIAS

1. CRITÉRIOS DE SELECÇÃO DAS FREGUESIAS DO GRUPO GN

Tirando partido da informação georeferenciada disponível na Base de Dados MINERDATA do INETI/Laboratório de S. Mamede de Infesta foi elaborado um mapa que integrava, e relacionava entre si, informação sobre a distribuição geográfica das ocorrências minerais e concessões mineiras, redes hidrográficas, divisão administrativa e informação geomineira generalizada sobre urânio, o qual serviu de base para o Grupo Coordenador do projecto tomar as decisões finais sobre a selecção das freguesias a estudar. Os critérios utilizados para seleccionar as freguesias GN procuraram que as respectivas populações tivessem exposição ambiental de base e características demográficas e sociais semelhantes às da população de Canas de Senhorim (GE).

Numa situação ideal, esta diferiria daquelas apenas pelo facto de estar exposta à mina e à escombrela e não noutros factores que pudessem constituir explicação alternativa para os resultados obtidos.

Assim, foram utilizados os seguintes critérios:

- a. Para tentar obter semelhança nas exposições ambientais de base:
 - a.1. situarem-se nos distritos de Viseu e Guarda e terem um fundo geológico granítico de modo a assegurar que as

suas populações estavam expostas a níveis de radiação natural equivalentes à da população GE, caso esta não tivesse a mina e a escombreira.

- a.2. os seus limites estarem afastados mais de 5 km de qualquer escombreira.
- a.3. localizarem-se a montante tanto das linhas de água que drenam a mina e a escombreira da Urgeiriça bem como dos ventos dominantes no distrito de Viseu (NE).
- b. Para tentar alcançar semelhança demográfica e social procurou-se que as freguesias tivessem populações com efectivos semelhantes às de Canas de

Senhorim. A decisão final foi tomada tendo ainda em conta os seguintes factores:

Geomorfologia – como condicionante fundamental da rede de drenagem

Fundo geológico – enquanto portador de radioactividade natural

Localização geográfica e acessibilidade

2. FREGUESIAS SELECIONADAS

Com base nos critérios estabelecidos, foram seleccionadas 7 freguesias, além de Canas de Senhorim, referidas sumariamente no quadro DG I e no mapa seguinte:

Quadro DG I- Freguesias seleccionadas e suas características demográficas

Grupo	Freguesia	Concelho	Distrito	População Residente*	População do grupo etário 25-64 anos**
GE	Canas de Senhorim	Nelas	Viseu	3555	1841
GN1	Moreira de Rei	Trancoso	Guarda	673	283
	Rio de Mel	Trancoso	Guarda	311	137
	Queirã	Vouzela	Viseu	1702	902
GN2	Campo da Madalena	Viseu	Viseu	4358	2345
	S. Pedro	Celorico da Beira	Guarda	1387	680
	Sátão	Sátão	Viseu	3721	1880
	Seia	Seia	Guarda	6928	3784

**Dados extraídos do CENSUS 2001

A utilização do grupo etário 25-64 como critério de dimensão da população de cada freguesia deveu-se ao facto de ser esse o único grupo etário para o qual a dimensão da população estava disponível.

3. CARTOGRAFIA DISPONIBILIZADA

Para além do mapa geral da região à escala 1/250.000, utilizando a interface *GeoMedia*, foram preparados e disponibilizados mapas com base topográfica

(escala 1:25.000, série M 888 do *IgeoE*) com a projecção dos limites administrativos e a informação geomineira existente na base de dados MINERDATA, para as 8 freguesias seleccionadas.

ESTUDO DA RADIOACTIVIDADE AMBIENTAL

AUTORES

INSTITUTO TECNOLÓGICO E NUCLEAR

Fernando P. Carvalho, Maria José Madruga, Mário Reis, João Alves, João Mota Oliveira, Irene Lopes, Pedro Duarte, Octávia Monteiro Gil, Luisa Pedro, Patrícia Cardoso, Margarida Malta, Albertina Libanio, Lubélia Machado, Lídia Silva.

INTRODUÇÃO

As freguesias seleccionadas como área de estudo são representativas das várias situações existentes na região centro-norte do País quanto à radioactividade ambiente e exposição da população às radiações ionizantes. Isto é, foram incluídas freguesias em que não existem ocorrências de filões de minério radioactivo (GN2), freguesias em que há ocorrência de minérios radioactivos, explorados ou não, mas sem escombros de tratamento químico do minério (GN1), uma freguesia onde houve extracção e tratamento químico do minério e onde há escombros resultantes desse tratamento (GE).

Ao ser delineado o estudo pretendeu-se com esta escolha de freguesias cobrir a gama de situações existentes na região uranífera, ou seja, caracterizar o ambiente radioactivo natural não modificado pelas actividades mineiras, o ambiente em zonas uraníferas que foi modificado pela extracção do minério de urânio e, ainda, o que foi modificado não só pela extracção mineira mas também pelo tratamento químico do minério e pela acumulação de escombros resultantes desse tratamento (Carvalho *et al.*, 2004 a,b).

Esta gama de situações foi considerada, à partida, ilustrativa da gama de exposição das populações à radioactividade resultante da exploração do minério de urânio e, por isso mesmo, representativa das situações existentes de impacto dessa exploração sobre a saúde das populações.

Sabendo-se que a exposição às radiações ionizantes é o resultado da exposição a fontes radioactivas externas e internas ao organismo, e que a acumulação destas últimas pode ocorrer por diversas vias de transferência dos radionuclidos (ingestão de água e alimentos, inalação), a exposição dos membros da população pode ser muito diversificada. A dose de radiação total (devida à exposição às fontes externas e internas) não será possível de avaliação se se investigar apenas um parâmetro, por exemplo, a dose de radiação gama ambiente. Tendo isto presente foi efectuado um trabalho de caracterização dos vários

factores radiológicos em cada uma das freguesias abrangidas pelo estudo.

A apresentação dos resultados deste trabalho, muito vasto, é iniciada aqui. Contudo esta apresentação é, neste momento, sucinta e preliminar. Será apresentada de forma mais desenvolvida em relatório ulterior (ver Nota Prévia).

MÉTODOS

1- RADIAÇÃO EXTERNA AMBIENTE

A medida da dose de radiação gama ambiental foi realizada com um detector de radiação portátil que consiste num tubo Geiger-Muller compensado em energia, do tipo MC-70 (Mini Instruments, Reino Unido). Em cada ponto de medida, o detector foi posicionado a 1 m de solo, tendo-se realizado três leituras com um período de integração de 100 seg cada uma. A dose em cada ponto foi obtida através da média das três leituras referidas. O detector foi calibrado no Laboratório de Metrologia das Radiações Ionizantes do ITN-DPRSN em termos do débito de kerma no ar, expresso em gray por hora ($Gy \cdot h^{-1}$), tendo-se realizado verificações periódicas ao longo do tempo de duração do projecto. Usou-se um factor de conversão de $1.21 Sv \cdot Gy^{-1}$ para transformar os valores obtidos em termos do equivalente de dose ambiental $H^*(10)$, expresso em sievert (Sv) (Amaral *et al.*, 1992).

2 - RADIOACTIVIDADE NAS ESCOMBREIRAS E NOS SOLOS

A determinação das concentrações de radionuclidos nos escombros mineiros e nos solos das várias freguesias foi efectuada com recurso à espectrometria gama e, nalguns casos, com recurso à espectrometria alfa.

As amostras foram recolhidas em locais georeferenciados e transportadas em sacos devidamente etiquetados para o laboratório. Estas amostras foram secas na estufa a 60^o C, até peso constante. As amostras para *espectrometria gama* foram acondicionadas

em caixas de polietileno de geometria fixa (Madruga *et al.*, 2001a,b; 2002a,b). As amostras para *espectrometria alfa* foram submetidas a extracção e separação radioquímica dos elementos a analisar, seguida da electrodeposição em discos porta-amostra de inox ou de prata (Carvalho 1995 b, c).

A *espectrometria gama* foi efectuada com detectores de *Germanio Hiperpuro (HpGe)* e a análise dos espectros efectuada com o software *Genie 2000* (Camberra). A *espectrometria alfa* foi efectuada com detectores de barreira de silício e os espectros analisados com o software *Maestro Ortec EG&G*.

O controlo de qualidade das determinações espectrométricas foi assegurado através da análise, pelos mesmos métodos, de amostras de referência da AIEA. Estes métodos e a sua precisão analítica são também testados anualmente com a participação em exercícios internacionais de intercomparação analisando amostras com concentrações de radionuclidos desconhecidas.

3 - RADIOACTIVIDADE NAS ÁGUAS

As amostras de água recolhidas para análise incluíram águas para consumo e águas para rega. As águas para consumo humano foram amostradas nas redes de distribuição, recolhidas na torneira do consumidor, águas de fontanários públicos das aldeias e vilas, umas vezes abastecidos a partir de nascentes dedicadas outras pela rede pública, por águas de furos e poços privados. As águas para rega foram amostradas nos poços das hortas e nos cursos de água superficiais.

As amostras de água para consumo foram analisadas tal como são consumidas, isto é, sem filtração. As águas para rega, normalmente com cargas de matéria em suspensão muito mais variáveis, foram filtradas logo após a recolha, no local, através de filtros de membrana de acetato de celulose, com 0,45 µm de poro. A água filtrada foi de imediato acidificada com HNO₃ a pH<2 para evitar a perda dos radionuclidos por adsorção nas paredes dos bidões de transporte. A matéria em

suspensão e a água filtrada foram analisadas separadamente, ambas por *espectrometria alfa*.

4 - RADIOACTIVIDADE NOS ALIMENTOS

Em todas as freguesias procedeu-se à recolha, com a colaboração da população, de produtos hortícolas e frutícolas produzidos nas hortas. Alguns produtos comuns, tais como, batatas e couves, foram obtidos em todos os locais. Outros, como maçãs e peras, de cultivo mais irregular, não puderam ser obtidos de forma sistemática em cada localidade. Procurou-se incluir no cabaz de produtos analisados também carne de frango e leite da produção local. Todos os alimentos foram directamente adquiridos ou doados pelos habitantes das freguesias.

As batatas e frutos foram analisados sem casca. As couves e outros vegetais foram lavados e analisados apenas as partes dos vegetais que usualmente são consumidas. As análises por *espectrometria gama* foram efectuadas sobre amostras secas na estufa. As análises por *espectrometria alfa* foram efectuadas a partir de amostras liofilizadas (Carvalho, 1997; Carvalho e Oliveira, 1999).

5 -RADIOACTIVIDADE NOS AEROSÓIS

Efectuou-se a amostragem de poeiras atmosféricas no ar de superfície, a 1.5 metro acima do solo, utilizando amostradores de poeiras Andersen e filtros de fibra de vidro de grande superfície. A amostragem foi efectuada em pelo menos duas localidades de cada freguesia durante períodos de 2-3 dias em cada local.

O volume de ar filtrado, bem como a carga das partículas recolhidas, foram registados. Os filtros foram analisados por *espectrometria alfa* para determinar as concentrações de radionuclidos nos aerossóis (Carvalho, 1995 a).

6.- RADÃO

O radão (^{222}Rn) é o descendente radioactivo directo do rádio (^{226}Ra) e portanto pertence à série radioactiva natural do urânio. Por se tratar de um gás que se mistura com o ar e é inalado, sendo um dos radionuclidos que frequentemente mais contribui para a dose de radiação, justifica um tratamento à parte.

6.1. MEDIDAS DE EXALAÇÃO

Para as determinações das taxas de exalação de radão dos solos e escombros, usaram-se câmaras de acumulação (reservatórios cilíndricos, abertos na base e colocados contra a superfície do solo). Após um período de acumulação variável entre 15 e 24 horas, uma amostra de ar foi retirada do reservatório, sendo filtrada num filtro Millipore tipo AA 0.8 μm na passagem para uma célula de cintilação de 125 cm^3 de volume (células de Lucas). A concentração do ^{222}Rn foi determinada após o atingir do equilíbrio com os seus descendentes, num fotomultiplicador (NOVELEC®) (Duarte et al., 2003).

6.2. MEDIDAS INTEGRADAS NO INTERIOR DE HABITAÇÕES E NO AR EXTERIOR

Para a medida da concentração de radão no interior de habitações e no ar exterior foram utilizados detectores sólidos de traços de nitrato de celulose (LR-115, despeliculável).

No interior de habitações, os detectores foram colocados preferencialmente numa divisão da casa com maior taxa de ocupação, a aproximadamente 1,50m acima do chão e protegidos da luz solar directa. Os detectores expostos ao ar exterior, foram protegidos da chuva, humidade e da incidência directa de luz solar colocando-os em pequenos abrigos feitos a partir de pequenas caixas “tetrapack”

Nas medidas de exterior, os detectores foram distribuídos aos pares, pretendendo-se com isso garantir a recuperação de pelo menos um por local monitorizado. Após o período de exposição os detectores foram revelados e os traços contados num contador de faíscas (“spark counter”).

As concentrações de radão foram determinadas com o uso de curvas de calibração apropriadas. Os resultados obtidos representam a concentração média de radão no ar durante o período de exposição do dosímetro.

6.3. - MEDIÇÃO CONTÍNUA DA CONCENTRAÇÃO DE RADÃO NO AR DE SUPERFÍCIE

Em vários locais de cada uma das freguesias foram colocados analisadores contínuos de radão (SARAD) para determinação deste radionuclido no ar de superfície. Este equipamento, cujo princípio de detecção é baseado na detecção das partículas alfa emitidas num certo volume de ar aspirado para uma câmara contendo um detector de silício, permite registar as flutuações da concentração do radão no ar ao longo das 24 horas, e dia após dia.

RESULTADOS

1- RADIAÇÃO EXTERNA AMBIENTE

Os valores de dose de radiação gama ambiente no território da freguesia de Canas de Senhorim revelaram variações elevadas em virtude da existência de escombros das actividades relacionadas com a extracção do urânio. Assim, subdividiu-se a freguesia, para efeitos destas medidas, em áreas não tocadas pela indústria mineira (designada por Canas de Senhorim) e outras zonas identificadas pelos nomes atribuídos pela actividade mineira.

No Quadro 1 identificam-se os locais, o número de pontos de medida, o intervalo de variação mínimo e máximo registados, a mediana, a média aritmética e o respectivo desvio padrão, e a média geométrica e o respectivo desvio mais elevado. Os valores médios apresentados no Quadro 1 representam a dose total medida, com as componentes terrestre e cósmica. O valor médio do débito da dose de radiação cósmica nos distritos de Coimbra, Viseu e Guarda foi de 33.6, 36.5 e 38.6 $\text{nGy}\cdot\text{h}^{-1}$. No entanto, neste estudo a contribuição da radiação cósmica para a dose não foi subtraída aos valores de dose apresentados.

Quadro 1 - Débito de dose de radiação gama ambiental medido a 1 m do solo, expresso em nGy.h⁻¹.

	Local	Nº pontos	min – máx (nGy.h ⁻¹)	Mediana (nGy.h ⁻¹)	Média aritmética (nGy.h ⁻¹)	Média geométrica (nGy.h ⁻¹)
	Canas de Senhorim	31	160 - 425	209	232 ± 71	224 ± 11
	Barragem Velha	39	208 - 12606	591	1752 ± 2607	826 ± 167
	Barragem Nova	21	194 - 608	289	324 ± 136	301 ± 26
GE	Escombreira Sta Bárbara	12	735 - 2745	1560	1650 ± 631	1531 ± 196
	Escombreira descarga de minério	8	610 - 8290	3198	3891 ± 2628	3021 ± 1038
	Ribeira da Pantanha	13	191 - 543	281	290 ± 94	278 ± 23
	Canas de Senhorim Poço nº 5	5	240 - 723	408	449 ± 179	421 ± 83
GN1	Moreira de Rei	19	144 - 294	206	206 ± 34	204 ± 8
	Rio de Mel	23	150 - 338	201	218 ± 50	213 ± 9
GN2	Sátão	42	77 - 187	111	119 ± 28	116 ± 4

No Quadro 2 apresentam-se os valores médios registados no Quadro 1, expressos em termos do equivalente de dose ambiental H*(10), extrapolado para um

período de integração correspondente a um ano. Tal como há pouco, neste trabalho não foi deduzida a contribuição da radiação cósmica para o equivalente de dose ambiental.

Quadro 2. Equivalente de dose ambiental anual, expresso em mSv.

Local	Média aritmética (mSv)	Média geométrica (mSv)
Canas de Senhorim	2.5 ± 0.8	2.4 ± 0.1
Barragem Velha	18.6 ± 27.6	8.8 ± 1.8
Barragem Nova	3.4 ± 1.4	3.2 ± 0.3
GE Escombreira Sta Bárbara	17.5 ± 6.7	16.2 ± 2.1
Escombreira descarga de minério	41.2 ± 27.9	32.0 ± 11.0
Ribeira da Pantanha	3.1 ± 1.0	2.9 ± 0.2
Canas de Senhorim Poço nº 5	4.8 ± 1.9	4.5 ± 0.9
GN1 Moreira de Rei	2.2 ± 0.4	2.2 ± 0.1
Rio de Mel	2.3 ± 0.5	2.3 ± 0.1
GN2 Sátão	1.3 ± 0.3	1.23 ± 0.04

Como se pode observar da análise dos Quadros 1 e 2, os valores do débito de dose de radiação gama ambiental (e do equivalente de dose ambiental anual) nas povoações de Canas de Senhorim, Moreira de Rei e Rio de Mel foram muito semelhantes entre si.

As zonas alteradas pela exploração de minério, tais como as escombreiras («barragens»), poço, etc. apresentaram valores destas grandezas que podem ser considerados bastante elevados.

2 - RADIOACTIVIDADE NAS ESCOMBREIRAS E SOLOS

As amostras de solos das hortas e de campos não cultivados foram analisadas por espectrometria gama. Os resultados foram agrupados de acordo com os grupos de freguesias previamente definidos e podem ser directamente comparados (Quadro 3). Os radionuclidos ^{234}Th , ^{226}Ra e ^{210}Pb são descendentes do ^{238}U (série do uranio), enquanto o ^{235}U pertence à série do actínio e

o ^{228}Ra pertence à série do tório. O potássio-40 (^{40}K) é um radionuclido primordial de longo período, não pertencente às séries radioactivas naturais, e está sempre presente representando uma fracção constante do elemento potássio. O ^{137}Cs é um radionuclido de origem artificial que se encontra presente na camada superficial dos solos devido à deposição das poeiras radioactivas provenientes dos testes nucleares e do acidente de Chernobyl.

Os solos da freguesia de Canas de Senhorim situados fora das zonas afectas à actividade mineira, isto é hortas, terrenos entre o casario e terrenos florestais, tiveram concentrações médias de ^{234}Th (média geométrica) de cerca de 204 Bq kg⁻¹, enquanto os solos e escombros das zonas mineiras tiveram concentrações médias de 1095 Bq kg⁻¹.

A grande dispersão dos valores deste último grupo (variando de 82 a 69877 Bq kg⁻¹) resulta do facto de neles estarem incluídos amostras de escombros muito contaminados e amostras de terrenos adjacentes onde,

nem sempre, existem concentrações elevadas.

Note-se que as concentrações de ^{235}U e do ^{234}Th (descendente directo do ^{238}U) assim como de ^{226}Ra e de ^{210}Pb nos solos de GE (Canas de Senhorim (a)), não diferiram significativamente das concentrações nos solos das outras freguesias.

A análise dos materiais acumulados nas escombrelas indica, no entanto, uma situação diferente da dos solos normais (Figura 1 e Figura 2). Em amostras superficiais recolhidas na escombrela da Barragem Velha a concentração de ^{234}Th atinge os 2695 Bq kg^{-1} , enquanto o ^{226}Ra e o ^{210}Pb atingem $11\,750$ e 17520 Bq kg^{-1} , respectivamente. A escombrela da descarga do minério apresentou valores ainda mais elevados, com concentrações de ^{234}Th de cerca de 29500 Bq kg^{-1} , mas excedidos por concentrações de ^{234}Th de

cerca de $70\,000 \text{ Bq kg}^{-1}$ na Barragem Nova (Figura 2).

O Quadro 4 apresenta os resultados de análises efectuadas por espectrometria alfa para materiais das escombrelas, escombrelas destas escombrelas e água da mina da Urgeiriça (Figura 3). Estes resultados mostram que existiam concentrações elevadas dos radionuclidos das séries naturais nas escombrelas e escombrelas das escombrelas na Urgeiriça (GE).

A bacia hidrográfica da Ribeira da Pantanha apresentou uma elevação dos níveis naturais de radionuclidos da série do urânio, devido às escombrelas das escombrelas. As concentrações, mais elevadas que o fundo radioactivo da região, aqui representado pela Ribeira do Vale de Gato, foram detectadas, pelo menos, até à confluência da Ribeira da Pantanha com o Rio Mondego (Quadro 5).

Quadro 3. Concentrações dos radionuclídeos emissores gama (Bq kg^{-1} peso seco) nos solos dos três grupos de freguesias.

Freguesia	^{235}U	^{234}Th	^{228}Ra	^{226}Ra	^{210}Pb	^{137}Cs	^{40}K	
C. Senhorim (a)	Média $\pm 1\sigma$	26,3 $\pm 39,6$	375 ± 562	136 ± 202	202 ± 291	215 ± 238	10,9 $\pm 9,1$	1549 ± 137
	Mediana	9,9	146	100	202	136	9,3	1518
	Max.	131	2155	1156	1530	1246	50	1893
	Min.	5,4	69	40	66	77	1,6	1314
	Média Geo.	13,7	204	101	136	163	8,6	1543
	N	26	28	28	28	28	27	28
		483 ± 975	6506 ± 14262	145 ± 241	3004 ± 5692	3046 ± 5541	9,9 $\pm 10,1$	1738 ± 871
C. Senhorim (b)	Mediana	67	1093	109	398	505	8,2	1566
	Max.	4350	69877	1368	21726	17520	40	5933
	Min.	6,1	82	20	88	81	0,6	1098
	Média Geo.	81,7	1095	103	684	708	6,2	1643
	N	29	31	28	31	31	16	26
		12,9 $\pm 6,5$	178 ± 91	79,0 $\pm 29,7$	167 ± 64	151 ± 51	13,4 $\pm 16,3$	1467 ± 202
	Mediana	12,0	157	82	158	142	3	1483
Max.	32	453	139	319	291	11,0	1831	
Min.	3,5	42	29	60	53	1,18	1045	
Média Geo.	11,4	157	73	155	143	2,1	1453	
N	53	53	54	54	54	10,1	54	
	7,0 $\pm 4,1$	100 ± 59	75 ± 38	101 ± 57	95 ± 44	14,7 $\pm 16,9$	1087 ± 463	
Mediana	6,7	87	59	97	82	9	1246	
Max.	25	317	158	290	229	9,9	2102	
Min.	0,5	4,7	11	8,4	21	0,4	154	
Média Geo.	6,0	83	65	86	86	9,3	955	
N	62	65	65	65	65	64	65	

(a) Excluindo as zonas mineiras; (b) Zonas mineiras e terrenos adjacentes

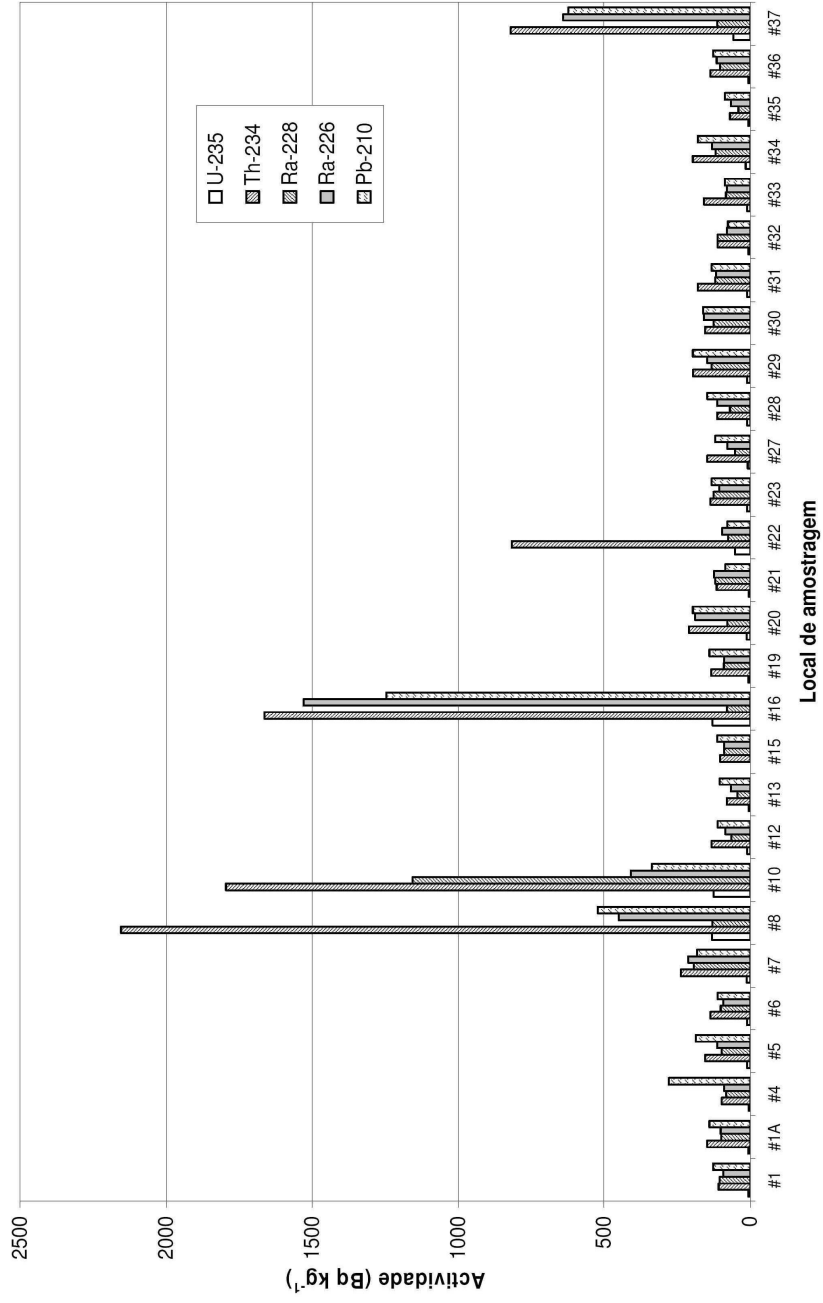


Figura 1 - Canas de Senhorim. Concentração dos principais radionuclídeos emissores gama nos solos de hortas cultivadas e terrenos situados fora do perímetro mineiro.

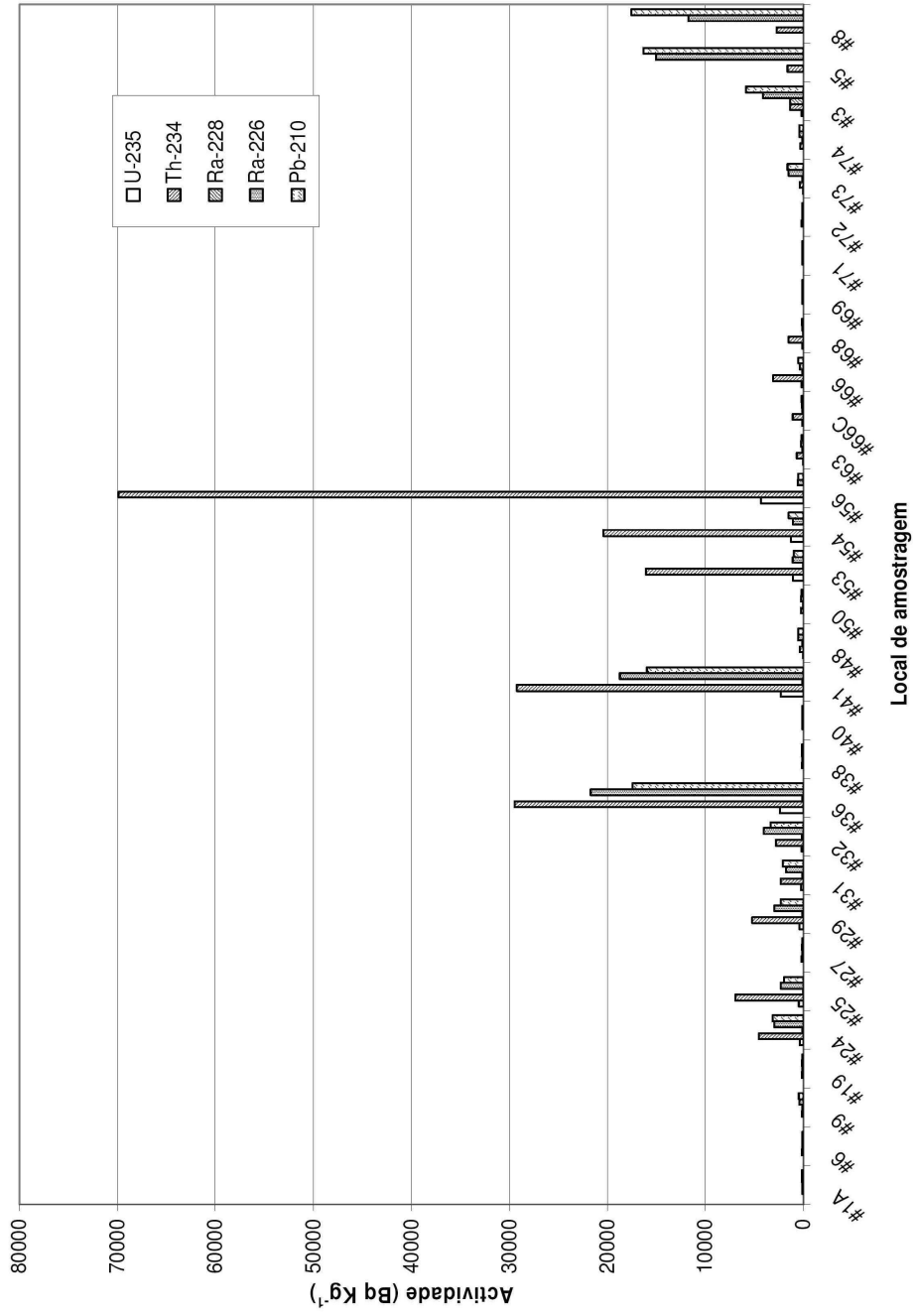


Figura 2 - Canas de Senhorim. Concentração dos principais radionuclídeos emissores gama nas escombrelas e terrenos adjacentes. Note-se a mudança de escala em relação à Figura 1.

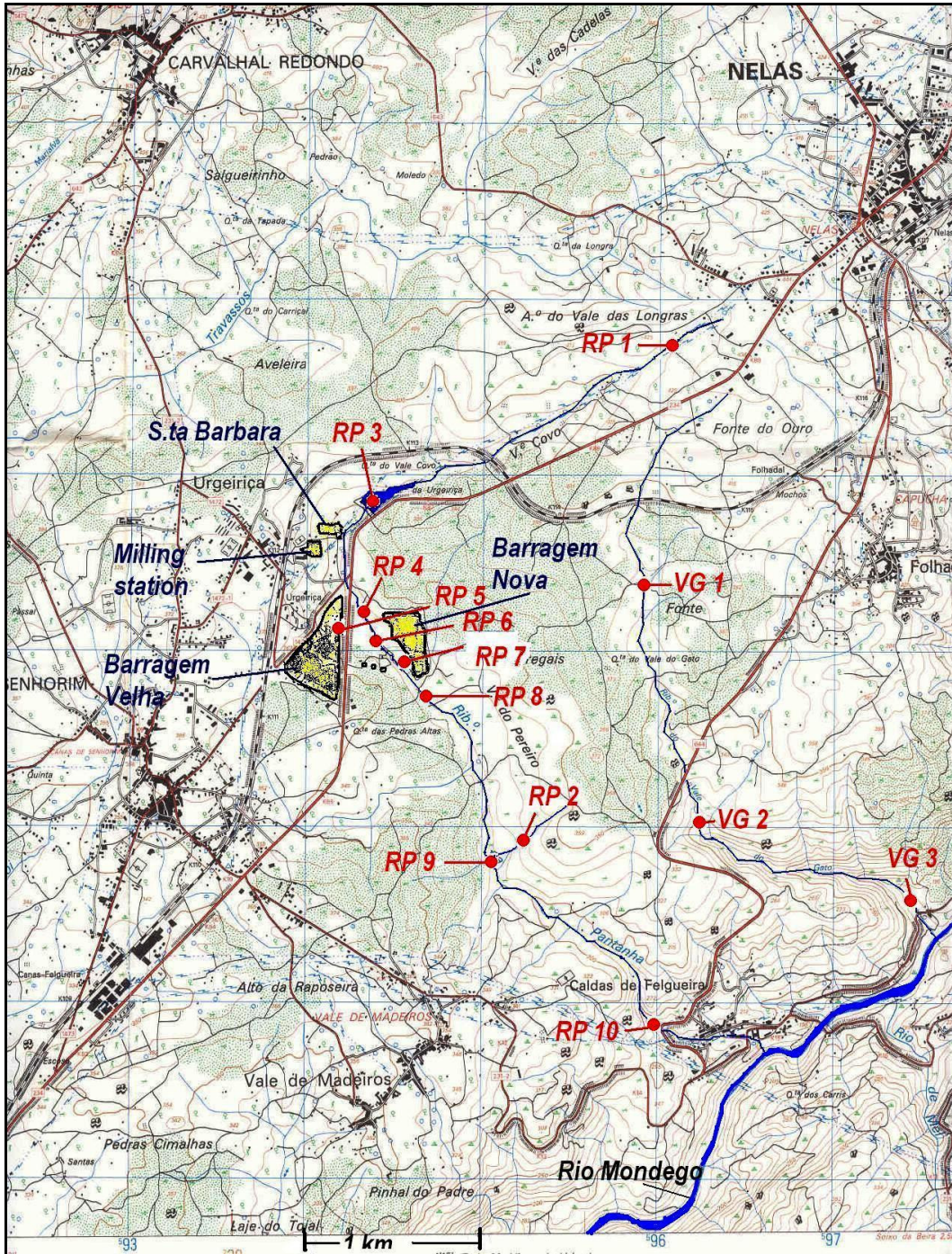


Figura 3. Mapa da região da Urgeiriça, freguesia de Canas de Senhorim. Estão assinaladas as escombreiras. Os pontos de amostragem correspondem aos resultados indicados nas Quadros 3 e 4.

Quadro 4 – Concentrações dos radionuclídeos ($\text{Bq}\cdot\text{kg}^{-1} \pm 1\sigma$) nas amostras das escobreiras, água da mina da Urgeiriça, escorrencias das escobreiras

	^{238}U	^{235}U	^{234}U	^{230}Th	^{226}Ra	^{210}Po	^{232}Th
Escobreiras e escorrencias							
BV- Escobreira Bar. Velha	2530± 94	118 ± 12	2876 ± 105	10337 ± 598	24717 ± 2039	20354±681	412 ±32
BN- Escobreira Bar.Nova	41598 ±1228	1959 ± 67	40182 ± 1187	13390 ± 613	1690 ±150	1176±43	386 ± 22
SB- Escobreira Sta Barbara	6108 ± 173	276 ± 14	6175 ± 175	8052 ± 282	3608 ± 133	3501±112	112 ± 7
MS- Escobreira Milling station	38316 ± 1154	1717 ± 67	38247 ± 1152	30115 ± 1123	15569 ± 707	30824±1147	426 ± 21
Água da mina da Urgeiriça							
Água filtrada (-20 m)	2.17±0.07	0.106±0.005	2.18±0.07	0.015±0.003	1.48±0.06	0.146±0.004	0.0007±0.0006
Água filtrada (-70 m)	2.24±0.07	0.105±0.005	2.24±0.07	0.010±0.005	1.44±0.06	0.129±0.004	0.0006±0.0005
Matéria em suspensão (-20 m)	(35.1±1.7)×10 ³	(1.6±0.1)×10 ³	(35.0±1.7)×10 ³	(1.8±0.1)×10 ³	(12.1±0.5)×10 ³	(52.5±2.8)×10 ³	(0.69±0.05)×10 ³
Matéria em suspensão (-70 m)	(61.1±2.0)×10 ³	(2.7±0.1)×10 ³	(60.4±0.2)×10 ³	(5.4±0.2)×10 ³	(14.4±0.5)×10 ³	(92.2±4.7)×10 ³	(0.034±0.004)×10 ³
Escorrencias das escobreiras							
BV1 (solução)- Escorrencia superficial	13.2±0.6	0.66±0.06	12.7±0.6	1.17±0.08	0.672±0.06	0.69±0.03	0.024±0.010
BV2 (solução) -Água de percolação	35.7±1.1	1.64±0.07	34.8±1.1	1.06±0.06	1.84±0.03	0.70±0.04	0.044±0.009
BV4 (solução) - descarga das bacias de neutralização	5.8±0.2	0.28±0.01	5.4±0.2	nd	0.035±0.003	0.020±0.001	nd
BV1 (matéria em suscoensão)	(1.96±0.08)×10 ³	(0.10±0.02)×10 ³	(2.08±0.08)×10 ³	(4.8±0.3)×10 ³	(3.6±0.2)×10 ³	(7.2±0.3)×10 ³	<(0.006)×10 ³
BV2(matéria em suscoensão)	(5.0±0.2)×10 ³	(0.28±0.04)×10 ³	(5.4±0.2)×10 ³	(2.8±0.3)×10 ³	(0.92±0.18)×10 ³	(9.2±0.5)×10 ³	(0.57±0.12)×10 ³
BV4 (matéria em suscoensão)	(10.6±0.3)×10 ³	(0.50±0.03)×10 ³	(10.7±0.3)×10 ³	(1.4±0.3)×10 ³	(4.0±0.3)×10 ³	(4.4±0.2)×10 ³	(0.20±0.11)×10 ³

Quadro 5 - Concentração dos radionuclídeos em solução (mBq L⁻¹ ± 1σ) na água da Ribeira da Pantanha (RP) e Ribeira de Vale, Vale do Gato (VG), região da Urgeiriça.

	²³⁸ U	²³⁵ U	²³⁴ U	²³⁰ Th	²²⁶ Ra	²²² Rn	²¹⁰ Po	²³² Th
RP1	8.9 ± 0.3	0.43 ± 0.05	9.4 ± 0.3	0.78 ± 0.08	8.0 ± 0.7	(16.1±1.1)×10 ³	9.2 ± 0.2	0.36 ± 0.05
VG1	6.7 ± 0.3	0.31 ± 0.05	6.8 ± 0.3	0.74 ± 0.09	12.9 ± 1.2	(9.9±0.8)×10 ³	7.8 ± 0.2	0.74 ± 0.09
VG2	7.0 ± 0.2	0.34 ± 0.04	7.7 ± 0.2	0.91 ± 0.18	6.7 ± 0.4	—	9.5 ± 0.3	0.39 ± 0.15
VG3	8.6 ± 0.3	0.38 ± 0.03	9.0 ± 0.3	1.5 ± 0.1	5.2 ± 0.3	(2.5±0.3)×10 ³	10.9 ± 0.3	0.35 ± 0.07
RP2	7.1 ± 0.4	0.37 ± 0.08	7.8 ± 0.4	0.42 ± 0.11	6.7 ± 0.9	(72.8±3.0)×10 ³	22.6 ± 0.9	0.13 ± 0.09
RP3	135 ± 5	6.2 ± 0.3	129 ± 4	2.6 ± 0.2	33.4 ± 1.8	(11.0±0.7)×10 ³	11.7 ± 0.3	0.10 ± 0.06
RP4	464 ± 15	22.0 ± 0.9	472 ± 15	4.7 ± 0.3	13.8 ± 0.9	(3.8±0.3)×10 ³	6.6 ± 0.2	0.30 ± 0.08
RP5	(42±1)×10 ³	(1.84±0.09)×10 ³	(41±1)×10 ³	(1.3±0.1)×10 ³	247 ± 16	(73.6±12.9)×10 ³	134 ± 7	44.8 ± 6.3
RP6	(22.6±0.8)×10 ³	992 ± 39	(22.2±0.8)×10 ³	691 ± 31	99.8 ± 3.5	(116.8±4.0)×10 ³	176 ± 9	14.3 ± 1.7
RP7	(5.5±0.6)×10 ³	235 ± 30	(5.3±0.6)×10 ³	2.7 ± 0.3	125 ± 14	(1.9±0.4)×10 ³	19.0 ± 0.8	0.46 ± 0.14
RP8	(4.4±0.2)×10 ³	202 ± 13	(4.4±0.2)×10 ³	2.5 ± 0.4	103 ± 6	(1.9±0.4)×10 ³	20.6 ± 0.8	0.51 ± 0.30
RP9	874 ± 48	38.0 ± 3.5	873 ± 48	5.6 ± 0.6	78.5 ± 3.4	—	21.5 ± 0.9	0.63 ± 0.27
RP10	253 ± 8	11.2 ± 0.7	262 ± 8	4.6 ± 0.5	66.2 ± 3.5	—	22.7 ± 0.9	0.41 ± 0.21

3 - RADIOACTIVIDADE NAS ÁGUAS

As concentrações de radionuclídeos presentes nas águas das redes de distribuição públicas estão agrupadas no Quadro 6. Pode constatar-se que não existiam concentrações anormalmente elevadas. Os valores das concentrações dos radionuclídeos diferiram um pouco, consoante a origem das águas utilizadas para abastecimento das redes.

No entanto, em cada freguesia existe uma grande diversidade de fontes de abastecimento em uso. As redes de distribuição pública usam águas superficiais como fontes de abastecimento (exemplos: Barragem de Fagilde, no Dão; barragem da Teja na Ribeira da Teja, Barragem da Aguieira no Rio Mondego), e chegam, hoje em dia, a um grande número de consumidores. Contudo, em muitas aldeias constatou-se que um grande número de famílias consome água de pequenas redes de distribuição, abastecidas por nascentes locais e cuja manutenção é feita pelas autarquias, ou usam furo ou poço próprio. Com frequência há ainda recurso a fontanários públicos antigos, cuja água goza, por vezes, da reputação de ser de boa qualidade.

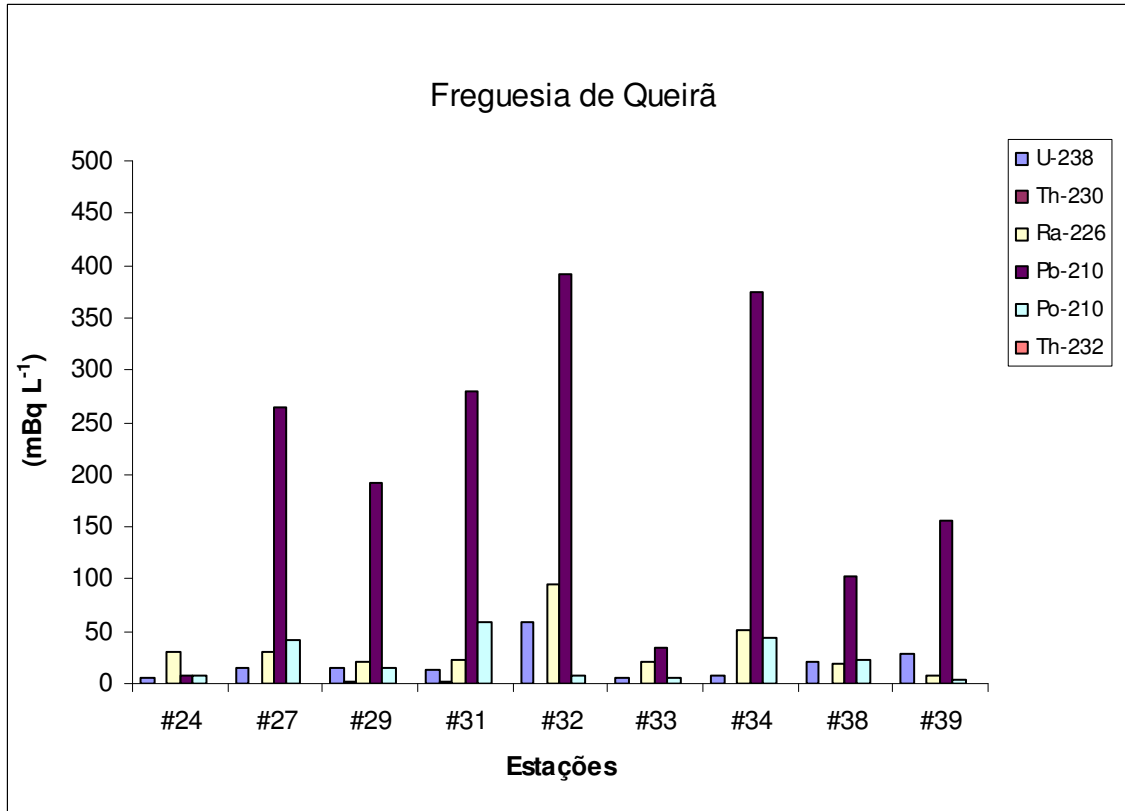
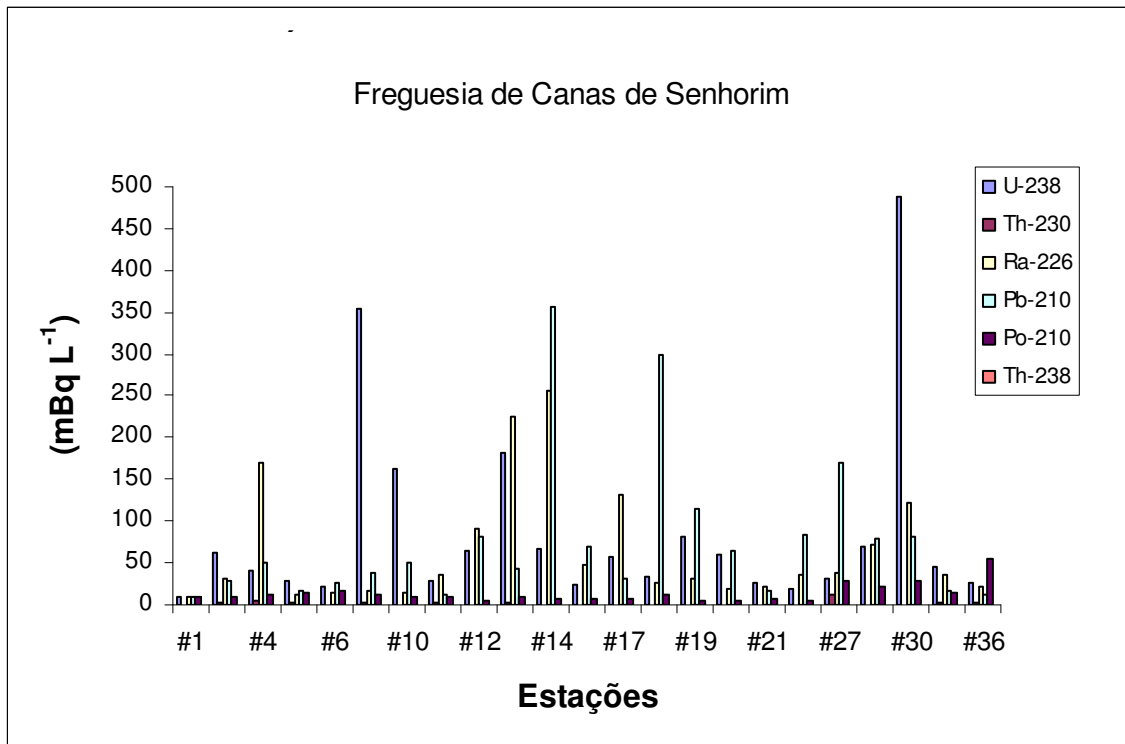
A amostragem destas águas para consumo, feita de forma tão completa quanto possível, conduziu aos resultados apresentados nas Figuras 3 e no Quadro 7. Da observação da Figura 3, nota-se que, em cada freguesia, existiam concentrações de radionuclídeos que variaram dentro de uma gama de valores ampla. Na maioria das águas e para cada um dos radionuclídeos emissores alfa, as concentrações geralmente situaram-se abaixo dos 100 mBq L⁻¹, havendo em cada freguesia sempre algumas águas com

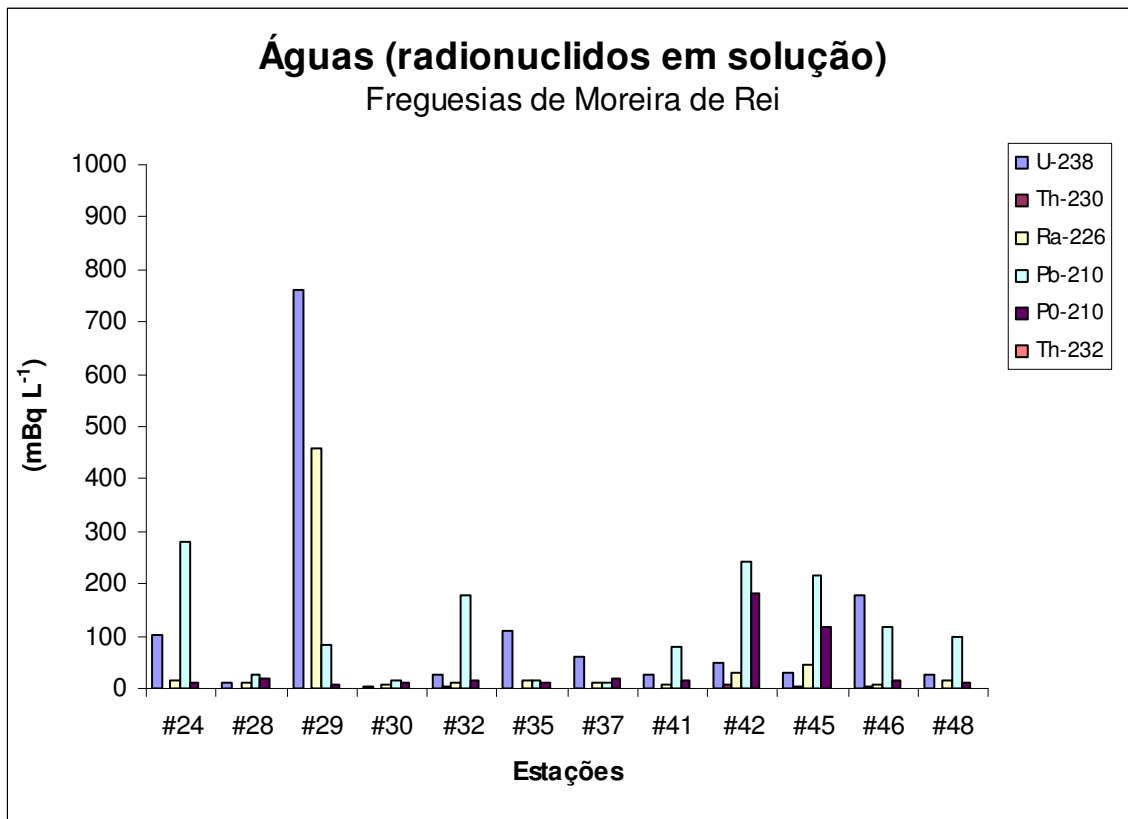
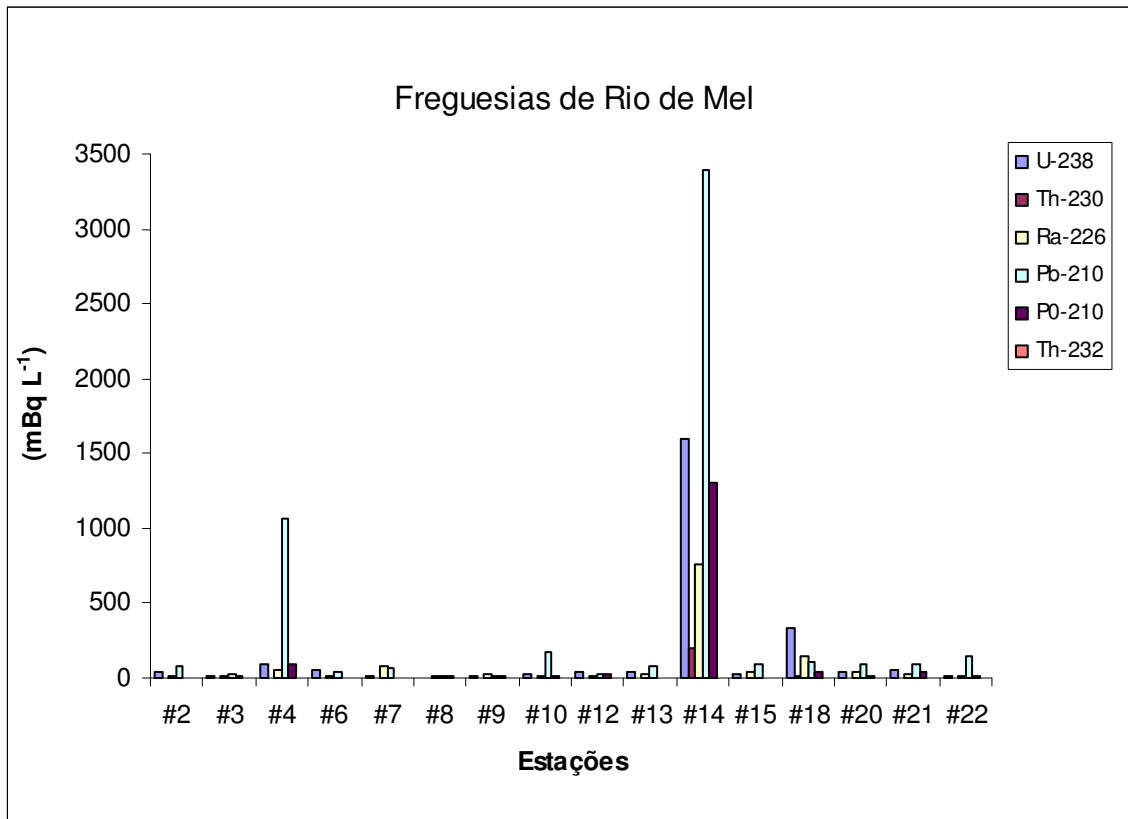
concentrações mais elevadas. Em regra, estas águas com concentrações mais elevadas são águas de furos mais ou menos profundos e a actividade resulta da dissolução dos radioelementos presentes nas rochas, em mineralizações profundas. Note-se que esse é também o caso das águas para consumo em Canas de Senhorim (Figura 3). Por outro lado, na freguesia de Canas de Senhorim, as águas da mina da Urgeiriça, as águas de escorrência das escombreiras e as águas da Ribeira da Pantanha todas elas apresentaram concentrações muito mais elevadas do que as águas de consumo (Quadro 5).

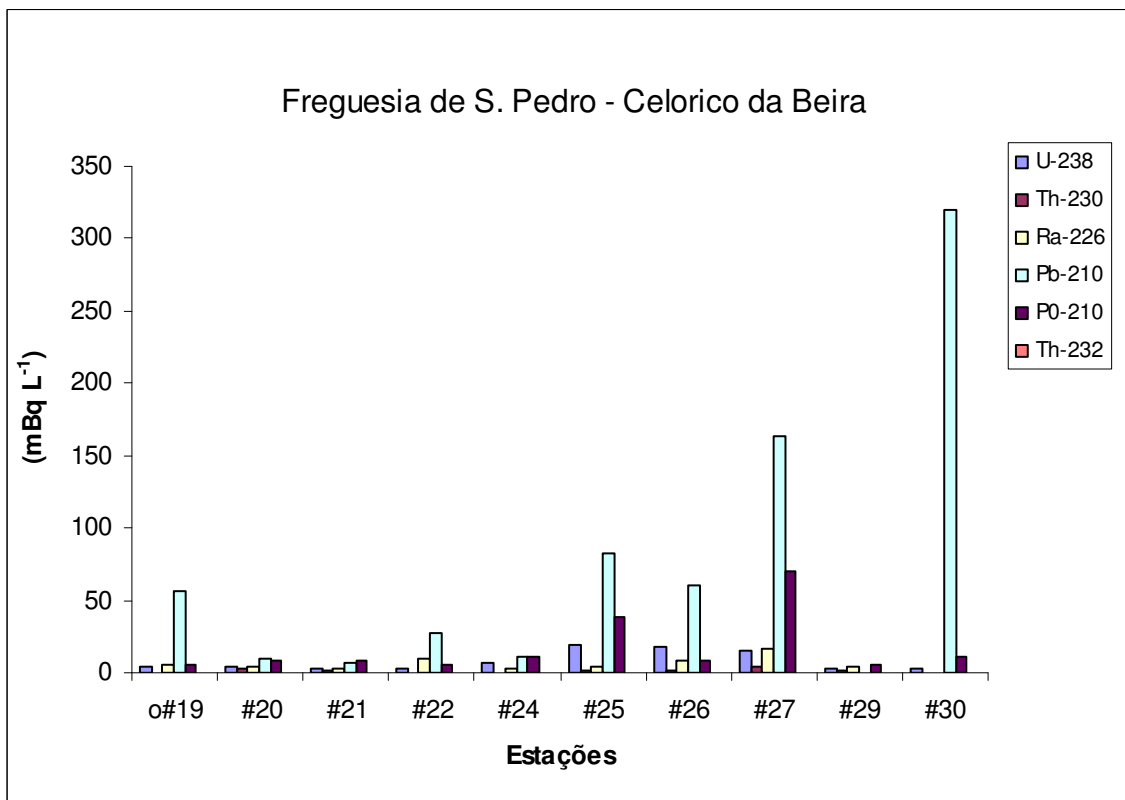
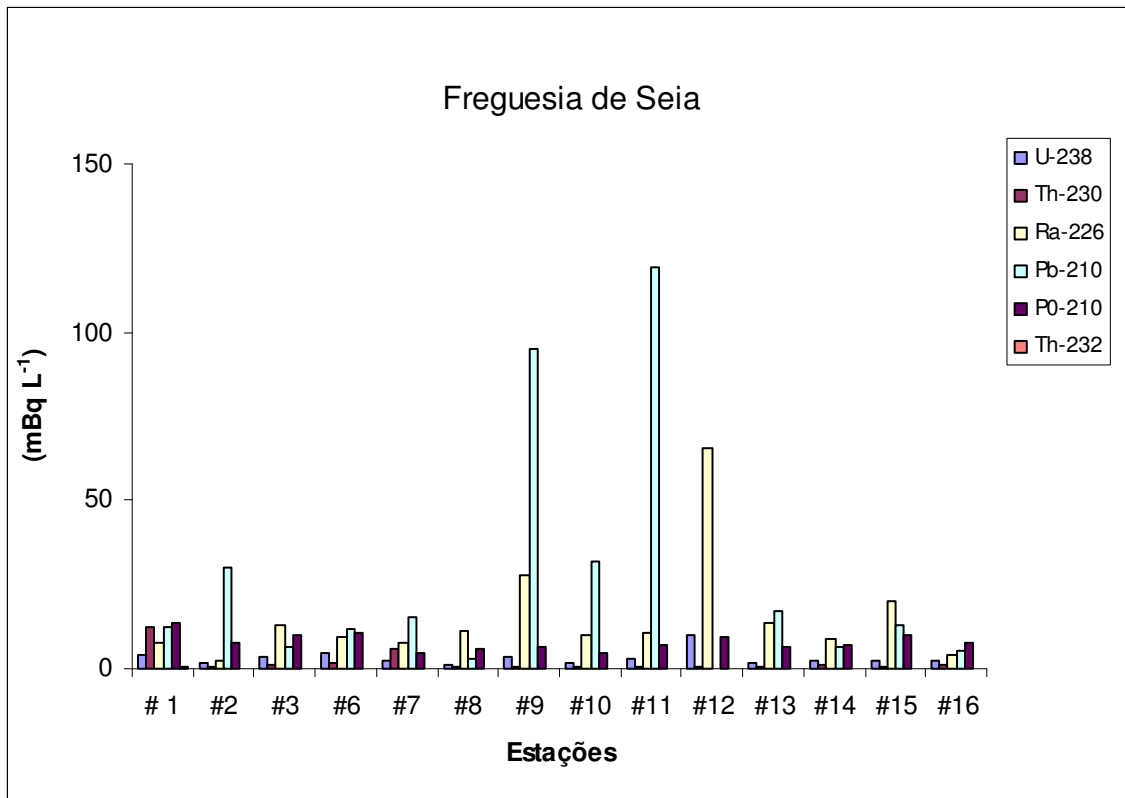
Destes resultados regista-se que as águas de consumo em GE tiveram, para o urânio e o rádio, concentrações mais elevadas, sobretudo de urânio, que as águas de GN1 e GN2. Para o ²¹⁰Pb, em média as águas de GN1 foram mais ricas que as de GE. Para todos os radionuclídeos as águas de GN2 apresentaram valores francamente mais baixos que GN1 e GE (Quadro 7).

A semelhança relativa que existiu na concentração de radionuclídeos nas águas das freguesias dos grupos GE e GN1 resulta, certamente, de em ambas as regiões existirem ocorrências de minério de urânio (filões em rochas fracturadas, por onde também circulam as águas subterrâneas) podendo estar na origem destas concentrações de radionuclídeos dissolvidos na água.

As águas de irrigação provenientes de poços próximos das antigas minas da Urgeiriça, tal como as águas da Ribeira da Pantanha, apresentaram valores mais elevados do que as de poços e de cursos de água mais afastados (Quadro 5).







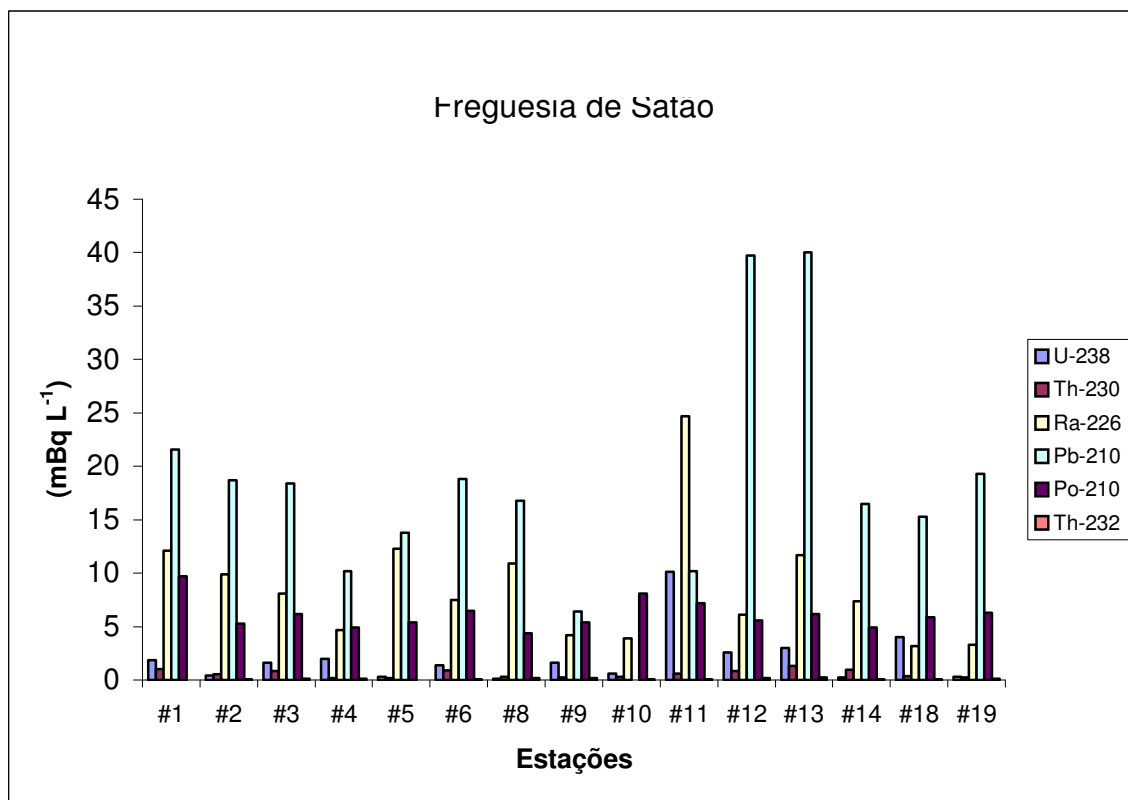
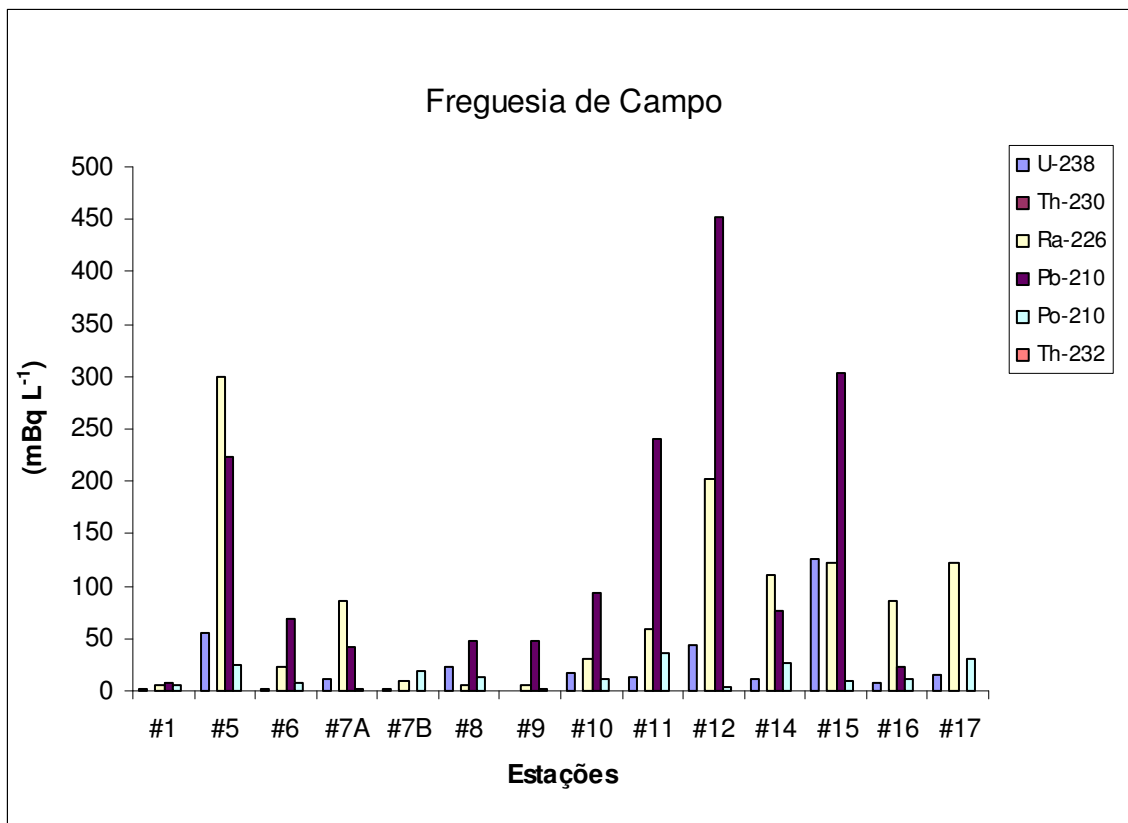


Figura 4. Concentrações dos principais radionuclídeos emissores alfa nas águas de consumo das freguesias estudadas.

Quadro 6 – Concentração dos radionuclídeos (média $\pm 1\sigma$) na água das redes de abastecimento público (mBq L⁻¹).

	Freguesias	²³⁸ U	²³⁵ U	²³⁴ U	²³⁰ Th	²²⁶ Ra	²¹⁰ Pb	²¹⁰ Po	²³² Th	²²⁸ Th
GE	<i>Canas de Senhorim</i>	8,9 \pm 0,3	0,38 \pm 0,03	12,3 \pm 0,3	0,47 \pm 0,11	10,7 \pm 0,8	9,2 \pm 0,6	9,3 \pm 0,4	< 0,01	-
	<i>Rio de Mel</i>	22,0 \pm 0,8	1,1 \pm 0,1	21,9 \pm 0,8	1,0 \pm 0,1	12,7 \pm 0,9	175 \pm 4	12,2 \pm 0,5	0,12 \pm 0,03	1,2 \pm 0,1
GN1	<i>Moreira de Rei</i>	28,4 \pm 1,2	1,5 \pm 0,2	28,4 \pm 1,2	0,43 \pm 0,06	15,0 \pm 0,7	97,5 \pm 2,6	12,8 \pm 0,4	0,19 \pm 0,04	1,1 \pm 0,1
	<i>Queirã</i>	6,0 \pm 0,3	0,29 \pm 0,06	6,2 \pm 0,3	0,17 \pm 0,03	21,2 \pm 1,7	33,6 \pm 1,6	6,6 \pm 0,2	0,07 \pm 0,03	0,69 \pm 0,04
GN2	<i>Campo</i>	1,5 \pm 0,1	0,09 \pm 0,03	1,5 \pm 0,1	0,44 \pm 0,11	6,4 \pm 0,8	7,3 \pm 0,5	5,6 \pm 0,2	0,08 \pm 0,06	-
	<i>Seia</i>	1,7 \pm 0,1	0,08 \pm 0,02	2,1 \pm 0,1	0,72 \pm 0,09	2,6 \pm 0,2	30,4 \pm 1,3	7,6 \pm 0,4	0,16 \pm 0,04	-
	<i>S. Pedro</i>	3,6 \pm 0,1	0,16 \pm 0,02	3,7 \pm 0,1	2,2 \pm 0,1	4,2 \pm 0,8	9,4 \pm 0,6	8,0 \pm 0,3	0,28 \pm 0,04	3,5 \pm 0,2
	<i>Satão</i>	1,86 \pm 0,09	0,11 \pm 0,02	2,6 \pm 0,1	1,0 \pm 0,1	12,1 \pm 0,8	21,6 \pm 0,8	9,7 \pm 0,3	< 0,08	0,15 \pm 0,01

Quadro 7- Concentração dos radionuclídeos nas totalidade das águas de consumo das freguesias estudadas (mBq L⁻¹).

Freguesias	²³⁸ U	²³⁰ Th	²²⁶ Ra	²¹⁰ Pb	²¹⁰ Po	²³² Th
GE (n= 24)						
Média ± 1σ	125±220	2,0±3,0	64±68	75±87	13±11	0,22±0,19
Mediana	51	0,9	36	46	10	0,17
Máximo	1009	12	255	357	55,8	0,78
Mínimo	8,9	0,18	11	9,2	3,7	0,01
Média Geom	59	1,1	41	46	10,5	0,17
GN 1 (n=34)						
Média ± 1σ	56±129	1,1±1,2	38±77	152±193	26±37	0,18±0,10
Mediana	27	0,82	19	96	14	0,15
Máximo	760	6,3	459	1070	180	0,48
Mínimo	4,4	0,16	6,9	7,6	2,7	0,06
Média Geom	26	0,79	22	84	15	0,16
GN 2 (n=51)						
Média ± 1σ	6,0±8,0	1,1±2,0	23±38	54±86	11±11	0,16±0,10
Mediana	2,6	0,58	9,4	19	7	0,15
Máximo	44,7	12,6	202	452	70	0,49
Mínimo	0,10	0,2	2,6	3,2	2,1	0,01
Média Geom	3,0	0,59	11	26	8,1	0,13

4 - RADIOACTIVIDADE NOS ALIMENTOS

O produto hortícola mais comum em todas as freguesias, a couve portuguesa, foi analisado por espectrometria gama. A maioria dos elementos da série do urânio nestas amostras teve concentrações abaixo dos limites de detecção do método. Dos radionuclídeos de origem natural, apenas o ²²⁶Ra (série do urânio) e o ⁴⁰K (radionuclídeo

primordial e conspícuo) puderam ser quantificados na generalidade das amostras. A distribuição dos resultados para o ²²⁶Ra, por freguesia, e as concentrações médias para o ²²⁶Ra e o ⁴⁰K são apresentadas na Figura 5 e no Quadro 8, respectivamente. Os resultados sugerem que em média as concentrações de ²²⁶Ra foram mais elevadas em GN1 que em GE, embora as diferenças não sejam estatisticamente significativas.

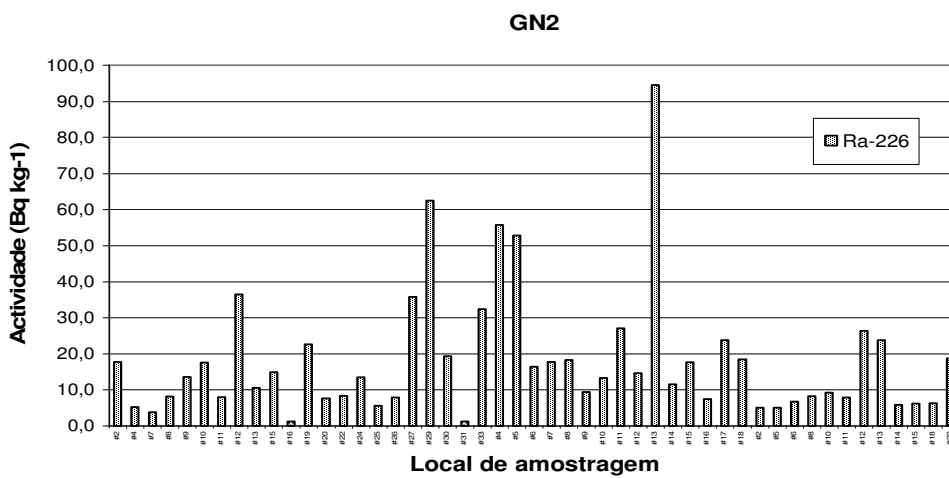
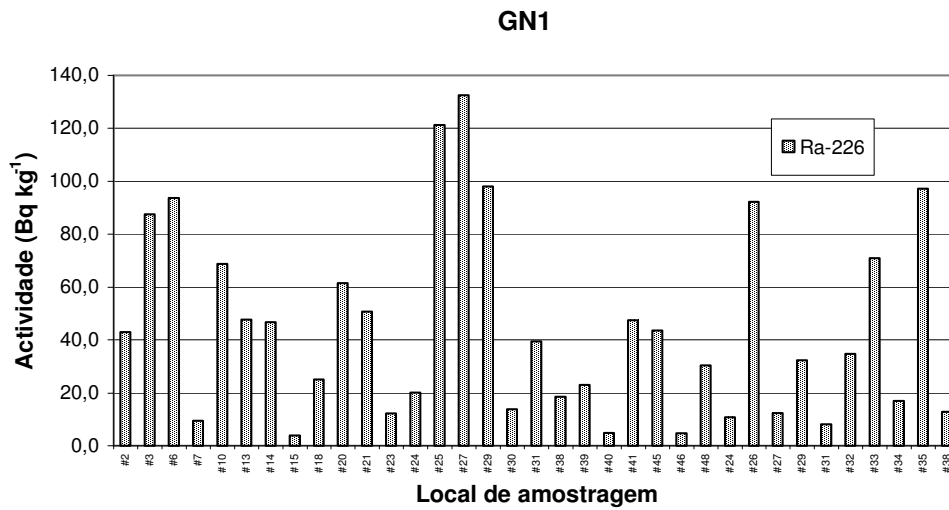
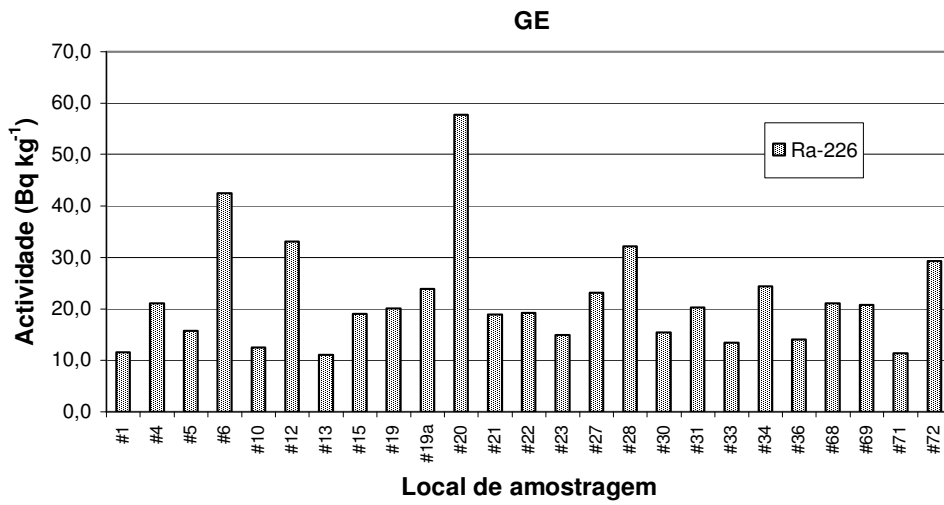


Figura 5- Distribuição das concentrações de ²²⁶Ra nas amostras de couves dos três grupos e freguesias.

Quadro 8. Concentrações médias de ^{226}Ra e ^{40}K (Bq kg^{-1} peso seco) nas amostras de couves.

		^{226}Ra	^{40}K
GE	Média $\pm\sigma$	21,9 \pm 10,7	1155 \pm 295
	Mediana	20,0	1124
	Max.	57,7	1727
	Min.	11	563
	Média Geo.	20	1118
	N	25	25
GN1	Média $\pm\sigma$	43,9 \pm 35,7	1299 \pm 302
	Mediana	34,8	1218
	Max.	132,5	1964
	Min.	4,0	853
	Média Geo.	29,7	1267
	N	35	36
GN2	Média $\pm\sigma$	18,0 \pm 17,5	1120 \pm 314
	Mediana	13,5	1158
	Max.	94,5	1774
	Min.	1,2	317
	Média Geo.	12,6	1071
	N	49	49

5 - RADIOACTIVIDADE NOS AEROS-SÓIS

Os resultados das análises dos aerossóis no ar de superfície nas várias freguesias indica que tanto em GN1 como GN2 as concentrações de radionuclidos associados às poeiras são muito baixas (Quadro 9). As concentrações de ^{210}Pb tenderam a ser mais altas do que as de urânio devido á captura pelas poeiras do ^{210}Pb atmosférico,

resultante da desintegração do radão.

As análises no ar de Canas de Senhorim foram efectuadas em Junho e de novo em Outubro. Enquanto as concentrações de urânio (^{238}U) e de tório (^{232}Th) não diferiram muito entre estações do ano, nota-se que as concentrações de ^{210}Pb e de ^{210}Po em Outubro estavam muito mais elevadas, o que pode ser resultante das cinzas em suspensão na atmosfera em consequência dos fogos florestais ocorridos durante todo o Verão.

Quadro 9. Concentrações dos radionuclidos nos aerossóis do ar de superfície ($\mu\text{Bq.m}^{-3}$)

Aerossóis	^{238}U	^{235}U	^{234}U	^{230}Th	^{210}Pb	^{210}Po	^{232}Th
GE Outubro 2003 (n=4)	6,7 \pm 0,5	0.31 \pm 0.02	6.8 \pm 0.6	5.0 \pm 0.9	1635 \pm 218	784 \pm 465	3.7 \pm 0.3
GE Junho 2004 (n=4)	16 \pm 5	0.70 \pm 0.24	17 \pm 5	8 \pm 2	207 \pm 60	195 \pm 50	4.9 \pm 1.1
GN 1 (n=6)	7.0 \pm 1.5	0.35 \pm 0.09	7.2 \pm 1.7	5.7 \pm 2.5	382 \pm 260	82 \pm 36	2.4 \pm 1.2
GN 2 (n=8)	6.5 \pm 2.1	0.30 \pm 0.10	6.6 \pm 2.1	5.3 \pm 2.0	146 \pm 92	79 \pm 51	3.2 \pm 1.4

6. RADÃO

6.1. EXALAÇÃO DE RADÃO DOS SOLOS

O Quadro 10 apresenta os resultados das determinações da taxa de exalação de radão dos solos para a totalidade das freguesias.

Grupo GE (Canas de Senhorim)

Os resultados correspondentes à freguesia de Canas de Senhorim estão sub-divididos em território da freguesia com exclusão das áreas afectas a actividades mineiras e território afecto a estas actividades (escombreiras e áreas imediatamente adjacentes). Na freguesia de Canas de Senhorim obtiveram-se, após duas campanhas de amostragem, quarenta e nove resultados de exalação de radão dos solos, compreendidos entre 7,7 e 5680,8 mBq m⁻² s⁻¹.

Na primeira campanha (à escala da freguesia), os fluxos mais elevados registaram-se em Vale de Madeiros e, Caldas da Felgueira, com respectivamente 50,0 e 68,4 mBq m⁻² s⁻¹. No quadro 10 apresentam-se algumas estatísticas da distribuição. Na segunda campanha, em que foi dada especial atenção às escombreiras e suas vizinhanças, os fluxos mais elevados registaram-se na denominada “Barragem Velha”, onde se mediram valores de 724; 2506 e 5680 mBq m⁻² s⁻¹.

Grupo GN1 (Moreira de Rei, Rio de Mel e Queirã)

Obtiveram-se trinta e oito resultados de exalação de radão dos solos, compreendidos entre 1,4 e 141,1 mBq m⁻² s⁻¹.

Na freguesia de Moreira de Rei, os fluxos mais elevados registaram-se na escombreira da antiga mina a céu aberto “A-do-Cavalo” e, a 750m SW da sede de freguesia, com respectivamente 117,5 e 141,1 mBq m⁻² s⁻¹. Exceptuando os dois valores anteriores, a distribuição dos valores de exalação segue um comportamento log-normal. No Quadro 10 apresentam-se algumas estatísticas da distribuição.

No levantamento efectuado em Rio de Mel, os fluxos mais elevados registaram-se na escombreira da antiga mina do Reboleiro

(fora dos limites geográficos da freguesia em estudo) e, em Benvende, com respectivamente 134,6 e 34,0 mBq m⁻² s⁻¹.

Na freguesia de Queirã, o valor de exalação mais elevado (31,5 mBq m⁻² s⁻¹) foi medido em Loumão. A distribuição dos valores de exalação segue um padrão log-normal.

Grupo GN2 (Seia, Sátão, Celorico da Beira e Campo)

Para este grupo obtiveram-se cinquenta e oito resultados de exalação de radão, compreendidos entre 0,2 e 59,1 mBq m⁻² s⁻¹. Na freguesia de Seia, o fluxo mais elevado registou-se junto à estrada Seia - São Romão, com o valor de 12 mBq m⁻² s⁻¹. Exceptuando os três valores mais baixos, a distribuição segue um comportamento log-normal (Quadro 10).

Na freguesia de Sátão, o valor máximo de exalação (15 mBq m⁻² s⁻¹) registou-se na Quinta da Bouça.

Na freguesia de São Pedro, os fluxos mais elevados registaram-se junto ao campo de futebol de Celorico da Beira e, dentro da malha urbana da localidade, com respectivamente 59 e 55 mBq m⁻² s⁻¹. Destaca-se o facto de ambos os locais se localizarem sobre uma mancha de granitos biotíticos em geral porfiróides (gama III), que ocupa cerca de 20% da área da freguesia.

Na freguesia de Campo, o valor máximo de exalação (33 mBq m⁻² s⁻¹), foi registado junto à estrada Moselos-Póvoa da Bodiosa.

6.2. RADÃO NO AR DE SUPERFÍCIE (MEDIDA INTEGRADA)

Grupo GE (Canas de Senhorim)

Na primeira campanha realizada na freguesia de Canas de Senhorim, a concentração máxima de radão medida no ar exterior foi de 380 Bq m⁻³, junto à Urgeiriça (Quadro 11).

Na segunda campanha, a concentração máxima de radão no ar exterior foi de 5266 Bq m⁻³, sobre uma das escombreiras da denominada “Barragem Velha» (Fig. 6).

Quadro 10. Distribuição dos valores de taxas de exalação do radão dos solos ($\text{Bq m}^{-2} \text{s}^{-1}$) nas freguesias estudadas.

	Freguesia	N	Mín. – Max.	Mediana	Média geom.	Média aritm.	3º Quartil
GE	C.Senhorim(a)	27	7,7 – 68	23	23	26	30
	C. Senhorim (b)	22	9,2 – 5681	52	73	471	207
	Total	49	8 - 5681	25	38	226	50
GN1	Moreira de Rei	15	12 – 141	27	32	41	41
	Rio de Mel	11	1,4 – 135 ⁽¹⁾	14	12	24	17
	Queirã	12	8,7 – 32	16	16	18	21
	Total	38	1 - 141	20	19	29	29
GN2	Seia	16	0,2 – 12	2,5	3	4	6,1
	Sátão	18	0,4 – 15	3,9	3	5	7,5
	S.Pedro	11	5,9 – 59	11	14	20	23
	Campo	13	1,9 – 33	7,7	8	12	16
	Total	58	0,2 - 59	6	5	9	10
	GN1 + GN2	96	0,2 - 141	10	9	17	19

(a) Excluindo as zonas mineiras; (b) Zonas mineiras e terrenos adjacentes; ⁽¹⁾ Fora do limite geográfico da freguesia mas considerada na análise pela proximidade geográfica e posicionamento topográfico

Quadro 11- Distribuição dos valores das concentrações de radão no ar exterior (Bq m^{-3}) nas freguesias estudadas.

	Freguesia	N	Mín. – Max.	Mediana	Média geom.	Média aritm.	3º Quartil
GE	C. Senhorim(a)	48	32 – 380	100	105	122	148
	C. Senhorim (b)	13	213 - 5266	590	709	1228	778
	Total	61	32 - 5266	118	157	357	237
GN1	Moreira de Rei	22	144 - 782	272	273	301	387
	Rio de Mel	18	139 - 697	300	315	337	355
	Queirã	18	26 - 386	126	106	134	163
	Total	58	26 - 782	245	213	260	327
GN2	Seia	25	27 – 385	142	134	156	186
	Sátão	34	9 – 258	70	71	87	116
	S.Pedro	15	106 – 333	268	240	249	292
	Campo	17	4 - 369	74	70	98	86
	Total	91	4 - 385	104	103	134	184
	GN1 + GN2	149	4 - 782	147	137	183	269

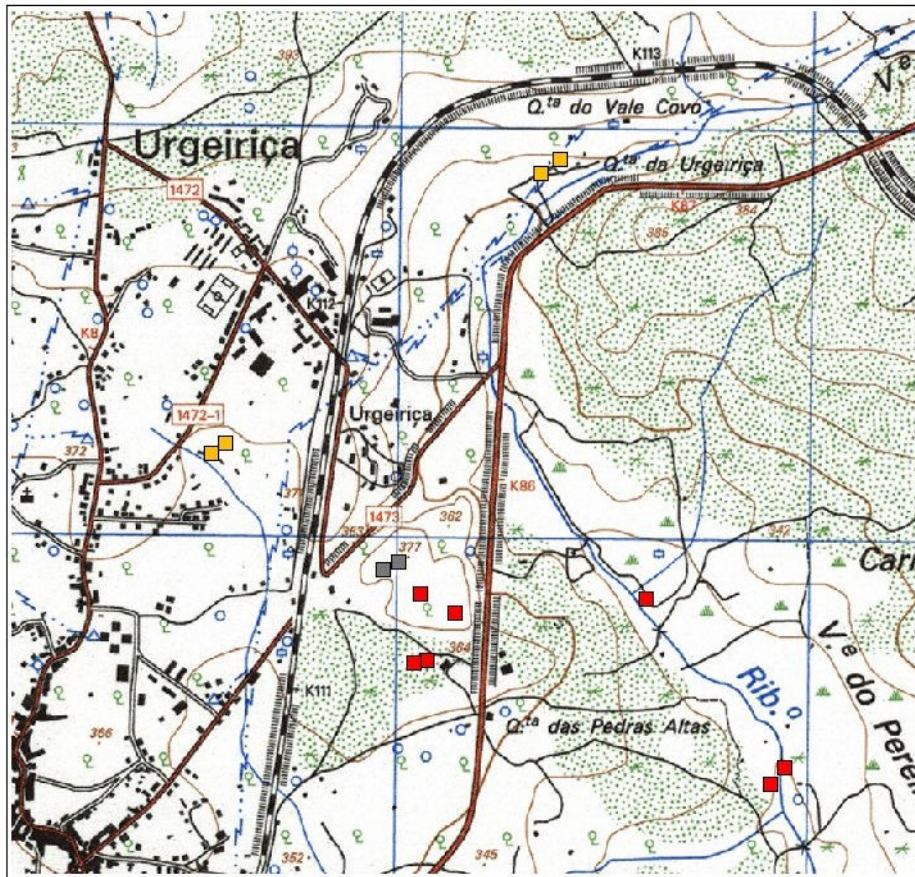


Figura 6 - Localização dos pontos de amostragem na zona das escombreiras em Canas de Senhorim. [$145 \leq \text{■} < 550$; $550 \leq \text{■} < 2000$; $2000 \leq \text{■} < 5300 \text{ Bq m}^{-3}$]

Grupo GN1 (Moreira de Rei, Rio de Mel e Queirã)

Na freguesia de Moreira de Rei a concentração máxima registada de radão no ar exterior foi, para o período considerado, de 782 Bq m^{-3} , em Ribeira de Pau, a 1200m WSW de Moreirinhas.

Na freguesia de Rio de Mel a concentração máxima registada de radão no ar exterior foi, de 697 Bq m^{-3} , a 800m de Vila Novinha.

Na freguesia de Queirã, a concentração máxima de radão no ar exterior foi, de 386 Bq m^{-3} , em Vasconha. Uma estatística sumária da distribuição dos valores é apresentada no Quadro 11.

Grupo GN2 (Seia, Sátão, Celorico da Beira e Campo)

Na freguesia de Seia, a concentração máxima de radão no ar exterior foi de 385 Bq m^{-3} , observada em Maceira. Na freguesia de Sátão, a concentração máxima de radão no ar exterior foi de 258 Bq m^{-3} , registada em Serrazela. Na freguesia de São Pedro, a concentração máxima de radão no ar exterior foi de 333 Bq m^{-3} , observada em Montalto. Na freguesia de Campo, a concentração máxima de radão no ar exterior foi de 369 Bq m^{-3} , em Moure de Madalena. Uma estatística sumária da distribuição dos valores é apresentada no Quadro 11.

6.3 - CONCENTRAÇÃO DE RADÃO NO INTERIOR DE HABITAÇÕES

Grupo GE (Canas de Senhorim)

Na freguesia de Canas de Senhorim obtiveram-se duzentos e noventa e dois resultados válidos, sendo a mediana igual a 189 Bq m^{-3} .

Nas três medições efectuadas em caves, as concentrações situaram-se entre os 235 e os 618 Bq m^{-3} .

Grupo GN1 (Moreira De Rei, Rio De Mel e Queirã)

Na freguesia de Moreira de Rei obtiveram-se quarenta resultados válidos, sendo a mediana da distribuição igual a 133 Bq m^{-3} . Na única medição efectuada numa cave registou-se uma concentração de 895 Bq m^{-3} , enquanto que os três valores registados ao nível do 2º piso se situaram entre 137 e 204 Bq m^{-3} .

Na freguesia de Rio de Mel obtiveram-se trinta e cinco resultados válidos, sendo a mediana da distribuição igual a 218 Bq m^{-3} . A única medição efectuada num 2º andar forneceu o resultado de 132 Bq m^{-3} .

Obtiveram-se quarenta e quatro resultados válidos na freguesia de Queirã, sendo a mediana da distribuição igual a 185 Bq m^{-3} . As duas únicas medições efectuadas num 2º andar forneceram os seguintes resultados: 122 e 186 Bq m^{-3} .

Grupo GN2 (Seia, Sátão, Celorico da Beira e Campo)

Na freguesia de Seia obtiveram-se trinta e nove resultados válidos, sendo a mediana da distribuição igual a 131 Bq m^{-3} . Na distribuição dos dosímetros, 28% foram colocados em pisos superiores ao 1º andar (Quadro 12).

Na freguesia de Sátão obtiveram-se quarenta e sete resultados válidos, sendo a mediana da distribuição igual a 92 Bq m^{-3} . A única medição efectuada num 3º andar forneceu o seguinte resultado: 63 Bq m^{-3} . Numa cave registou-se 125 Bq m^{-3} .

Na freguesia de São Pedro obtiveram-se trinta e oito resultados válidos, sendo a mediana da distribuição igual a 241 Bq m^{-3} .

Na freguesia de Campo obtiveram-se quarenta e oito resultados válidos, sendo a mediana da distribuição igual a 138 Bq m^{-3} . Ainda que, com um número bastante reduzido de elementos (6), os valores obtidos nos 2ºs pisos foram anormalmente elevados.

Análise conjunta das oito freguesias

Da análise conjunta de algumas estatísticas das distribuições nas oito freguesias destaca-se o seguinte:

- a mediana da distribuição da concentração de radão no interior das habitações aumentou de acordo com a seguinte sequência de freguesias: Sátão, Seia, Moreira de Rei, Campo, Queirã, Canas de Senhorim, Rio de Mel e São Pedro (Celorico da Beira);
- este ordenamento das freguesias encontra-se distorcido pelos diferentes pesos (%) correspondentes às medições efectuadas em pisos térreos (R/C), que variam entre 19% (Campo) e 49% (Rio de Mel);
- após normalização pelo piso térreo, a sequência (por ordem crescente dos valores da mediana apenas ao nível do R/C) passa

a ser: Sátão, Campo, Seia, Canas de Senhorim, Queirã, Rio de Mel, Moreira de Rei e São Pedro (Celorico da Beira);

- a observação dos resultados para o 3º quartil conduz-nos, no entanto, a constatar que apenas em S. Pedro a exposição ao radão nas habitações excede a exposição em Canas de Senhorim.

As concentrações de radão no interior das habitações (rés-do-chão, apenas) estão comparadas, por grupos de freguesias, no Quadro 13.

Em média (média geométrica), as concentrações em Canas não são significativamente diferentes das de GN1, mas ambas são mais elevadas que as de GN2. Os valores mais elevados foram, contudo, registados em Canas de Senhorim.

Quadro 12 - Distribuição dos valores das concentrações de radão na atmosfera interior de habitações ($Bq\ m^{-3}$) nas freguesias estudadas.

	Freguesia	Piso	N	Mínimo	Mediana	3º Quartil	Máximo
GE	C. Senhorim	≥ 2º	15	80	145	333	2286
		1º	134	9	146	207	903
		R/C	140	16	269	512	2396
GN1	Moreira de Rei	1º	27	29	104	184	488
		R/C	9	55	384	471	1214
	Rio de Mel	1º	17	29	142	218	655
		R/C	17	58	363	448	873
Queirã	1º	26	38	176	231	767	
	R/C	16	45	288	389	683	
GN2	Seia	≥ 2º	11	55	104	131	194
		1º	15	36	130	180	458
		R/C	13	80	175	271	588
	Sátão	2º	8	60	91	97	575
		1º	24	38	98	125	374
		R/C	13	63	92	159	628
S. Pedro	2º	7	89	197	339	711	
	1º	15	40	177	346	1482	
	R/C	16	121	410	616	1284	
Campo	2º	6	100	330	467	575	
	1º	27	15	120	185	411	
	R/C	9	83	151	245	638	

Quadro 13 – Estatística das concentrações de radão na atmosfera interior de habitações (Bq m^{-3}) para os grupos estudados. Foram considerados apenas os valores para o rés-do-chão.

	N	Min – Máx (Bq m^{-3})	Mediana (Bq m^{-3})	Média aritmética (Bq m^{-3})	Média geométrica (Bq m^{-3})
GE	139	16 - 2396	268	381	282
GN1	41	45 - 1214	343	362	278
GN2	51	63 - 1284	175	296	212
GN1+GN2	92	45 - 1284	247	325	240

6.4- MEDIÇÃO CONTÍNUA DA CONCENTRAÇÃO DE RADÃO NO AR DE SUPERFÍCIE

As medidas contínuas de radão no ar de superfície, no exterior das habitações, mostram flutuações ao longo das 24 horas, com valores máximos geralmente observados durante a noite e madrugada e valores mínimos observados durante a tarde. Estas flutuações são um fenómeno conhecido e provavelmente, resultam da variação da altura da camada de inversão, mais baixa durante a noite e reduzindo a dispersão do radão (Figuras 7 a 23).

Estes registos apesar de incidirem sobre períodos mais curtos que os dosímetros integrativos, mostram também que as concentrações de radão no ar exterior foram mais elevadas em GE que em GN1 e GN2. É curioso registar que nas quatro localidades de GE, foi em Vale Madeiros e em Caldas de Felgueira que se registaram as concentrações de radão mais elevadas, enquanto as concentrações registadas no centro de Canas são mais baixas e comparáveis aos valores medidos em GN2.

Grupo GN1 (Moreira de Rei, Rio de Mel e Queirã)

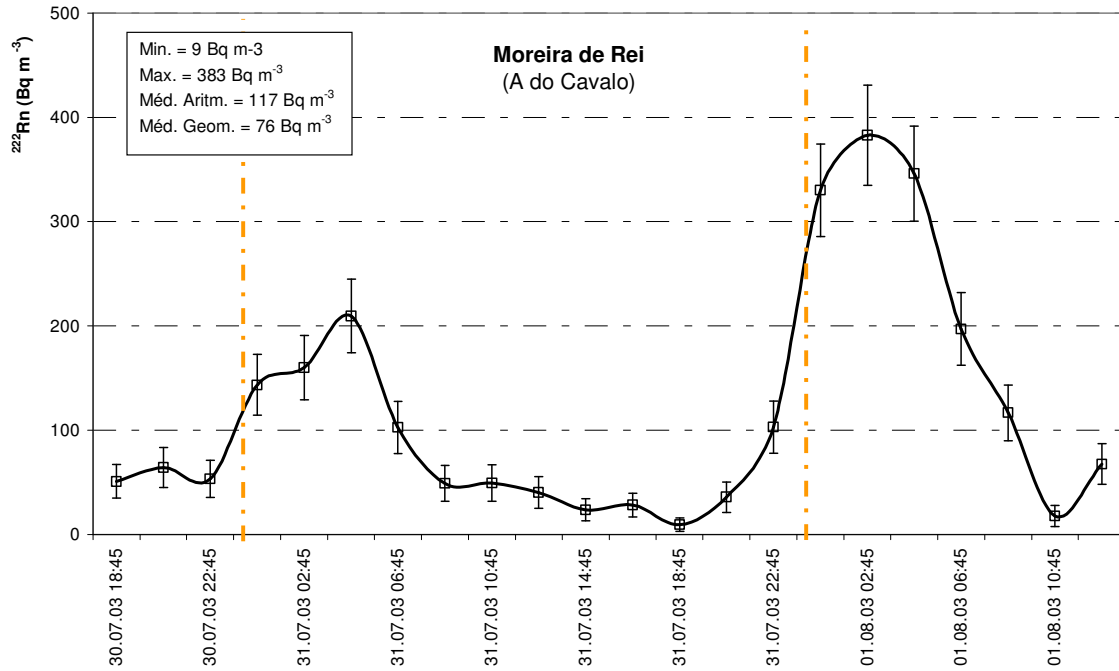


Figura 7 - Variação da concentração de radão no ar exterior na povoação de A-do-Cavalo, freguesia de Moreira de Rei.

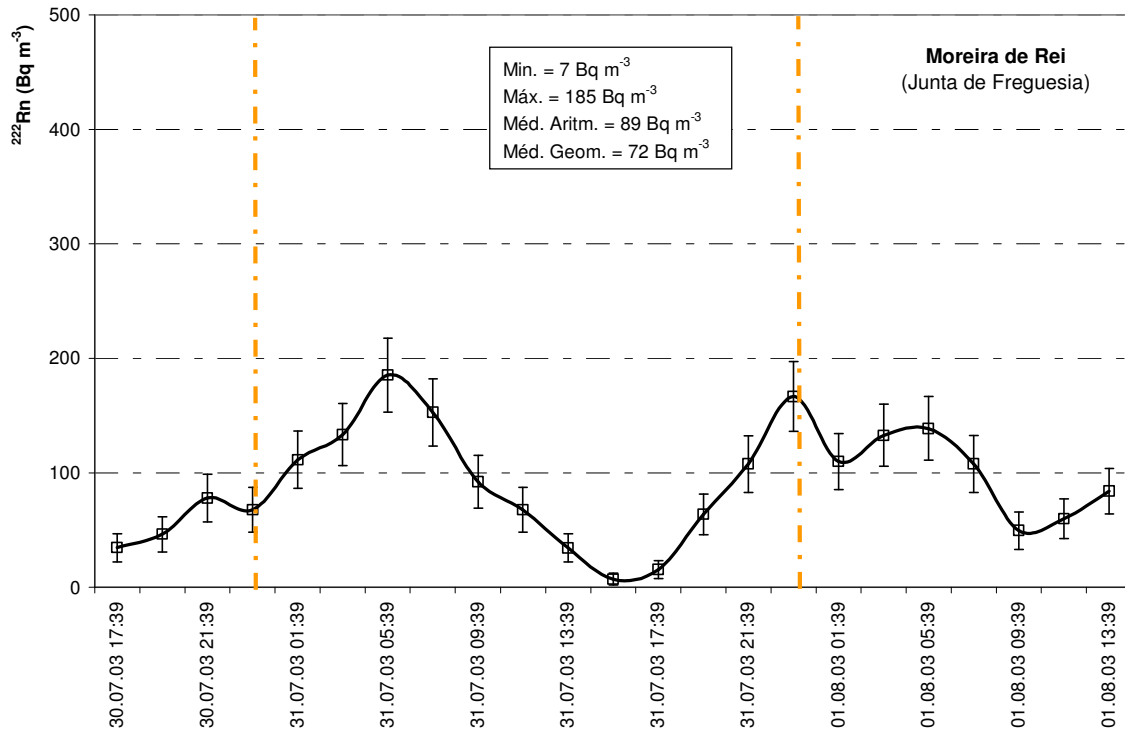


Figura 8 - Variação da concentração de radão no ar exterior em Moreira de Rei

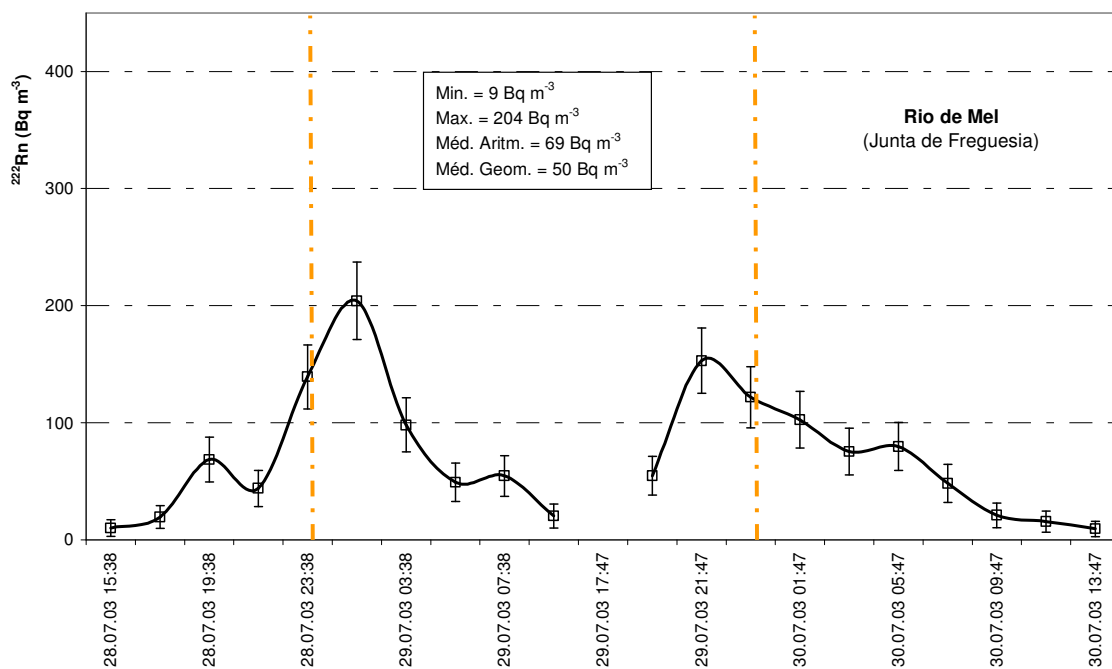


Figura 9 - Variação da concentração de radão no ar exterior em Rio de Mel

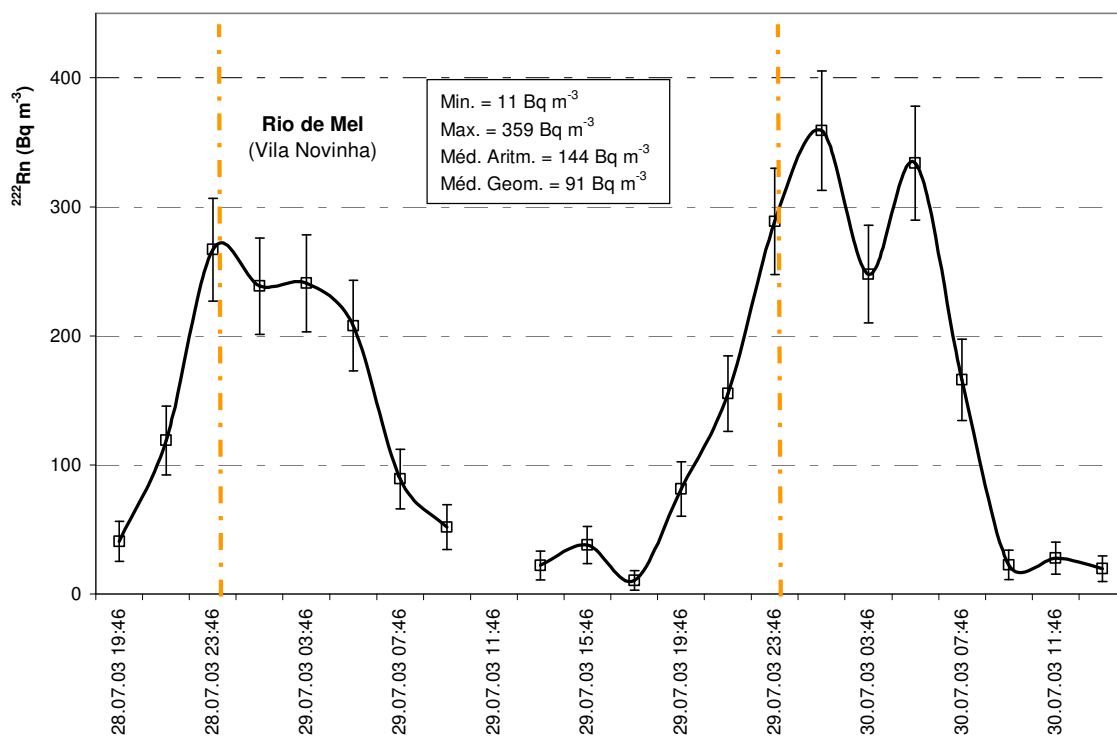


Figura 10 - Variação da concentração de radão no ar exterior na povoação de Vila Novinha, freguesia de Rio de Mel.

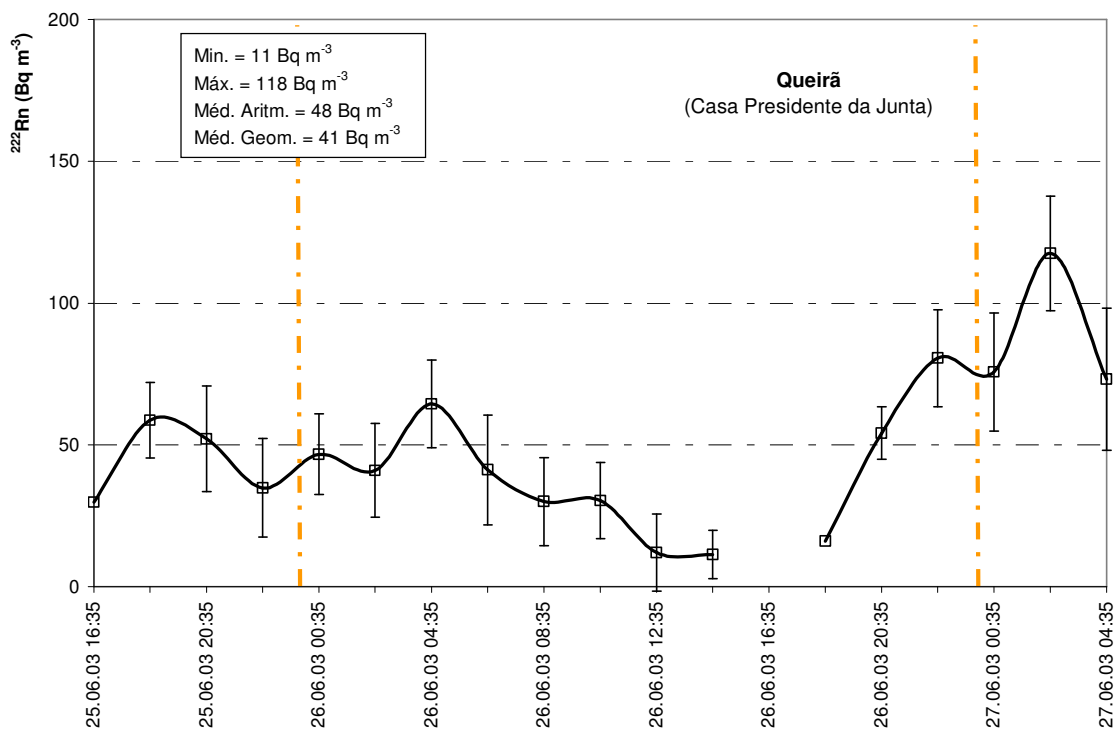


Figura 11 - Variação da concentração de radão no ar exterior em Queirã

Grupo GN2 (Seia, Sátão, Celorico da Beira e Campo)

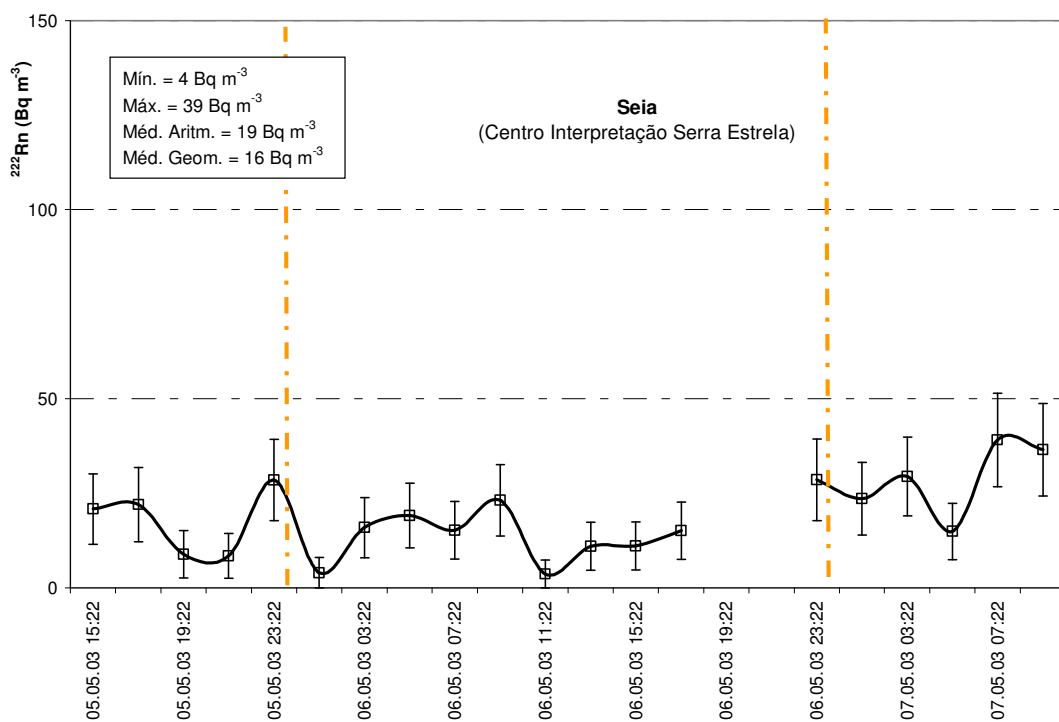


Figura 12 - Variação da concentração de radão no ar exterior em Seia

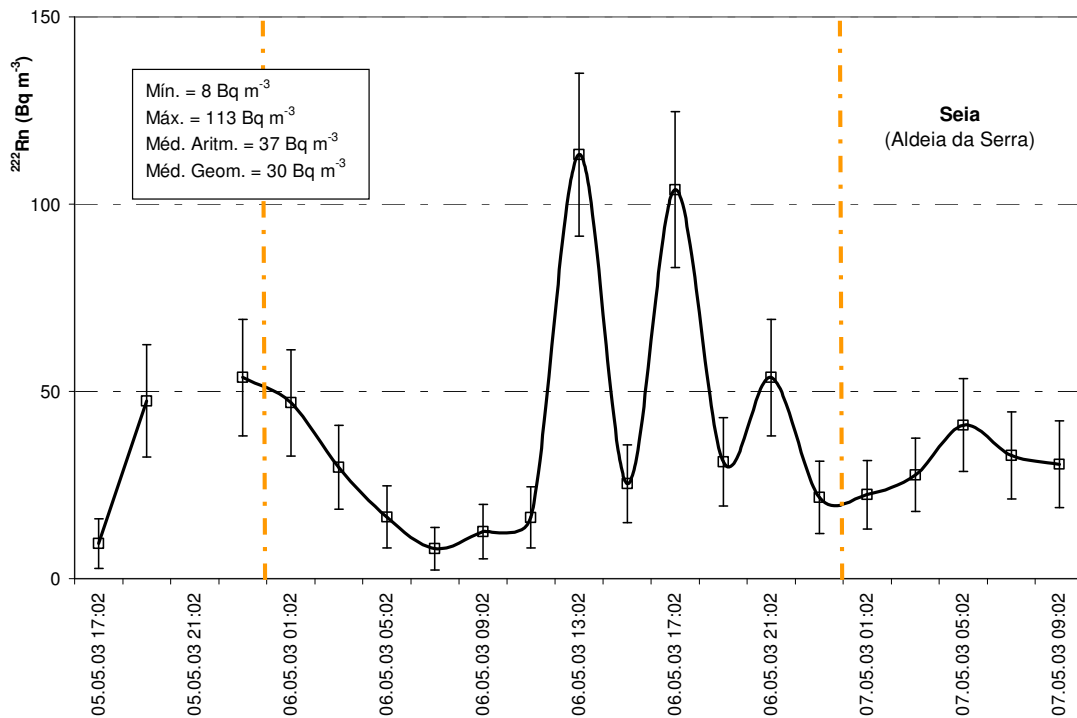


Figura 13 - Variação da concentração de radão no ar exterior em Aldeia da Serra, freguesia de Seia.

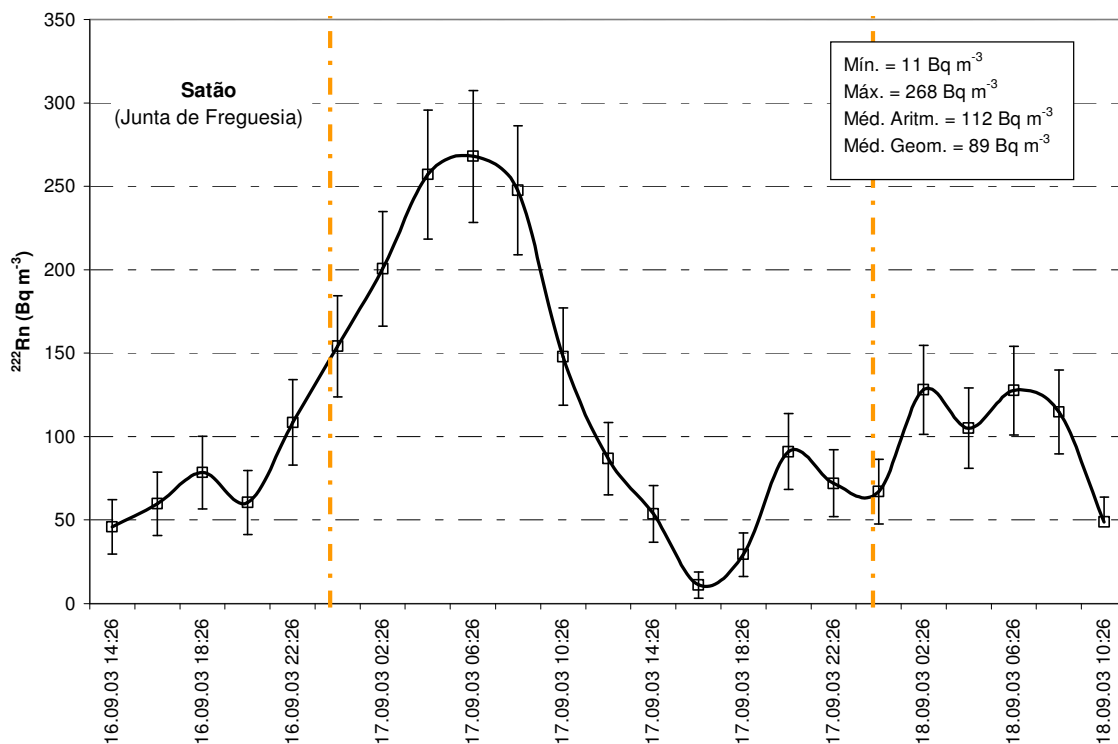


Figura 14 - Variação da concentração de radão no ar exterior em Sátão

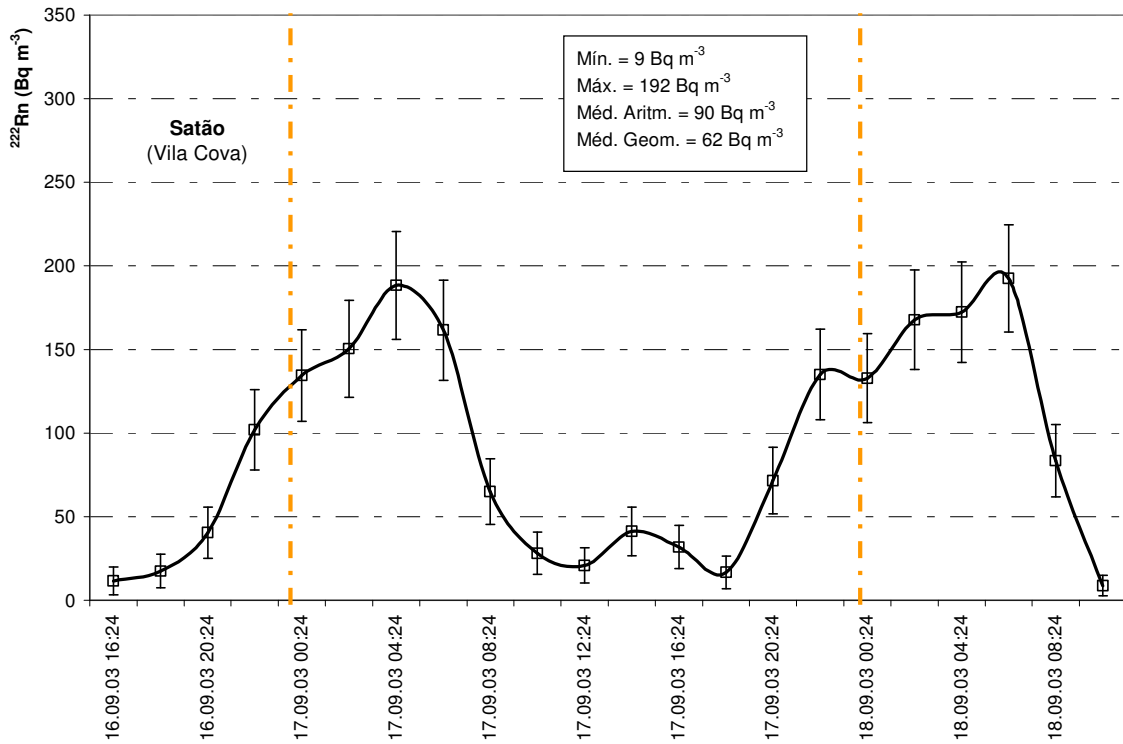


Figura 15 - Variação da concentração de radão no ar exterior na povoação de Vila Cova, freguesia de Sátão.

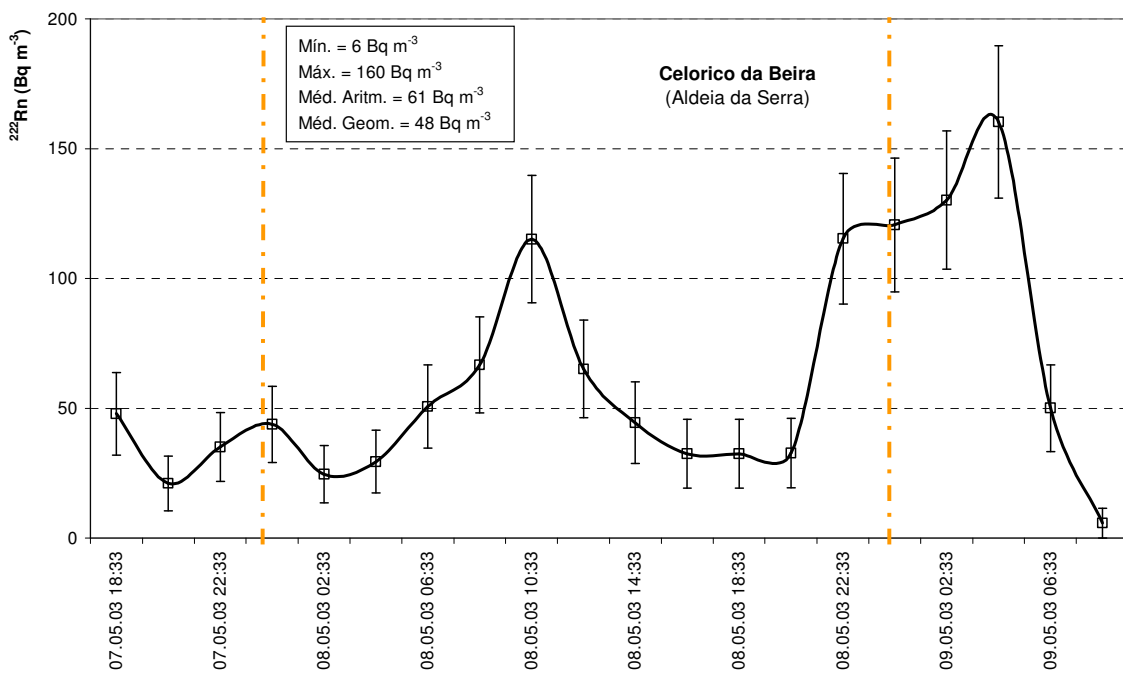


Figura 16 - Variação da concentração de radão no ar exterior em Aldeia da Serra

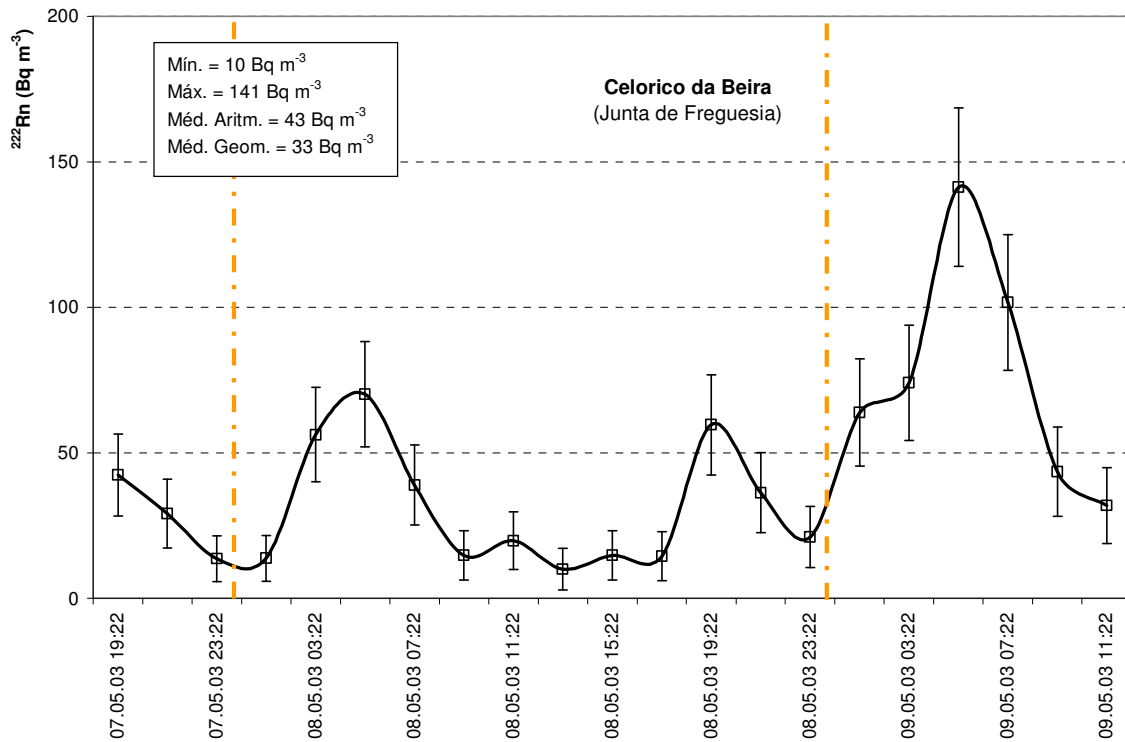


Figura 17 - Variação da concentração de radão no ar exterior em Celorico da Beira

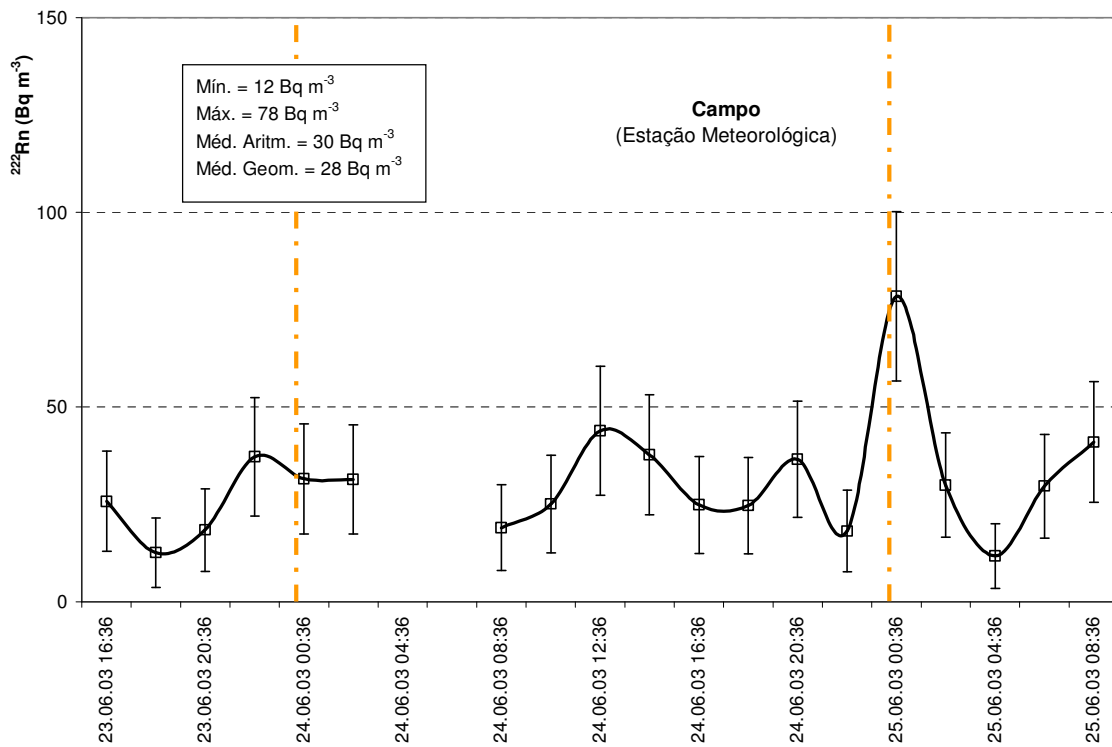


Figura 18 - Variação da concentração de radão no ar exterior em Campo

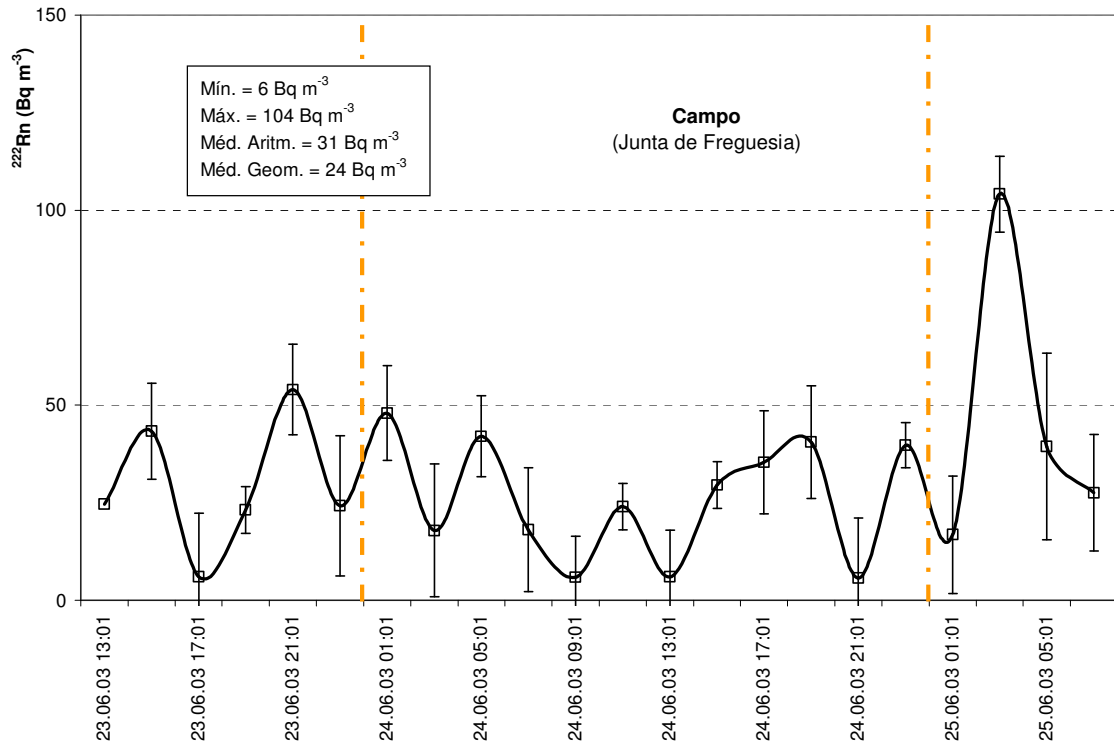


Figura 19 - Variação da concentração de radão no ar exterior em Campo

Grupo GE (Canas de Senhorim)

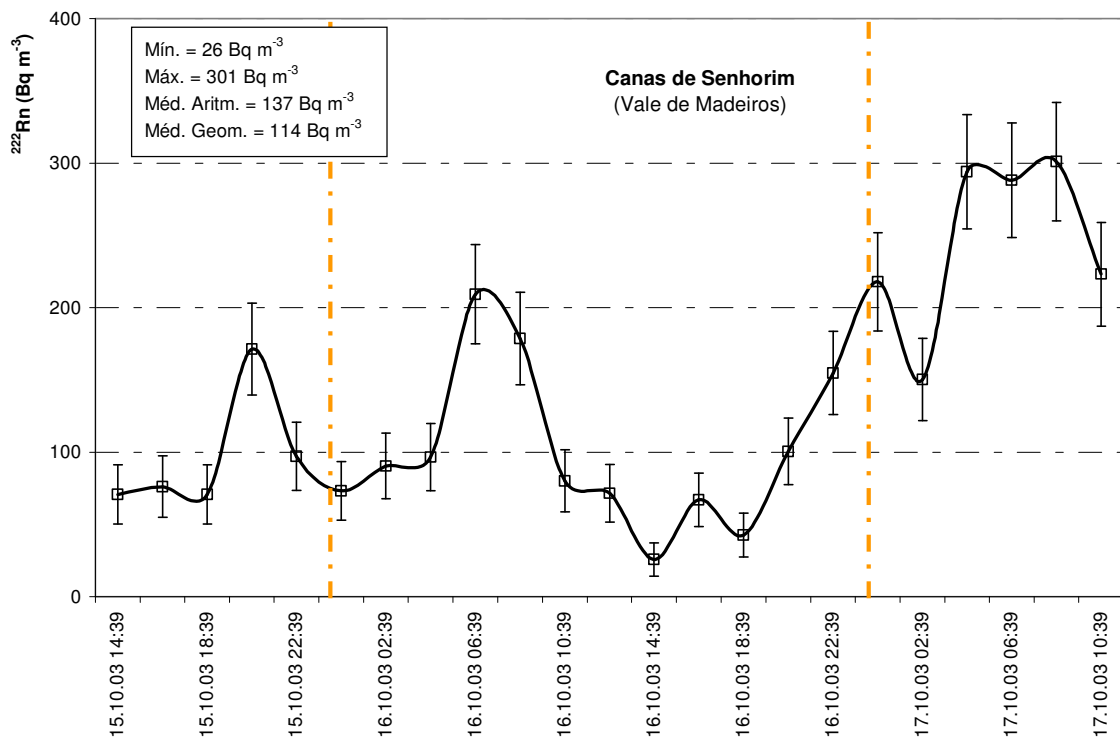


Figura 20 - Variação da concentração de radão no ar exterior em Vale de Madeiros

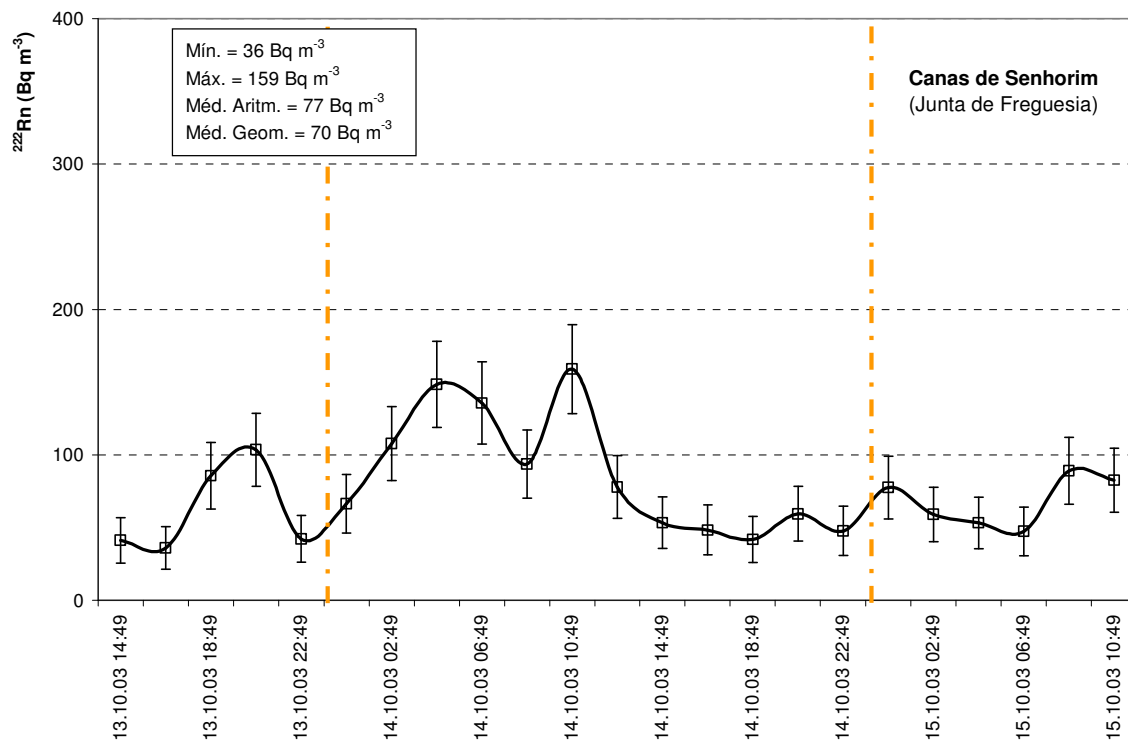


Figura 21 - Variação da concentração de radão no ar exterior em Canas de Senhorim

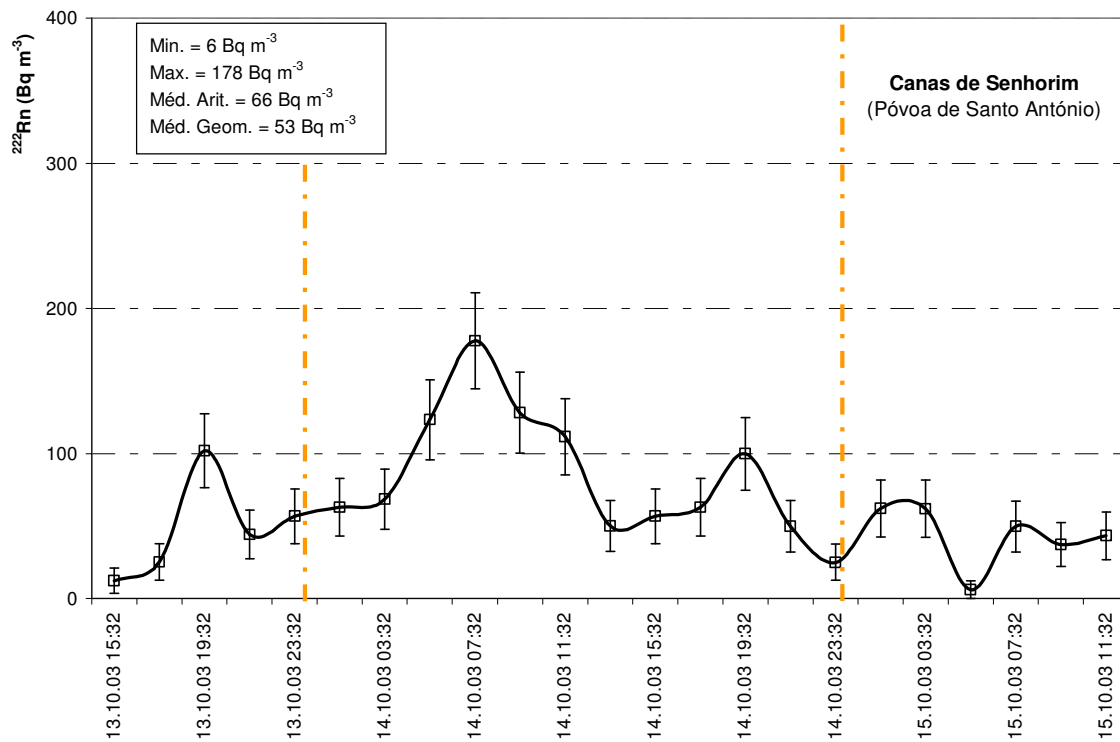


Figura 22 - Variação da concentração de radão no ar exterior na Póvoa de Santo António

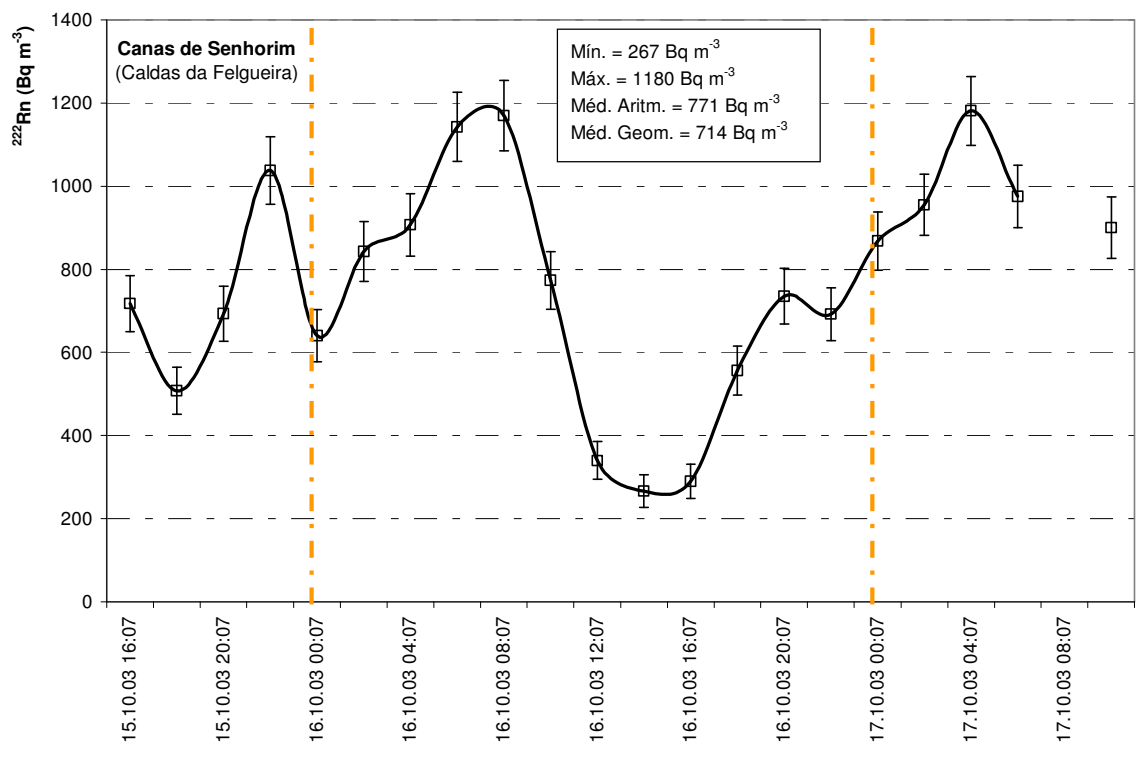


Figura 23 - Variação da concentração de radão no ar exterior em Caldas da Felgueira

DISCUSSÃO

As determinações das doses de radiação ambiente assim como as determinações das concentrações dos radionuclídeos relacionados com a exploração do urânio, permitem constatar, ou confirmar, alguns factos que importa registar desde já.

Confirma-se a existência de concentrações muito mais elevadas que o fundo radioactivo natural nos escombros de algumas explorações mineiras e, sobretudo, nos escombros resultantes do tratamento químico do minério situados na Urgeiriça. Aqui, nas escombrelas da Barragem Velha e da Barragem Nova, as concentrações de radionuclídeos da série do urânio são elevadas, cerca de 200 vezes superiores ao fundo radioactivo natural. Algumas áreas adjacentes a estas escombrelas, como a Ribeira da Pantanha, também apresentam valores de radioactividade mais elevados devido à contaminação causada pelas escorrências das escombrelas mencionadas.

Fora da zona afectada à exploração mineira e ao tratamento do minério, a generalidade da freguesia de Canas de Senhorim apresenta valores de dose de radiação gama ambiente, concentrações de radionuclídeos nos solos das hortas, nas couves ali cultivadas, nas águas de consumo e nas poeiras em suspensão na atmosfera, que não são significativamente diferentes dos resultados das medições efectuadas noutras freguesias, podendo ser comparadas com as determinações efectuadas nas freguesias do grupo GN1. Contudo, é mais frequente encontrar águas de poços com teores de radioactividade mais elevados em Canas de Senhorim do que nas outras freguesias. Por outro lado, nas freguesias de GN1 as populações estão expostas a concentrações de radão no interior das habitações mais elevadas que em GE e GN2, embora no ar exterior se verifique o inverso.

Os resultados apontam, sobretudo, para a importante diferença radiológica que existe dentro da freguesia de Canas de Senhorim entre as zonas dos escombros mineiros e áreas afectadas à exploração de urânio e o resto do território da mesma freguesia, onde

os valores são geralmente idênticos ao fundo radioactivo natural.

Registe-se, também, que apesar das elevadas concentrações de radionuclídeos nos escombros, estes não se dispersaram pela generalidade da freguesia e mantêm-se mais ou menos circunscritos às áreas afectadas às actividades mineiras. A principal via de dispersão destes radionuclídeos por processos ambientais, identificada por este estudo, são as escorrências superficiais e águas de percolação das escombrelas e da mina que, com ou sem tratamento, alcançam a Ribeira da Pantanha.

Nalgumas hortas em que a água da Ribeira da Pantanha é usada para irrigação pode-se verificar que há um aumento das concentrações dos radionuclídeos nos produtos hortícolas, em especial para o ^{226}Ra . Outra via potencial de dispersão dos materiais contaminados existentes nas escombrelas, pode ser a actividade humana, tal como, o acesso às escombrelas para caçar e o uso de areias e cascalhos para revestimento de estradas e construções.

A exposição da população ao radão atmosférico dentro das habitações é mais elevada nas freguesias do grupo GN1 do que em GE, o que poderá ser devido à rusticidade das construções nestas freguesias que são ainda muito tradicionais quando comparadas com as de Canas de Senhorim. Diferem não só nos materiais de construção utilizados mas também na implantação das casas no terreno.

Tanto em GE como em GN1 existem formações geológicas com minério de urânio, o que se reflecte na composição das águas de poços e furos usadas para consumo. Assim, é provável que exista, nos consumidores, uma maior ingestão destes radionuclídeos em GN1 que em GE e, por sua vez, será mais elevada nestes dois grupos que em GN2.

Com base nos dados analisados até ao momento parece, pois, que a população residente em GE está exposta a uma dose de radiação ambiental ligeiramente mais elevada do que nas freguesias de

comparação. Nalguns casos, também estará exposta a uma contaminação por ingestão da água de algumas fontes locais, ligeiramente mais elevada que noutras freguesias, embora esse não seja o caso para a água da rede pública. As concentrações de radionuclidos nas poeiras em suspensão na atmosfera em GE poderão ser ocasionalmente mais elevadas devido à presença das escombrelas radioactivas não confinadas e não cobertas. Contudo, a população das freguesias de GN1 está exposta a concentrações de radão mais elevadas no interior das habitações e à ingestão de radionuclidos em concentrações um pouco mais elevadas nas águas de consumo.

A exposição em GE e GN1 foi sempre mais elevada que em GN2.

As análises de radioactividade no cabelo (^{210}Po) permitirão verificar a acumulação de radionuclidos no interior do organismo (ver parte C, em Indicadores de exposição).

Embora as conclusões finais da investigação sobre a radioactividade ambiente careçam do suporte da totalidade dos resultados das análises e medições efectuadas (em curso), os resultados aqui relatados indicam já algumas direcções.

As doses anuais de radiação ambiental (radiação externa) devida ao fundo natural variam entre 1,3 mSv (Sátão) 2 2,5 mSv (Canas de Senhorim, excluindo as zonas mineiras). Nas áreas afectadas pela actividade mineira registaram-se doses anuais de 41 mSv (áreas de acesso restrito) e, também de 4,8 mSv em pontos localizados na zona urbana e de acesso livre. De acordo com a Directiva da União Europeia 96/29 Euratom, a dose de radiação, resultante de actividades humanas, é de 1 mSv por ano para membros do publico (acima do fundo radioactivo natural).

As águas de consumo distribuidas pelas redes públicas nas freguesias estudadas estão, no plano dos parametros radiológicos, genericamente, em conformidade com a legislação em vigor. Em particular, a água da rede de abastecimento de Canas de Senhorim está conforme com a legislação, que recomenda que não devem ser

excedidos os valores máximos de 0,1 Bq/L e 1 Bq/L para a actividade alfa total e beta total, respectivamente (Decreto-Lei 243/2001 de 5 de Setembro). Contudo, alguns abastecimentos privados e pequenas redes de distribuição local podem não satisfazer estes requisitos legais. De igual modo, as águas de alguns poços e furos apresentam concentrações de radionuclidos que excedem os valores máximos recomendados. O procedimento de análise e licenciamento destas águas, quando destinadas ao consumo humano, deverá ser seguido.

Na generalidade do território da freguesia de Canas de Senhorim, exceptuando as zonas afectas às actividades mineiras, os solos apresentam concentrações normais dos radionuclidos das séries do uranio e do tório. Não há, pois, contaminação destes solos. Existem, contudo, alguns pontos onde as concentrações de radionuclidos e as doses de radiação gama ambiente são mais elevadas que o fundo radioactivo natural. Estes sítios, muito localizados, resultam da deposição ocasional de resíduos mineiros ou da utilização dos mesmos.

Na generalidade, as concentrações de radão medidas no ar interior das habitações de Canas de Senhorim não excedem os limites recomendados, isto é, 400 Bq/m³ de concentração média anual (Directiva da União Europeia 90/143/Euratom). Nalguns casos, em que se registaram concentrações de radão muito mais elevadas, justifica-se uma análise mais detalhada da origem do radão e ponderação de medidas de mitigação.

Nos produtos hortícolas não se detectaram concentrações de radionuclidos mais elevadas nos produtos de Canas que nas outras freguesias estudadas. Nalguns casos excepcionais, em que águas contaminadas, como, por exemplo, as da Ribeira da Pantanha, são usadas para rega observou-se um aumento das concentrações nos produtos hortícolas.

Em resumo, em termos comparativos entre freguesias, os resultados analisados até este momento sugerem que:

- a dose de radiação gama ambiental é ligeiramente mais elevada na freguesia de

Canas de Senhorim (GE) do que em GN1 e GN2, mas de um modo geral as doses elevadas circunscreveram-se sobretudo à zona das escombreiras,

- a concentração média de radão no ar de superfície, no exterior das habitações, é mais elevada nalguns locais desta freguesia (GE) quando comparada com outras freguesias de GN1 e Gn2,

- os locais da freguesia de Canas de Senhorim onde as concentrações de radão no ar exterior são mais elevadas localizam-se a Sul das escombreiras. No centro da povoação de Canas a concentração de radão no ar é idêntica à de outras freguesias de GN1 e Gn2;

- as freguesias de GN1 apresentam, por outro lado, maiores concentrações de radão no interior das habitações e maior concentração de radionuclidos nos solos agrícolas e florestais do que as de GE.

BIBLIOGRAFIA

- Carvalho, F.P. (1995). Origins and concentrations of ^{222}Rn , ^{210}Pb , ^{210}Bi and ^{210}Po in the surface air at Lisbon, Portugal, at the Atlantic edge of the European continental landmass. **Atmospheric Environment** 29 (15): 1809-1819.
- Carvalho (1995). ^{210}Pb and ^{210}Po in sediments and suspended matter in the Tagus estuary, Portugal. Local enhancement of natural levels by wastes from phosphate ore processing industry. **The Science of the Total Environment** 159: 201-214.
- Carvalho, F.P. (1995). ^{210}Po and ^{210}Pb intake by the Portuguese population: the contribution of seafood in the dietary intake of ^{210}Po and ^{210}Pb . **Health Physics** 69(4): 469-480.
- Carvalho, F. P. (1997). Distribution, cycling and mean residence time of ^{226}Ra , ^{210}Pb and ^{210}Po in the Tagus estuary. **The Science of the Total Environment** 196: 151-161.
- Carvalho, F.P. (2003). O Urânio em Portugal: o fim da exploração mineira e a contaminação ambiental. **Industria & Ambiente**, Nº 30, 7-11 (In Portuguese).
- Carvalho F.P. (2004). Minas de Urânio: Remediação Ambiental e Radioproteção. **Industria & Ambiente**, Nº 31, 16-22 (In Portuguese).
- Carvalho F. P., J. M. Oliveira (1999). Análise por Espectrometria Alfa dos Radionuclidos das famílias do Urânio e do Tório a Níveis Ambientais. XII Encontro Nacional de Quimica, Julho 1999, Lisboa, 5pp.
- Carvalho F.P. (2003) Environmental remediation of old uranium mining sites and radioprotection goals. **Radioproteção**, vol II-III, 159-165.
- Carvalho FP, JM. Oliveira, a. Libânio, I. Lopes, G. Ferrador, MJ. Madruga. Radioactivity in Public Water Supplies in the Uranium Mining Regions of Portugal.
- Proceedings of an *International Workshop on Environ. Contamination from Uranium Production Facilities and Remediation Measures*, organized by the ITN/DPRSN and the IAEA, Sacavém, 11-13 Feb 2004 (in press).
- F.P. Carvalho, M.J. Madruga, M.C. Reis, J.G. Alves, J.M. Oliveira, J. Gouveia, L. Silva. Radioactive survey in former uranium mining areas in Portugal.
- Proceedings of an *Intern. Workshop on Environ Contamination from Uranium Production Facilities and Remediation Measures*, organized by the ITN/DPRSN and the IAEA, Sacavém, 11-13 Feb 2004 (in press).
- P. Duarte, T. ferreira, M. Reis, F. P. Carvalho, Contribuição para uma Cartografia de Risco Radiológico na Antiga Região Mineira da Cunha Baixa. *VI Congresso Nacional de Geologia (Ciências da Terra – Volume Especial V)*, Departamento de Ciências da Terra, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa (Eds.), June 2003, pp. 96 (Publicado em CD-ROM).
- Madruga, M.J., Brogueira, A., Alberto, G., Cardoso, F. (2001) ^{226}Ra Bioavailability to Plants at Urgeiriça Uranium Mill Tailings. **Journal of Environmental Radioactivity**, 54/1, 175-188.
- Madruga, M.J., Faria, I., Brogueira, A. (2001) Spatial Distribution of ^{238}U , ^{226}Ra and ^{210}Pb at Urgeiriça Uranium Mill Tailings. **Radioproteção**, 1, nº8/9, pp. 125-134.
- Madruga, M.J., Faria, I., A. Brogueira (2002) ^{210}Pb Bioavailability to Plants at Uranium Mill Tailings. Proceedings da **"International Conference on Radioactivity in the Environment"**, Monaco, 1-5 Setembro 2002.
- Madruga, M.J., Faria, I., A. Brogueira (2002) ^{226}Ra and ^{210}Pb Relationship in Solid Wastes and Plants at Uranium Mill Tailings. Proceedings do **"European IRPA Congress 2002"**, Florence (Italy), 8-11 Outubro 2002.

**ESTUDO DAS DISTRIBUIÇÕES DOS METAIS E DE OUTROS
CONTAMINANTES QUÍMICOS NO AMBIENTE**

AUTORES

**INSTITUTO NACIONAL DE ENGENHARIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO
LABORATÓRIO DE S. MAMEDE DE INFESTA**

Elsa Macedo Pinto, Narciso M. Rodrigues Ferreira, Mário R. Machado Leite

INTRODUÇÃO

AMBIENTE e TERRITÓRIO são dois conceitos indissociáveis, já que o Homem é o principal usufrutuário do Território e é sobre esse mesmo Território que se operam as consequências do exercício desse usufruto. Ambiente é, assim, uma extensão dinâmica do conceito de Território, isto é, é um *território em transformação*, cujo agente principal é o Homem.

A análise do território pressupõe o tratamento de matérias interdisciplinares, ocupando a Geologia e a Geomorfologia lugares de destaque. Com efeito, toda a modelação do terreno operada pelos agentes da geodinâmica interna (forças tectónicas formadoras de montanhas, também designadas de orogénicas) e externa (acções da chuva, ventos, rios e oceanos), da qual resultam todas as formas topográficas e das bacias hidrográficas, estão fortemente condicionadas pela natureza das rochas do substrato geológico.

Por outro lado, a localização dos aglomerados populacionais está fortemente ligada às características da topografia, seja qual for a idade dos respectivos forais fundadores – tanto no passado como no presente, o urbanismo procura as melhores condições que o território pode oferecer (terrenos de cultivo, abastecimento de água, insolação, protecção contra ventos ou inimigos) e estas dependem intimamente da Geologia e da Geomorfologia.

Quando o problema que nos apoqueta tem a ver com eventuais distúrbios provocados por um usufruto intensivo de um recurso específico do território, como é o caso das mineralizações de urânio, é por demais evidente que a Geologia deverá ser a janela privilegiada para observação do território.

ENQUADRAMENTO GEOLÓGICO

A área de estudo enquadra-se na denominada região uranífera das Beiras a qual corresponde, do ponto de vista geomorfológico, a uma peneplanície pertencente à Superfície Fundamental da Meseta, gerada durante o Cenozóico e que teve o seu retoque final no Tortoniano há

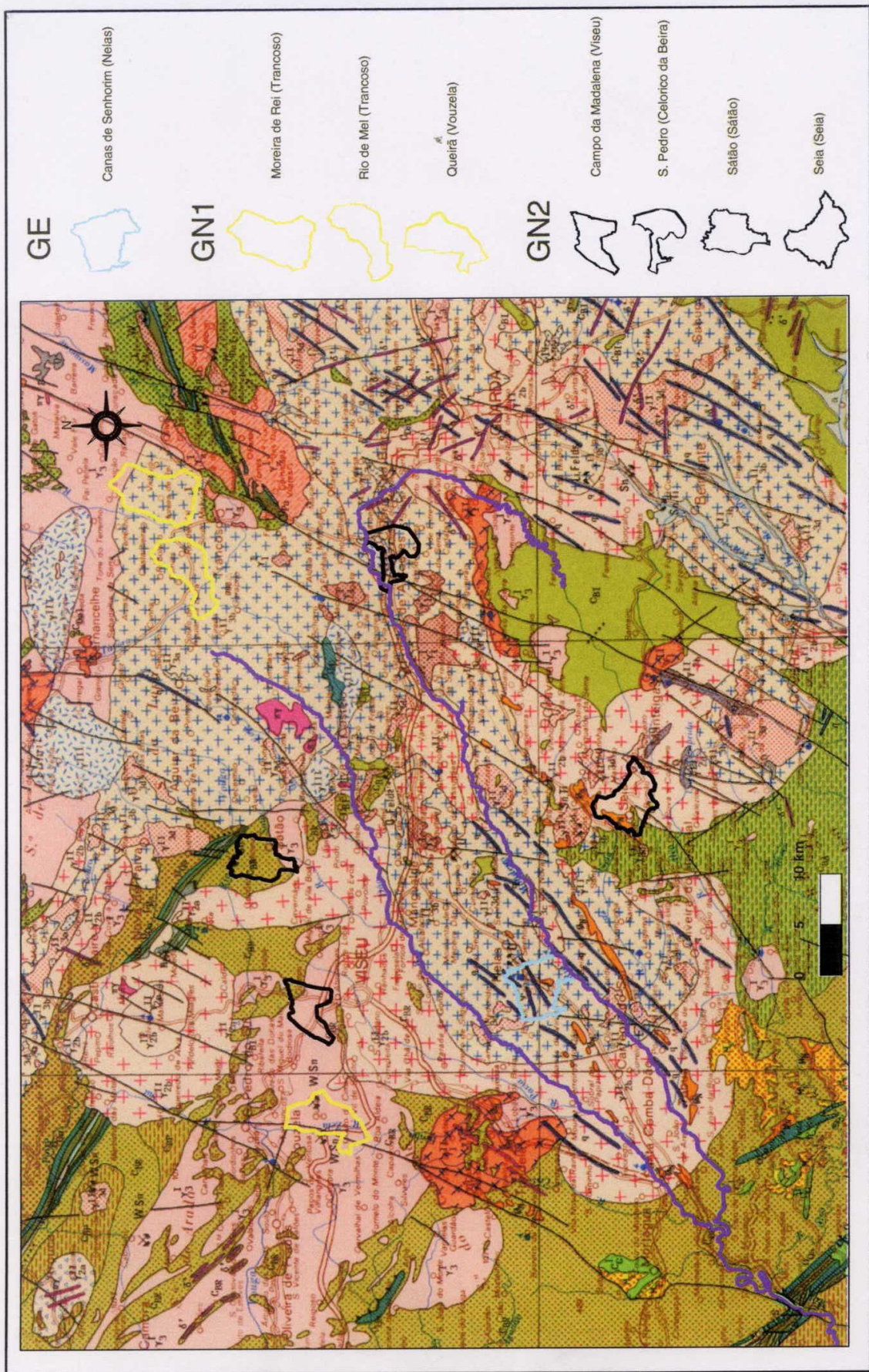
cerca de 10 milhões de anos. Posteriormente, com os movimentos tectónicos relacionados com a orogenia Alpina verifica-se o rejuvenescimento do relevo associado à formação do "horst" tectónico que constitui a Serra da Estrela.

Na figura da página seguinte pode ver-se um extracto da Carta Geológica 1:500.000 (IGM), que engloba a totalidade da área de estudo.

Do ponto de vista geológico regional, a área engloba predominantemente:

- Sequência de rochas metasedimentares de idades compreendidas entre os 600 e 300 milhões de anos, correspondentes ao Precâmbrico e Paleozóico, constituída, essencialmente, por xistos e grauvaques do Complexo Xistograuváquico do Pré-câmbrico/Câmbrico, xistos e quartzitos do Ordovício, xistos negros, liditos e quartzitos do Silúrico e conglomerados e xistos carbonosos do Carbonífero;
- Rochas graníticas resultantes de magmas instalados em níveis superiores da crosta durante a 3ª fase da deformação Hercínica, apresentando idades compreendidas entre 290 e 320 milhões de anos;
- Terrenos sedimentares muito mais recentes de idade Cenozóica, constituídos essencialmente por depósitos arcósico-argilosos e aluviões, resultantes dos processos de meteorização química, seguida de erosão, transporte e sedimentação das rochas constituintes dos maciços pré-existentes, instabilizados graviticamente pela orogenia Alpina. No leito dos rios ocorrem ainda depósitos aluvionares actuais.

Na carta geológica 1:500.000, cujo extracto se apresenta, os granitos são representados em tons que evoluem do rosáceo ao creme (com ou sem uma trama de +++), enquanto os xistos estão coloridos em tons de verde e os terrenos sedimentares mais recentes em tons amarelados e acinzentados.



Do ponto de vista ambiental, tal como acima este conceito foi definido, há que levar em linha de conta que a radioactividade natural, sobejamente conhecida em toda a região, deriva, não apenas da existência de jazigos de urânio, mas sobretudo, do afloramento de um tipo especial de granitos, conhecido por “Granito da Guarda”, que é considerado o progenitor a partir do qual se geraram os fluidos mineralizadores que originaram a acumulação dos minerais uraníferos nas estruturas filonianas dos seus jazigos. Segundo Pagel (1981) referido por Santos Oliveira (1998), o Granito da Guarda apresenta teores médios de U entre 8 e 10ppm, valores significativamente superiores aos indicados para as rochas graníticas em geral e para a abundância crustal, respectivamente de 4 a 2,5ppm.

Na zona em que se localizam as freguesias estudadas, afloram basicamente 4 tipos de granitos:

- O granito de duas micas, de granulometria e textura variáveis, considerado contemporâneo da 3ª fase de deformação Hercínica, é o mais antigo dos granitos aflorantes na região. A sua distribuição espacial obedece a alinhamentos paralelos ao plano axial dos grandes dobramentos gerados nessa fase orogénica (Ferreira *et al.*, 1987). No mapa apresentado este granito é colorido em tom rosa, sem trama de +++, onde se localizam as freguesias de Queirã e Campo da Madalena;
- O Granito da Guarda é predominantemente biotítico, porfiróide de grão grosseiro e apresenta uma idade mais recente que o granito anterior. A sua instalação é considerada tardia relativamente ao máximo desenvolvimento da 3ª fase de deformação Hercínica, enquadrando-se na série de granitos sin-orogénicos biotíticos com plagioclase cálcica e seus derivados (Ferreira *et al.*, 1987). Na carta geológica, este granito encontra-se representado em tom rosa mais claro e com trama de +++ vermelhas. A freguesia de Seia localiza-se sobre este tipo de granito;
- O Granito de Belmonte, de grão grosseiro a médio, mais recente ainda, também pertence à série de granitóides biotíticos

com plagioclase cálcica, apresentando, no entanto, instalação mais tardia relativamente aos grupos anteriores, sendo considerado tardio a posterior à 3ª fase de deformação Hercínica. No mapa está representado em tons de creme com trama de +++ azuis, onde se localizam as freguesias de Canas de Senhorim, Moreira de Rei, Rio de Mel e parte de São Pedro (Celorico da Beira);

- O Granito de Celorico da Beira é um granito predominantemente biotítico, tardi a pós-orogénico, mais recente que todos os anteriores, que ocorre apenas em parte da freguesia de S. Pedro (Celorico da Beira). A sua instalação é posterior à deformação dúctil que afectou esta porção da crosta no decurso da orogenia Hercínica, estando relacionada com o desenvolvimento de fracturas frágeis tardi-hercínicas.
- A freguesia de Sátão está quase totalmente localizada sobre terrenos xistentos, ocorrendo apenas no sector sul granitos de duas micas, localmente afectados por cisalhamentos.

No que se refere às mineralizações de urânio, é consensual entre vários autores (Neiva, Tadeu, Cerveira, Pilar) que estas derivam de diferenciação hidrotermal a partir de circulação de fluidos originários no granito progenitor, no caso dos jazigos primários, e de impregnações secundárias de outras estruturas litológicas e tectónicas a partir de fluidos que lixiviaram formações primárias e rochas encaixantes.

Cotelo Neiva (1995) refere, a propósito dos jazigos uraníferos Portugueses, “que a grande maioria dos jazigos filonéticos quartzosos cortam granitos na região central do país, ocupando fracturas: NNE-SSW a NE-SW entre Sernancelhe, Trancoso, Celorico da Beira e Santa Comba Dão, a N e NE deste “horst” da Serra da Estrela; NNE-SSW e ENE-WSW entre Pinhel e Covilhã, a NE e SE deste “horst”; a NNW-SSE e NNE-SSW entre Nisa, Castelo de Vide e Crato, no Alto Alentejo; mas também há filões encaixados nos xistos ante-Ordovícicos nas proximidades dos contactos graníticos e na maioria paralelos à xistosidade e, nalguns casos, “stockworks”. Também no Douro e

Trás-os-Montes há alguns jazigos daqueles tipos”. Segundo o mesmo autor, “dos jazigos filoneanos há: os de quartzo leitoso e fumado em crescimentos zonados e de estrutura bandada (exs: Reboleiro-Trancoso, Cunha Baixa-Mangualde); e os quartzo-jaspóides, com quartzo leitoso, incolor, ferruginoso, jaspe, calcedónia e opala, também bandados (exs: Bica-Sabugal, Borrega-Belmonte, João Antão-Guarda, Urgeiriça-Nela). Estão mineralizados por uraninite, pechblenda maciça, pechblenda colofórmica, botrioide e esferolítica, óxidos negros de U, cofinite, gumites, torbernite, autonite e outros minerais fostatados correlacionados e acessoriamente por sulfuretos”.

Ainda segundo esse autor, as formações secundárias resultam de impregnações em diaclases, filões aplíticos e outras fissuras das rochas que se localizam nos contactos dos granitos com xistos, autênticos locais-armadilha em que os fluidos depositam o urânio transportado em solução, promovendo o enriquecimento dessas estruturas nos seus minerais.

Sobre o substrato geológico e variedade de rochas acima descrita sumariamente, sobrepõe-se uma topografia que é dominada:

- pelo “horst” da Serra da Estrela a nascente, localizado na parte direita da carta geológica
- e pelos cursos dos rios Mondego e Dão que formam um pronunciado interflúvio;

Com base nesta descrição geomorfológica do território, a macro-localização das 8 freguesias pode ser descrita do seguinte modo:

- no interflúvio Dão-Mondego localizam-se as Minas da Urgeiriça e as da Cunha Baixa e Quinta do Bispo, os principais centros extractivos que em passado recente registaram intensa actividade industrial, incluindo tratamentos *in situ* e deposição de resíduos em escombreciras. Canas de Senhorim localiza-se na vertente nascente, que drena para a margem direita do rio Mondego;
- Seia, São Pedro (Celorico da Beira) e Campo da Madalena, se bem que na bacia hidrográfica do Mondego, localizam-se fora do interflúvio acima descrito e, portanto, não são influenciadas directamente pela dispersão originada nos pólos de actividade mineira referidos. São Pedro (Celorico da Beira) e Seia, ambas nas encostas da Serra da Estrela, respectivamente, Norte e Poente, localizam-se na margem esquerda do Mondego. Campo da Madalena localiza-se quase no limite Norte da bacia do Mondego e drena para o rio Dão;
- Moreira de Rei e Rio de Mel localizam-se muito mais a Norte numa região onde são conhecidas ocorrências de urânio, algumas das quais, no passado, originaram pequenas explorações sem grande industrialização. Localizam-se na bacia hidrográfica do rio Douro;
- Queirã e Sátão localizam-se sobre a fronteira entre as bacias hidrográficas do Mondego e do Vouga, não recebendo pois drenagens de outras zonas, sendo que a drenagem dos seus territórios se efectua predominantemente para o rio Vouga.

MÉTODOS

Tendo em vista estudar a distribuição dos metais e de outros contaminantes químicos no ambiente, o conjunto das 8 freguesias foi sujeito a um plano de amostragem dos meios geológicos potencialmente portadores da dispersão geoquímica dos elementos, a saber:

- Solos - genericamente terrenos aráveis localizados na proximidade de linhas de água. Podem ser aluviões (leito vivo das linhas de água) ou simplesmente sedimentos estabilizados, normalmente agricultados;
- águas sub-superficiais - acessíveis em poços de pequena profundidade e usados preferencialmente na agricultura, localizadas em zonas de fracturação do maciço geológico (granito), considerando que são superfícies de circulação preferencial da água;
- águas superficiais – de circulação sub-aérea, em pleno leito de rio.

No planeamento da amostragem esteve sempre presente o objectivo base e fundamental que é a tentativa de caracterizar as freguesias escolhidas para comparação com a freguesia de Canas de Senhorim.

Procurando otimizar os custos do trabalho de campo, o planeamento da amostragem foi realizado em duas etapas: a primeira, de reconhecimento em gabinete, através do estudo exaustivo da informação disponível, nomeadamente de carácter cartográfico; a segunda de validação no terreno do plano amostral.

Sendo assumido que se tratava de um estudo da distribuição geográfica de contaminantes, a questão fundamental que presidiu ao planeamento da amostragem foi a identificação e localização dos vários “vectores do transporte” desses elementos. Para tal, em cada freguesia foram individualizadas bacias de drenagem, definidas como porções de território interiores a um mesmo “aparta-águas” (linha

de cumeada). Em cada uma destas bacias define-se um “vector” orientado na direcção e sentido da linha de água principal, a qual se refere o transporte das águas e dos materiais sólidos, mecanicamente erodidos do substrato rochoso, dos solos, ou de uma qualquer escombreira existente.

Podem, assim, existir diferenças dentro de uma mesma freguesia, na medida em que podem aí existir várias bacias de drenagem.

1. AMOSTRAGEM DE SOLOS

Em cada freguesia foram seleccionadas áreas para colheita de solos na proximidade de agregados habitacionais e, preferencialmente, em usufruto agrícola.

Em regiões de vale aberto, com zonas de sedimentação de extensão lateral apreciável, foram realizadas colheitas ao longo de um perfil perpendicular à linha de água, com colheita de uma amostra no leito vivo (aluvião) e de amostras de solos regularmente espaçadas (solos).

Em presença de uma topografia de linhas de água ainda pouco encaixadas, em que as zonas agrícolas são constituídas por socalcos, por vezes artificiais, de pequena dimensão, foram colhidas amostras pontuais, em número adequado ao conjunto de agregados habitacionais existentes.

2. AMOSTRAGEM DE ÁGUAS SUB-SUPERFICIAIS

Para a definição dos locais de amostragem das águas subterrâneas foi determinante a identificação dos principais sistemas aquíferos e sua vulnerabilidade e a identificação dos principais sistemas de fracturação, através do estudo de ortofotomapas em conjugação com a cartografia geológica.

As circunstâncias locais conduziram a que as amostras tenham sido colhidas em poços de pequena profundidade (até 10m). Admitindo que estas águas são utilizadas para rega, os locais de amostragem, se bem que cumprindo a regra da localização sobre linhas de fractura geológica, foram escolhidos na proximidade das zonas em que se colheram solos, sempre com a preocupação de evitar curto-circuitos com águas superficiais (das linhas de água).

3. - AMOSTRAGEM DE ÁGUAS SUPERFICIAIS

Foram amostradas todas as bacias hidrográficas existentes nas freguesias, escolhendo-se para tal o ponto mais a jusante de cada linha de água principal (próximo do limite administrativo).

As cartas do IGeoE foram de uma enorme utilidade nesta tarefa.

4. DIMENSÃO DAS AMOSTRAS

O plano amostral conduziu ao seguinte conjunto de amostras:

		Amostragem		Solos		Águas	
		Tipo Perfil	Tipo Pontual	Aluvião	Solo	Superficiais	Sub-superficiais
GN2	Campo da Madalena	2	2	2	11	2	4
	Celorico (S. Pedro)	2	2	2	9	1	4
	Sátão	2	3	2	12	2	5
	Seia	3	0	3	18	3	3
GN1	Queirã	1	5	1	9	2	6
	Moreira de Rei	1	7	1	11	3	8
	Rio de Mel	6	0	6	43	2	6
GE	Canas de Senhorim	4	4	4	31	4	8
Totais		21	23	21	144	19	44

5. TRABALHO ANALÍTICO

Foram realizadas as seguintes análises:

- nos sedimentos – doseamento de prata, arsénio, boro, bário, berílio, cádmio, cobalto, crómio, cobre, ferro, manganês, molibdénio, nióbio, níquel, fósforo, chumbo, antimónio, vanádio, volfrâmio, ítrio e zinco por Plasma DCP; tório e urânio por Fluorescência RX e mercúrio por EAA-VP

vanádio, manganês, cobalto, níquel, cobre, zinco, arsénio, selénio, rubídio, estrôncio, ítrio, zircónio, nióbio, molibdénio, prata, cádmio, estanho,

- antimónio, telúrio, céσιο, bário, tântalo, tungsténio, mercúrio, tálio, chumbo, bismuto e urânio, por *Spectrometria de Massa ICP-MS*.

A caracterização química das águas envolveu:

- determinação das grandezas físico-químicas e parâmetros globais: pH, condutividade, alcalinidade, dureza, sílica, resíduo seco;
- determinação da componente iónica maioritária: cloreto, bicarbonato, sulfato, nitrato, nitrito, amónio, sódio, potássio, magnésio, cálcio, ferro, em certos casos foram ainda doseados o fluoreto e o fosfato;
- determinação da componente vestigiária: lítio, berílio, boro, alumínio, crómio,

6. DIFERENÇA ENTRE AS FREGUESIAS

Tendo em vista fazer uma análise das eventuais diferenças entre os meios amostrais estudados nas várias freguesias, devidamente agrupadas segundo os respectivos grupos de estudo – GE vs GN ou GE vs GN1 e GN2 efectuou-se uma comparação entre as médias dos vários elementos químicos analisados, utilizando a seguinte metodologia:

- calcularam-se as médias por freguesia, de cada elemento químico;
- seguidamente calculou-se, para cada elemento químico, a média global (média,

das médias das freguesias) e o respectivo desvio padrão;

- procedeu-se à normalização das médias de cada freguesia através do parâmetro “desvio para a média global, avaliado em unidades de desvio padrão”, como forma de representar as análises dos vários elementos químicos num mesmo referencial:

$$\frac{\text{médiaFreguesia} - \text{médiaGlobal}}{\text{desvioPadrão da médiaGlobal}};$$

- seguidamente construíram-se os gráficos, agrupando as freguesias de cada um dos Grupos, representadas através da média dos valores normalizados;
- finalmente, antes de desenhar o gráfico, ordenaram-se os elementos químicos tomando como referência o grupo GE-Canas de Senhorim (mais abundante à direita, menos abundante à esquerda).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

1- DISTRIBUIÇÃO DOS METAIS NOS SOLOS

Tomando como base os valores limites para metais pesados em solos, classificados na legislação Portuguesa como passíveis de recepção de lamas utilizadas na agricultura como fertilizantes, ou os referidos em legislação Canadiana do Québec para solos agrícolas - quando mais exigentes que os nacionais ou na ausência destes - podem apresentar-se as seguintes considerações genéricas sobre a situação encontrada em matéria de distribuição de metais nos solos:

- os valores encontrados para os elementos Ag, Cd, Co, Mo, Ni, Pb, Zn, Ba e Hg estão sistematicamente abaixo desses limites;
- o elemento Cu é o que apresenta maior número de pontos anómalos, contudo circunscritos às freguesias de Canas de Senhorim e Queirã, com maior incidência naquela do que nesta. Em ambos os casos a origem estará relacionada com a mineração, do urânio

no caso de Canas e do estanho em Queirã (Mina da Bejanca);

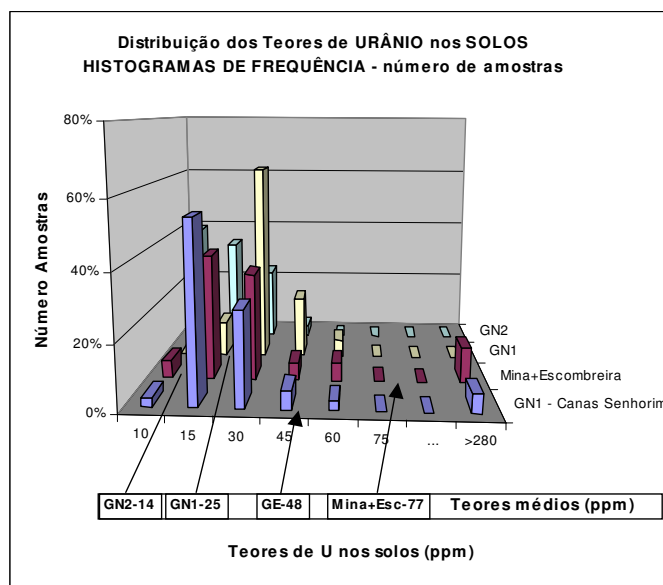
- o elemento As apresenta-se anómalo apenas em Sátão, facto não estranho à proximidade da Mina do Rebentão, aparecendo de forma esparsa em Campo da Madalena, Queirã (onde também é conhecida a antiga Mina de Bejanca) e Canas de Senhorim;
- o elemento Mn, embora tratando-se de um elemento ubíquo e com valores de limites de aceitação nos solos muito elevados, aparece pontualmente anómalo face a esses valores em Rio de Mel, Moreira de Rei e Canas de Senhorim;
- para o caso do U, a legislação não estabelece, em geral, limites para os teores deste elemento, sendo mais comum a definição das doses máximas de radiação. De qualquer forma, mesmo na ausência de um valor de referência, os dados encontrados são inequívocos ao mostrarem que em Canas de Senhorim ocorrem os maiores teores desse elemento nos solos – como se verá um pouco mais adiante, a média de U nos solos desta freguesia é de 48ppm, valor que sobe para 77ppm em terrenos da bacia que contém a mina e a escombreira da Urgeiriça, assinalando-se dois valores pontuais de 281 e 786ppm, valores estes que podem ser comparados com uma referência bibliográfica de 100ppm para solos não contaminados no Reino Unido (Alloway, 1993).

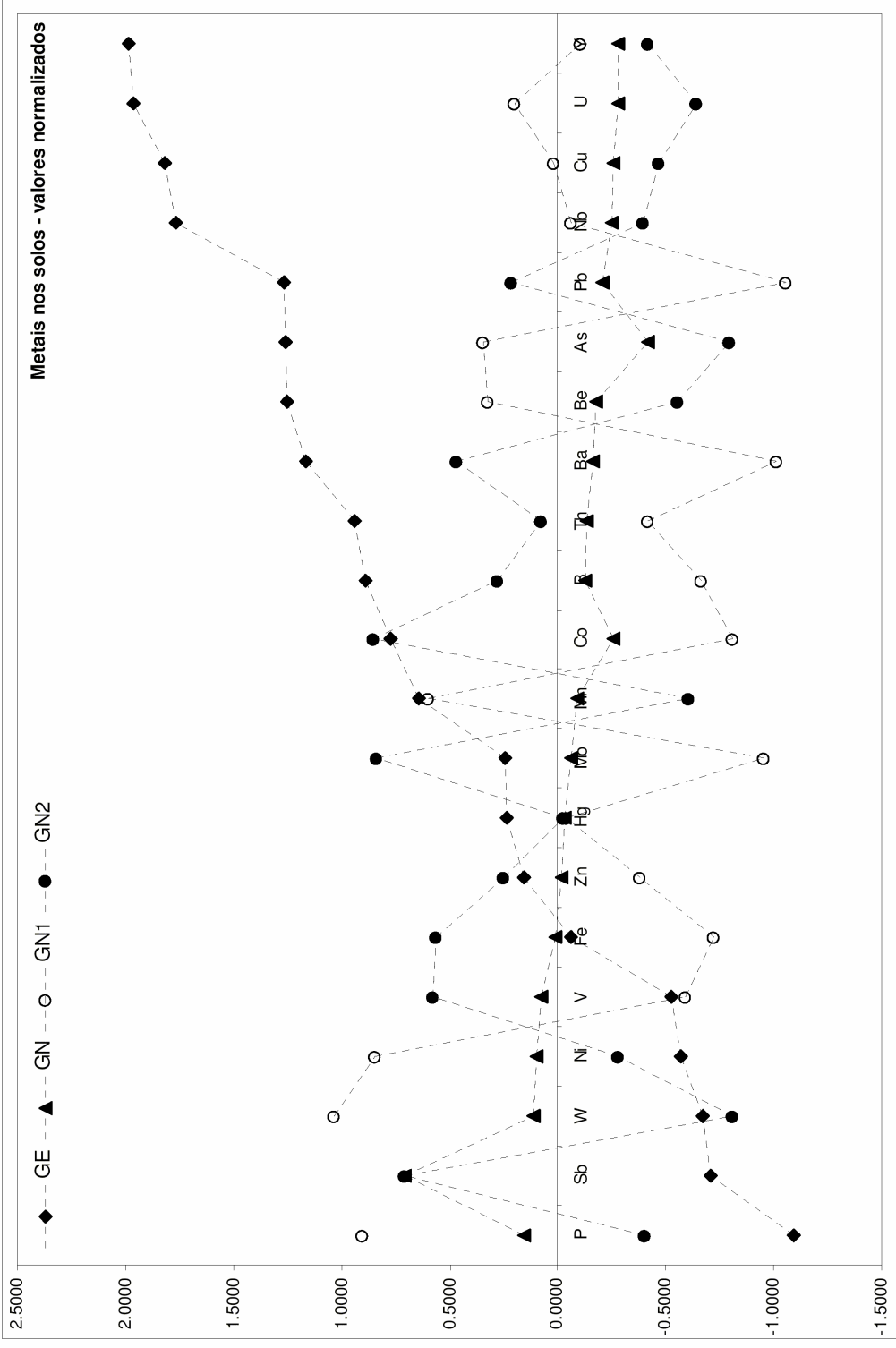
Os resultados referentes às comparações dos grupos de estudo são analisados de seguida:

- Canas de Senhorim evidencia um conjunto de elementos químicos claramente acima do “fundo” regional, onde se destacam os elementos, Y, U, Cu, Nb, Pb, As, Be, Ba, Th e B, por ordem decrescente;
- os valores desta anomalia situam-se entre 5 a 9 vezes o “fundo” do GN, consoante o elemento. Para alguns elementos (Y, U, Cu, Nb, As e Be) estas

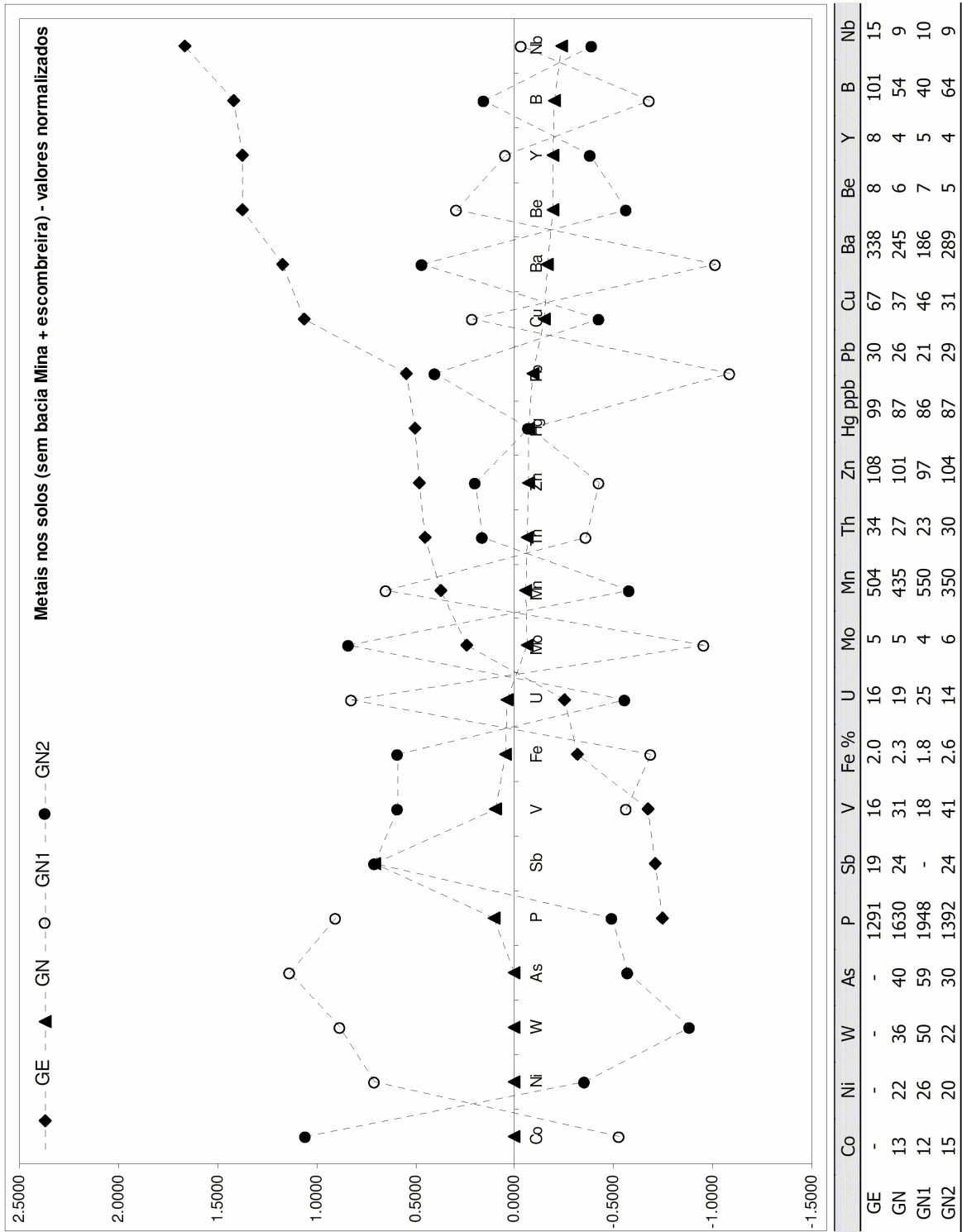
- diferenças ampliam-se para o GN2 e reduzem-se para o GN1, como seria de esperar, mas em outros casos (Pb, Ba, Th e B) sucede o oposto;
- deste cortejo, os elementos Y, U, Be, Th e B são referenciados como típicos de assinaturas geoquímicas das mineralizações de urânio;
 - sendo que na freguesia de Canas de Senhorim foram identificadas 5 bacias de drenagem com os seus vectores devidamente orientados e que apenas uma delas alberga a zona industrial de exploração mineira do urânio, poder-se-á concluir que a dispersão geoquímica dos elementos referenciados, nomeadamente do U, a partir dessa zona é suficientemente expressiva para ser visível no contexto geral da freguesia;
 - com efeito, se for retirada a bacia de drenagem em que se localizam a Mina e a escombreira da Urgeiriça, o perfil de anomalia atenua-se, com passagem dos elementos U e Th claramente para o “fundo” regional – veja-se o segundo gráfico de “Metais nos solos (sem bacia Mina + Escombreira)”;
 - nesta última representação, a persistência da anomalia no resto da freguesia para os elementos, Y, Be e B são manifestações de que a geologia na região de Canas de Senhorim foi particularmente profícua na instalação de mineralizações uraníferas, para além do jazigo da Urgeiriça, sendo conhecidas outras ocorrências na freguesia, mas que não originaram explorações industriais intensivas.
- Com base nas análises realizadas no âmbito deste projecto é possível definir-se o “fundo” regional do teor em U dos solos nos seguintes termos:

Teores médios de Urânio medidos em solos das freguesias estudadas	ppm	Nº amostras
· em regiões afastadas de qualquer actividade industrial de extracção e/ou ocorrência conhecida de mineralizações de Urânio	14	59
· em regiões onde ocorrem mineralizações de Urânio, mas não houve extracção, ou se houve, não se operaram tratamentos no local nem existem escombreiras de resíduos	25	71
· na freguesia de Canas de Senhorim	48	35
· na região circunscrita à Mina da Urgeiriça e sua escombreira	77	18





	P	Sb	W	Ni	V	Fe %	Zn	Hg ppb	Mo	Mn	Co	B	Tl	Ba	Be	As	Pb	Nb	Cu	U	Y
GE	1097	17	24	18	20	2.2	103	92	5	557	15	80	43	338	8	81	35	16	103	48	13
GN	1630	24	36	22	31	2.3	101	87	5	435	13	54	27	245	6	40	26	9	37	19	4
GN1	1948	-	50	26	18	1.8	97	86	4	550	12	40	23	186	7	59	21	10	46	25	5
GN2	1392	24	22	20	41	2.6	104	87	6	350	15	64	30	289	5	30	29	9	31	14	4



2 - DISTRIBUIÇÃO DOS METAIS NAS ÁGUAS SUB-SUPERFICIAIS

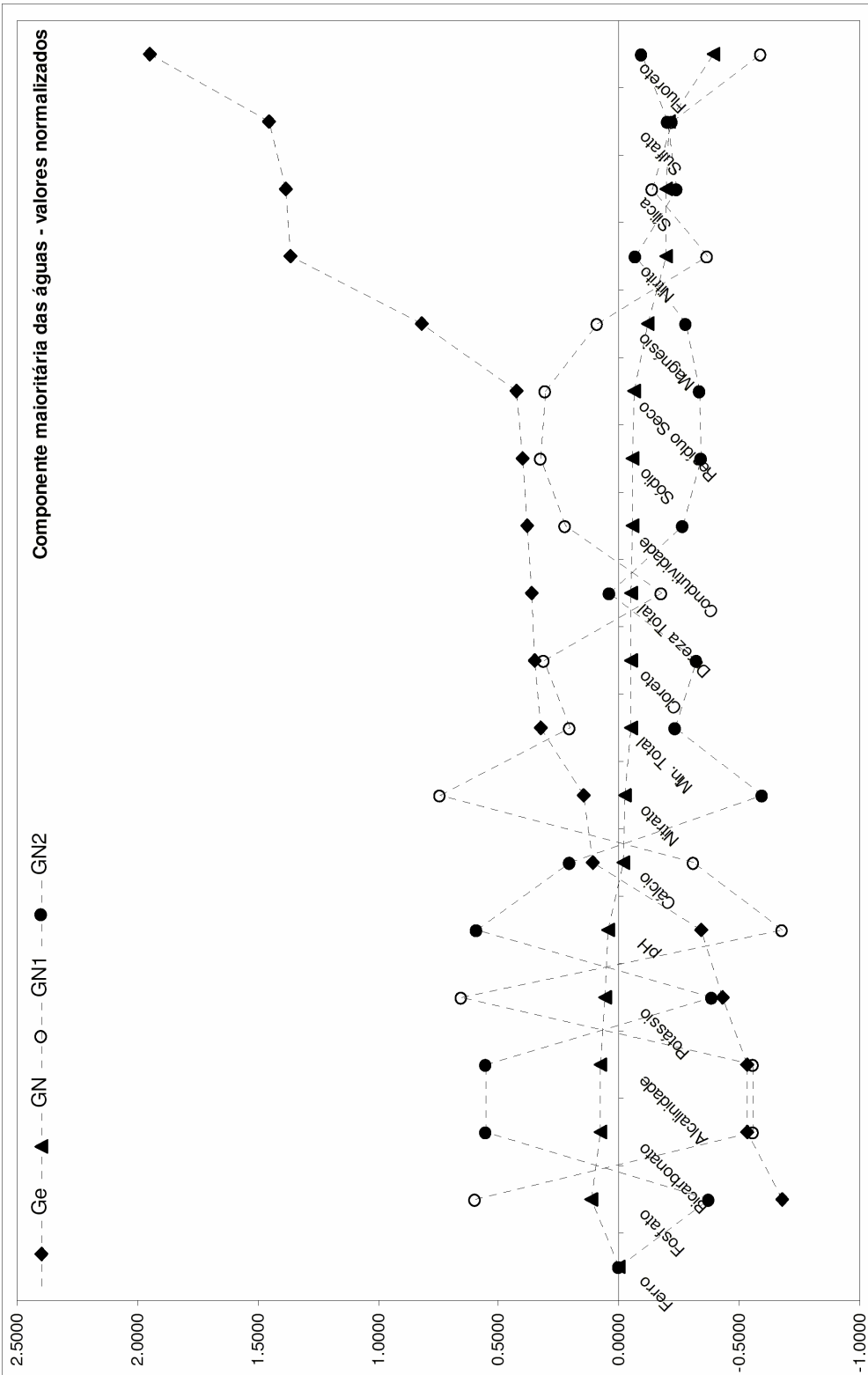
Tal como no caso anterior, tomemos como base os valores limites para metais pesados em águas, classificados na legislação Portuguesa para águas de consumo humano, ou os referidos em legislação Canadiana do Québec, quando mais exigentes que os nacionais ou na ausência destes. Neste cenário podem apresentar-se as seguintes considerações genéricas sobre a situação encontrada em matéria de distribuição de metais nas águas de sub-superfície, cuja principal utilização será a rega e uso para os animais mas que, não raro, poderão ser utilizadas para beber e cozinhar:

- para os metais B, Cr, Ni, Cu, As, Se, Mo, Ag, Cd, Sb, Ba, Hg, Pb e U foram encontrados valores sistematicamente abaixo desses limites;
- o Al apresenta 2 valores pontualmente anómalos – um poço em Canas de Senhorim e outro em Queirã;
- o Mn foi encontrado acima dos valores admissíveis, ao abrigo dos referenciais acima indicados, em 11 dos 62 poços amostrados, localizados em 6 das 8 freguesias. Em Canas de Senhorim e em Queirã há uma maior incidência dessas anomalias e são coincidentes com as de Al referidas no item anterior, enquanto que em Rio de Mel, Moreira de Rei, Sátão e Campo da Madalena essas anomalias são pontuais.

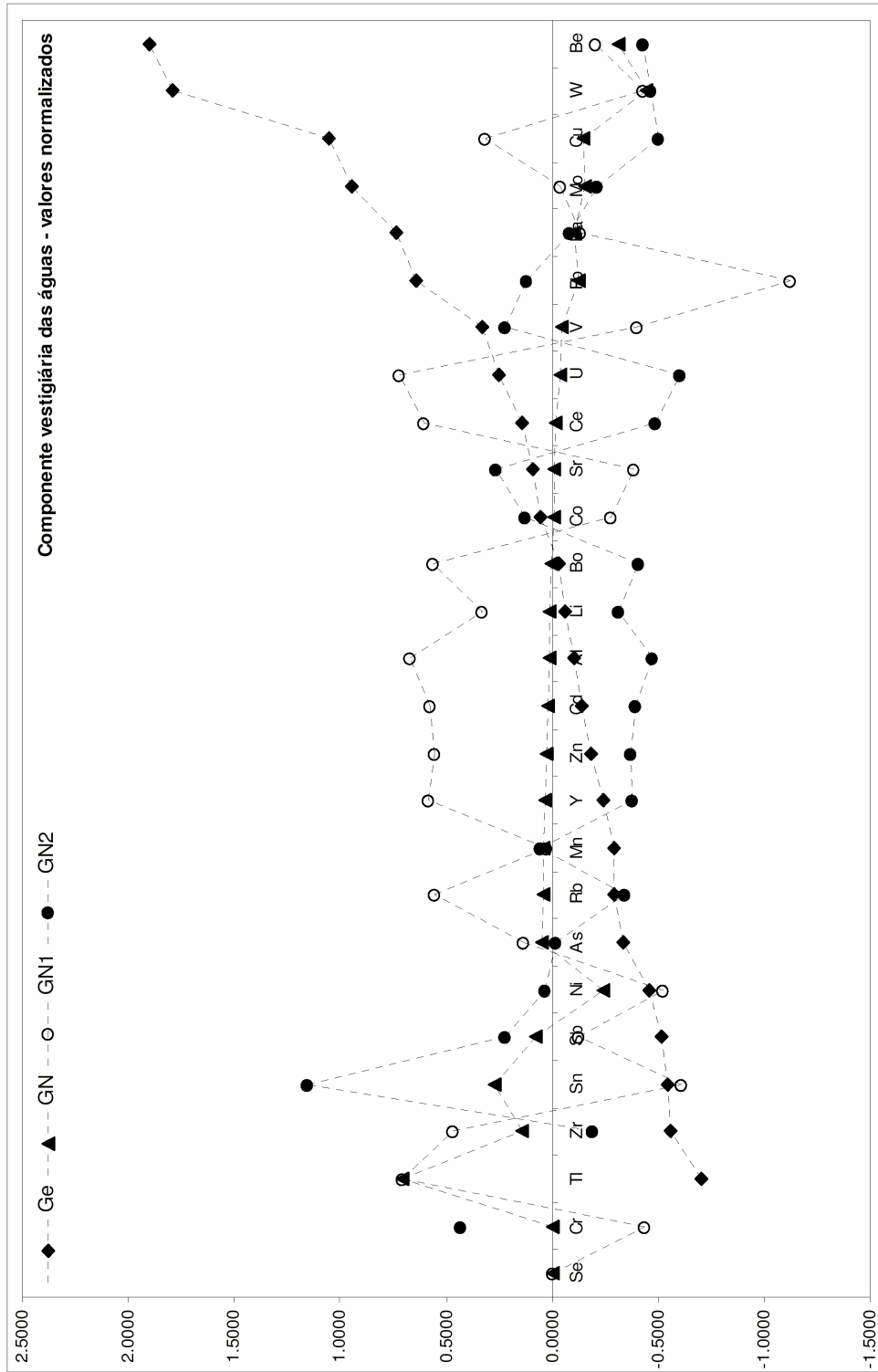
Sobre gráficos semelhantes aos construídos anteriormente com dados dos solos, agora elaborados com análises das componentes

maioritária e vestigiária das águas, podem tecer-se as seguintes considerações:

- tal como para o caso dos solos, Canas de Senhorim destaca-se do GN num conjunto significativo de elementos químicos. Também para alguns elementos essas diferenças aumentam para o GN2 e esbatem-se para o GN1, mas não para todos os elementos;
- os constituintes maioritários que fazem a maior diferença são o Fluoreto, o Sulfato, a Sílica e o Nitrito. Destes o Fluoreto e o Sulfato são claramente indicadores da mineralização uranífera e da drenagem ácida que caracteriza o impacto ambiental mineiro;
- nos constituintes vestigiários, continuam a marcar presença na anomalia Be, Cu, Ba e Pb, que já se faziam representar na anomalia dos solos, surgindo agora o W e o Mo como característicos destas águas;
- para o U é interessante verificar que os valores mais elevados, se bem que abaixo do valor de 20ppb do limite considerado (Canadá - Québec) foram encontrados em três poços em Queirã (7.5, 7.9 e 16.6ppb, respectivamente) e outro em Moreira de Rei (7ppb), situação que contribui para o posicionamento de GN1 acima da média geral, enquanto que em Canas de Senhorim apenas é assinalável um poço com 9.95ppb.



	Fe ²⁺	H ₂ PO ₄ ⁻	HCO ₃ ⁻	Alcalinidade (mL/L HCl 0.1M)	K ⁺	pH	Ca ²⁺	NO ₃ ⁻	Min. Total	Cl ⁻	Dureza Totl (p.p. 10 ⁵ CaCO ₃)	Condutividade (µS/cm)	Na ⁺	Resíduo Seco	Mg ²⁺	NO ₂ ⁻	SiO ₂	SO ₄ ²⁻	F ⁻
Ge	- 0.5	17.9	2.9	2.9	2.3	6.14	8.5	15.0	107.0	13.9	3.6	137	11.8	98.0	3.3	0.127	17.8	16.3	0.68
GN	0.8	1.0	24.4	4.0	4.3	6.22	8.1	13.2	96.1	11.3	3.1	118	10.0	83.9	2.4	0.053	12.9	9.3	0.26
GN1	- 1.4	17.7	2.9	2.9	6.7	6.07	7.1	21.3	103.4	13.7	3.0	130	11.5	94.6	2.6	0.045	13.1	9.3	0.23
GN2	0.8	0.7	29.4	4.8	2.5	6.34	8.8	7.1	90.6	9.5	3.2	109	8.8	76.0	2.2	0.059	12.8	9.3	0.32



	Se	Cr	Ti	Zr	Sn	Sb	Ni	As	Rb	Mn	Y	Zn	Cd	Al	Li	Bo	Co	Sr	Ce	U	V	Pb	Ba	Mo	Cu	W	Be
Ge	-	0.07	0.2	0.22	0.07	1.0	1.9	5.3	26.4	0.78	9.7	0.08	46	5.6	16.3	0.5	49.4	0.5	1.9	0.6	2.1	17.8	0.4	4.0	7.3	1.5	
GN	0.95	1.8	0.27	0.4	3.01	0.09	1.6	2.7	11.8	43.0	1.55	15.1	0.10	52	6.1	16.6	0.4	45.4	0.4	1.5	0.5	1.3	11.3	0.3	1.8	0.2	0.6
GN1	0.95	0.7	0.27	0.6	0.02	0.08	0.9	2.8	21.9	42.1	3.10	28.5	0.17	83	8.0	21.0	0.4	31.4	0.8	2.5	0.5	0.3	11.1	0.3	2.7	0.2	0.6
GN2	-	2.9	-	0.3	6.00	0.09	3.0	2.5	4.3	43.7	0.39	5.1	0.05	28	4.1	13.3	0.5	55.9	0.1	0.7	0.6	1.6	11.5	0.3	1.2	0.1	0.5

O objectivo principal da componente do estudo, que incidiu sobre a distribuição dos metais e outros contaminantes químicos, consistiu na definição de um quadro ambiental para as localidades em que residem as pessoas que foram seleccionadas para realização dos estudos sobre a Saúde, no sentido em que esse quadro influencia directamente a qualidade de vida das populações.

Embora estivesse bem identificada na freguesia de Canas de Senhorim a existência de uma grande escombreira de resíduos da actividade mineira do Urânio e respectivo complexo industrial, nesta freguesia foram seguidos exactamente os mesmos critérios que presidiram à amostragem nas restantes freguesias. Neste sentido, este trabalho deve ser considerado uma observação global dos territórios analisados e não um estudo da dispersão química a partir da Mina da Urgeiriça.

Tendo presente este considerando prévio, os resultados explanados nos parágrafos anteriores apontam como conclusões relevantes as seguintes:

- Salvo casos pontuais, não foram detectadas situações de contaminação classificáveis como acima de valores máximos admissíveis referidos em documentos legislativos (nacionais ou estrangeiros);
- Canas de Senhorim (GE) distingue-se dos restantes grupos de freguesias pela ocorrência, em solos e águas sub-superficiais, de alguns elementos químicos sob teores superiores às ocorrências em GN1 e GN2, elementos esses que pertencem à assinatura geoquímica típica das mineralizações de urânio e ambientes geológicos associados;
- Esta influência sobre o ambiente é ainda mais visível na freguesia de Canas de Senhorim, se a observação for restringida à bacia de drenagem local que alberga a montante a escombreira e o complexo mineiro;

- De um modo geral, as diferenças entre GE e GN2 são maiores do que com GN1, para os elementos mais tipicamente associáveis às mineralizações de urânio.

Concluindo-se que o presente estudo detectou no ambiente global dos territórios observados a influência indelével da actividade extractiva do urânio, deve igualmente assinalar-se que os dados recolhidos mostram que essa influência está ainda contida em áreas geográficas delimitadas.

Para esta situação têm contribuído alguns mecanismos naturais, geológicos e geomorfológicos, mas também a continuidade de operações de manutenção que vinham sendo realizadas pela Mina (controlo das escombreiras, tratamento de efluentes, recolha de águas e escorrências).

REFERÊNCIAS

PAGEL, M. (1981). *Facteurs de distribution et de concentration de uranium. et du thorium dans quelques granites de la Chaîne Hercynienne d'Europe*. Thèse Docteur es Sciences, Institute National Polytechnique de Lorraine, 554 pp.

J. M. SANTOS OLIVEIRA ; PAULA FREIRE ÁVILA (1998). *Estudos Geoquímicos na Área da Mina da Cunha Baixa (Mangualde, no Centro de Portugal)*. Relatório interno do IGM, não publicado. Vide publicação dos mesmos autores em 2001.

J. M. SANTOS OLIVEIRA ; PAULA FREIRE ÁVILA (2001). *Geoquímica na Área Envolvente da Mina da Cunha Baixa (Mangualde, no Centro de Portugal)*. Estudos, Notas e Trabalhos, Tomo 43. Instituto Geológico e Mineiro.

FERREIRA, N., IGLESIAS, M., NORONHA, F., PEREIRA, E., RIBEIRO, A. e RIBEIRO, M.L. (1987): Granitóides da Zona Centro Ibérica e seu enquadramento geodinâmico. In: Bea, F. et al. (Eds.): *Geología de los granitoides y rocas asociadas del Macizo Hespérico*, Libro homenaje a L. C. Garcia de Fiquerola. Ed. Rueda, Madrid, pp. 37-51.

NEIVA, C. (1995): Jazigos portugueses de minérios de urânio. *Memória do Museu e Laboratório Mineralógico e Geológico da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto*, n.º 4, 575-579.

PORTARIA n.º 176/96 (2ª série), em complemento do Dec.-Lei n.º 466/91, que fixa "os valores permitidos para concentrações de metais pesados nos solos receptores de lamas". *Règlement sur la protection et la réhabilitation des terrains*, adoptado pela Assembleia Nacional, Québec, 26 Fevereiro 2003.

ALLOWAY, B.J. (1993). *Heavy Metals in Soils*. Edited por B.J. Alloway. Blackie, John Wiley & Sons, 329 pp.

EFEITOS NA SAÚDE DA POPULAÇÃO

AUTORES

OBSERVATÓRIO NACIONAL DE SAÚDE (INSA)

José Marinho Falcão (coordenação geral)

Paulo Jorge Nogueira (amostragem e coordenação da análise de dados)

Sara Rabiais (análise dos dados)

Carlos Matias Dias (prevalência de doenças crónicas)

FACULDADE DE PSICOLOGIA E DE CIÊNCIAS DA EDUCAÇÃO DA UNIVERSIDADE DE
COIMBRA

Madalena Alarcão

(planeamento e coordenação do trabalho de campo, análise dos parâmetros sociais)

CENTRO DE BIOPATOLOGIA (INSA - LISBOA)

Aidil Fonseca (parâmetros endocrinológicos)

Maria Teresa Seixas (parâmetros hematológicos)

Beatriz Afonso (parâmetros bioquímicos)

CENTRO DE SAÚDE AMBIENTAL E OCUPACIONAL (INSA-LISBOA)

Luísa Maria Nobre (metais pesados no sangue)

HOSPITAL DE S. TEOTÓNIO SA, - LAB. PATOLOGIA CLÍNICA (ARS DO CENTRO)

João Ribeiro (parâmetros hematológicos)

CENTRO REGIONAL DE SAÚDE PÚBLICA DO CENTRO (ARS DO CENTRO)

Eugénio Cordeiro (prevalência de doenças crónicas)

DEPARTAMENTO DE PROTECÇÃO RADIOLÓGICA E SEGURANÇA NUCLEAR
INSTITUTO TECNOLÓGICO E NUCLEAR

Margarida Malta, Fernando Carvalho (Polónio no cabelo)

INTRODUÇÃO

Os efeitos sobre a saúde dos mineiros de urânio são conhecidos deste há muito e estão descritos na Introdução Geral deste relatório.

Muito mais escasso e controverso é o conhecimento sobre os efeitos que as minas, os processos industriais associados à obtenção de urânio e as escombrelas de resíduos têm na saúde de populações gerais que, não tendo exposição profissional residem próximo dos sítios mineiros.

Neste relatório, descreveram-se na **Parte A** as características que a radioactividade ambiente assume na freguesia de Canas de Senhorim e nas freguesias usadas para seleccionar a população não exposta, usada na comparação.

Tendo em conta que contaminantes químicos associados à actividade mineira, nomeadamente metais pesados, poderiam afectar a saúde das populações, descreveu-se na **Parte B** a distribuição de metais pesados e de outros contaminantes químicos em solos e águas da freguesia de Canas de Senhorim e das freguesias de comparação.

Deste modo, ficaram caracterizados os dois grupos de factores ambientais associados à actividade mineira, que estavam sob suspeita de poder induzir efeitos na saúde da população.

A **Parte C** deste relatório, que se apresenta em seguida, finaliza a apresentação de resultados do estudo. Esta componente do relatório destina-se, em primeiro lugar, a descrever resultados que indiquem se a população residente em Canas de Senhorim difere das populações residentes nas freguesias de comparação, no que respeita a vários parâmetros biológicos e estados de saúde e de doença. Em segundo lugar visa verificar se essas diferenças têm o sentido correspondente ao das hipóteses formuladas (ver Objectivos).

Por fim, a **Parte C** lança também bases para a discussão das causas que podem estar na origem das diferenças encontradas.

PARTICIPANTES E MÉTODOS

1. DELINEAMENTO

O estudo adoptou um delineamento de natureza transversal e centrou-se na comparação de indivíduos expostos à mina de urânio da Urgeiriça e respectiva escombrela, residentes na freguesia de Canas de Senhorim (adiante designado por grupo exposto - **GE**) com indivíduos não expostos, residentes em 7 freguesias (Queirã, Rio de Mel, Moreira de Rei, Seia, Campo, Sátão e Celorico da Beira) localizadas na área geográfica em que a mina se situa (adiante designado por grupo não exposto - **GN**).

2. SELECÇÃO DOS PARTICIPANTES

2.1- DIMENSÃO DAS AMOSTRAS E SUA DISTRIBUIÇÃO POR IDADE E SEXO

As amostras foram delineadas, de forma a que o estudo incluísse cerca de 600 indivíduos, residentes nas freguesias respectivas há, pelo menos, 5 anos. Destes, cerca de 300 deveriam pertencer a GE e cerca de 300 a GN.

Em cada grupo (GE e GN) e subgrupo (GN1 e GN2) os indivíduos seleccionados deveriam incluir cerca de 2/3 do sexo feminino, por razões de potência para verificar algumas associações.

A amostra foi restringida a indivíduos pertencentes aos grupos etários 45-54 e 55-64 anos, distribuídos uniformemente por cada grupo de exposição e por cada sexo. A escolha dos grupos etários referidos teve três fundamentos: 1. abaixo dos 45 anos era menos provável que eventuais efeitos da exposição tivessem ocorrido e fossem demonstráveis;

2. acima dos 64 anos é presumível que os indivíduos sofram de um conjunto de doenças ou alterações fisiopatológicas cuja existência poderia tornar difícil o isolamento de eventuais alterações atribuíveis às exposições em estudo; 3. as mulheres já teriam terminado ou estavam próximo de terminar a sua vida reprodutiva.

A amostra GN (300) foi distribuída uniformemente pelas 7 freguesias que a compõem:

Nº de indivíduos seleccionados em cada freguesia = 44

Nº de mulheres, em cada um dos dois grupos etários, em cada freguesia = 14

Nº de homens, em cada um dos dois grupos etários, em cada freguesia = 8

A distribuição final dos indivíduos pelos vários grupos de exposição consta do Quadro R 1.

2.2 - MÉTODOS DE AMOSTRAGEM

Os participantes dos grupos GE e GN foram seleccionados aleatoriamente a partir da base de dados de eleitores. Esta base de dados foi cedida pelo Secretariado Técnico para o Processo Eleitoral, após autorização concedida pela Comissão Nacional de Protecção de Dados (anexo A).

Com base nas dimensões amostrais estabelecidas para cada freguesia, sexo e grupo etário, procedeu-se de forma a obter as respectivas amostras do seguinte modo:

- Para cada freguesia incluída no estudo foi elaborada uma Quadro de dados em SPSS;
- Em SPSS, para cada freguesia, seleccionou-se o sexo e o grupo etário e recolheu-se a respectiva amostra aleatória usando o procedimento "Data → Select Cases → Random sample of cases";

- Este procedimento foi replicado para obter uma amostra de suplentes necessária para a substituição dos indivíduos não aderentes. A escolha dos indivíduos suplentes foi estabelecida de forma sequencial na amostra suplente.

3. DEFINIÇÃO DAS EXPOSIÇÕES

A exposição cujos eventuais efeitos o estudo pretende verificar foi definida de 3 formas:

3.1. EXPOSIÇÃO À MINA DA URGEIRIÇA E SUA ESCOMBREIRA

Como foi referido, a exposição à mina da Urgeiriça e à sua escombreira foi definida pela residência na freguesia de Canas de Senhorim por um período de 5 anos ou mais.

Os dados sobre tempo de residência na freguesia, bem como nas freguesias GN, foram obtidos através de um questionário estruturado (anexo B)

3.2 - EXPOSIÇÃO INTERNA A RADIAÇÕES ASSOCIADAS AO URÂNIO

A análise de ^{210}Po é efectuada por dissolução completa da amostra de cabelo, na presença de um traçador isotópico, ^{209}Po , adicionado em actividade conhecida à amostra. Os isótopos do polónio foram depositados na superfície de um disco de prata e a radiação analisada com detectores de superfície de barreira de silício.

Uma segunda deposição, efectuada cerca de 6 meses mais tarde, permite determinar a actividade de ^{210}Pb presente na amostra.

As determinações de ^{210}Po foram realizadas pelo Departamento de Protecção Rádio-lógica e Segurança Nuclear do Instituto Tecnológico e Nuclear.

3.3. EXPOSIÇÃO CRÓNICA A METAIS PESADOS

Como para a radiação, o nível de exposição crónica a metais pesados foi avaliado nos participantes individuais. em todos os participantes foram feitos doseamentos de

chumbo, cobre e zinco no sangue, com utilização dos seguintes métodos:

chumbo no sangue – este doseamento foi feito por “atomic absorption spectrophotometry graphite chamber – ati unicam”

cobre e zinco no sangue – estes doseamentos foram feitos por “flame atomic absorption spectrophotometry – Mary M. Parker, Fred I. Humoller, and Delmar J. Mahler”.

Bibliografia

Robert P. Belliles, ph. d., d. a. b.t., patty” s industrial toxicologie, fourth edition, volume2, part c, (1994);

Occupational safety and health administration (osha), fed. Reg.54, 2332 (1989);

P. Gross et. Al., arch. Environ. Health, 26,227 (1973);
R.I.davies and s. Milham, jr., am. J. Ind. Med., 1888,79 (1990);

Threshold limit values for chemical substances and physical agents & biological exposure indices; acgih, 2004

4 - DETERMINAÇÃO DE EFEITOS NA SAÚDE

De acordo com as hipóteses estabelecidas foram estudadas as associações entre os grupos de exposição (GE e GN) e os seguintes grupos de efeitos: alterações da função tiroideia, alterações da saúde reprodutiva, alterações dos parâmetros hematológicos, alterações da função renal, prevalência e antecedentes de doenças crônicas e autoapreciação do estado de saúde. Os efeitos genotóxicos, igualmente estudados, não são apresentados neste relatório pelas razões indicadas atrás.

4.1 -FUNÇÃO TIROIDEIA

A existência de alterações da função tiroideia foi avaliada através das concentrações de tiroxina livre (T4) e hormona tireoestimulante e de antecedentes de doença.

4.1.1. - Doseamento das hormonas tireoestimulante e tiroxina livre

As concentrações séricas das hormonas

tireoestimulante (TSH 3ª Geração) e tiroxina livre (FT4) foram determinadas pelo método imunométrico quimioluminescente em fase sólida, duas etapas e imunoensaio quimioluminescente por competição sequencial em fase sólida, respectivamente, processadas no auto analisador *IMMULITE* e utilizados reagentes *IMMULITE Diagnostic Products Corporation*.

Para o TSH a precisão intra e inter-ensaio foi de 7,1% e 10.0%, a sensibilidade 0.002 µUI/mL e os limites de referência da normalidade foram os seguintes: eutiroidismo 0.4 - 4 µUI/mL, hipertiroidismo <0.01 µUI/mL, hipotiroidismo 7.1 a > 75 µUI/mL com uma mediana de 69 µUI/mL.

Para a tiroxina livre (FT4) a precisão inter-ensaio foi abaixo de 4.9%, o limite de detecção 0.15 ng/dL e os limites de referência da normalidade foram: eutiroidismo 0.8 -1.9 ng/dL, hipertiroidismo 1.2 - > 6 ng/dL, hipotiroidismo não detectável a 1.0 ng/dL.

4.1.2 -Antecedentes de bócio, nódulos e cirurgia da tiroideia

Os dados foram obtidos por entrevista (anexo B).

BIBLOGRAFIA

Bayer M, et al. Clinical experience with sensitive thyrotropin measurements: diagnostic and therapeutic implications. J Nucl Med 1985;36:1248-56.

Woodhead JS, Weeks I. Circulating thyrotropin as an index of thyroid function. Ann Clin Biochem 1985;22:455 9.

Spencer C, et al. Specificity of sensitive assay of thyrotropin (TSH) used to screen for thyroid disease in hospitalised patients. Clin Chem 1987;33:1391-6.

Babson, AL. The IMMULITE Automated Immunoassay System. J Clin Immunoassay 1991;14:83-8.

4.2. - SAÚDE REPRODUTIVA

Há evidência de que a exposição prolongada a radiações ionizantes, mesmo de baixo nível, pode afectar a função reprodutora. Assim, os grupos GE e GN foram comparados no que respeita a várias características associadas ao aparelho reprodutor e à gestação.

Os parâmetros seleccionados para estudar alterações da saúde reprodutiva foram diferentes para cada um dos sexos.

4.2.1.- Na mulher

Dado o carácter peri-menopáusico ou pós-menopáusico das mulheres seleccionadas não foram estudados parâmetros hormonais, já que a interpretação das diferenças eventualmente encontradas seria difícil.

Assim, na mulher, foram estudadas apenas um conjunto de características cujos dados foram colhidos por entrevista, através do questionário de saúde:

4.2.1.1. - Número de gravidezes, de filhos e de abortos espontâneos

Foram colhidos dados sobre o número total de gravidezes, o número total de filhos (de nados vivos e fetos mortos) e o número de abortos espontâneos.

Foram ainda colhidos dados sobre o número de interrupções voluntárias da gravidez praticadas até à actualidade como forma de contribuir para aferir a coerência dos dados obtidos pelo questionário (anexo B).

4.2.1.2. - Prevalência de anomalias congénitas

Foram colhidos dados sobre o número de filhos (nados vivos e fetos mortos) com anomalias congénitas através do questionário de saúde (anexo B).

4.2.2 - No homem

No sexo masculino, a caracterização da função reprodutora foi realizada através de 3 parâmetros hormonais: testosterona, hormona foliculo-estimulante e inibina B.

As amostras de soro, após a chegada ao laboratório, foram conservadas a -20°C , por um período de 1 dia a 4 semanas, antes de serem analisadas.

As concentrações séricas da testosterona e da hormona foliculoestimulante (FSH) foram processadas no auto analisador IMMULITE,

pelo método imunométrico enzimático quimioluminescente em fase sólida e utilizados reagentes IMMULITE Diagnostic Products Corporation.

Relativamente à FSH, os valores de precisão intra e inter-ensaio foram de 6,1% e 7,5%, respectivamente, a sensibilidade de 0,1 mUI/mL e os limites de referência para homens adultos foram de 0,7-11,1 mUI/mL.

Quanto à testosterona, os valores de precisão intra e inter-ensaio encontravam-se abaixo dos 10%, o limite de detecção apresentava um valor de 20 ng/dL e os limites de referência para a normalidade foram de 286-1511 ng/dL para os homens, na faixa etária dos 20 aos 49 anos, e de 212-742 ng/dL para os homens com idade superior a 50 anos.

O doseamento da inibina B foi realizado pelo método ELISA, utilizando o Kit (*ACTIVE @INHIBIN B ELISA DSL-10-84100 Diagnostics Systems Laboratories, Inc.*), de acordo com as recomendações do fabricante. Trata-se de um ensaio imunológico enzimático que emprega a técnica sandwich duas fases. O Kit Inibina B utiliza um primeiro anticorpo monoclonal específico da subunidade βB de Inibina fixada sobre as paredes dos micro poços das placas e um segundo anticorpo monoclonal dirigido contra a sub unidade α ligada à biotina.

As precisões intra e inter-ensaio foram de 4,6% e 6,7% respectivamente. A sensibilidade, ou limite mínimo de detecção (7 pg/mL), foi calculada por interpolação da média de dois desvios padrão de 10 réplicas do padrão 0 pg/mL de Inibina B.

BIBLIOGRAFIA

Robertson DM, Sullivan J, Watson M, Cahir N. inhibin forms in human plasma. *J. Endocrinol.* 1995;144:261-9.

Anawalt B.D, Bebb R.A, Matsumoto A.M, Groome N.P, Illingworth P.J, Mcneilly A.S, et al. Serum inhibin B levels reflect Sertoli cell function in normal men and men with testicular dysfunction. *The Journal of Clinical & Metabolism* 1996; 81: 3341-5.

Klingmuller D, Haidl G. Inhibin B in men with normal and impaired spermatogenesis. *Human Reprod* 1997;12:2376-8.
Pierik FH, Vreeburg JTM, Stijnen T, De Jong FH, Weber RFA. Serum inhibin B as a marker of spermatogenesis. *J Clin Endocrinol Metab* 1998;83:3110-4.

Anawalt B.D, Bebb R.A, Matsumoto A.M, Groome N.P, Illingworth P.J, Mcneilly A.S, et al. *Serum inhibin B levels reflect Sertoli cell function in normal men and men with testicular dysfunction*. The Journal of Clinical & Metabolism. 1996 81: 3341-5.

Hayes FJ, Pitteloud N, Decruz S, Crowley JR, WF, Boepple PA. Importance of Inhibin B in the regulation of FSH secretion in the human male. J Clin Endocrinol Metab. 2001; 86: 5541-6.

Eckardstein SV, Simoni M, Bergmann M, Weinbauer GF, Gssener P, Schepers AG, Nieschlag E. 1999 Serum inhibin B in combination with serum follicle-stimulating hormone (FSH) is a more sensitive marker than serum FSH alone for impaired spermatogenesis in men, but cannot predict the presence of sperm in testicular tissue samples. J Clin Endocrinol Metab. 1999;84: 2496-500.

Petersen PMP, Andersson AM, Rorth M, Daugaard G, N Skakkebaek NE. Undetectable Inhibin B Serum Levels in Men after Testicular Irradiation. J Clin Endocrinol Metab. 1999; 84: N^o1: 213-5.

Meachem SJ, Nieschlag E, Simoni NM. Inhibin B in male reproduction: pathophysiology and clinical relevance. European Journal of Endocrinology 2001;145: 561-71. Santner S, Santen R, Kulin H, Demers L. A model for validation of radioimmunoassay Kit reagents: measurements of follitropin and lutotropin in blood and urine. Clin Chem 1981;27:1892-5.

Odell WD, et al. Radioimmunoassay for human follicle-stimulating hormone: physiological studies. J Clin Invest 1968;47:2551-62.

Ismail AAA, et al. The role of testosterone measurements in the investigation of androgen disorders. Ann Clin Biochem 1986;23:113-34.

Yen SSC, Jaffe RB editors. Reproductive endocrinology. W.B. Saunders, 1978.

4.3 – PARÂMETROS HEMATOLÓGICOS

O hemograma foi realizado no equipamento *Beckman Coulter - GEN'S* que:

- contou e identificou as células por meio da medição, de forma simultânea, mas independente, de três parâmetros (volume, condutividade e dispersão de um feixe de luz laser – *scattered*). Através de cada um destes parâmetros foram identificadas e quantificadas cinco populações leucocitárias, os eritrócitos e as plaquetas;
- doseou a hemoglobina por colorimetria pelo método clássico da cianmetahemoglobina;
- mediu directamente o volume corpuscular médio (VCM);

- calculou os restantes índices hematimétricos a partir do valor do VCM, do número de eritrócitos e da concentração da hemoglobina.

Sempre que os resultados surgiram acompanhados de alarmes foram efectuados esfregaços sanguíneos, que, depois de corados pelo método de *May Grunwald Giemsa*, foram observados ao microscópio para adicionar, corrigir ou confirmar a informação.

A precisão foi avaliada diariamente com três níveis de sangue controlo comercial. O controlo da exactidão foi efectuado com vários programas de avaliação (*Ricardo Jorge, UNekas e Riqas*)

4.4 – FUNÇÃO RENAL

A função renal foi avaliada em todos os participantes usando as concentrações de ureia e de creatinina como indicadores.

Os doseamentos da **ureia** e **creatinina** foram processados num autoanalisador *Hitachi 911*.

Para a **creatinina** foi utilizado o Método de Jaffé, com branco de amostra, cinético e compensado, e para a **ureia** um método cinético enzimático no UV. Em relação à imprecisão, a metodologia usada apresenta um desvio padrão de 0,011, um coeficiente de variação de 0,7% intra-série, um desvio padrão de 0,025 e um coeficiente de variação de 2,3% entre dias para a creatinina. Para a ureia, o desvio padrão apresentado é de 1,6 mg%, coeficiente de variação de 0,8% intra-série, e desvio padrão de 1,1 mg%, coeficiente de variação de 3,4% entre dias. Em relação à creatinina, a sensibilidade analítica do método (limite de detecção inferior) é de 0,1mg% e representa a mais baixa quantidade de creatinina que é mensurável e que pode ser distinguida de zero. Para a ureia, a sensibilidade analítica do método é de 5mg e representa a concentração mais baixa que é mensurável e que pode ser distinguida de zero.

Os valores de referência foram: para a creatinina - homens - 0,70-1,20 mg/dL;

mulheres - 0,50-0,90 mg/dL; para a ureia: 10-50 mg/dL.

A garantia da qualidade incluiu o controlo

interno, com soros controlo *Precinorm U* e *Precipath U* da Roche e o controlo externo, com a participação em programas como, o *UK NEQAS for Clinical Chemistry* e o *PNAEQ, Programa Nacional de Avaliação Externa da Qualidade em Química Clínica*.

BIBLIOGRAFIA

Foster-Swanson A, Swartzentruber M, Roberts P et al. Reference Interval Studies of the Rate-Blanked Creatinine/Jaffé Method on BM/Hitachi Systems in Six U.S. Laboratories. Clin Chem 1994; Abstract No.361

Tietz NW, ed. Clinical Guide to Laboratory Tests, 3rd ed. Philadelphia, PA: WB Saunders Company 1995:186-8 e 624
Hortin GL, Goolsby K. Clin Chem 1997;43:408-10.

Tietz NW. Fundamentals of Clinical Chemistry. Philadelphia, Pa: WBSaunders co, 1976: 91

Bablok W et al. A General regression Procedure for Method Transformation. J Clin Chem Clin Biochem 1988;26:783-90.

4.5. - PREVALÊNCIA DE DOENÇAS CRÓNICAS

Uma das hipóteses principais estudadas neste trabalho de investigação refere-se à existência de uma associação positiva entre a exposição à mina da Urgeiriça e respectiva escombreira e a prevalência de um conjunto de doenças crónicas na população, para as quais existe evidência na literatura internacional de que estão associadas de forma causal aquelas exposições.

A pesquisa de doenças crónicas e de episódios de internamento a elas associados, foi realizada através da aplicação do questionário do estudo (anexo B). A informação recolhida acerca da ocorrência de doenças crónicas e de internamentos foi, posteriormente, sujeita a confirmação através de contacto estabelecido por médicos de Saúde Pública, do Centro Regional de Saúde Pública do Centro, junto do médico assistente indicado por cada entrevistado.

No questionário, além de uma pergunta genérica, introdutória (sofre de alguma doença crónica?) foram incluídas, também, perguntas específicas sobre a ocorrência de algum tipo de neoplasia, de insuficiência

renal e hemodiálise, de anemia, de asma, de “bócio” e de nódulos da glândula tiróide na história pregressa.

Por forma a maximizar o número de doenças crónicas reportadas por cada entrevistado foram, incluídas no questionário perguntas adicionais acerca de eventuais episódios de internamento em hospitais ou em instituições de saúde bem como a realização de intervenções cirúrgicas.

4.6 - AUTO-APRECIÇÃO DO ESTADO DE SAÚDE

A auto-apreciação do estado de saúde foi obtida através de uma pergunta específica constante do questionário. Esta pergunta é utilizada regularmente no Inquérito Nacional de Saúde

BIBLIOGRAFIA

Ministério da Saúde. Instituto Nacional de Saúde Dr Ricardo Jorge. Observatório Nacional de Saúde. Inquérito Nacional de Saúde 1998/1999. Lisboa, ONSA, 2001.

5. OUTRAS VARIÁVEIS

A necessidade de verificar a homogeneidade social dos grupos de exposição e de eliminar eventuais efeitos de confundimento levou a que fossem colhidos dados sobre as seguintes variáveis:

1. Idade
2. Sexo
3. Grau de escolaridade
4. Estado civil
5. Consumo de tabaco
6. Consumo de álcool
7. Co-habitação com fumador(es)
8. Actividade rural
9. Experiência de emigração
10. Tempo de exposição individual a poluentes industriais, nomeadamente à Fábrica de Fornos Eléctricos.

A colheita destes dados foi realizada através do questionário de saúde (anexo B).

6. - DETERMINAÇÃO DO CONSUMO DE ÁLCOOL

A determinação do consumo semanal médio de álcool (em gramas/semana) de cada indivíduo foi feita através de dois passos:

1. cálculo do nº de gramas de álcool de cada tipo de bebida alcoólica consumido numa semana;
2. somatório dos valores obtidos para cada bebida.

Assim o nº de gramas de álcool tomado, numa semana, através de cada bebida *i* (ou grupo de bebidas) foi calculado por:

$$ALCSEM_{BEBi} = N_{dias_i} \times N_{copos_i} \times Vol_{copos_i} \times Conc_{alci} \times 0,8$$

em que

$ALCSEM_{BEBi}$ é o número de gramas de álcool tomado, numa semana através da bebida *i*

N_{dias_i} é o número de dias, numa semana, em que a bebida foi tomada

N_{copos_i} é o número médio de copos tomados por dia

Vol_{copos_i} é o volume médio do copo habitualmente usado para tomar a bebida

$Conc_{alci}$ é a concentração média de álcool da bebida

0,8 é a densidade do álcool

O número de dias, numa semana, em que o indivíduo bebeu e o número médio de copos da bebida tomados por dia foram obtidos através do questionário de saúde. O volume médio do copo habitualmente usado para tomar a bebida e a concentração média de álcool da bebida foram retirados do questionário usado pelo Inquérito Nacional de Saúde (Quadro PM I).

O número total de gramas de álcool tomado numa semana foi então obtido pelo somatório

$$ALCTOTSEM = \sum ALCSEM_{BEBi}$$

Quadro PM I - Tipos de bebidas, concentração em álcool e volume médio dos copos habitualmente utilizados

Bebidas*	Concentração (mg/L)	Volume do copo (mL)
Vinho	110	110
Cerveja	50	230
Bebidas destiladas (bagaço, brandy, whisky, gin, etc)	400	25
Aperitivos e licores (vinho do porto, martini, etc)	200	25

*o agrupamento das bebidas foi feito de acordo com o questionário do estudo
Fonte: Manuais do Inquérito Nacional de Saúde

7. COORDENAÇÃO E SUPERVISÃO DO TRABALHO DE CAMPO

7.1 - PLANEAMENTO DO TRABALHO DE CAMPO

Tendo como objectivo geral a articulação e o sucesso do trabalho de campo, foram realizadas as seguintes tarefas:

- a. elaboraram-se as listagens de indivíduos efectivos e suplentes, com indicação de moradas e números de telefone², a partir da selecção aleatória das amostras realizada pelo INSA;
- b. planearam-se as operações de colheita de dados e de amostras de produtos biológicos, em articulação com os entrevistadores e com os técnicos do Laboratório de Patologia Clínica do Hospital de S. Teotónio (LPCHST);
- c. planearam-se e executaram-se acções de informação sobre o estudo (junto das autoridades de saúde e do poder local das freguesias seleccionadas e respectivos concelhos) e de motivação das populações para a sua participação no mesmo;
- d. elaborou-se o questionário de saúde (anexo B) e restantes documentos, assim como as respectivas formas de identificação dos sujeitos seleccionados, assegurando a correcta identificação codificada dos mesmos nas diversas fontes de informação recolhida (p. e., questionário do estudo, amostras biológicas, questionário relativo ao detector de radão);

² Apesar de ter sido utilizada uma listagem actualizada dos cadernos eleitorais, observaram-se muitas falhas relativamente às moradas e números de telefone dos elementos seleccionados. Por essa razão, uma primeira tentativa de rectificação foi feita a partir do serviço 118 da Portugal Telecom e uma segunda tentativa foi realizada com o auxílio das Juntas de Freguesia (através do conhecimento pessoal do Presidente da Junta, nas freguesias mais pequenas, ou de alguns contactos realizados pelo próprio junto de outros elementos) assim como dos Centros de Saúde (através do programa SINUS).

- e. preparou-se um desdobrável informativo sobre o projecto, onde estavam equacionadas as seguintes questões: O que se quer saber? Porquê? Para quê? Quem pode ajudar? Como pode ajudar? (anexo C)
- f. seleccionaram-se cinco entrevistadores e prepararam-se os mesmos para as tarefas específicas a realizar neste estudo (contacto telefónico para confirmação da aceitação, por parte do sujeito em causa, da sua participação no estudo e esclarecimento relativamente ao mesmo e às condições de participação; realização da entrevista estruturada pelo questionário pré-definido; articulação da realização da entrevista com as colheitas de amostras biológicas; aplicação do questionário relativo ao detector de radão e esclarecimentos quanto aos procedimentos a recomendar para a colocação do dosímetro de radão na residência de cada indivíduo; preparação e/ou supervisão do pequeno almoço a disponibilizar após a colheita de sangue);
- g. planeou-se um estudo-piloto para teste do conjunto das operações de campo, nomeadamente do questionário e do processo de colheita de amostras biológicas, incorporando, posteriormente, os aperfeiçoamentos necessários;
- h. supervisionou-se o desempenho dos entrevistadores, acompanhando-se a realização de cerca de 5 entrevistas por entrevistador durante a concretização do estudo piloto³;
- i. planeou-se o recrutamento dos participantes seleccionados, planifi-

³ Pelo facto de os entrevistadores a recrutar serem Licenciados em Psicologia, área de pré-especialização em Psicologia Clínica, e terem feito um estágio curricular sob orientação do coordenador de campo, considerou-se não ser necessário aumentar o número de entrevistas supervisionadas dadas as qualificações já demonstradas pelos entrevistadores no domínio da realização e condução da entrevista.

cando-se os dias e horas de realização das entrevistas e colheitas de amostras biológicas;

- j. coordenou-se a realização das operações de colheita de dados por questionário e de colheita de amostras biológicas, tendo a coordenadora de estudo de campo estado fisicamente presente no primeiro dia de colheita de dados, em cada freguesia, e tendo supervisionado o trabalho realizado, tanto ao fim do dia (faltas, reconvocações e substituições de indivíduos, se necessário; esclarecimento de dúvidas colocadas pelos entrevistadores ou técnicos do LPCHST) como semanalmente (organização e conferência do material recolhido, seu reenvio para o INSA);
- k. planeou-se, em colaboração com o INSA e o LPCHST, o transporte das amostras de produtos biológicos;
- l. assegurou-se a disponibilização da informação necessária aos coordenadores dos estudos ambientais;
- m. planificou-se a realização de novas recolhas complementares de dados, estabelecendo os contactos necessários (com o poder local, com as autoridades de saúde, com os entrevistados, com o LPCHST) à sua efectivação; supervisionou-se, de acordo com os procedimentos já descritos, a recolha e reenvio da nova informação (novas colheitas biológicas e de radão no interior das residências);
- n. planificou-se, juntamente com o CGP e as autoridades de saúde de Canas de Senhorim, a forma de devolução dos resultados das análises clínicas aos sujeitos estudados e de marcação de consultas com o respectivo médico de família nas situações que assim o aconselhavam.

7.2 - ESTUDO-PILOTO

Nos dias 18 e 19 de Dezembro de 2002 foram entrevistados 12 sujeitos do sexo feminino e 8 sujeitos do sexo masculino,

num total de 22 utentes do Centro de Saúde de Penacova⁴ contactados e convidados a colaborar no estudo. Com este estudo piloto procurou avaliar-se:

- a. o grau de compreensibilidade das questões colocadas;
- b. o tipo de questões que suscitavam maior dificuldade de resposta e que, por isso mesmo, poderiam gerar um maior número de “não respostas”;
- c. o tempo médio de realização da entrevista;
- d. o tipo de adesão a um questionamento desta natureza;
- e. a organização gráfica do próprio questionário;
- f. o tipo de dificuldades sentidas pelos entrevistadores.

Genericamente pode dizer-se que os entrevistados:

- a. aderiram bem ao solicitado e compreenderam as questões que lhe foram colocadas;
- b. tiveram muita dificuldade em recordar e, conseqüentemente, em fornecer dados sobre as datas de internamento e os serviços em que estiveram internados;
- c. tiveram muita dificuldade em referir os medicamentos que estavam a tomar, nas situações em que isso acontecia⁵.

Por seu turno, os entrevistadores referiram que:

- a. após familiarização com o questionário, o mesmo se revelou de fácil, embora

⁴ Pretendendo realizar este estudo piloto numa freguesia não abrangida pelo estudo posterior, o Centro de Saúde de Penacova foi escolhido por razões de facilidade de contactos e de deslocações, garantindo, no entanto, algumas características semelhantes às que se pensava encontrar nas freguesias a estudar (alguma semi-ruralidade, habilitações literárias médias-baixas, ocupação no sector terciário e/ou primário).

⁵ Por essa razão os entrevistadores passaram a recomendar, aquando do contacto telefónico, que os sujeitos trouxessem os nomes ou os próprios medicamentos quando viessem realizar a entrevista.

- demorada (cerca de 30 minutos), aplicação ;
- b. uma folha de observações seria útil para registar informação complementar que não é possível incluir no próprio questionário mas que pode vir a ser útil no tratamento de dados (nomeadamente num tratamento mais minucioso ou mais qualitativo dos mesmos);
- c. alguns ajustamentos gráficos e algumas especificações de dados eram necessários, aspectos que foram incluídos na versão final do questionário.

No sentido de testar as operações de campo relacionadas com a recolha, acondicionamento e transporte das amostras biológicas, realizou-se uma sessão experimental no Centro de Saúde de Nelas, durante a última semana de Março de 2003, com elementos do corpo médico e auxiliar do Centro de Saúde de Canas de Senhorim. Pôde verificar-se que a planificação realizada era ajustada e que o tempo médio de recolha das amostras biológicas era de 10 minutos. A importância da coordenação com o transporte dos materiais revelou-se fundamental.

7.3 - APRESENTAÇÃO E DIVULGAÇÃO DO ESTUDO

Pela importância que a cooperação institucional e a receptividade por parte das populações assumiam no desenvolvimento deste estudo, foi sempre considerada a necessidade de uma clara divulgação do mesmo aos interessados. Assim, realizaram-se os seguintes contactos:

- último trimestre de 2002 – reunião com autoridades de saúde, nomeadamente Delegados de Saúde e Directores dos Centros de Saúde das freguesias em questão: após a apresentação do estudo, foram discutidos aspectos relativos à operacionalização do mesmo em cada freguesia e foram recolhidas sugestões relativas à sua implementação no terreno e a alguns tópicos do questionário de saúde a aplicar aos indivíduos;

- Março de 2003 – reunião com o poder local, nomeadamente Presidentes das Câmaras e Presidentes das Juntas de Freguesias envolvidas, e com autoridades de saúde locais: apresentação do estudo e solicitação de colaboração, tendo sido sempre muito positiva a recepção obtida e notório o envolvimento dos mesmos, aspecto importante no posterior desenrolar dos contactos com as populações;
- Março a Setembro de 2003 – apresentação pública do estudo às populações: após a apresentação e solicitação de colaboração, foram esclarecidas as dúvidas das populações e discutidos alguns aspectos que lhes despertaram mais curiosidade; durante esse mesmo período foi mantido contacto com a imprensa, para comunicações a prestar pelo GC e sempre que a mesma solicitou informação. Nessa altura foi distribuído um desdobrável informativo, que ficou também disponível em locais chave da comunidade, e onde estavam equacionadas as seguintes questões: O que se quer saber? Porquê? Para quê? Quem pode ajudar? Como pode ajudar? A reunião, com a população, em Canas de Senhorim foi a mais participada, tendo sido muitas as questões colocadas e evidente a informação que a maioria das pessoas tinha sobre possíveis efeitos nefastos do urânio na saúde dos mineiros. Em todas as outras freguesias as populações sentiram-se à vontade para questionar o interesse e utilidade do estudo, assim como para obter dados concretos sobre a sua participação. Nos contactos telefónicos e domiciliários, realizados já pelos entrevistadores, surgiram, ainda, algumas dúvidas que foram por eles esclarecidas.

7.4 - CONVITE ESCRITO À PARTICIPAÇÃO

Foi enviada uma carta *convite* a todas as pessoas pré-seleccionadas, explicando-lhes sucintamente os objectivos do estudo, as razões da sua selecção e alertando-as para o contacto telefónico que se seguiria (anexo D). Nessa carta era reiterado o convite para

a participação na sessão de apresentação pública do estudo, assim como o conhecimento e apoio já manifestado pelas autoridades locais (presidentes da Câmara e da Junta de Freguesia, Autoridades de Saúde).⁶

7.5 - CONTACTO TELEFÓNICO DE RE- CRUTAMENTO

Cerca de uma semana após a recepção da carta referida, foi realizado, já pelos entrevistadores, um contacto telefónico ou presencial⁷ com cada um dos indivíduos seleccionados para avaliação da sua disponibilidade para colaborar no referido estudo. Nesse momento eram esclarecidas as dúvidas colocadas, preenchida a folha de contacto (para confirmação dos critérios de inclusão, para caracterização sumária dos indivíduos que recusavam participar ou que posteriormente podiam não comparecer e para sua comparação com os sujeitos efectivos da amostra) (anexo E) e, no caso de adesão, era feita a marcação do

⁶ Para além dos aspectos já referidos, a carta explicava a razão pela qual só eram seleccionadas algumas pessoas, entre os 45 e 64 anos, assim como afirmava a selecção aleatória dos indivíduos. Em Canas de Senhorim, dado o número de efectivos seleccionados e o impacto do estudo em questão, considerou-se fundamental realizar primeiramente a sessão pública de apresentação do projecto e só depois enviar as cartas às pessoas seleccionadas. Nas restantes freguesias, dado o número reduzido de efectivos, foi enviada primeiramente a carta, com referência ao dia e hora da sessão pública, embora tivesse sido feito o convite, através da Junta de Freguesia e do pároco, para que todos os que assim o desejassem estivessem presentes na referida reunião.

⁷ Pela importância que as redes móveis têm actualmente no nosso País, foi muitas vezes impossível contactar os sujeitos via telefone dado já não disporem do número da rede fixa inicialmente identificado. O contacto foi, então, feito no domicílio, pelos entrevistadores, muitas vezes auxiliados por elementos das Juntas de Freguesia que assim facilitavam a identificação do local de residência. Posteriormente foram já utilizados os contactos telefónicos da rede móvel entretanto disponibilizados pelos participantes. Como se compreende, este procedimento foi mais moroso do que inicialmente estava previsto, embora tenha permitido um contacto directo que se revelou mais efectivo. Com efeito, no contacto telefónico, e apesar da recepção da carta, os entrevistadores sentiram, por vezes, alguma desconfiança das pessoas relativamente à veracidade do contacto que estavam a receber.

dia e hora da entrevista e colheita de amostras de sangue e de cabelo.

Eram dadas, ainda, indicações sobre o local de recolha de dados (Junta de Freguesia ou Centro de Saúde) e sobre as condições em que os sujeitos deveriam comparecer (em jejum e com indicação da medicação que estavam a fazer).

7.6 -SUBSTITUIÇÃO DOS SELECCIONADOS EFFECTIVOS QUE RECUSARAM PARTICI- PAR

À medida que iam sendo conhecidas, por freguesia, as recusas ou as impossibilidades de contacto⁸ com os efectivos seleccionados, a coordenadora do trabalho de campo seleccionava, de entre a lista de suplentes e pela ordem de apresentação dos mesmos, novos sujeitos, do mesmo sexo e grupo etário do efectivo em falta. Estes indivíduos eram contactados por carta e por telefone, de acordo com os procedimentos já descritos em 6.4 e 6.5.

8 - RECOLHA DE DADOS POR ENTREVISTA E COLHEITA DE AMOSTRAS BIOLÓGICAS

8.1 - MARCAÇÃO DA ENTREVISTA

Como já foi referido, cada participante foi convidado a comparecer no local, no dia e na hora previstas de acordo com o planeamento realizado, marcação que foi ajustada de forma a respeitar, tanto quanto possível, a disponibilidade e comodidade do participante.

⁸ As razões pelas quais foi, por vezes, impossível contactar os indivíduos seleccionados foram as seguintes: emigração, mudança de residência para outra freguesia ou concelho, desconhecimento da pessoa, férias prolongadas, não atendimento do telefone ou não presença no domicílio no momento do contacto presencial. Sempre que a pessoa foi referida pelos vizinhos ou pelos funcionários dos CTT como morando naquela residência foram tentados, no mínimo, cinco contactos telefónicos ou três contactos telefónicos e um presencial. Quando, mesmo assim, não foi possível falar com o sujeito em causa nem com qualquer elemento do agregado familiar, foi, então, feita a sua substituição.

8.2 -LOCAL DAS ENTREVISTAS E DAS COLHEITAS DE AMOSTRAS BIOLÓGICAS

As entrevistas decorreram em instalações cedidas pelas Juntas de Freguesia (em Canas de Senhorim e Queirã), pelos Centro de Saúde (em Trancoso, para as freguesias de Moreira de Rei e Rio de Mel, em Celorico da Beira e em Seia), pelos Bombeiros Voluntários (em Sátão) e pela Escola Básica Integrada e Secundária *Jean Piaget* (na freguesia de Campo). Em todos os locais foi criado um espaço relativamente amplo e bem iluminado para a colheita de amostras biológicas.

Na mesma sala ou num espaço contíguo foi colocado o café, leite, sumos e pão para que os sujeitos pudessem tomar o pequeno-almoço no fim da colheita de sangue. As entrevistas para colheita de dados relativos ao questionário de saúde foram realizadas em salas individuais ou, na sua impossibilidade (o que só aconteceu em Queirã), em espaços demarcados por biombos/cortinas.

8.3 - REALIZAÇÃO DAS ENTREVISTAS E DAS COLHEITAS BIOLÓGICAS

No mesmo dia e de forma sequencial, cada participante foi entrevistado para:

- a. preenchimento do questionário de saúde, preenchimento do questionário relativo ao dosímetro de radão, esclarecimento da forma como este deveria ser colocado no domicílio (e eventualmente no local de trabalho) e dos cuidados que deveria ter para o activar, desactivar e enviar para o ITN;
- b. colheita de amostras biológicas (de sangue e cabelo), realizadas por técnicos do LPCHST.

De forma a evitar atrasos ou esperas indesejáveis, as entrevistas iniciavam-se às 8.45 da manhã (4 em simultâneo) e as colheitas às 9.00 horas (4 sujeitos em sequência); cerca das 9.30 os sujeitos rodavam e às 10.00 horas iniciava-se outro

ciclo; cerca das 11 horas iniciavam-se as últimas colheitas de dados que terminavam cerca das 12 horas.

Em média foram realizadas cerca de 15 entrevistas e 15 colheitas, as primeiras equitativamente distribuídas por 4 entrevistadores e as segundas realizadas sempre por dois técnicos de laboratório. Quando chegavam, os participantes recebiam (da parte de um elemento da Junta ou do Centro de Saúde⁹) uma folha de autocolantes com o seu respectivo código, sendo descarregado o seu nome na folha de registo diário. Chegados ao entrevistador e ao técnico de laboratório, os participantes entregavam a folha com os autocolantes para que os mesmos pudessem retirar as etiquetas a serem coladas no questionário de saúde e de radão e nos tubos das amostras biológicas. No final das colheitas entregavam as etiquetas em sobra à pessoa que os recebia. No final da manhã conferiam-se as Quadros onde entrevistado-res, técnicos de laboratório e “recepcionista” tinham assinalado a comparência do indivíduo convocado.

Antes de recolher todo o outro material, os entrevistadores verificavam se, para cada indivíduo, tinham obtido o consentimento informado, a autorização para recolha de informações complementares e o endereço para onde deviam ser enviados os resultados das análises de sangue. Conferiam, ainda, o preenchimento de todo o questionário de saúde (e da folha de observações nos casos em que a mesma existia), com particular atenção para as perguntas que, em diferentes momentos do mesmo, solicitavam informação relacionada e complementar.

Nesse momento confirmavam, ainda, as faltas do dia para poderem proceder à remarcação dos respectivos sujeitos. No final do dia confirmavam telefonicamente as marcações do dia seguinte e, face a alguma nova recusa, procediam à substituição do

⁹ No primeiro dia de colheitas em cada freguesia esta tarefa foi realizada pela coordenadora de campo, acompanhada pela pessoa que, nos restantes dias, a ia substituir.

participante em causa, sempre em articulação e com a supervisão da coordenadora de campo.

A realização das entrevistas e a colheita de amostras biológicas decorreu segundo o calendário indicado adiante (Quadro PM 2).

Quadro PM 2- Datas de realização da colheita de dados e de amostras biológicas, segundo a freguesia

FREGUESIAS	DIAS (ano 2003)
Canas de Senhorim	28/4, 29/4, 5/5, 6/5; 8/5; 12/5; 13/5; 14/5; 15/5; 19/5; 20/5; 21/5; 22/5; 26/5; 27/5; 28/5; 29/5; 2/6; 4/6; 16/6;
Queira	23/6; 24/6; 25/6
Rio de Mel	30/6; 1/7; 9/7
Moreira de Rei	7/7; 8/7; 9/7
Celorico	14/7; 15/7; 12/8
Sátão	28/7; 1/7; 9/7; 5/8
Campo	4/8; 5/8; 6/8
Seia	29/9; 30/9; 1/10

8.4 - COLHEITA, CONDICIONAMENTO E TRANSPORTE DAS AMOSTRAS BIOLÓGICAS

A colheita de sangue destinada à execução dos exames laboratoriais foi efectuada em jejum por meio de punção venosa nas veias da flexura do cotovelo utilizando agulhas de aço adaptadas a um sistema de vácuo, ligado directamente aos contentores que recebem o sangue.

Foi colhido um tubo de 2,9 mL, com EDTA, para a realização do hemograma e dois tubos de 4,9 mL, sem anticoagulante, para a realização das análises de Bioquímica e de Endocrinologia a todos os participantes no estudo. Aos homens não fumadores foi colhido um tubo de 5,0 mL, com heparina sódica para a realização dos testes de genotoxicidade.

A todos os indivíduos foi colhido também cabelo para doseamento do ^{210}Po .

Uma vez colhidas, as amostras biológicas foram rotuladas com etiquetas codificadas e colocadas em suportes ao abrigo da luz e de vibrações, em ambiente fresco e transportadas, imediatamente após as colheitas, para o Serviço de Patologia Clínica do Hospital S. Teotónio, S. A. O transporte foi

efectuado em mala térmica e viatura disponibilizada pelo Serviço de Transporte do referido hospital. As amostras para estudo da genotoxicidade foram sempre mantidas à temperatura ambiente.

No Laboratório de Patologia Clínica do Hospital de S. Teotónio SA:

- As amostras biológicas para hemogramas foram registadas na base de dados do Serviço e executados no Laboratório de Hematologia.
- As amostras biológicas, destinadas à realização das análises de bioquímica e de endocrinologia, foram centrifugadas durante 10 minutos a 3000 rotações por minuto, para obtenção de soro, que foi transferido para um tubo seco já etiquetado e em seguida acondicionado em caixa de esferovite arrefecida com acumuladores térmicos e transportado logo de seguida para o Instituto Nacional de Saúde Dr. Ricardo Jorge, por um empresa de transportes.
- As amostras para estudo da genotoxicidade foram acondicionadas em contentor à temperatura ambiente e enviadas, sem serem centrifugadas, juntamente com as anteriores, mas fora da caixa térmica.

8.5 - ORGANIZAÇÃO FINAL DOS DADOS DAS ENTREVISTAS

Finalizada a recolha de dados por freguesia organizaram-se:

- a. por dia de colheita, as Quadros dos sujeitos entrevistados, com registo das colheitas efectuadas e da pessoa/endeço para onde deviam ser enviados os resultados das análises;
- b. por sujeito, a folha de contacto, a declaração de consentimento informado, a autorização para recolha de dados complementares e a entrevista (neste momento, era retirado à entrevista o cupão de identificação do participante, passando o mesmo, a partir daí, a ser identificado apenas pelo respectivo código);
- c. por freguesia, as folhas de contacto das recusas activas¹⁰ ou das situações em que não foi possível estabelecer contacto;
- d. por freguesia, os questionários relativos ao detector de radão e as Quadros referidas em a.

Este material foi entregue no Centro Regional de Saúde Pública do Centro para ser enviado para o INSA (elementos referidos em a, b, c) e ITN (elementos referidos em d).

8.6 - REPETIÇÃO DE ALGUMAS COLHEITAS

Dada a necessidade de obter novas amostras de sangue para repetição de análises relativas à genotoxicidade, foram recontactados 42 indivíduos, do sexo masculino. Nos dias 26 e 27 de Janeiro e 2 e 3 de Fevereiro de 2004 foram feitas novas colheitas, no mesmo local das colheitas iniciais.

Apesar da boa colaboração dos indivíduos contactados, o método seguido, baseado

inteiramente nas anotações de data e manipulação dos indivíduos feitos pelos próprios e de devolução dos dosímetros por via postal, inutilizou um número apreciável de dosímetros de radão. Houve, assim, necessidade de repetir cerca de 50% das medições de radão nas habitações. Para tal, foi realizada uma reunião com os Delegados de Saúde e Técnicos de Saúde Ambiental dos concelhos respeitantes às freguesias em estudo para solicitar a sua colaboração no sentido de estes últimos se deslocarem aos domicílios dos indivíduos e aí colocarem o dosímetro do radão, repetindo o preenchimento do questionário de radão e recuperando o referido dosímetro um mês após a sua colocação. Desta acção junto da população foi dado conta aos respectivos Presidentes das Juntas de Freguesia. Foram preparadas novas listagens com os nomes, moradas, números de telefone e códigos dos sujeitos.

9. - PROCESSAMENTO E ANÁLISE DOS DADOS

9.1 - COLHEITA, VERIFICAÇÃO E CODIFICAÇÃO DOS DADOS

9.1.1 - Instrumentos de notação para a colheita de dados

Os dados do estudo foram colhidos em vários modelos de instrumentos de notação, nomeadamente, o questionário de saúde (anexo B):

- a. os boletins de resultados de análises dos vários laboratórios envolvidos (anexo F);
- b. a declaração de consentimento informado para participar no estudo (anexo G).

Os dados referentes às tentativas de contacto com os indivíduos seleccionados para a amostra, bem como os fornecidos pelos indivíduos não respondentes durante o contacto foram também colhidos num instrumento de notação próprio (anexo E).

¹⁰ Isto é, as situações em que os sujeitos declaravam recusar participar no estudo.

9.1.2 - Verificação dos dados

Todos os dados foram inspeccionados visualmente para identificação de faltas ou de erros evidentes no preenchimento. Sempre que foi possível obter os dados correctos procedeu-se à adequada correcção.

9.1.3 - Codificação

Foi realizada, então, a codificação de diversas variáveis, nomeadamente:

1. Freguesias de residência, para além da actual;
2. Profissão (Classificação Nacional das Profissões);
3. Motivos de internamento (CID-9)
4. Anomalias congénitas (CID-9)
5. Doenças crónicas (CID-9)
6. Medicamentos

Esta codificação foi realizada no ONSA por uma codificadora com experiência de utilização da CID-9, que recebeu treino adicional sobre os restantes temas.

BIBLIOGRAFIA

Instituto do Emprego e Formação Profissional – Classificação Nacional das Profissões, 1994

Organização Mundial da Saúde- Classificação Internacional das Doenças, Traumatismo e Causas de Morte 9ª Revisão 1980

9.2 - REGISTO INFORMÁTICO DOS DADOS E VALIDAÇÃO DA BASE DE DADOS

Após estarem completados os procedimentos descritos em 9.1 foi realizado o registo informático dos dados utilizando o “software” MICROSOFT ACCESS .

O registo dos dados foi feito com dupla digitação. Todos os dados referentes aos participantes foram digitados sequencialmente a primeira vez. A segunda digitação foi completamente independente da primeira e utilizou uma cópia não preenchida da estrutura da base de dados. A segunda digitação foi realizada também sequencialmente e iniciou-se após a primeira digitação estar completamente concluída.

9.2.1 - Valores impossíveis

Na base de dados, foram incluídos procedimentos específicos para impedir o registo de valores impossíveis, quer os resultantes de erros de preenchimento não identificados previamente quer os que foram gerados por erros de digitação do operador.

9.2.2 - Identificação de erros de digitação

As duas bases de dados criadas pela dupla digitação foram então comparadas para encontrar valores discordantes, através de um procedimento específico programado em ACCESS.

Todas as discordâncias assim encontradas foram objecto de confirmação nos instrumentos de notação original e corrigidas.

9.2.3 - Identificação de inconsistências entre valores de variáveis

Para um conjunto importante de variáveis foi feita a verificação de consistência entre os valores de cada uma delas e os valores de outras que com elas se relacionam (por exemplo “Essa gravidez terminou... numa aborto espontâneo (p10.10=2) e “Esse bebé nasceu vivo” (p10.12=sim). A alteração do valor errado foi efectuada sempre que foi possível obter o valor correcto.

9.3 - ANÁLISE DOS DADOS

A análise bruta dos dados centrou-se na comparação dos indivíduos pertencentes ao grupo GE com os indivíduos dos grupos GN no seu conjunto, e com GN1 e GN2 isoladamente no que respeita aos valores das várias variáveis em estudo. De forma geral procurou-se estabelecer se o factor grupo de exposição estava ou não associado com as diferentes variáveis em estudo, sem e com controlo de outros factores concomitantes.

9.3.1 - Estimativas pontuais

As comparações referiram-se, essencialmente, a:

- Proporções de indivíduos com determinados atributos, no caso de variáveis qualitativas, ou com valores acima (ou abaixo) dos valores de referência, no caso de variáveis quantitativas;
- Médias ou medianas dos valores individuais, no caso de variáveis quantitativas.

Na fase de análise bruta, as diferenças entre os valores dos parâmetros dos indivíduos expostos e não expostos foram apreciadas através de testes de significância.

9.3.2 – Testes de significância

Para verificar a significância das diferenças entre os grupos em comparação foram utilizados os seguintes testes:

- *teste exacto de Fisher* quando se tratou de comparar duas proporções e *teste de χ^2 de Pearson* quando a comparação incidiu sobre mais do que duas proporções;
- *teste t de Student* para a comparação de duas médias, quando os critérios de normalidade e homoscedasticidade estavam presentes. Quando aqueles critérios não estavam cumpridos foi usado o *teste de Mann-Whitney*.

Nota: neste relatório não são apresentados intervalos de confiança das diferenças entre os grupos. De facto, a interpretação destes é, em regra, pouco relevante para os objectivos do estudo que visa muito mais identificar diferenças estatisticamente significativas do que estimar o erro aleatório associado a cada diferença.

9.3.3 - Ajustamento das estimativas pontuais para efeitos de confundimento

As estimativas pontuais foram ajustadas para eventuais efeitos de confundimento através de análise multifactorial adequada à natureza das diferentes variáveis cujas estimativas careciam de ajustamento.

Para tal, quando se tratou de ajustar médias foi utilizada análise de variância multifactorial directa ou após a realização de transformações adequadas que garantiam quase simetria ou normalidade. Quando se

tratou de proporções foi utilizada regressão logística não condicional. As variáveis ensaiadas nos modelos multifactoriais indicados atrás constam do anexo H.

9.3.4 - Nível de significância dos testes de hipótese

De acordo com o protocolo do estudo, consideraram-se como significativas as diferenças entre grupos cujo teste de hipótese tenha obtido um resultado em que $p < 0.10$.

A escolha deste valor de p , superior ao valor convencional de 0.05, fundamentou-se no facto de as eventuais consequências de falhar a identificação de um efeito das exposições estudadas (erro β) serem mais graves do que encontrar um efeito que, na realidade, não exista (erro α).

10 - ASPECTOS ÉTICOS

10.1 - SUBMISSÃO DA BASE DE DADOS PESSOAIS À COMISSÃO NACIONAL DE PROTECÇÃO DE DADOS

A base de dados que iria ser utilizada no estudo foi submetida à Comissão Nacional de Protecção de Dados em 14 Março de 2003 (anexo I).

Antes dessa data, em 5.12.2002, a CNPD já tinha tido conhecimento das características do estudo e tinha dado autorização para que a base de dados dos eleitores fosse cedida ao ONSA pelo Secretariado Técnico para os Assuntos do Processo Eleitoral (anexo A).

A CNPD não se pronunciou sobre a base de dados submetida. Por isso, considerou-se que a ausência de resposta correspondia a uma autorização tácita, face ao conhecimento que esta Comissão já possuía sobre o estudo.

10.2 – SUBMISSÃO DO PROTOCOLO À COMISSÃO DE ÉTICA DO INSTITUTO NACIONAL DE SAÚDE DR. RICARDO JORGE

O protocolo foi submetido à Comissão de Ética do INSA tendo sido emitida uma declaração favorável à sua concretização em 26 de Novembro de 2002 (anexo J).

10.3 – CONSENTIMENTO INFORMADO

A participação voluntária de cada indivíduo seleccionado foi concretizada através de uma declaração escrita de consentimento, assinada após explicação detalhada sobre

os vários aspectos que essa participação iria envolver. Nessa declaração constava também a indicação sobre a entidade à qual o INSA deveria enviar os resultados dos exames laboratoriais. O modelo de declaração de consentimento consta do anexo G.

10.4 - SUBMISSÃO A SEGREDO PROFISSIONAL

Os investigadores, entrevistadores, técnicos e agentes que colheram dados por entrevista ou que tiveram contacto com esses dados assinaram uma declaração de compromisso de segredo profissional (anexo L).

RESULTADOS

1. - INDIVÍDUOS PARTICIPANTES NO ESTUDO

Esta percentagem atingiu o valor mais elevado no grupo GN1 (81,1%) e o valor mais baixo no grupo GN2 (48,7%).

1.1- RESPONDENTES E NÃO-RESPONDENTES

A amostra seleccionada incluiu 989 indivíduos dos quais 62,7 % aceitaram participar no estudo.

No conjunto, a não inclusão no estudo de 369 indivíduos deveu-se a impossibilidade de contacto telefónico ou pessoal (53,4%) e a recusa expressa (46,6%).

Quadro R1 - Respondentes, não-respondentes e motivos de não resposta, segundo o grupo de exposição

	GE	GN (GN1+GN2)	GN1	GN2	Total (GE+ GN)
Total de elegíveis	428	538	156	382	966
Respondentes	285 (66,6)	312 (58,0)	126 (80,8)	186 (48,7)	597 (61,8)
Não-respondentes	143	226	30	196	369
Motivo de n/ resposta					
Contacto impossível	74 (51,7)	123 (54,4)	14 (46,7)	109 (55,6)	197 (53,4)
Recusa em responder	69 (48,3)	103 (45,6)	16 (53,3)	87 (44,4)	172 (46,6)
Forneceram dados ^a	58 (40,6)	76 (33,6)	12 (40,0)	64 (32,7)	134 (36,3)

GE – grupo exposto a mina e escombreira (Canas de Senhorim); GN- grupo não exposto (todas as 7 freguesias não expostas a escombreiras); GN1 – grupo exposto a minas mas não a escombreiras (freguesias de Queirã, Moreira de Rei e Rio de Mel); GN2 – grupo não exposto a minas nem a escombreiras (freguesias de Campo, Sátão, S.Pedro-Celorico da Beira e Seia).

a – indivíduos não-respondentes que, apesar disso, forneceram os dados incluídos na folha de contacto com o fim de permitir fazer a sua comparação com os respondentes

Os indivíduos incluídos no estudo revelaram ter diferenças pouco importantes quando foram comparados com os indivíduos que, tendo recusado participar, aceitaram responder a um pequeno conjunto de perguntas que constavam da folha de contacto.

De facto, quando a totalidade (GE+GN) dos respondentes foi comparada com os não respondentes nenhuma das diferenças encontradas se revelou estatisticamente significativa, com excepção da percentagem de fumadores diários (Quadro R 2). Em GE

nenhuma das diferenças encontradas entre respondentes e não-respondentes se revelou estatisticamente significativa.

Em GN não ocorreram diferenças estatisticamente significativas na maior parte das variáveis, mas verificou-se que os não respondentes eram significativamente mais novos que os respondentes (idade média: respondentes=55,0 anos; não-respondentes=53,4 anos. Também a percentagem de fumadores diários foi significativamente (para $\alpha < 0,10$) mais elevada nos não respondentes (12,5%) do que nos respondentes (6,3%).

Quadro R2 - Distribuição percentual ou valores médios das variáveis colhidas a respondentes e a não - respondentes, por grupo de exposição*

	GE		p*	GN		p*	Total		p*
	Resp. n=285	n/resp n=58		Resp. n=312	n/resp n=76		Resp. n=5970	n/resp n=134	
Sexo									
Feminino (%)	69,1	67,2	0,759	65,3	57,9	0,234	67,1	61,9	0,267
Grupo etário									
45-54 (%)	49,1	35,7	0,079	45,8	59,4	0,046	47,4	48,8	0,844
Idade média	55,1	56,1	0,253	55,0	53,4	0,035	55,0	54,6	0,467
Nº de filhos	2,2	2,0	0,415	2,6	2,6	0,910	2,4	2,3	0,692
Est. civil (%)									
Solteiro(a)	4,6	10,5	0,170	3,8	5,5	0,878	4,2	7,7	0,313
Casado(a)	87,4	78,9		90,4	90,4		88,9	85,4	
Viúvo(a)	4,9	8,8		3,8	2,7		4,4	5,4	
separado(a) / /divorciado(a)	3,2	1,8		1,9	1,4		2,5	1,5	
Anos de residência ^a	43,1	41,6	0,517	41,1	38,6	0,240	42,1	39,9	0,313
Anos escol. ^b	5,3	5,4	0,808	4,9	5,4	0,360	5,1	5,4	0,408
Trab. anterior em minas (%)	8,1	14,3	0,199	4,2	1,4	0,483	6,0	7,0	0,686
Trab. CPFE ^c (%)	20,7	22,8	0,723	1,0	-	1,000	10,4	10,1	1,000
Estado de saúde ^d (%)									
M ^{lo} bom/Bom	25,9	17,5	0,152	24,5	26,8	0,829	25,2	22,7	0,360
Razoável	56,0	54,4		57,5	53,5		56,8	53,9	
Mau/m ^{lo} mau	18,1	28,1		18,0	19,7		18,0	23,4	
Fumadores diários (%)	9,1	15,8	0,150	6,1	12,5	0,076	7,5	14,0	0,025

p – refere-se à comparação entre os respondentes e os não-respondentes que deram informações no contacto inicial.
^a na freguesia ^b completados com aproveitamento ^c Companhia Portuguesa de Fornos Elétricos ^d Auto-percepção
 Nota: As percentagens referentes ao sexo masculino são complementares das do sexo feminino, bem como o grupo etário 55-64, cujas percentagens também são complementares do grupo 45-54

O facto de, globalmente (GE+GN), os respondentes terem características que não são diferentes dos não-respondentes sugere que a existência de uma proporção relativamente elevada de não-respondentes (37,3%) não terá introduzido vieses relevantes na amostra estudada. Com efeito, a única característica em que há, com alguma consistência, uma diferença

estatisticamente significativa entre respondentes e não-respondentes é a "proporção de fumadores".

A diferença encontrada na proporção de fumadores diários poderá estar parcialmente relacionada com a diferença de idades referida, uma vez que essa proporção diminuiu do grupo etário 45-54 anos para o

grupo 55-64 anos, tal como acontece população portuguesa (45-54 anos:18,2 %; 55-64:11,2%) (Inquérito Nacional de Saúde 98).

Saliente-se que, quando ambos os sexos e ambos os grupos etários foram tomados em conjunto, a percentagem de fumadores diários nos não-respondentes (14,0 %) foi muito semelhante às estimativas nacionais (14,8%) (Inquérito Nacional de Saúde 98).

A inexistência de vieses importantes com origem nos não-responentes é ainda apoiada por dois argumentos relacionados com as duas únicas variáveis-efeito da exposição integradas na folha de contacto: o número médio de filhos e a auto-apreciação do estado de saúde. Por um lado, o número médio de filhos por mulher foi praticamente

igual entre as mulheres respondentes e as não respondentes.

Por outro lado, as distribuições dos respondentes e dos não-respondentes por classes de “Autoapreciação do estado de saúde” mostraram diferenças pequenas e não significativas.

1.2 - AMOSTRA PLANEADA E AMOSTRA EXECUTADA

Globalmente, a amostra de indivíduos que foram incluídos no estudo foi praticamente igual à que estava prevista (GE+GN:planeado 600; executado 597), o mesmo tendo ocorrido em cada um dos sexos (Quadro R3).

Quadro R3- Amostra planeada e amostra executada, segundo o sexo, o grupo etário e o grupo de exposição

	GE		GN		GN1		GN2	
	Plan	Exec	Plan.	Exec	Plan.	Exec.	Plan.	Exec.
Total	300	285	308	312	132	126	176	186
45-54	150	144	154	149	66	62	88	87
55-64	150	141	154	163	66	64	88	99
Mulheres	200	198	196	204	84	84	112	120
45-54	100	96	98	100	42	42	56	58
55-64	100	102	98	104	42	42	56	62
Homens	100	87	112	108	48	42	64	66
45-54	50	48	56	49	24	20	32	29
55-64	50	39	56	59	24	22	32	37

GE – grupo exposto a mina e escombreira (Canas de Senhorim); GN- grupo não exposto (todas as 7 freguesias não expostas a escombreiras); GN1 – grupo exposto a minas mas não a escombreiras (freguesias de Queirã, Moreira de Rei e Rio de Mel); GN2 – grupo não exposto a minas nem a escombreiras (freguesias de Campo, Sátão, S. Pedro-Celorico de Beira e Seia).

1.3 - CARACTERÍSTICAS DEMOGRÁFICAS E SOCIAIS DOS GRUPOS DE EXPOSIÇÃO

1.3.1- Sexo e idade

As distribuições dos indivíduos por **sexo**,

grupo etário e o valor das **médias de idades** foram muito semelhantes e sem diferenças estatisticamente significativas entre os vários grupos de exposição (GE, GN, GN1 e GN2), como seria de esperar uma vez que o delineamento da amostra pré-definiu os

efectivos em cada sexo e grupo etário (Quadro R4).

1.3.2 - Estado civil

Não foram também encontradas diferenças estatisticamente significativas entre os grupos de exposição no que respeita à distribuição do **estado civil** dos indivíduos.

1.3.3 - Nível de instrução

O nível de instrução foi avaliado através dos indicadores “anos de escolaridade com aproveitamento” e “habilitações literárias alcançadas”.

Não foram encontradas diferenças significativas entre o grupo GE e o grupo GN (conjunto dos sub-grupos GN1 e GN2) no que respeita à média de **anos de escolaridade com aproveitamento**, embora essa média fosse um pouco mais elevada em GE.

A diferença entre os valores de GE e GN2 não foi também significativa. No entanto, verificaram-se valores significativamente mais altos em GE e GN2 quando comparados com GN1.

Quando o nível de instrução foi apreciado pelas **habilitações literárias** alcançadas o resultado foi muito semelhante. De facto, GE teve uma percentagem de indivíduos com mais do que a antiga 4ª classe mais alta do que qualquer dos restantes grupos de exposição. Esta diferença foi estatisticamente significativa na comparação com GN e GN1, mas não com GN2. A percentagem foi também significativamente superior em GN2 do que em GN1.

Em resumo, de acordo com ambos os indicadores, houve evidência de que o grupo GE revelou um nível de instrução semelhante ao do sub-grupo GN2. Pelo contrário, o grupo GN1 caracterizou-se por um nível de instrução claramente inferior àqueles dois.

1.3.4 - Anos de residência na freguesia

O número médio de **anos de residência na freguesia actual** foi muito elevada em qualquer dos grupos de exposição. Teve a

mesma ordem de grandeza nos grupos GE e GN (GN1+GN2). No entanto, o valor de GE foi significativamente inferior a GN1 e superior a GN2.

1.3.5 - Experiência de emigração

A experiência anterior de emigração foi avaliada pela percentagem de indivíduos que declararam “ter estado emigrados” e pelo número médio de “anos de emigração”.

A percentagem de indivíduos que declararam **ter estado emigrados** foi menor em GE do que em qualquer dos outros grupos de exposição, sendo a diferença estatisticamente significativa apenas na comparação com GN e com GN1.

Não foram encontradas diferenças no que respeita ao número médio de **anos de emigração** dos vários grupos.

Em suma, o grupo GE caracterizou-se por uma experiência de emigração menor do que os restantes, sendo o sub-grupo GN2 o que esteve mais próximo de GE.

1.3.6 - Actividade rural

A avaliação da actividade rural dos indivíduos foi feita através da indagação da existência de “trabalho no campo” e “uso de pesticidas agrícolas nos últimos 12 meses”. A percentagem de indivíduos que referiram “trabalhar no campo” foi mais baixa em GE do que em GN e em GN1, embora só tenha sido significativa a diferença GE/GN1.

Pelo contrário, o valor de GE foi significativamente superior ao de GN2.

A percentagem de indivíduos que declarou fazer **“uso de pesticidas nos últimos 12 meses”** foi significativamente inferior em GE do que em GN e em GN1. Pelo contrário, a percentagem de GE foi ligeiramente superior, mas não significativamente diferente da percentagem observada em GN2.

Nestas condições, há evidência que o grupo GN1 tem carácter mais acentuadamente rural do que GE e GN2, ocupando GE uma posição intermédia entre os dois sub-grupos referidos.

1.3.7 - Pintura de cabelo

A percentagem de mulheres que declararam ter pintado o cabelo no mês que antecedeu a entrevista não foi significativamente diferente quando se compararam os grupos GE e GN, bem como GE e GN2. Pelo contrário, a percentagem de mulheres do sub-grupo GN1 que declararam ter pintado o cabelo foi significativamente mais baixa (13,5 %) do que a dos dois grupos GE e GN2.

1.3.8 - Consumo de álcool

Quando ambos os sexos foram considerados em conjunto, o grupo GE teve uma média semanal de consumo de álcool significativamente mais baixa do que GN, GN1 ou GN2. O valor médio mais elevado foi verificado no grupo GN1.

A mesma ordenação das médias semanais

de consumo foi verificada tanto nas mulheres como nos homens. No entanto, e como era de esperar, a média semanal de consumo foi superior nos homens do que nas mulheres, em qualquer dos grupos de exposição.

1.3.9 - Consumo de tabaco

No conjunto dos dois sexos, a percentagem de fumadores diários foi mais elevada em GE do que em GN e GN1, embora apenas a comparação com este último subgrupo tivesse sido estatisticamente significativa. A percentagem de GE foi praticamente igual à de GN2. Por outro lado, a percentagem de GN2 foi significativamente mais elevada do que a de GN1. Uma situação semelhante foi encontrada no sexo masculino, em que as únicas diferenças estatisticamente significativas ocorreram nas comparações GE/GN1 e GN1/GN2. No sexo feminino o valor mais elevado foi registado em GE, embora as diferenças entre os vários grupos tenham sido todas não significativas.

Em todos os grupos de comparação a percentagem de fumadores diários foi mais elevada nos homens do que nas mulheres.

Quadro R4- Algumas características demográficas, sociais e de estilos de vida dos grupos de exposição

	GE (285)	GN (312)	GN1 (126)	GN2 (186)	p (GN1/GN2)
Sexo					
% mulheres	69,5	65,4 <i>0,296</i>	66,7 <i>0,567</i>	64,5 <i>0,270</i>	<i>0,717</i>
Grupo etário^f					
% 45-54	50,5	47,8 <i>0,513</i>	49,2 <i>0,831</i>	46,8 <i>0,451</i>	<i>0,729</i>
Idade (média em anos)	54,7	54,7 <i>0,923</i>	54,9 <i>0,800</i>	54,7 <i>0,931</i>	<i>0,739</i>
Estado civil					
Solteira(o)	4,6	4,5	4,8	4,3	
Casada(o), junta(o)	86,7	88,8	87,3	89,8	
Viúva(o)	4,9	4,5	6,3	3,2	
Separada(o), divorc.	3,9	2,2 <i>0,700</i>	1,6 <i>0,620</i>	2,7 <i>0,717</i>	<i>0,547</i>

continua

Quadro R4- Algumas características demográficas, sociais e de estilos de vida dos grupos de exposição (continuação)

	GE* (285)	GN (312)	GN1 (126)	GN2 (186)	p (GN1/GN2)
Grau de escolaridade^x					
< 4 ^a classe	19,3	23,1	32,5	16,7	
4 ^a classe	49,8	54,2	54,0	54,3	
2 ^o ano ciclo/ 6 ^a classe	10,9	8,7	8,7	8,6	
9 ^o ano	16,5	8,7	3,2	12,4	
Ensino médio/superior	3,5	5,4	1,6	8,1	
		0,028	0,000	0,129	0,000
Anos de escolaridade (completados)	5,3	4,9	3,8	5,6	
		0,125 ^a	0,000	0,384	0,000
Anos de residência na freguesia (média)	42,0	41,1	45,7	37,9	
		0,766	0,021	0,014	0,000
		0,759	0,334	0,760	0,265
Trabalho no campo (%)	64,6	70,8	92,9	55,9	
		0,114	0,000	0,066	0,000
Uso de pesticidas agríc. (últimos 12 meses) (%)	51,9	60,9	83,3	45,7	
		0,032	0,000	0,189	0,000
Pintou cabelo (últ. Mês) (%) (n ^o de mulheres c/ resposta válida)	33,8 (198)	32,8 (204)	20,2 (84)	41,7 (20)	
		0,767	0,032	0,325	0,036
Média do consumo de álcool (g/sem.)^{mw}	64,9	105,5	124,2	92,8	
		0,000	0,000	0,054	0,054
Mulheres	23,4	35,6	49,9	25,6	
		0,041	0,000	0,867	0,000
Homens	159,4	237,5	272,8	215,0	
		0,001	0,005	0,009	0,368
% fumadores diários^f (N ^o indivíduos c/resposta válida)	8,5 (284)	5,8 (311)	1,6 (126)	8,6 (185)	
		0,262 ^f	0,007	1,000	0,006
Mulheres (N ^o indivíduos c/resposta válida)	4,0 (198)	1,5 (204)	- (84)	2,5 (120)	
		0,135	0,110	0,544	0,270
Homens (N ^o indivíduos c/resposta válida)	18,6 (86)	14,0 (107)	4,8 (42)	20,0 (65)	
		0,433 ^x	0,055	0,838	0,043

As semelhanças e diferenças entre os vários grupos de exposição podem ser sumarizadas.

Assim, as comparações das características dos indivíduos que pertencem aos vários grupos indicam que o grupo GE tem poucas diferenças em relação ao conjunto dos dois sub-grupos GN1 e GN2 (GN), sendo as exceções um **nível de instrução mais elevado**, uma **menor experiência de emigração** e uma **média semanal de consumo de álcool mais baixa**.

O sub-grupo GN1 revelou-se diferente, quer do grupo GE quer do sub-grupo GN2, no que respeita a várias características, nomeadamente um **grau de instrução mais baixo**, uma **maior experiência de emigração**, um **maior exercício de actividades agrícolas**, uma **média semanal de consumo de álcool mais elevada**, uma **menor percentagem de fumadores** e, até, no sexo feminino, uma **menor frequência na pintura do cabelo**.

O provável nível social mais baixo de GN1 pode explicar quase todas as diferenças encontradas, incluindo a média semanal de consumo de álcool mais elevada que poderá estar associada ao consumo de vinho de produção própria.

Note-se ainda que, globalmente, o grupo GE e o sub-grupo GN2 surgem bastante semelhantes, já que só foram encontradas diferenças estatisticamente significativas em duas das características estudadas (número médio de anos de residência na freguesia actual e média semanal do consumo de álcool). Pelo contrário, o sub-grupo GN1 parece ter várias características que diferem apreciavelmente tanto de GE como de GN2.

Assim, para efeito das comparações com GE, o sub-grupo GN2 poderá ser considerado mais adequado do que GN1 como grupo de comparação, dada a maior semelhança demográfica e social existente entre GE e GN2.

2 - INDICADORES BIOLÓGICOS DE EXPOSIÇÃO

Para além da determinação dos níveis de exposição a radiação e a metais pesados no ambiente das freguesias de residência, foram avaliados indicadores biológicos das exposições referidas, nos participantes do estudo.

2.1 - ^{210}Po NO CABELO HUMANO

Foram recolhidas amostras de cabelo dos elementos da população que colaboraram com o estudo epidemiológico para análise.

O cabelo, à medida que é produzido pelos folículos do couro cabeludo, incorpora radionuclídeos que estão acumulados no organismo, tal como sucede com alguns metais não radioactivos. Entre esses radionuclídeos, o ^{210}Po é mais facilmente incorporado no cabelo devido à afinidade deste elemento para as ligações com aminoácidos contendo radicais -SH. Assim, a formação de novo cabelo constitui indirectamente uma via de eliminação do ^{210}Po existente no organismo e formado pela desintegração radioactiva do ^{226}Ra .

O ^{226}Ra acumula-se durante a vida no tecido ósseo, ficando imobilizado no esqueleto, e não sendo praticamente excretado.

A análise das amostras de cabelo para ^{210}Po , e para o seu precursor ^{210}Pb (necessária para a correcta determinação do ^{210}Po), permite a avaliação da contaminação interna por ^{226}Ra . Por sua vez, a contaminação interna por ^{226}Ra resulta da incorporação deste radionuclídeo, associado ao minério de urânio, pela ingestão de água, alimentos e poeiras contaminadas.

Dos cerca de 600 indivíduos de quem foi recolhida uma amostra de cabelo nas freguesias em estudo, foram analisados até ao momento 291 para os dois radionuclídeos.

Com base nestes resultados as concentra-

ções médias de ^{210}Po no cabelo, cerca de 22 mBq g^{-1} (média geométrica), são idênticas em GE e GN1 e ambas mais elevadas que em GN2, 12 mBq g^{-1} . A mesma tendência foi

observada para o ^{210}Pb (Quadro 1). As concentrações de ^{210}Pb no cabelo são, no entanto, um pouco mais elevadas em GN1 que em GE e GN2 (Quadro R5).

Quadro R5- Concentração de ^{210}Po e ^{210}Pb no cabelo, segundo o grupo de exposição.

Grupo	Nº de amostras	Po-210 (mBq g^{-1})					
		Média	Desvio Padrão	Média Geo.	Mediana	Max.	Min.
GE	142	28	21	22	23	133	2,5
GN1	130	27	16	23	24	104	1,9
GN2	19	13	8	12	14	33	4,3
TOTAL	291						

Grupo	Nº de amostras	Pb-210 (mBq g^{-1})					
		Média	Desvio Padrão	Média Geo.	Mediana	Max.	Min.
GE	142	3,1	3,1	2,2	2,0	20,4	0,6
GN1	130	6,5	6,3	4,8	5,1	40,1	0,9
GN2	19	1,9	1,4	1,5	1,3	6,3	0,4
TOTAL	291						

Tendo em conta que estão disponíveis resultados respeitantes a cerca de metade dos indivíduos não há possibilidade de gerar conclusões definitivas. Elas serão aprontadas quando estiverem concluídas todas as determinações.

2.2 - METAIS PESADOS

As concentrações de **chumbo**, **cobre** e **zinco** no sangue foram determinadas para utilização como indicadores de exposição a metais pesados.

A análise visou testar as hipóteses de que as concentrações de cada um dos três metais eram mais elevadas no grupo GE do que nos restantes grupos de exposição.

2.2.1 - Chumbo

Quando ambos os sexos foram tomados em conjunto, o valor médio de chumbo no sangue foi mais elevado em GE do que em GN e em GN2 mas mais baixo do que em GN1. As diferenças GE/GN e GE/GN2 foram

estatisticamente significativas, depois do ajustamento pelas variáveis relevantes.

A diferença GE/GN1 não foi significativa. Os valores das medianas respectivas corresponderam essencialmente à mesma ordenação dos grupos de comparação (Quadro R6).

No sexo feminino, o valor médio observado em GE foi mais elevado que em qualquer dos grupos de comparação, sendo as diferenças significativas nas comparações GE/GN e GE/GN2.

No sexo masculino, o valor médio em GE foi superior ao valor médio de GN2, sendo inferior aos valores de GN e GN1. Contudo, nenhuma destas diferenças foi estatisticamente significativa.

Quando foi analisada a percentagem de indivíduos com valor igual ou superior ao valor de referência, a comparação entre os valores de GE e os dos grupos de comparação foi equivalente à descrita atrás, tanto para o conjunto dos dois sexos como

para cada um deles. Nenhuma das diferenças foi estatisticamente significativa,

com exceção da diferença GN1/GN2 nos homens.

Quadro R6 - Média e mediana da concentração de chumbo no sangue ($\mu\text{g}/100\text{mL}$) e percentagem de indivíduos com valores acima de um valor de referência, segundo os grupos de exposição e o sexo

		GE (m+h=285; m=198;h=87)	GN (m+h=312; m=204;h=108)	GN1 (m+h=126; m=84;h=42)	GN2 (m+h=186; m=120;h=66)	p (GN1/GN2)
Total	média	6,8	6,2	7,4	5,3	0,000
	mediana	6,0	5,0	6,0	4,0	
p^a			0,130	0,746	0,002	
p^b			0,000	0,733	0,000	
Mulheres		5,9	4,7	5,7	4,0	0,000
p^a			0,000	0,666	0,000	
Homens		8,8	9,0	10,8	7,9	0,045
p^a			0,358	0,209	0,338	
% Pb \geq 20 $\mu\text{g}/100\text{mL}$						
Total		2,5	2,2	4,0	1,1	0,123
p^a			1,000	0,525	0,493	
Mulheres		1,0	0,5	-	0,8	1,000
p^a			0,619	1,000	1,000	
Homens		5,7	5,6	11,9	1,5	0,032
p^a			1,000	0,293	0,236	

p^a . Valor de p correspondente à comparação entre GE e cada um dos grupos e subgrupos de comparação, excepto na última coluna que se refere à comparação GN1/GN2

p^b . valor de p após ajustamento pelo modelo de ANOVA multifactorial- **GE/GN**: $-\ln(\text{chumbo} + 1) = 1,745 + 0,214(\text{GE}) - 0,013(\text{anos de escolaridade completados}) - 0,219(\text{sexo feminino}) + 0,118(\text{trab. no campo})$; **GE/GN1**: $\ln(\text{chumbo} + 1) = 1,480 - 0,033(\text{GE}) + 0,421(\text{fuma diariamente}) - 0,031(\text{fuma ocasionalmente}) + 0,007(\text{anos de residência na freguesia}) + 0,012(\text{anos de emigração}) + 0,001(\text{consumo de álcool})$; **GE/GN2**: $\ln(\text{chumbo} + 1) = 1,687 + 0,312(\text{GE}) - 0,206(\text{sexo feminino}) - 0,116(\text{trab. campo}) - 0,003(\text{anos residência na freguesia}) + 0,001(\text{consumo de álcool})$

Lista da totalidade das variáveis ensaiadas nos modelos: Anexo H- Lista B

2.2.2 - COBRE

Tanto no conjunto dos dois sexos como em cada um deles, o valor médio de cobre no soro foi mais elevado em GE do que em GN e em GN2, mas mais baixo do que em GN1. Após ajustamento pelas variáveis relevantes, as diferenças GE-GN1 e GE-GN2 foram estatisticamente significativas.

Os valores das medianas respectivas corresponderam à mesma ordenação dos grupos de comparação (Quadro R7).

A percentagem de indivíduos com valores acima do valor de referência utilizado foi mais elevado em GE do que em GN e GN2 mas mais baixo do que em GN1, embora nesta comparação apenas para o total e para as mulheres.

Quadro R7 - Média e mediana da concentração de cobre no sangue($\mu\text{g}/100\text{mL}$) e percentagem de indivíduos com valores acima de um valor de referência, segundo os grupos de exposição e o sexo

		GE	GN	GN1	GN2	p (GN1/GN2)
		(m+h=285; m=198;h=87)	(m+h=312; m=204;h=108)	(m+h=126; m=84;h=42)	(m+h=186; M=120;h=66)	
Total						
	média	105,6	103,1	108,9	99,2	0,001
	mediana	102,0	99,0	105,0	94,0	
p^a			0,217	0,195	0,007	
p^b			0,302	0,032	0,004	
Mulheres						
		111,5	110,0	115,6	106,5	0,010
p^a			0,553	0,193	0,068	
Homens						
		92,3	90,2	95,6	86,8	0,001
p^a			0,384	0,282	0,053	
% Cu $\geq 140\text{g}/100\text{mL}$						
Total						
		10,2	9,0	11,1	7,5	0,315
p^a			0,677	0,861	0,414	
Mulheres						
		13,6	13,2	16,7	10,8	0,294
p^a			1,000	0,580	0,492	
Homens						
		2,3	0,9	0	1,5	1,000
p^a			0,587	1,000	1,000	

p^a . Valor de p correspondente à comparação entre GE e cada um dos grupos e subgrupos de comparação, excepto na última coluna que se refere à comparação GN1/GN2

p^b . valor de p após ajustamento pelo modelo de ANOVA multifactorial – **GE/GN**: $\ln(\text{cobre}) = 4,488 + 0,018(\text{GE}) + 0,186(\text{sexo feminino})$; **GE/GN1**: $\ln(\text{cobre}) = 4,602 - 0,046(\text{GE}) + 0,181(\text{sexo feminino}) - 0,001(\text{anos residência na freguesia})$; **GE/GN2**: $\ln(\text{cobre}) = 4,447 + 0,058(\text{GE}) + 0,186(\text{sexo feminino})$.

Lista da totalidade das variáveis ensaiadas no modelos: Anexo H- Lista B

2.2.3 - Zinco

Os valores médios de zinco no soro foram mais elevados em GE do que em qualquer dos grupos de comparação, tanto no conjunto dos dois sexos como em cada um deles.

As diferenças foram significativas nas três comparações GE-GN e nas comparações GE-GN2 no conjunto dos

dois sexos e no sexo feminino.

Os valores das medianas respectivas corresponderam essencialmente à mesma ordenação dos grupos de comparação (Quadro R8).

Nenhum dos indivíduos estudados teve valores de zinco sérico inferiores ao valor de referência ($1,1 \mu\text{g}/100\text{mL}$).

Quadro R8 - Média e mediana da concentração de zinco no sangue (µg/ 100mL), segundo os grupos de exposição e o sexo

		GE (m+h=285; m=198;h=87)	GN (m+h=312; m=204;h=108)	GN1 (m+h=126; m=84;h=42)	GN2 (m+h=186; M=120;h=66)	p (GN1/GN2)
Total	média	63,0	59,9	60,9	59,2	0,185
	mediana	61,0	59,0	61,0	58,0	
	p ^a		0,001	0,269	0,001	
	p ^b		0,001	0,111	0,000	
Mulheres		62,4	59,1	60,8	57,9	0,040
	p ^a		0,004	0,114	0,001	
Homens		64,5	61,3	61,0	61,6	0,813
	p ^a		0,075	0,114	0,150	

Nota: não havia indivíduos com valores superiores ao valor de referência

p^a. Valor de p correspondente à comparação entre GE e cada um dos grupos e subgrupos de comparação, excepto na última coluna que se refere à comparação GN1/GN2

p^b. valor de p após ajustamento pelo modelo de ANOVA multifactorial- **GE/GN**: $\ln(\text{zinco}+1) = 4,113 + 0,051(\text{GE}) - 0,032(\text{sexo feminino})$; **GE/GN1**: $\ln(\text{zinco}+1) = 4,111 + 0,031(\text{GE})$; **GE/GN2**: $\ln(\text{zinco}+1) = 4,136 + 0,066(\text{GE}) - 0,053(\text{sexo feminino}) - 0,015(\text{solteiro}) - 0,007(\text{casado}) + 0,128(\text{viúvo}) - 0,036(\text{trab. no campo})$.

Lista da totalidade das variáveis ensaiadas nos modelos: Anexo H- Lista B

As concentrações de Chumbo, Cobre e Zinco foram utilizadas como indicadores da exposição a metais pesados, em geral.

Os resultados obtidos mostraram que as concentrações médias de qualquer destes metais foram geralmente mais elevadas no grupo GE do que nos grupos GN e GN2. Contudo, e com excepção para o Zinco, as concentrações foram mais elevadas em GN1 do que em GE, embora as diferenças entre estes dois grupos nunca tivessem sido significativas. Os valores das medianas respectivas geraram conclusões equivalentes.

É de realçar a existência de valores médios mais elevados em G1 do que em GE, no que respeita ao chumbo e ao cobre, ainda que sem diferenças significativas. Poderá esta ser eventualmente explicada por exposições mais elevadas a estes metais relacionadas com o carácter rural do grupo GN1. A apreciação destes resultados sugere que a população residente em Canas de Senhorim está mais exposta do que o conjunto dos dois grupos de exposição e do

que GN2 aos três metais pesados utilizados como indicadores de exposição e, provavelmente, a outros cuja concentração não foi determinada.

3. PARÂMETROS BIOLÓGICOS

3.1 - FUNÇÃO TIROIDEIA

O estudo visou testar as hipóteses de que a concentração média de tiroxina era inferior no grupo GE do que nos restantes grupos de comparação e que a concentração de TSH era mais elevada naquele do que nestes.

3.1.1 - Tiroxina livre (T4)

Tanto para o conjunto dos dois sexos como para o sexo feminino, o valor médio de T4 livre foi mais baixo em GE do que em GN e em GN2. Pelo contrário, esse valor foi mais elevado em GE do que em GN1. Todas essas diferenças foram estatisticamente significativas, mesmo após ajustamento para as variáveis relevantes (Quadro R9).

Quadro R9 - Valores médios de Tiroxina (T₄ livre) e percentagem de indivíduos com valores < 0,8 ng/dL, segundo o grupo de exposição e o sexo

		GE* (m+h=285; m=198;h=87)	GN (m+h=312; m=204;h=108)	GN1 (m+h=126; m=84;h=42)	GN2 (m+h=186; m=120;h=66)	p (GN1/GN2)
Total						
	média	1,08	1,13	1,03	1,19	0,000
	mediana	1,1	1,1	1,0	1,2	
p^a			0,022	0,010	0,000	
p^b			0,002	0,148	0,000	
Mulheres		1,08	1,13	1,03	1,19	0,000
p^a			0,025	0,029	0,000	
Homens		1,08	1,12	1,03	1,17	0,000
p^a			0,143	0,182	0,002	
% T4 livre < 0,8 ng/dL						
Total		4,9	1,6	4,0	0	0,010
p^a			0,033	0,802	0,001	
Mulheres		5,6	1,5	3,6	0	0,068
p^a			0,030	0,566	0,008	
Homens		3,4	1,9	4,8	0	0,149
p^a			0,658	0,660	0,149	

p^a. Valor de p correspondente à comparação entre GE e cada um dos grupos e subgrupos de comparação, excepto na última coluna que se refere à comparação GN1/GN2

p^b. valor de p após ajustamento pelo modelo de ANOVA multifactorial: **GE/GN**: $\ln(T_4 + 1) = 0,774 - 0,024(GE) - 0,035$ (trab. no campo); **GE/GN1**: $\ln(t_4 + 1) - 0,015(GE) - 0,021$ (trab. campo); **GE/GN2**: $\ln(t_4 + 1) = 0,790 - 0,048(GE) - 0,022$ (trab. campo).
Lista da totalidade das variáveis ensaiadas no modelo: Anexo H- Lista B

Os valores das medianas indicaram uma ordenação dos grupos em comparação semelhante à obtida com os valores das médias.

No sexo masculino, foi encontrada a mesma situação, embora só a diferença GE/GN2 se tivesse revelado significativa.

Tanto para o conjunto dos dois sexos como para o sexo feminino, a percentagem de indivíduos com valor inferior ao valor de referência foi mais elevada em GE do que em qualquer dos grupos de comparação. Porém as diferenças foram significativas apenas para as comparações GE/GN e GE/GN2.

No sexo masculino, o valor foi mais elevado em GE do que em GN e GN2, mas foi inferior a GN1. Porém, nenhuma destas diferenças se revelou significativa.

3.1.2 - HORMONA TIREO-ESTIMULANTE

Quando ambos os sexos foram considerados em conjunto, o valor médio da hormona tireo-estimulante (TSH) foi mais baixo em GE do que em qualquer dos três grupos de comparação. Apenas as diferenças GE/GN e GE/GN2 foram estatisticamente significativas, mesmo após ajustamento para as variáveis relevantes (Quadro R10).

No sexo feminino foi encontrada uma situação semelhante, em que também as diferenças GE/GN e GE/GN1 foram estatisticamente significativas.

No sexo masculino, os valores de GE foram mais altos que os de GN e de GN2 mas mais baixos do que GN1. Nenhuma das diferenças foi significativa.

No conjunto dos dois sexos, as percentagens de indivíduos com valor superior ao valor de referência foram mais elevadas em GE do que em qualquer dos

grupos de comparação. No entanto, só a diferença GE/ GN2 foi significativa.

No sexo feminino foi verificada uma situação semelhante, embora apenas a diferença GE/GN2 tenha sido significativa.

No sexo masculino, pelo contrário, a percentagem referida foi mais baixa em GE do que em GN e GN1, mas mais alta que em GN2. Nenhuma das diferenças neste sexo foi, no entanto, estatisticamente significativa.

Quadro R 10 - Valores médios de hormona tireo-estimulante (TSH) e percentagem de indivíduos com valores >4,0 mUI/mL, segundo o grupo de exposição e o sexo

		GE* (m+h=285; m=198;h=87)	GN (m+h=312; m=204;h=108)	GN1 (m+h=126; m=84;h=42)	GN2 (m+h=186; m=120;h=66)	p (GN1/GN2)
Total	média	3,2	1,5	1,6	1,5	0,101
	mediana	1,34	1,26	1,18	1,33	
<i>p^a</i>			0,016	0,004	0,188	
<i>p^b</i>			0,009	0,194	0,027	
Mulheres		3,8	1,5	1,3	1,6	0,068
<i>p^a</i>			0,023	0,004	0,294	
Homens		1,8	1,6	2,0	1,4	0,821
<i>p^a</i>			0,654	0,679	0,500	
% c/ TSH > 4,0 mUI/mL						
Total		5,6	3,2	4,8	2,2	0,211
<i>p^a</i>			0,164	0,816	0,100	
Mulheres		7,1	3,4	3,6	3,3	1,000
<i>p^a</i>			0,119	0,412	0,213	
Homens		2,3	2,8	7,1	0	0,056
<i>p^a</i>			1,000	0,329	0,506	

a. valor de p correspondente à comparação entre GE e cada um dos grupos e subgrupos de comparação, excepto na última coluna que se refere à comparação GN1/GN2

b. Modelo de ANOVA multifactorial: **GE/GN**:ln (TSH+1) = 0,918 +0,099 (GE)-0,104(trab. campo); **GE/GN1**:ln (TSH+1) = 0,609 +0,073 (GE)-0,189(trab. campo) + 0,007(idade); **GE/GN2**: ln (TSH+1) = 0,915 +0,100 (GE)-0,103(trab. campo).

Lista da totalidade das variáveis ensaiadas nos modelos: Anexo H- Lista B

As diferenças das concentrações de tiroxina nas comparações GE/GN e GE/GN2 (embora não em GE/GN1) e de TSH em todas as comparações (excepto no sexo masculino) sugerem que a actividade tiroideia poderá estar diminuída na população exposta. Este achado foi também sustentado quando se compararam as percentagens de indivíduos com valores de tiroxina e de TSH fora dos respectivos valores de referência, em ambos os sexos e no sexo feminino.

Desta forma, a maior parte dos resultados obtidos foi a favor das hipóteses formuladas (29 comparações a favor e 7 contra).

A função tiroideia diminuída em GE poderia ser explicada não pelas exposições ambientais associadas à mina e à escombreira mas sim por deficiente ingestão de iodo, devido a uma eventual baixa concentração deste elemento na água de consumo humano.

Para averiguar a existência deste viés, as concentrações de iodo foram determinadas em 16 amostras de água de consumo das oito freguesias em estudo. Os resultados mostraram que o teor médio das amostras colhidas na freguesia de Canas de Senhorim (2,78 microgr/ L) foi apreciavelmente mais elevado do que o de qualquer das sete freguesias de comparação (anexo M).

Estes resultados permitem concluir que as diferenças da função tiroideia encontradas entre GE e os outros grupos de comparação não podem ser explicadas por carência de iodo na água de consumo humano

3.2 - SAÚDE REPRODUTIVA

Os eventuais efeitos da exposição à mina da Urgeiriça e à sua escombreira, na saúde reprodutiva da população exposta foram estudados separadamente em cada um dos sexos, utilizando indicadores diferentes.

Assim, os resultados são apresentados neste relatório sucessivamente no sexo feminino e no sexo masculino.

3.2.1. - SEXO FEMININO

O estudo visou testar a hipótese de que o “nº de filhos por mulher, incluindo os nados mortos” era mais baixo em GE do que nos grupos de comparação e que a “percentagem de gravidezes que terminaram em aborto espontâneo” e a “percentagem de gravidezes com recém-nascidos e nados-mortos portadores de anomalias congénitas” eram mais altos em GE que nos restantes grupos (Quadro R11).

3.2.1.1. - Número de filhos por mulher, incluindo nados mortos

O número médio de filhos por mulher foi mais baixo em GE do que em qualquer dos grupos de comparação. Todas as diferenças foram estatisticamente significativas, mesmo após ajustamento (Quadro R11).

3.2.1.2 - Aborto espontâneo

A percentagem de gravidezes que terminaram em aborto espontâneo foi mais elevada em GE do que em qualquer dos grupos de comparação, embora nenhuma das diferenças fosse estatisticamente significativa após ajustamento por modelos de regressão logística não condicional (Quadro R11).

Apesar de não significativo, a melhor estimativa do risco (OR) de ocorrer uma gravidez terminada em aborto espontâneo foi cerca de 20% superior em GE do que em qualquer dos grupos de comparação.

3.2.1.3 - ANOMALIAS CONGÉNITAS

A percentagem de gravidezes cujos produtos apresentavam, pelo menos, uma anomalia congénita foi mais elevada em GE do que em qualquer dos grupos de comparação. Contudo, nenhuma das diferenças foi estatisticamente significativa. (Quadro R11).

Apesar de não significativo, a melhor estimativa do risco (OR) de ocorrer uma gravidez terminada em aborto espontâneo foi superior a 1 em qualquer das comparações e variou entre 2,16 na comparação GE/GN1 e 1,10 na comparação GE/GN2.

Quadro R11 -Número de filhos por mulher, percentagens de gravidezes que terminaram em aborto espontâneo e com anomalias congénita, segundo o grupo de exposição

	GE (198)	GN (204)	GN1 (84)	GN2 (120)	p (GN1/GN2)	
Nº de filhos / mulher						
	média	2,1	2,6	2,6	2,6	0,947
	mediana	2,0	2,0	2,0	2,0	
p^a			0,001	0,012	0,003	
p^b			0,002	0,034	0,006	
% gravidezes que terminaram em:						
Parto (termo ou prematuro)	(497)*	(586)*	(233)*	(353)*		
	84,5	88,7	92,3	86,4	0,032	
p^a		0,047	0,003	0,492		
Aborto espontâneo	11,5	8,9	7,3	9,9	0,302	
p^a		0,187	0,088	0,503		
OR		1,20	1,24	1,21		
IC_{90}		0,85-1,70	0,75-2,04	0,82-1,79		
p^b		0,378	0,487	0,422		
% gravidezes c/ anomalias cong.						
	4,5	3,3	2,3	3,9	0,453	
p^a		0,393	0,194	0,853		
OR^b		1,39	2,16	1,10		
IC_{90}^b		0,78-2,47	0,91-5,13	0,58-2,08		
p^b		0,349	0,145	0,814		

* nº de gravidezes declaradas

p^a . Valor de p correspondente à comparação entre GE e cada um dos grupos e subgrupos de comparação, excepto na última coluna que se refere à comparação GN1/GN2

Número de filhos por mulher

OR^b , IC_{90}^b , p^b - valores após ajustamento pelo modelo de ANOVA multifactorial: **GE/GN**: $\ln(n^\circ \text{ filhos/mulher} + 1) = 1,307 - 0,117(GE) - 0,914(\text{solteiro}) + 0,012(\text{casado}) + 0,114(\text{viúvo}) - 0,021(\text{anos de escolaridade completados})$; **GE/GN1**: $\ln(n^\circ \text{ filhos/mulher} + 1) = 1,260 - 0,103(GE) - 0,828(\text{solteiro}) + 0,053(\text{casado}) + 0,1234(\text{viúvo}) - 0,023(\text{anos de escolaridade completados})$; **GE/GN2**: $\ln(n^\circ \text{ filhos/mulher} + 1) = 1,331 - 0,124(GE) - 0,930(\text{solteiro}) + 0,008(\text{casado}) + 0,068(\text{viúvo}) - 0,020(\text{anos de escolaridade completados})$.

% gravidezes que terminaram em aborto espontâneo

OR^b , IC_{90}^b , p^b - valores após ajustamento pelo modelo de regressão logística não condicional:

GE/GN: $\text{logit } P(X) = -4,842 + 0,185(GE) + 0,041(\text{Idade}) + 0,483(\text{solteira}) + 0,920(\text{divorciada}) - 0,718(\text{viúva}) + 0,747(\text{não trab.campo})$; **GE/GN1**: $\text{logit } P(X) = -6,703 + 0,211(GE) + 0,065(\text{Idade}) + 0,143(\text{anos escolaridade})$;

GE/GN2: $\text{logit } P(X) = -5,050 + 0,191(GE) + 0,044(\text{Idade}) + 0,447(\text{solteira}) + 1,019(\text{divorciada}) - 0,874(\text{viúva}) + 0,823(\text{não trab.campo})$

% de gravidezes com anomalias congénitas

GE/GN: $\text{logit } P(X) = -0,873 + 0,328(GE) - 0,238(\text{anos de escolaridade}) - 0,063(\text{anos emigração}) - 0,037(\text{anos residência na freguesia}) + 1,669(\text{ex-fumadora})$; **GE/GN1**: $\text{logit } P(X) = -2,721 + 0,764(GE) - 0,023(\text{anos residência na freguesia}) + 2,364(\text{ex-fumadora}) - 1,481(\text{trab. no campo})$; **GE/GN2**: $\text{logit } P(X) = -0,747 + 0,092(GE) - 0,260(\text{anos de escolaridade}) - 0,133(\text{anos emigração}) - 0,031(\text{anos residência na freguesia}) + 2,015(\text{ex-fumadora})$

Lista da totalidade das variáveis ensaiadas no modelo: Anexo H- Lista A

Todos os resultados obtidos são a favor das hipóteses formuladas. De facto, as mulheres de GE tiveram um número de filhos que foi significativamente inferior às mulheres de todos os grupos de comparação

O mesmo aconteceu na percentagem de gravidezes que terminaram em aborto espontâneo ou que geraram produtos com pelo menos uma anomalia congénita, embora nenhuma das comparações tivesse sido estatisticamente significativa.

Deve salientar-se que a percentagem de gravidezes que terminaram em aborto provocado foi também mais elevada em GE (4,0%) do que em qualquer dos grupos de comparação (GN:2,4%; N1:0,4%;GN2:3,7%), sendo significativa apenas a diferença GE/GN1 ($p=0,004$).

É certo que o recurso ao aborto provocado não está associado, pelo menos directamente, à exposição a minas e escombros de urânio. Por isso, este resultado deve fazer reflectir sobre a possibilidade de as mulheres GE poderem relatar a interrupção voluntária da gravidez mais correctamente do que nos restantes grupos. Nesse caso, poderá admitir-se que a mesma dissemelhança poderá ter ocorrido entre GE e os outros grupos, também para o aborto espontâneo. O facto de a população de Canas de Senhorim saber qual o objectivo do estudo - avaliação do efeito das minas na saúde dada população - e de poder imaginar que este é um dos efeitos possíveis e esperáveis pelos investigadores, pode ter facilitado a comunicação de uma informação que é habitualmente ocultada, dada a culpabilidade individual e a sanção social e legal relativamente a tal comportamento. Com efeito, não nos podemos esquecer de que, em Canas de Senhorim, existem algumas associações e movimentos de cidadãos relativamente esclarecidos e activos na procura e confirmação dos efeitos da mina na saúde da população, mineira e não mineira.

Um outro aspecto deve ser também salientado. A percentagem de gravidezes

que terminaram em aborto provocado teve valores apenas ligeiramente diferentes, e não significativos, entre GE (4,0%) e GN2 (3,7%). Pelo contrário, a diferença entre GN1(0,4%) e GN2 (3,7%) foi muito elevada e estatisticamente significativa ($p=0,011$).

As mulheres do grupo GN1 parecem, pois, ser diferentes das mulheres de GN2 no que que respeita à percentagem de gravidezes terminadas em aborto provocado. Essa diferença não se verificou na percentagem de gravidezes terminadas em aborto espontâneo sugerindo que as mulheres de GN1 podem ser mais conservadoras e mais conformes com valores religiosos o que, atendendo às características sócio-demográficas já referidas, não parece estranho.

3.2.2 - SEXO MASCULINO

O estudo visou testar as hipóteses que os valores dos parâmetros “Testosterona” e “Inibina B” eram mais baixos em GE do que nos grupos de comparação e que o valor da “Hormona estimulante do folículo” (FSH) era mais alto em GE que nos restantes grupos.

3.2.2.1 –Testosterona

O valor médio de testosterona foi mais baixo em GE do que em qualquer dos grupos de comparação, embora as diferenças só tivessem sido estatisticamente significativas na comparação GE/GN, após ajustamento pelas variáveis relevantes (Quadro R12).

As diferenças na proporção de indivíduos com valores abaixo do valor de referência não são valorizáveis, face ao pequeno número de indivíduos nessa situação.

3.2.2.2 - Hormona folículo-estimulante

O valor médio de FSH foi mais elevada em GE do que nos grupos GN e GN1, sendo significativa a diferença GE / GN1.

A percentagem de indivíduos com valores de FSH superiores a um valor de referência foi mais elevada em GE do que em qualquer dos grupos de comparação sendo a diferença GE /GN1 estatisticamente significativa (Quadro R12).

3.2.2.3 - Inibina B

O valor médio de Inibina B foi mais baixo em GE do que em GN e em GN2, sendo ambas as diferenças significativas antes e depois do ajustamento pelas variáveis relevantes. O valor médio foi mais alto em GE do que em GN1, embora a diferença não tenha sido significativa (Quadro R12).

Os valores das medianas indicaram uma ordenação dos grupos em comparação igual à obtida pelos valores das médias.

De igual modo, a percentagem de indivíduos com valores inferiores a um valor de referência foi significativamente mais elevado em GE do que em GN e em GN2. Contudo, foi ligeiramente mais baixo do que em GN1.

Quadro R12 -Valores médios e percentagem de indivíduos do sexo masculino com valores fora dos valores de referência de testosterona, hormona foliculo-estimulante e inibina B, segundo o grupo de exposição

	GE* (87)	GN (108)	GN1 (42)	GN2 (66)	p (GN1/GN2)	
Testosterona (ng/dL)						
	média	459,2	492,4	477,1	502,1	0,501
	mediana	438,0	461,0	453,5	463,5	
p^a			0,306	0,491	0,250	
p^b			0,085	0,064	0,095	
% testost. < 212 ng/dL	1,1	0,9	0	1,5		
		1,000	1,000	1,000		
FSH (mUI/ mL)						
	7,4	6,4	4,5	7,7	0,002	
p^a		0,305	0,010	0,803		
p^b		0,189	0,001	0,736		
% FSH \geq 11,1 mUI/mL	14,9	9,3	2,4	13,6	0,085	
		0,267	0,035	1,000		
Inibina B (pg/mL)						
	média	124,7	146,0	105,6	171,7	0,000
	mediana	115,0	134,5	103,5	160,5	
p^a			0,006	0,136	0,000	
p^b			0,056	0,562	0,000	
% Inibina B < 159pg/mL	78,2	63,9	88,1	48,5		
		0,040	0,230	0,000		

p^a . Valor de p correspondente à comparação entre GE e cada um dos grupos e subgrupos de comparação, excepto na última coluna que se refere à comparação GN1/GN2

Testosterona

p^b . valor de p após ajustamento pelo modelo de ANOVA multifactorial – **GE/GN**: testosterona= 479,259 – 40,166 (GE) +99,053 (fumador diário)- 23,616 (fumador ocasional); **GE/GN1**: testosterona= 505,276 -49,549+117,484 (fuma diariamente)-67,228 (fuma ocasionalmente)-0,118 (consumo de álcool); **GE/GN2**: testosterona = 484,693 – 44,499 (GE) + 96,444 (fumador diário) - 41,277 (fumador ocasional).

FSH

p^b . valor de p após ajustamento pelo modelo de ANOVA multifactorial: **GE/GN**: ln (FSH+1) = 0,216 + 0,109 (GE) + 0.029 (idade); **GE/GN1**: ln(FSH+1)=-0,238+0,333(GE)+ 0,033(idade); **GE/GN2**: ln (FSH+1) = 0,469- 0,033 (GE) + 0.027 (idade).

Inibina B

p^b . valor de p após ajustamento pelo modelo de ANOVA multifactorial – **GE/GN**: Inibina B = 146,028-21,350(GE); **GE/GN1**: -10,629+ 7,175(GE)+91,386(solteiro) + 85,922(casado)-3,628(viúvo)+21,499 (fuma diariamente)-58,468 (fuma ocasionalmente)+7,314(anos escolaridade); **GE/GN2**: Inibina B = 228,047-50,58(GE) – 1,911(idade)+ 5,762(anos escolaridade).

Lista da totalidade das variáveis ensaiadas nos modelos dos três parâmetros: Anexo H- Lista A

Os resultados obtidos são a favor da hipótese formulada. De facto, das 9 comparações das concentrações das três hormonas (testosterona, FSH e Inibina B), realizadas entre GE e cada um dos três grupos de comparação foram gerados 7 resultados concordantes com a hipótese, dos quais 4 se revelaram estatisticamente significativos.

Apenas duas comparações (FSH, GE/GN2 e Inibina B, GE/GN1) geraram resultados contra a hipótese, ambos não significativos.

Note-se ainda que se delineia um “efeito de dose” no que respeita à concentração de testosterona, com uma subida dos valores entre GE (459,2 ng/dL), GN1 (492,4 ng/dL) e GN2 (502,1 ng/dL). Contudo, este efeito não se registou nas concentrações de FSH e de Inibina B.

Os resultados são sugestivos de uma actividade gonadal mais baixa na população de GE em relação à dos outros grupos de exposição.

3.3 - PARÂMETROS HEMATOLÓGICOS

No domínio dos parâmetros hematológicos, o estudo visou testar a hipótese de que cada um desses parâmetros tinha valores mais baixos em GE do que nos restantes grupos de exposição.

Para tal foram escolhidos os seguintes parâmetros: número de plaquetas, concentração de hemoglobina e número de eritrocitos, de leucocitos, granulocitos neutrófilos, de linfocitos e de monocitos.

3.3.1- Plaquetas

Quando o conjunto dos dois sexos foi tomado em consideração, o número médio de plaquetas foi mais baixo em GE do que em GN, GN1 e GN2. Após ajustamento para as variáveis relevantes, a diferença GE/GN foi estatisticamente significativa, embora nenhuma das outras duas o tenham sido (Quadro R13).

Os valores das medianas indicaram a mesma ordenação dos grupos em comparação. Da mesma forma, o valor médio de plaquetas em GE foi significativamente inferior ao de GN2 no sexo feminino bem como ao de GN1, no sexo masculino.

Deve ainda salientar-se que, no conjunto dos dois sexos, o valor médio das plaquetas foi mais baixo em GE, aumentado consistentemente através dos grupos de comparação GN1, considerado como tendo um nível pequeno de exposição a minas de urânio, e GN2, considerado como totalmente não exposto.

A percentagem de indivíduos com um número de plaquetas abaixo do valor de referência ($170/10^9/L$) foi ligeiramente inferior em GE do que no conjunto dos subgrupos de comparação e o mesmo foi verificado no sexo masculino. Pelo contrário, no sexo feminino o valor de GE foi superior ao do conjunto dos subgrupos de comparação. Saliente-se, contudo, que nenhuma destas diferenças foi estatisticamente significativa.

Quadro R13 - Número médio de plaquetas ($\times 10^9/L$), e percentagem de indivíduos com valor inferior a um valor de referência, segundo o grupo de exposição e o sexo

		GE* (m+h=285; m=198;h=87)	GN (m+h=312; m=204;h=108)	GN1 (m+h=126; m=84;h=42)	GN2 (m+h=186; m=120;h=66)	p (GN1/GN2)
Total	Média	235,0	241,0	237,9	243,1	0,447
	Mediana	233,0	238,0	237,0	239,0	
p^a			0,213	0,579	0,241	
p^b			0,066	0,238	0,076	
Mulheres		245,2	251,5	242,2	258,0	0,045
p^a			0,239	0,636	0,076	
Homens		211,6	221,3	229,4	216,2	0,278
p^a			0,205	0,024	0,878	
% Plaq. <170 ($\times 10^9/L$)						
Total		7,7	8,0	4,0	10,8	0,034
			1,000	0,197	0,321	
Mulheres		4,5	3,9	2,4	5,0	0,475
			0,808	0,515	1,000	
Homens		14,9	15,7	7,1	21,2	0,061
			1,000	0,263	0,393	

p^a . Valor de p correspondente à comparação entre GE e cada um dos grupos e subgrupos de comparação, excepto na última coluna que se refere à comparação GN1/GN2

p^b . valor de p após ajustamento pelo modelo de ANOVA multifactorial – **GE/GN**:plaquetas = 227,98 – 7,979(GE)+ 31,026 (sexo feminino) -10,204(trabalho no campo); **GE/GN1**:plaquetas=205,322- 6210(GE)+ 27,201 (sexo feminino) +6,719(solteiro) + 04,556(casado) +333,747(viúvo) + 2,093 (anos de escolaridade); **GE/GN2**: plaquetas=224,94- 8,954(GE)+37,815(sexo feminino)+16,041(uso de pesticidas)- 24,189(trabalhar no campo)

Lista da totalidade das variáveis ensaiadas no modelos: Anexo H- Lista B

3.3.2 - Eritrocitos

O número médio de eritrocitos foi mais baixo em GE do que no conjunto dos grupos de comparação, bem como em cada um dos dois subgrupos. As diferenças foram estatisticamente significativas nas comparações GE/GN e GE/GN2.

Os valores das medianas indicaram a mesma ordenação dos grupos em comparação.

No sexo feminino foi verificada a mesma situação, sendo as diferenças significativas apenas nas comparações GE/GN e GE/GN1. No sexo masculino o grupo GE teve um valor mais baixo do que GN e GN2,

mas superior a GN1. Nenhuma destas diferenças foi significativa.

Globalmente, a percentagem de indivíduos com valores inferiores ao valor de referência para o sexo respectivo foi mais elevado em GE do que em GN e seus subgrupos e as diferenças foram estatisticamente significativas para as comparações GE/GN e GE/GN2.

A mesma situação ocorreu no sexo masculino, com diferenças significativas. No sexo feminino, o valor de GE foi também superior ao de todos os grupos de comparação, embora nenhuma das diferenças fosse significativa.

Quadro R14 - Número médio de eritrócitos ($\times 10^{12} / L$) e percentagem de indivíduos com valor inferior ao valor de referência, segundo o grupo de exposição e o sexo

		GE (m+h=285; m=198;h=87)	GN (m+h=312; m=204;h=108)	GN1 (m+h=126; m=84;h=42)	GN2 (m+h=186; m=120;h=66)	p (GN1/GN2)
Total						
	média	4,62	4,68	4,67	4,69	0,544
	mediana	4,57	4,67	4,66	4,69	
p^a			0,051	0,267	0,050	
p^b			0,099	0,336	0,105	
Mulheres		4,50	4,56	4,58	4,54	0,389
p^a			0,086	0,060	0,291	
Homens		4,90	4,92	4,83	4,98	0,027
p^a			0,773	0,406	0,243	
<hr/>						
% c/ eritr. < valor ref.^a						
Total		4,9	1,9	2,4	1,6	0,689
p^a			0,066	0,292	0,077	
Mulheres		3,0	2,0	2,4	1,7	1,000
p^a			0,538	1,000	0,715	
Homens		9,2	1,9	2,4	1,5	1,000
p^a			0,025	0,270	0,078	

a. valores de referência para eritrócitos – H: $4,32 \times 10^{12} / L$; M: $3,88 \times 10^{12} / L$

p^a : valor de p (sem ajustamento pelo modelo adiante) correspondente à comparação entre GE e cada um dos grupos e subgrupos de comparação, excepto na última coluna que se refere à comparação GN1/GN2

p^b : Modelo de ANOVA multifactorial – **GE/GN**: Eritrocitos = 4,931- 0,381 (sexo feminino) -0,048(GE); **GE/GN1**: Eritrocitos=4, 901- 0,353 (feminino-0,038 (GE); **GE/GN2** : eritrócitos= 4,961-0,054(GE)-0,415(sexo feminino).

Lista da totalidade das variáveis ensaiadas no modelos: Anexo H- Lista B

3.3.3 - Hemoglobina

No conjunto dos dois sexos, os valores médios da hemoglobina foram ligeiramente inferiores em GE do que em GN e nos dois subgrupos de comparação. O mesmo aconteceu para o sexo feminino (excepto GN2) e para o sexo masculino (excepto GN1). Contudo, nenhuma das diferenças foi estatisticamente significativa (Quadro R15).

Os valores das medianas indicaram, essen-

cialmente, a mesma ordenação dos grupos em comparação.

Da mesma forma, a percentagem de indivíduos com valores inferiores ao valor de referência (para o sexo respectivo) foi mais elevado em GE do que em GN e nos seus subgrupos. Essa situação ocorreu também em cada um dos sexos. Note-se que também nenhuma destas diferenças foi estatisticamente significativa.

Quadro R15 - Concentração de hemoglobina (g/dL) e percentagem de indivíduos com valor inferior ao valor de referência, segundo o grupo de exposição e o sexo

		GE (m+h=285; m=198;h=87)	GN (m+h=312; m=204;h=108)	GN1 (m+h=126; m=84;h=42)	GN2 (m+h=186; m=120;h=66)	p (GN1/GN2)
Total						
	média	14,1	14,3	14,2	14,3	0,552
	mediana	14,0	14,2	14,0	14,2	
p^a			0,171	0,500	0,143	
p^b			0,411	0,638	0,391	
Mulheres		13,6	13,7	13,8	13,6	0,267
p^a			0,463	0,219	0,942	
Homens		15,3	15,4	15,1	15,6	0,012
p^a			0,603	0,321	0,128	
% Hb < valor ref.^a						
Total		4,9	2,2	1,6	2,7	0,706
p^a			0,118	0,165	0,338	
Mulheres		5,6	2,9	2,4	3,3	1,000
p^a			0,222	0,357	0,426	
Homens		3,4	0,9	0,0	1,5	1,000
p^a			0,326	0,550	0,634	

a. valores de referência para hemoglobina – H: 13,3 g/dL; M: 11,8 g/dL

p^a . Valor de p correspondente à comparação entre GE e cada um dos grupos e subgrupos de comparação, excepto na última coluna que se refere à comparação GN1/GN2

p^b . valor de p após ajustamento pelo modelo de ANOVA multifactorial – **GE/GN1**: hemoglobina = 15,055 -0,06 (GE) – 1,697 (sexo feminino) + 0,530 (solteiro)+0,348(casado)-0,264(viúvo); **GE/GN1**: 14,944 – 0,052 (GE)- 1,556 (sexo feminino) + 0,601(solteiro) + 0,353(casado) – 0,453 (viúvo); **GE/GN2**: hemoglobina=15,403- 0,079(GE)+1,799(sexo feminino)+ 0,378(solteiro)+0,070(casado)-0,609(viúvo)

Lista da totalidade das variáveis ensaiadas no modelos: Anexo H- Lista B

O conjunto de resultados referente aos eritrócitos e à hemoglobina mostra que os valores de ambos os parâmetros foram inferiores em GE quando comparados com os restantes grupos de exposição em 15 das 18 comparações efectuadas. Apenas nas restantes três comparações, todas respeitantes aos valores médios, essa diferença não ocorreu: eritrócitos, GE>GN1, nos homens; hemoglobina: GE = GN2, nas mulheres; hemoglobina: GE>GN1, nos homens. Nenhuma destas 3 excepções foi significativa.

Note-se ainda que, no que respeita ao número médio de eritrócitos, as diferenças significativas de GE com os dois sub-grupos foram mais frequentes entre GE/GN2 (4 comparações) do que entre GE/GN1 (1 comparação), o que é compatível com a existência de diferenças maiores com o grupo de exposição GN2, socialmente mais semelhante a GE, do que com o grupo GN1, socialmente mais diferente como foi descrito atrás (Quadro R4).

3.3.4 – Leucócitos

No conjunto de ambos os sexos, o número médio de leucócitos totais foi mais baixo em GE do que em qualquer dos grupos de comparação e o mesmo foi registado no sexo feminino. Em ambos os casos as

diferenças foram estatisticamente significativas nas comparações GE/GN e GE/GN2 antes de ser realizado o ajustamento para as variáveis relevantes, tendo a comparação GE/GN deixado de o ser após esse ajustamento (Quadro R16).

No sexo masculino, o número de leucócitos totais em GE foi também inferior a GN e a GN2 e igual a GN1, mas nenhuma destas diferenças foi significativa.

Quando os dois sexos foram considerados em conjunto, a percentagem de pessoas com valores abaixo do valor de referência foi mais elevada em GE do que em qualquer dos grupos de comparação, sendo a diferença significativa nas comparações GE/GN e GE/GN2.

No sexo feminino, a percentagem de pessoas com valores inferiores aos valores de referência para esse sexo foi superior em GE do que em qualquer dos restantes grupos de exposição, sendo todas as diferenças estatisticamente significativas.

No sexo masculino, o valor de GE foi inferior a GN e GN1 mas o pequeno número de casos com valores abaixo do valor de referência impede uma interpretação satisfatória das diferenças encontradas.

Quadro R16 - Número médio de leucócitos ($\times 10^9/L$), segundo o grupo de exposição e o sexo

		GE* (m+h=285; m=198;h=87)	GN (m+h=312; m=204;h=108)	GN1 (m+h=126; m=84;h=42)	GN2 (m+h=186; m=120;h=66)	p (GN1/GN2)
Total	média	6,4	6,6	6,6	6,7	0,515
	mediana	6,0	6,5	6,5	6,5	
p^a			0,074	0,350	0,010	
p^b			0,295	0,256	0,835	
Mulheres		6,2	6,5	6,5	6,6	0,666
p^a			0,054	0,251	0,061	
Homens		6,7	6,8	6,7	6,8	0,642
p^a			0,876	0,864	0,731	
% c/ leucócitos <valor de referência^a						
Total		3,9	1,0	1,6	0,5	0,057
p^a			0,028	0,360	0,033	
Mulheres		5,1	0,5	0	0,8	1,000
p^a			0,005	0,036	0,058	
Homens		1,1	1,9	4,8	0	0,149
p^a			1,00	0,247	1,000	

a. valores de referência: mulheres – $3,9 \times 10^9/L$; homens – $3,7 \times 10^9/L$

p^a . valor de p correspondente à comparação entre GE e cada um dos grupos e subgrupos de comparação, excepto na última coluna que se refere à comparação GN1/GN2

p^b . valor de p após ajustamento pelo modelo de ANOVA multifactorial – **GE/GN**: $\ln(\text{leucocitos}+1) = 1,859 - 0,034(\text{GE}) - 0,089(\text{sexo feminino}) + 0,147(\text{fuma diariamente}) + 0,006(\text{idade}) - 0,002(\text{anos de residência na freguesia}) - 0,006(\text{anos de emigração})$; **GE/GN1**: $\ln(\text{leucocitos}+1) = 2,237 - 0,021(\text{GE}) - 0,059(\text{sexo feminino}) - 0,004(\text{idade})$; **GE/GN2**: $\ln(\text{leucocitos}+1) = 2,355 - 0,008(\text{GE}) + 0,219(\text{fuma diariamente}) - 0,143(\text{fuma ocasionalmente}) - 0,314(\text{casado}) - 0,235(\text{solteiro}) - 0,245(\text{viúvo}) + 0,006(\text{idade}) - 0,003(\text{anos de residência na freguesia}) - 0,007(\text{anos de emigração}) - 0,0003(\text{consumo de álcool})$.

Lista da totalidade das variáveis ensaiadas nos modelos: Anexo H- Lista B

3.3.5 - Granulocitos neutrófilos

No conjunto dos dois sexos, o número médio de granulocitos neutrófilos foi mais baixo em GE do que em qualquer dos grupos de comparação, sendo a diferença GE/GN estatisticamente significativa após ajustamento pelas variáveis relevantes (Quadro R17). Os valores das medianas indicaram a mesma ordenação dos grupos em comparação.

Tanto no sexo feminino como masculino, o

valor de GE foi também mais baixo que nos três grupos de comparação com excepção de GE e GN2 nos homens em que se registaram valores iguais. Nenhuma das diferenças referidas foi estatisticamente significativa.

No conjunto dos dois sexos a percentagem de indivíduos com valores abaixo do valor de referência para o sexo respectivo foi mais elevada em GE do que em GN e em GN2, mas ligeiramente inferior a GN1. Contudo nenhuma destas diferenças foi significativa.

No sexo feminino esse valor foi mais elevado em GE do que em qualquer dos grupos de exposição. No sexo masculino, o valor de GE foi inferior a GN e GN1 mas o

pequeno número de casos com valores abaixo do valor de referência impede uma interpretação satisfatória das diferenças encontradas.

Quadro R17 - Número médio de granulocitos neutrófilos ($\times 10^9/L$), segundo o grupo de exposição e o sexo

		GE (m+h=285; m=198;h=87)	GN (m+h=312; m=204;h=108)	GN1 (m+h=126; m=84;h=42)	GN2 (m+h=186; m=120;h=66)	p (GN1/GN2)
Total						
	média	3,6	3,8	3,8	3,8	0,871
	mediana	3,4	3,7	3,8	3,5	
p^a			0,208	0,402	0,248	
p^b			0,051	0,133	0,093	
Mulheres		3,5	3,7	3,7	3,7	0,769
p^a			0,214	0,458	0,233	
Homens		3,9	4,0	4,0	3,9	0,850
p^a			0,848	0,789	0,937	
% c/ g. neutrófilos < valor de referência^a						
Total		0,7	0,3	0,8	0,0	0,404
p^a			0,608	1,000	0,521	
Mulheres		2,5	1,5	1,2	1,7	1,000
p^a			0,498	0,673	0,714	
Homens		0	0,9	2,4	0	0,389
p^a			1,000	0,326	-	

a. valores de referência: mulheres – $1,8 \times 10^9 / L$; homens – $1,5 \times 10^9 / L$

p^a . Valor de p correspondente à comparação entre GE e cada um dos grupos e subgrupos de comparação, excepto na última coluna que se refere à comparação GN1/GN2

p^b . valor de p após ajustamento pelo modelo de ANOVA multifactorial – **GE/GN**: $\ln(\text{neutrófilos}+1) = 1,565 - 0,042(\text{GE}) - 0,056(\text{sexo feminino}) + 0,148(\text{fuma diariamente}) - 0,102(\text{fuma ocasionalmente})$; **GE/GN1**: $\ln(\text{neutrófilos}+1) = 1,792 - 0,044(\text{GE}) - 0,067(\text{sexo feminino}) + 0,151(\text{fuma diariamente}) - 0,036(\text{fuma ocasionalmente}) - 0,004(\text{idade})$; **GE/GN2**: $\ln(\text{neutrófilos}+1) = 1,560 - 0,041(\text{GE}) - 0,051(\text{sexo feminino}) + 0,1618(\text{fuma diariamente}) - 0,112(\text{fuma ocasionalmente})$.

Lista da totalidade das variáveis ensaiadas no modelos: Anexo H- Lista B

3.3.6 - Linfocitos

Tanto no conjunto dos dois sexos como no sexo feminino, o número médio de linfocitos foi ligeiramente mais baixo em GE do que em qualquer dos grupos de comparação. As diferenças entre GE/GN e GE/GN2 foram estatisticamente significativas antes do ajustamento pelas variáveis relevantes, tendo-se tornado não significativas depois desse ajustamento. Os valores das medianas indicaram, essencialmente, a mesma ordenação dos grupos em comparação (Quadro R18).

No sexo masculino, o número médio de linfocitos em GE foi mais baixo do que em GN2, foi igual a GN e superior a GN1.

Nenhuma das diferenças encontradas foi estatisticamente significativa.

No conjunto dos dois sexos, as percentagens de indivíduos com valores inferiores ao valor de referência em GE foram mais baixas do que GN e GN1 e iguais a GN2 embora nenhuma das diferenças tivesse sido significativa.

No sexo feminino, as percentagens em GE foram mais baixas do que em GN1, tendo o mesmo ocorrido no sexo masculino no que respeita à comparação com todos os grupos de exposição. Realce-se que o pequeno número de casos com valores abaixo do valor de referência impede uma interpretação satisfatória das diferenças encontradas.

Quadro R18 - Número médio de linfocitos ($\times 10^9/L$), segundo o grupo de exposição e o sexo

		GE* (m+h=285; m=198;h=87)	GN (m+h=312; m=204;h=108)	GN1 (m+h=126; m=84;h=42)	GN2 (m+h=186; m=120;h=66)	p (GN1/GN2)
Total						
	média	2,1	2,2	2,2	2,2	0,349
	mediana	2,0	2,1	2,0	2,2	
p^a			0,049	0,373	0,029	
p^b			0,409	0,857	0,259	
Mulheres		2,1	2,2	2,2	2,2	0,794
p^a			0,023	0,126	0,033	
Homens		2,1	2,1	2,0	2,2	0,194
p^a			0,866	0,126	0,456	
% c/ linfocitos <1,1 ($\times 10^9/L$)						
Total		1,1	1,6	2,4	1,1	0,397
p^a			0,727	0,376	1,000	
Mulheres		1,0	1,0	2,4	0	0,168
p^a			1,000	0,585	0,529	
Homens		1,1	2,8	2,4	3,0	1,000
p^a			0,630	0,547	0,578	

p^a . valor de p correspondente à comparação entre GE e cada um dos grupos e subgrupos de comparação, excepto na última coluna que se refere à comparação GN1/GN2

p^b . valor de p após ajustamento pelo modelo de ANOVA multifactorial – **GE/GN**: $\ln \ln(\text{linfocitos}+1) = -0,088 - 0,020(\text{GE}) - 0,106(\text{trabalho em minas de urânio}) + 0,006(\text{idade}) - 0,002(\text{anos de residência na freguesia}) - 0,006(\text{anos de emigração})$;
GN/GN1: $\ln \ln(\text{linfocitos}+1) = -0,176 - 0,006(\text{GE}) - 0,102(\text{trabalho em minas de urânio}) + 0,007(\text{idade}) - 0,002(\text{anos de residência na freguesia}) - 0,005(\text{anos de emigração})$

GE/GN2: $\ln \ln(\text{linfocitos}+1) = -0,242 - 0,030(\text{GE}) - 0,096(\text{trabalho em minas de urânio}) - 0,002(\text{anos de residência na freguesia}) - 0,007(\text{anos de emigração}) + 0,500(\text{trabalho no campo})$.

Lista da totalidade das variáveis ensaiadas no modelo: Anexo H- Lista B

3.3.7 - Monocitos

Quando ambos os sexos foram considerados em conjunto, o valor de GE foi inferior a GN e a GN2 e igual a GN1, embora nenhuma das diferenças se revelasse significativa. Os valores das medianas indicaram, essencialmente, a mesma ordenação dos grupos em comparação (Quadro R19).

No sexo feminino, a média de GE foi inferior a GN e a GN2, sendo esta última diferença estatisticamente significativa. GN1 teve uma média mais baixa do que GE, embora a diferença não fosse significativa. No sexo masculino, a média de GE foi semelhante às

de GN e de GN2, sendo ligeiramente inferior que a de GN2, embora nenhuma das diferenças fosse significativa. A percentagem de indivíduos com valores inferiores a um valor de referência foi mais elevada em GE do que em qualquer dos grupos de comparação, sendo as diferenças GE/GN e GE/GN2 estatisticamente significativas.

No sexo feminino, o valor de GE foi superior ao de todos os grupos de comparação, sendo significativa a comparação GE/GN2. No sexo masculino, o valor de GE foi também superior ao dos grupos de comparação, embora nenhuma das diferenças se revelasse significativa.

Quadro R19 - Número médio de monocitos ($\times 10^9/L$), segundo o grupo de exposição e o sexo

		GE (m+h=285; m=198;h=87)	GN (m+h=312; m=204;h=108)	GN1 (m+h=126; m=84;h=42)	GN2 (m+h=186; m=120;h=66)	p (GN1/GN2)
Total						
	média	0,45	0,46	0,45	0,47	0,170
	mediana	0,40	0,40	0,40	0,50	
<i>p^a</i>			0,272	0,959	0,106	
<i>p^b</i>			0,939	0,769	0,762	
Mulheres		0,43	0,45	0,42	0,46	0,081
			0,271	0,768	0,074	
Homens		0,49	0,49	0,50	0,49	0,885
			0,976	0,903	0,965	
% c/ monocitos < 0,21 ($\times 10^9/L$)						
Total		4,9	1,9	4,0	0,5	0,041
<i>p^a</i>			0,066	0,802	0,007	
Mulheres		6,6	2,9	6,0	0,8	0,084
<i>p^a</i>			0,102	1,000	0,021	
Homens		1,1	0	0	0	-
<i>p^a</i>			0,446	1,000	1,000	

p^a. valor de p correspondente à comparação entre GE e cada um dos grupos e subgrupos de comparação, excepto na última coluna que se refere à comparação GN1/GN2

p^b. valor de p após ajustamento pelo modelo de ANOVA multifactorial – **GE/GN**:ln (monocitos+1) = 0,369-0,001(GE) – 0,057(sexo feminino)- 0,109 (solteiro)-0,094(casado)- 0,073(viúvo)+ 0,003(idade) -0,002 (anos de emigração);

GE/GN1: ln (monocitos+1) = 0,245+ 0,005(GE)-0,057(sexo feminino)+ 0,003(idade)- 0,002 (anos emigração)

GE/GN2:ln (monocitos+1) = 0,581+0,005(GE) – 0,055 (sexo feminino)-0,132(solteiro)-0,124(casado)-0,097(viúvo)- 0,001 (anos residência freguesia)-0,002(anos emigração).

Lista da totalidade das variáveis ensaiadas no modelo: Anexo H- Lista B

O número médio de leucócitos foi mais baixo em GE do que nos três grupos de exposição em 8 das 9 comparações realizadas, sendo o valor de GE igual a GN1 apenas no sexo masculino.

Uma situação muito semelhante foi encontrada para os granulócitos neutrofilos, principal componente dos leucócitos, para os linfócitos, o segundo mais importante grupo da série branca e para os monocitos.

Embora as diferenças entre GE e os grupos de exposição sejam, em geral, pequenas e significativas em apenas poucas comparações, deve salientar-se que os valores mais baixos encontrados em GE são um achado compatível com as hipóteses em teste. Deve, contudo, salientar-se o carácter muito inespecífico destes parâmetros hematológicos, pelo que as diferenças encontradas só podem ser interpretadas em conjunto com os restantes achados do estudo.

3.4 - FUNÇÃO RENAL

O estudo visou testar a hipótese de que a população exposta (GE) teria indicadores de função renal diminuída. Como indicadores foram escolhidas as concentrações de creatinina e de ureia no sangue.

3.4.1 - Concentração de creatinina no sangue

No conjunto dos dois sexos, a concentração de creatinina no sangue foi mais elevada em GE (0,70 mg/dL) do que no conjunto dos grupos de comparação (0,68 mg/dL) embora a diferença não fosse estatisticamente significativa. Essa concentração também foi

mais elevada em GE do que no sub-grupo GN1 sendo esta diferença significativa (Quadro R20).

Os valores das medianas respectivas geraram conclusões equivalentes.

No sexo feminino foram encontrados valores médios de creatinina em GE mais elevados do que em GN e GN1, sendo as diferenças estatisticamente significativas em ambos os casos.

No sexo masculino, as concentrações foram mais elevadas em GE do que em GN e em qualquer dos dois subgrupos de comparação considerados. Contudo, nenhuma das diferenças foi significativa.

Deve salientar-se que houve diferenças apreciáveis e estatisticamente significativas entre os subgrupos GN1 e GN2, quando a comparação foi feita no conjunto dos dois sexos e também no sexo feminino.

Por outro lado, a percentagem de indivíduos com valores superiores ou iguais ao valor de referência 1,2 mg/dL foi mais elevada em GE do que em GN, embora inferior a GN2. Nenhuma das diferenças se revelou estatisticamente significativa. Contudo, o número de indivíduos com valores superiores àquele foi muito baixo em todos os grupos e subgrupos, tornando impossível uma interpretação segura.

Após ajustamento através de um modelo de ANOVA multifactorial, no conjunto dos dois sexos, as diferenças entre as médias de GE e GN e entre as médias de GE e GN2 continuaram a ser positivas, ainda que não estatisticamente significativas.

Pelo contrário, a diferença entre as médias de GE e GN1 continuou a ser significativa após o ajustamento realizado.

Quadro R 20 - Concentrações médias de creatinina no sangue (mg/dL), e percentagem de indivíduos com valores superiores aos de referência, segundo o grupo de exposição e o sexo

		GE (m+h=285; m=198;h=87)	GN (m+h=312; m=204;h=108)	GN1 (m+h=126; m=84;h=42)	GN2 (m+h=186; m=120;h=66)	p (GN1/G N2)
Total						
	Média	0,70	0,68	0,66	0,70	0,023
	Mediana	0,68	0,67	0,64	0,69	
p^a			0,12	0,007	0,829	
p^b			0,103	0,006	0,336	
Mulheres		0,65	0,63	0,60	0,65	0,006
p^a			0,058	0,01	0,808	
Homens		0,81	0,78	0,77	0,79	0,602
p^a			0,163	0,157	0,331	
% c/ CREAT\geq1,2 mg/dL						
Total		2,5	0	0	0	-
p^a			0,477	1,000	1,000	
Mulheres		3,0	2,9	0	0	-
p^a			1,000			
Homens		1,1	0	0	0	-
p^a			0,446	1,000	1,000	

p^a . valor de p correspondente à comparação das médias entre GE e cada um dos grupos e subgrupos de comparação, excepto na última coluna que se refere à comparação GN1/GN2

p^b . valor de p após ajustamento pelo modelo de ANOVA multifactorial – **GE/GN**: $\ln(\text{creatinina}) = -0,168 + 0,026(\text{GE}) - 0,280(\text{sexo feminino}) - 0,053(\text{uso de pesticidas}) + 0,0003(\text{consumo de álcool})$; **GE/GN1**: $\ln(\text{creatinina}) = -0,251 + 0,058(\text{GE}) - 0,241(\text{sexo feminino}) - 0,042(\text{uso de pesticidas})$; **GE/GN2**: $\ln(\text{creatinina}) = -0,411 + 0,018(\text{GE}) - 0,278(\text{sexo feminino}) - 0,005(\text{idade}) - 0,068(\text{trabalhar no campo}) - 0,0004(\text{consumo de álcool})$.

Lista da totalidade das variáveis ensaiadas nos modelos: Anexo H- Lista B

3.4.2 - Concentração de ureia no sangue

A concentração média de ureia foi ligeiramente inferior em GE do que em GN ou em qualquer um dos subgrupos GN1 e GN2 quando os dois sexos foram considerados em conjunto bem como no sexo feminino. Pelo contrário, nos homens, o valor de GE foi mais elevado do que em qualquer dos grupos de exposição.

Nenhuma das diferenças encontradas foi estatisticamente significativa.

No conjunto dos dois sexos, os valores das medianas foram muito semelhantes aos das médias. Resultados equivalentes foram obtidos quando a análise se centrou na percentagem de indivíduos com valores iguais ou superiores ao valor de referência (50 mg/dL).

Quadro R21 - Concentrações médias de ureia no sangue (mg/dL) e percentagem de indivíduos com valores superiores aos de referência, segundo o grupo de exposição e o sexo

		GE (m+h=285; m=198;h=87)	GN (m+h=312; m=204;h=108)	GN1 (m+h=126; m=84;h=42)	GN2 (m+h=186; m=120;h=66)	p (GN1/GN2)
Total						
	média	36,4	36,6	36,5	36,7	0,842
	mediana	36,0	36,0	37,0	36,0	
p^a			0,802	0,952	0,748	
p^b			0,860	0,717	0,467	
Mulheres		35,4	36,2	36,2	36,2	0,998
p^a			0,352	0,489	0,445	
Homens		38,9	37,5	37,2	37,8	0,781
p^a			0,361	0,387	0,461	
<hr/>						
% c/ ureia > 50 mg/dL						
Total		7,7	8,0	7,9	8,1	
p^a			1,000	1,000	1,000	1,000
Mulheres		6,6	7,4	7,1	7,5	
p^a			0,846	0,801	0,821	1,000
Homens		10,3	9,3	9,5	9,1	
p^a			0,813	1,000	1,000	1,000

p^a . Valor de p correspondente à comparação entre GE e cada um dos grupos e subgrupos de comparação, excepto na última coluna que se refere à comparação GN1/GN2

p^b . valor de p após ajustamento pelo modelo de ANOVA multifactorial – **GE/GN**: 12,227-1,25(GE)-0,257(sexo feminino)+ 3,873(trabalhar no campo)- 2,679(uso de pesticidas+0,409(idade)+0,063(anos de residência); **GE/GN1**: 11,584 +0,347(GE) – 3,040(sexo feminino) – 2,196(uso pesticidas)+ 3,298 (trab.campo) – 0,468 (idade); **GE/GN2** :ureia = 15,753 - 0,600 (GE) – 2,613 (sexo feminino) + 2,363 (trabalho no campo) + 0,351 (idade) + 0,056 (anos residência freguesia)

Lista da totalidade das variáveis ensaiadas no modelos: Anexo H- Lista B

As diferenças encontradas entre os valores da concentração de creatinina obtidos nos vários grupos e sub-grupos dão um contributo pouco relevante para confirmar a hipótese indicada.

No entanto, é de realçar que as médias das concentrações nunca foram inferiores aos dos restantes grupos de exposição. De facto, foram superiores em GE quando comparadas com GN, GN1 e GN2 (apenas nos homens) e iguais quando a comparação foi feita com GN2 (em ambos os sexos e em mulheres). Saliente-se ainda que as três únicas diferenças estatisticamente significativas foram registadas a favor da hipótese em teste com valores de creatinina mais elevados em GE do que nos grupos de exposição GN (mulheres) e GN1 (ambos os sexos e mulheres).

Tanto no que respeita à média da concentração de ureia como às percentagens de indivíduos com valores iguais ou superiores ao valor de referência (≥ 50 mg/dL), as diferenças encontradas foram contrárias à hipótese formulada quando a análise se centrou no conjunto dos dois sexos e no sexo feminino. No entanto, no sexo masculino os resultados revelaram-se favoráveis à hipótese, tendo GE valores mais altos, tanto nas médias de concentrações de ureia como nas percentagens de indivíduos com valores superiores ao valor de referência.

Pode constatar-se que os resultados obtidos com a utilização das concentrações de creatinina e de ureia no sangue como indicadores de compromisso renal não são concordantes. Contudo, apenas se encontraram algumas diferenças estatisticamente significativas nas comparações dos valores médios de creatinina (entre GE/GN e GE/GN1), mas nenhuma nas comparações da ureia.

Assim, todas as diferenças significativas foram a favor de poder existir compromisso

da função renal com mais frequência em GE do que nos outros grupos de exposição.

Deve ainda salientar-se que a concentração de creatinina é um indicador mais perfeito do estado da função renal do que a concentração de ureia, já que esta depende fortemente da ingestão de proteínas na alimentação.

Nestas circunstâncias, as diferenças encontradas, embora pouco esclarecedoras, não devem ser ignoradas na análise global integrada dos presumíveis efeitos em estudo.

3.5 - PREVALÊNCIA DE DOENÇAS CRÓNICAS

Tanto a prevalência de todos os tumores declarados e confirmados através de contacto com os médicos assistentes, adiante referidos como “Tumores”, como a de tumores malignos confirmados, adiante referidos como “Tumores malignos”, foi significativamente mais baixa no grupo de exposição “GN2” e mais elevada em “GN1”, situando-se a prevalência no grupo de exposição GE em valores intermédios para os “Tumores” e no valor mais elevado (3,5%) para os “Tumores malignos” (Quadro R22). Durante o processo de confirmação dos diagnósticos foram identificados cinco casos de tumores em homens, os quais se configuram como fortes candidatos a tumores malignos dado o tipo de instituições onde foram tratados e são seguidos.

Se estes cinco casos de tumores, para os quais existe uma suspeita forte de malignidade, forem considerados malignos, a prevalência total de tumores aumentará para 9,5% e a de tumores malignos aumentará para 3,9% na amostra em estudo. Neste caso, a prevalência de tumores malignos continuará mais elevada em GE (GE=3,9%; GN=2,9%; $p=0,650$), mantendo-se não significativas as diferenças em relação aos outros grupos de exposição (GN1=3,2%; GN2=2,7%) (Quadro R22).

Quadro R22 - Percentagem de entrevistados que referiram sofrer de alguma doença crónica, segundo o grupo de exposição e o sexo.

	GE (m+h=285; m=198;h=87)	GN (m+h=312; m=204;h=108)	GN1 (m+h=126; m=84;h=42)	GN2 (m+h=186; M=120;h=66)	p (GN1/GN2)
Alguma doença crónica					
Total	30,9	33,0	34,1	32,3	
p^a		0,599	0,566	0,762	0,806
Mulheres	36,4	39,7	44,0	36,7	
p^a		0,538	0,232	1,000	0,311
Homens	18,4	20,4	14,3	24,2	
p^a		0,856	0,626	0,425	0,232
Insuficiência renal					
Total	3,2	1,6	1,6	1,6	
p^a		0,281	0,515	0,380	1,000
Mulheres	4,0	2,0	2,4	1,7	
p^a		0,253	0,728	0,330	1,000
Homens	1,1	0,9	0,0	1,5	
p^a		1,000	1,000	1,000	1,000
Anemia					
Total	6,7	8,0	10,3	6,5	
p^a		0,639	0,232	1,000	0,288
Mulheres	9,6	11,8	15,5	9,2	
p^a		0,521	0,157	1,000	0,190
Homens	0,0	0,9	0,0	1,5	
p^a		1,000	-	0,431	1,000
Todos os tumores declarados e confirmados *					
Total	9,1	6,7	11,9	3,2	
p^a		0,291	0,378	0,014	0,005
Mulheres	12,6	10,3	17,9	5,0	
p^a		0,532	0,266	0,031	0,004
Homens	1,1	0,0	0,0	0,0	
p^a		0,446	1,000	1,000	-
Tumores malignos confirmados *					
Total	3,5	1,6	3,2	0,5	
p^a		0,190	1,000	0,057	0,162
Mulheres	5,1	2,5	4,8	0,8	
p^a		0,196	1,000	0,058	0,162
Homens	0,0	0,0	0,0	0,0	
p^a		-	-	-	-

p^a . Valor de p correspondente à comparação entre GE e cada um dos grupos e subgrupos de comparação, excepto na última coluna que se refere à comparação GN1/GN2

* confirmação obtida junto do médico assistente por médicos de saúde pública do Centro Regional de Saúde Pública do Centro

Relativamente aos tumores reportados pelos entrevistados e para os quais foi possível obter a confirmação de malignidade, ou que

foram referidos durante a entrevista como “malignos”, embora a localização não tenha sido referida de forma específica, apenas

3,5% puderam ser, até agora, confirmados por informação clínica como “Tumores malignos”. Em qualquer das situações, a prevalência de tumores e de tumores malignos era mais elevada em GE do que em GN, embora de forma não significativa (Tumores: GE=9,1%, GN=6,7%; $p=0,291$; Tumores Malignos: GE=3,5%, GN=1,6%; $p=0,190$) (Quadro R22).

Aliás, quando desagregadas pelos grupos de exposição, as únicas diferenças significativas na prevalência de doenças crónicas foram observadas no caso dos tumores (GN1=11,9%; GE=9,1%; GN=6,7%; GN2=3,2%; $p=0,005$). Esta diferença entre os grupos de exposição observou-se também de forma significativa no sexo feminino mas não no sexo masculino (Quadro R22).

Refira-se que nenhum dos entrevistados referiu sofrer de tumor do pulmão ou de tumor noutra localização do aparelho respiratório. Da mesma forma, a confirmação de tumores não especificados na entrevista, junto dos médicos assistentes não resultou, até agora, na identificação de tumores do pulmão ou tumor de outra localização no aparelho respiratório.

Relativamente à distribuição por sexo, a prevalência mais elevada de tumores e de tumores malignos foi observada no sexo feminino em todos os grupos de comparação. No entanto, caso se confirme a malignidade dos cinco casos atrás referidos, a prevalência de tumores malignos poderá revelar-se mais elevada nos homens do que nas mulheres em GN e em GN2.

A prevalência de insuficiência renal foi mais elevada em GE do que nos restantes grupos em comparação. Esta diferença foi também observada após desagregação por sexo, não se verificando, apenas, no sexo masculino, em que era mais elevada em GN2 (Quadro R22).

A prevalência de anemia foi mais baixa em GE do que em GN, em qualquer dos sexos, não se tendo observado diferenças estatisticamente significativas (Quadro R22). As doenças da glândula tiróide merecem

menção uma vez que foram inquiridas separadamente neste estudo. Globalmente, 2,9% dos entrevistados referiram ter sofrido ou sofrer de bócio, 6,1% referiram nódulos na tiróide e 1,7% referiu ter sido submetido a operação cirúrgica à tiróide.

Nos grupos em comparação, 6,3% dos entrevistados em GE, 7,1% em GN, (9,6% em GN1 e 5,4% em GN2) referiram problemas ou intervenções sobre a glândula tiróide. Nenhuma das comparações efectuadas relativamente a estes grupos de problemas se revelou estatisticamente significativa. No entanto, a percentagem de pessoas que referiram ter sido submetidas a uma operação à tiróide foi maior no grupo GE do que nos restantes (GE=2,1%, GN1=1,3%; GN2=1,1%), embora de forma estatisticamente não significativa.

Também a média das idades de início do bócio ou de nódulos na tiróide não se revelou diferente entre os diversos grupos de exposição.

Discussão

Um resultado importante obtido através deste estudo refere-se à prevalência, mais elevada em GE do que em GN, de insuficiência renal e de tumores reportados pelos entrevistados e para os quais foi possível obter a confirmação de malignidade, ou que foram referidos durante a entrevista como “malignos”, embora a localização não tenha sido referida de forma específica.

Embora as diferenças não sejam estatisticamente significativas, elas não permitem excluir um efeito ambiental na população associado a este tipo de patologias. Aliás, quando desagregadas pelos grupos de exposição, as únicas diferenças estatisticamente significativas na prevalência das doenças crónicas estudadas foram observadas no caso dos tumores entre GN1 e GN2.

Refira-se que nenhum dos entrevistados referiu sofrer de tumor do pulmão ou de tumor noutra localização do aparelho respiratório. Da mesma forma, a

confirmação de tumores não especificados na entrevista, junto dos médicos assistentes não resultou, até agora, na identificação de neoplasias do pulmão ou tumor de outra localização no aparelho respiratório.

A prevalência mais elevada de insuficiência renal em GE do que nos restantes grupos em comparação, embora também não se tenha revelado estatisticamente significativa, suporta um eventual efeito ambiental neste aspecto da saúde da população em estudo. Esta diferença foi também observada após desagregação por sexo, não se verificando, apenas, no sexo masculino, em que era mais elevada em GN2.

Já a prevalência de anemia, inferior em GE do que em GN, em qualquer dos sexos, embora de forma estatisticamente não significativa, não permite afirmar um efeito ambiental neste tipo de patologias.

Relativamente à apreciação global de prevalência de doenças crónicas, abordada através da pergunta “sofre de alguma doença crónica” pode afirmar-se que, na amostra populacional estudada, ela não era mais frequente no grupo de exposição (GE) do que nos outros grupos de comparação (GN, GN1 e GN2). Tal pode ser explicado por conceitos diferentes de “doença crónica” na população estudada que tenham invalidado a comparação, nomeadamente devido a diferenças de instrução ou acesso a cuidados de saúde.

A ausência de diferenças nítidas, nomeadamente com significância estatística, na comparação da prevalência de tumores entre os grupos em estudo, pode ser explicada por factores de ordem metodológica e epidemiológica.

De entre os primeiros, o mais plausível relaciona-se com a dificuldade sentida pela equipa de investigação na confirmação, junto dos médicos assistentes, das doenças referidas pelos entrevistados.

Este facto poderá, por exemplo, explicar o reduzido número de neoplasias malignas identificadas entre os homens entrevistados e poderá ter sido acentuado, se considerarmos a reconhecida menor utilização dos serviços de saúde pelos homens.

Tal é suportado pela prevalência mais elevada de tumores e de tumores malignos observada no sexo feminino em todos os grupos de comparação. No entanto, caso se confirme a malignidade dos cinco casos atrás referidos, a prevalência de tumores malignos poderá revelar-se mais elevada nos homens do que nas mulheres em GN e em GN2.

Uma possibilidade de solução deste viés, não explorada por falta de recursos, será a consulta exaustiva dos ficheiros clínicos hospitalares e não apenas dos ficheiros dos centros de saúde, para a identificação de neoplasias entre os homens residentes nas áreas geográficas em comparação. Será, no entanto, de esperar que os internamentos não se tenham restringido apenas aos hospitais locais, distritais ou regionais, mas a outros hospitais em Portugal e mesmo noutros países, como pode, aliás, ser observado através da informação fornecida.

De entre os aspectos epidemiológicos que podem justificar a uniformidade na distribuição da prevalência de, pelo menos, algumas das doenças crónicas estudadas, entre os grupos em comparação, está o facto de, no caso das neoplasias mais frequentemente associadas à exposição a minas e escombrelas, nomeadamente as neoplasias do pulmão, a taxa de letalidade ser elevada, resultando em que sejam poucos os casos prevalentes existentes num dado momento e, conseqüentemente, passíveis de identificação através de um estudo transversal como o que foi efectuado.

Em resumo, os resultados não permitem excluir a existência de um efeito da exposição à mina da Urgeiriça e sua escombrela na prevalência de tumores malignos e insuficiência renal na população em estudo.

A não identificação de casos de cancro do pulmão pode resultar do desenho adoptado para este estudo, dada a elevada letalidade deste tipo de patologias.

Os resultados não permitem suportar um efeito da exposição ambiental sobre a prevalência das restantes doenças estudadas.

3.6 - AUTO-APRECIÇÃO DO ESTADO DE SAÚDE

Na totalidade da amostra, a distribuição percentual da autoapreciação do estado de saúde mostra que a apreciação “razoável” foi a mais frequente em qualquer dos grupos de exposição, variando entre um pouco mais de 50% e um pouco menos de 60%.

Para o total da amostra, foram encontradas diferenças estatisticamente significativas apenas na comparação GE/GN1. As percentagens “Muito bom/bom” foram mais elevadas em GE do que em GN1, tendo o contrário ocorrido nas percentagens de Mto mau/mau. Esta situação indicia que os indivíduos GN1 fazem uma apreciação do seu estado de saúde mais desfavorável do que os de GE (Quadro R23).

A comparação GE/GN1 foi igualmente significativa no sexo feminino tendo as mulheres de GN1 uma auto-apreciação mais

desfavorável do que as de GE. No sexo masculino verificou-se o mesmo padrão, embora as diferenças não tivessem sido estatisticamente significativas.

Todas as comparações GE/GN e GE/GN2 se revelaram não significativas. No sexo feminino as diferenças foram inconclusivas já que as percentagens tanto de “Muito bom/bom” como de “Muito mau /mau” foram sempre mais elevadas em GN e GN2 do que em GE.

Ainda nas comparações dos homens de GE com os de GN e de GN2, as percentagens de Mto Bom/ Bom foram inferiores em GE do que nos restantes dois grupos de comparação e, em concordância, as percentagens de “Muito mau/mau” foram mais elevadas em GE do que em GN e em GN2. Embora sem significado estatístico estas diferenças sugerem que, no sexo masculino, a auto-apreciação do estado de saúde possa ser mais desfavorável em GE.

Quadro R23 - Distribuição percentual da auto-apreciação do estado de saúde, segundo o grupo de exposição e o sexo

	GE (m+h=285; m=198;h=87)	GN (m+h=312; m=204;h=108)	GN1 (m+h=126; m=84;h=42)	GN2 (m+h=186; M=120;h=66)	p (GN1/GN2)
Total					
Mto bom/bom	24,2	26,3	19,8	30,6	0,035
Razoável	59,6	53,2	54,0	52,7	
Mto mau/mau	16,1	20,5	26,2	16,7	
p ^a		0,235	0,055	0,257	
Mulheres					
Mto bom/bom	19,7	21,1	16,7	24,2	0,204
Razoável	61,6	51,5	50,0	52,5	
Mto mau/mau	18,7	27,5	33,3	23,3	
p ^a		0,254	0,028	0,279	
Homens					
Mto bom/bom	34,5	36,1	26,2	42,4	0,128
Razoável	55,2	56,5	61,9	53,0	
Mto mau/mau	10,3	7,4	11,9	4,5	
p ^a		0,768	0,638	0,322	

p^a. valor de p correspondente à comparação entre GE e cada um dos grupos e subgrupos de comparação, excepto na última coluna que se refere à comparação GN1/GN2

O estudo visou testar a hipótese de que a “Auto-apreciação do estado de saúde” era diferente, e mais desfavorável, em GE do que nos grupos de exposição GN, GN1 e GN2.

Os resultados não permitiram confirmar essa hipótese, sugerindo até que a auto-apreciação do estado de saúde era mais desfavorável em GN1 do que em GE, para a totalidade da amostra e para o sexo feminino.

Contudo, a contribuição das diferenças encontradas para a confirmação das hipóteses em estudo é muito limitada pela natureza subjectiva das respostas que são dadas por amostras de populações que se verificou terem diferenças sociais muito apreciáveis.

3.7 - ANÁLISE INTEGRADA DOS PARÂMETROS

As comparações de GE com GN e com os sub-grupos GN1 e GN2, feitas anteriormente, parâmetro a parâmetro, podem ser completadas com uma análise que integra, para cada par de grupos, a concordância ou discordância das comparações no que respeita às hipóteses em análise. De facto, se não existisse qualquer associação entre os vários parâmetros e o grupo de exposição era esperável que o número de parâmetros a favor e contra as hipóteses respectivas fosse

semelhante, podendo as diferenças nesse número ser explicáveis pelo acaso.

Comparações GE/GN

Assim, na comparação de 18 parâmetros independentes entre GE e GN, 17 deles tiveram valores diferentes no sentido favorável às hipóteses respectivas e apenas uma (ureia) teve uma diferença contra a hipótese, sendo essa diferença muito pequena (Quadro R24). A probabilidade de que estes valores ou valores mais extremos tivessem ocorrido por acaso foi muito baixa ($p= 0,0000$)

Ao considerar apenas os 10 parâmetros cujas diferenças se revelaram estatisticamente significativas constatou-se que todas elas eram a favor das hipóteses respectivas e nenhuma contra. A probabilidade que tal tivesse acontecido por acaso foi também muito baixa ($p= 0,0020$).

Saliente-se que a probabilidade de ocorrência de 17 ou mais diferenças a favor das hipóteses em análise em 18 variáveis testadas sob $H_0= 0,5$ foi de $p= 0,0000$ e que, por outro lado, a probabilidade de ocorrência de 10 diferenças estatisticamente significativas a favor das hipóteses em análise em 10 parâmetros testados sob $H_0= 0,5$: $p= 0,0020$.

Quadro R24 - Resultados a favor e contra a hipótese de existir um efeito no grupo exposto. Comparações GE/GN (Ambos os sexos)

A FAVOR	CONTRA
Dif. significativas ($p < 0,10$) (10)	Dif. significativas ($p < 0,10$)
Eritrocitos ($p=0,099$) Gr. Neutrófilos ($p=0,051$) Plaquetas ($p=0,066$) Nº de filhos por mulher ($p=0,002$) Testosterona ($p=0,085$) Inibina B ($p=0,056$) T4 livre ($p=0,002$) TSH ($p=0,009$) Chumbo ($p=0,000$) Zinco ($p=0,001$)	
Dif. não significativas (7)	Dif. não significativas (1)
Creatinina ($p=0,103$) Linfocitos ($p=0,409$) Monocitos ($p=0,939$) FSH ($p=0,189$) % Grav.c/ aborto espontâneo ($p=0,378$) % gravidezes c/ An. Cong. ($p=0,349$) Cobre ($p= 0,302$)	Ureia ($p=0,860$)

Comparações GE/GN1

As comparações realizadas entre GE e GN1 mostraram uma situação ainda concordante com as anteriores, embora muito menos acentuada.

Dos 17 parâmetros em análise (os valores da concentração média de creatinina foi igual entre os dois grupos, pelo que o parâmetro foi excluído), 12 tiveram diferenças entre GE e GN1 a favor das hipóteses respectivas e 5 contra essas hipóteses (Quadro R25). A

probabilidade de que estes valores ou valores mais extremos tivessem ocorrido por acaso foi claramente elevada ($p=0,1435$).

Dos 5 parâmetros com diferenças estatisticamente significativas entre GE e GN1, 4 mostraram diferenças a favor das hipóteses respectivas e apenas 1 teve diferença contra a hipótese.

A probabilidade de que estes valores ou valores mais extremos tivessem ocorrido por acaso foi também claramente elevada ($p=0,375$).

Quadro R25 - Resultados a favor e contra a hipótese de existir um efeito no grupo exposto. Comparações GE/GN1 (Ambos os sexos)

A FAVOR	CONTRA
Dif. significativas ($p < 0,10$) (10)	Dif. significativas ($p < 0,10$)
Creatinina ($p=0,006$) Nº de filhos por mulher ($p=0,034$) Testosterona ($p=0,064$) FSH ($p=0,010$)	Cobre ($p=0,032$)
Dif. não significativas (8)	Dif. não significativas (4)
Plaquetas ($p=0,238$) Eritrocitos ($p=0,336$) G. Neutrófilos ($p=0,133$) Linfocitos ($p=0,857$) % Grav. c/ aborto espont. ($p=0,487$) % grav. c/ AC ($p=0,145$) TSH ($p=0,194$) Zinco ($p=0,111$)	Chumbo ($p=0,733$) Inibina B ($p=0,562$) T4 livre ($p=0,148$) Ureia ($p=0,717$)

p: valores obtidos no modelo multifactorial utilizado para cada variável

Nota: não foi incluído o parâmetro monocitos porque o valor médio foi igual em GE e em GN1

Comparações GE/GN2

Uma situação equivalente à comparação GE/GN ocorreu quando a comparação foi feita entre GE e GN2. Globalmente, dos 17 parâmetros em que se verificaram diferenças entre GE e GN2 (os valores da concentração média de creatinina foram iguais entre os dois grupos, pelo que o parâmetro foi excluído), as diferenças ocorreram a favor das hipóteses correspondentes em 15 parâmetros e contra as hipóteses em 2

parâmetros (Quadro R26). A probabilidade de que estes valores ou valores mais extremos tivessem ocorrido por acaso foi muito baixa ($p= 0,0024$)

Dez dos parâmetros tiveram diferenças significativas entre GE e GN2, sendo todas a favor das hipóteses respectivas e nenhuma contra. A probabilidade que tal tivesse acontecido por acaso foi também muito baixa ($p= 0,0020$).

Quadro R26 - Resultados a favor e contra a hipótese de existir um efeito no grupo exposto. Comparações GE/GN2 (Ambos os sexos)

A FAVOR	CONTRA
Dif. significativas ($p < 0,10$) (10)	Dif. significativas ($p < 0,10$)
G. neutrófilos ($p = 0,093$) Plaquetas ($p = 0,076$) N ^o filhos por mulher ($p = 0,006$) Testosterona ($p = 0,095$) Inibina B ($p = 0,000$) T4 livre ($p = 0,000$) TSH ($p = 0,027$) Chumbo ($p = 0,000$) Cobre ($p = 0,004$) Zinco ($p = 0,000$)	
Dif. não significativas (5)	Dif. não significativas (2)
Linfocitos ($p = 0,259$) Eritrocitos ($p = 0,105$) Monocitos ($p = 0,762$) % Grav.c/ aborto espontâneo ($p = 0,422$) % grav. c/ An.Cong. ($p = 0,814$)	Ureia ($p = 0,467$) FSH ($p = 0,736$)

p:valores obtidos no modelo multifactorial utilizado para cada variável

Nota: não foi incluído o parâmetro creatinina porque o valor médio foi igual em GE e em GN2

Realce-se que a probabilidade de ocorrência de 15 ou mais diferenças a favor das hipóteses em análise em 17 parâmetros testados, sob $H_0 = 0,5$, é de $p = 0,0023$ e que a probabilidade de ocorrência de 10

diferenças estatisticamente significativas a favor das hipóteses em análise em 10 parâmetros testados, sob $H_0 = 0,5$, é de $p = 0,0020$.

DISCUSSÃO

O estudo foi delineado para dar resposta a duas perguntas de investigação:

1. Existem diferenças entre a população da freguesia de Canas de Senhorim, exposta à mina da Urgeiriça e à sua escombreira de resíduos, e a população de 7 outras freguesias da região, tomadas para comparação, no que respeita a um conjunto de parâmetros biológicos e nosológicos.
2. Em caso afirmativo, a exposição à mina da Urgeiriça e à respectiva escombreira pode ser a causa das diferenças encontradas?

Discutir-se-ão sucessivamente as respostas encontradas para as duas perguntas de investigação indicadas.

1 - DIFERENÇA ENTRE OS GRUPOS EM COMPARAÇÃO

A análise dos dados e dos resultados permitiu encontrar diferenças entre o grupo exposto (GE) e os grupos de comparação no que respeita a um largo conjunto de parâmetros que constituíam as hipóteses enunciadas. A larga maioria dessas diferenças correspondem a uma situação de prejuízo para a saúde da população de Canas de Senhorim em relação à população das freguesias de comparação.

Por isso, e para além da discussão já incluída nos capítulos correspondentes a cada eventual efeito na saúde, importa discutir aspectos mais gerais que poderiam explicar, por enviesamento, as diferenças encontradas entre os grupos. Entre esses aspectos incluem-se os que estão relacionados com:

- o próprio delineamento escolhido
- a organização e condução do estudo.

1.1 – DELINEAMENTO DO ESTUDO

1.1.1 -O delineamento do estudo é adequado para a verificação das hipóteses formuladas?

É evidente que, no plano epidemiológico, a demonstração da existência de uma associação de natureza causal entre a exposição à mina e à escombreira da Urgeiriça não pode ser realizada com qualquer delineamento experimental, por razões operacionais e éticas óbvias.

O delineamento a escolher deveria, assim, ser de natureza observacional e podia incluir-se em dois tipos: um estudo de coortes ou um estudo transversal.

Um estudo de **coortes prospectivo**, com as coortes de expostos e não expostos recrutadas na actualidade geraria resultados passados muitos anos e não permitiria encontrar respostas para as perguntas de investigação em tempo útil.

Um estudo de **coortes histórico** recrutaria coortes de indivíduos expostos e não expostos (provavelmente, nas mesmas 8 freguesias seleccionadas para o estudo actual), usando amostras aleatórias de indivíduos residentes nessas freguesias na década de 1970 ou 1980, independentemente da sua situação vital ou de residência actuais. A selecção dessas amostras seria, provavelmente, feita a partir dos cadernos eleitorais de 1975. Procurar-se-ia, em seguida, conhecer a situação actual desses indivíduos, nomeadamente no que respeita às doenças relevantes de que sofreram ou sofrem e a causa de morte daqueles que faleceram entretanto.

Este delineamento tinha a vantagem de incluir um longo período de seguimento (quase 30 anos) permitindo, assim, identificar diferenças nas taxas de incidência e de mortalidade de doenças, eventualmente associadas à exposição.

Um delineamento de coortes histórico teria, no entanto, várias dificuldades:

- o acesso e o grau de integridade dos cadernos eleitorais mais antigos (1975) poderia ser inadequado, pelo menos em algumas freguesias.
- a percentagem de indivíduos sobre os quais haveria impossibilidade de obter informação relevante foi elevada. Com efeito, no delineamento transversal efectivamente utilizado em MINURAR, a percentagem de indivíduos não contactáveis foi de 20,4%, apesar de ter sido utilizada a base de dados de eleitores actualizada. A probabilidade de encontrar os indivíduos na actualidade seria, certamente, muito mais baixa.
- A obtenção de amostras biológicas só seria possível para os indivíduos presentes, tal como aconteceu com um delineamento transversal.

O delineamento de coortes histórico foi preterido uma vez que as dificuldades identificadas poderiam comprometer a realização do estudo e a interpretação dos resultados.

Foi, assim, escolhido um delineamento transversal, descrito com detalhe em “Participantes e Métodos”.

De facto, um estudo com este delineamento tinha uma probabilidade de ser concretizado muito mais elevada do que um delineamento de coortes histórico, uma vez que a amostragem de indivíduos utilizava bases de dados de eleitores recentemente actualizadas.

Pela sua natureza, este delineamento ape-

nas permite incluir no estudo indivíduos que residiam nas freguesias à data da sua realização. Esses indivíduos podem ser considerados os “sobreviventes”, no sentido lato, de uma hipotética coorte de onde desapareceram, nomeadamente, os falecidos e os que mudaram de freguesia de residência.

Se se admitir que, ao longo do tempo, o risco de morrer e, eventualmente, a probabilidade de mudar de residência para outra freguesia, foi diferente nos indivíduos expostos à mina e à escombreira da Urgeiriça e nos indivíduos das restantes freguesias, o delineamento transversal poderia ter gerado enviesamentos nas comparações entre os grupos GE, GN e respectivos sub-grupos.

De facto, no delineamento transversal estarão obrigatoriamente excluídos os indivíduos que, sendo elegíveis para os grupos expostos e não exposto de um eventual estudo de coortes correspondente, morreram em data anterior à da realização do estudo transversal.

É de admitir que esses indivíduos, porque faleceram, tivessem tido, em geral, um estado de saúde pior que os indivíduos elegíveis para o estudo transversal e, conseqüentemente, apresentassem, em média, parâmetros laboratoriais e de outra natureza mais afastados da normalidade dos que os indivíduos participantes no estudo transversal.

Os resultados apresentados no Quadro DI sugerem fortemente que, nos 12 anos referidos, a taxa de mortalidade “Todas as causas” foi mais elevada em GE do que em GN e em GN2, sendo apenas ligeiramente inferior à taxa de GN1.

Quadro DI - Taxas de mortalidade “Todas as causas” em 12 anos (1991-2002), no grupo etário 25-64 anos, por grupo de exposição

	GE	GN	GN1	GN2
Taxa (/10 ⁵ hab.)	5377,5	4215,4	5521,9	4016,6
IC_{95%}	4 370,6; 6 546,9	3 822,7; 4 737,4	4 328,3; 6 943,0	3 606,2; 4 460,9

Nota: como denominador das taxas foi utilizada a estimativa da população (25-64 anos) das 8 freguesias, de acordo com os resultados do Censo de 2001

É, pois, possível que este viés gerado pelo delineamento transversal esteja presente.

No entanto, pelas razões indicadas atrás, o efeito do viés manifestar-se-á no sentido de diminuir as diferenças entre os grupos de exposição. Em consequência, as diferenças que, efectivamente, existam entre os grupos seriam superiores às que foram encontradas pelo estudo. Por outro lado e de acordo com a natureza deste viés, a não detecção de diferenças entre os grupos nos resultados do estudo não exclui a possibilidade de elas, efectivamente, existirem.

Como foi dito atrás, a mudança de freguesia de residência pode, como a mortalidade, introduzir um viés nos resultados obtidos por um delineamento transversal.

De facto, a mudança da freguesia de residência em idades inferiores a 65 anos pode estar associada a múltiplos factores, e entre eles pode estar o estado de saúde. Embora não seja possível demonstrar neste estudo, é plausível que os indivíduos que mudam de freguesia de residência sejam, em geral, mais saudáveis do que os que se mantêm na mesma freguesia e, por isso, apresentem parâmetros, em geral, mais próximos da normalidade.

Se a percentagem de indivíduos que mudam de residência diferir entre GE e os grupos de comparação, um viés pode estar presente. Nos dados do estudo não existem indicadores seguros de mudança de residência.

No entanto, a percentagem de indivíduos que declararam ter estado emigrados pode constituir um indicador parcial e indirecto do fenómeno referido.

A percentagem de indivíduos com um passado de emigração foi mais baixo em GE (28,8%) do que em qualquer dos grupos de comparação: GN=39,1%; GN1=43,7%; GN2= 36,0%) (Quadro R4). Desta forma, é provável que o viés exista.

Nesse caso, ele tenderá a tornar as diferenças encontradas entre GE e os grupos de comparação nos resultados do

estudo menores do que as que, efectivamente, se verificariam.

Note-se que, embora os vieses de mortalidade e de mudança de freguesia de residência tenham como resultado comum uma subestimação das diferenças entre os parâmetros de GE e os dos grupos de comparação, o seu mecanismo é diferente. De facto, no caso da mortalidade, a subestimação das diferenças é gerada pela exclusão na população GE de indivíduos que faleceram e tinham parâmetros presumivelmente mais afastados dos valores normais do que os que sobreviveram. Pelo contrário, no caso da mudança de freguesia de residência, a subestimação das diferenças é gerada pela exclusão nos grupos de comparação de indivíduos que mudaram de residência e que tinham, presumivelmente, parâmetros mais próximos dos valores normais do que os que se mantiveram na freguesia de residência original.

1.2 - ORGANIZAÇÃO E CONDUÇÃO DO ESTUDO

1.2.1 - Efeito dos não-respondentes

O efeito associado à percentagem de não-respondentes relativamente elevada (38,2%), no enviesamento dos resultados, não deverá ter sido relevante, uma vez que a comparação global entre algumas características dos respondentes e a dos não respondentes não revelou diferenças significativas, excepto no que respeita à percentagem de fumadores (respondentes: 7,5%; não respondentes: 14,0%).

1.2.2 - As freguesias escolhidas geram um grupo de comparação adequado?

As características da população do grupo de comparação (GN) escolhido são cruciais para que as eventuais diferenças com o grupo exposto (GE) possam ser consideradas como associadas à exposição à mina e à escombreira da Urgeiriça.

Os critérios utilizados para seleccionar as freguesias GN procuraram que as respectivas populações tivessem características demográficas, sociais e de exposição ambiental de base semelhantes às da população de Canas de Senhorim. Numa situação ideal, esta diferiria daquelas apenas pelo facto de estar exposta à mina e à escombreira.

Assim, e como já foi referido atrás, foram utilizados os critérios indicados a seguir para seleccionar as freguesias GN:

- a. Para tentar obter semelhança nas exposições ambientais de base, as freguesias respeitaram as seguintes características:
 1. situarem-se nos distritos de Viseu e Guarda, terem um fundo geológico granítico, de modo a assegurar que as suas populações estavam expostas a níveis de radiação natural equivalentes à da população de Canas de Senhorim, caso esta não tivesse a mina e a escombreira.
 2. os seus limites estarem afastados mais de 5 km de qualquer escombreira.
 3. localizarem-se a montante tanto das linhas de água que drenam Canas de Senhorim como dos ventos dominantes no distrito de Viseu (NE).
- b. Para tentar alcançar semelhança sócio-económica procurou-se que as freguesias GN tivessem populações de dimensão semelhante a Canas de Senhorim.

No domínio das características demográficas e sociais dos grupos de comparação são de salientar os seguintes aspectos (Quadro R4):

Sexo, idade e estado civil

Não houve diferenças significativas na distribuição por sexo, idade, estado civil das amostras GE e GN (e as suas componentes GN1 e GN2).

Grau de escolaridade

A percentagem de indivíduos com 4 anos de escolaridade ou menos foi significativamente inferior em GE (69,1%) do que em GN (77,3%) e em GN1 (86,5%). No entanto, essa percentagem foi quase igual à de GN2 (71%).

O número médio de anos de escolaridade foi também significativamente mais elevado em GE (5,3 anos) do que em GN1 (3,8 anos) e muito próximo de GN2 (5,6 anos).

É assim de considerar que, no que respeita ao grau de escolaridade, as populações das freguesias GE e GN2 são mais semelhantes comparáveis entre si e diferem de GN1.

Anos de residência na freguesia

O número médio de anos de residência na freguesia foi muito semelhante em GE (42,0 anos) e em GN (41,1 anos). Foi, porém, mais alto em GN1 (45,7 anos) e mais baixo em GN2 (37,9 anos).

Em relação a este parâmetro, o grupo GN parece mais adequado para comparação com GE do que qualquer dos dois subgrupos isoladamente.

Experiência de emigração

A percentagem de indivíduos que declarou ter estado emigrado foi significativamente mais baixa em GE (28,8 %) do que em GN (39,1%) e em GN1 (43,7%), tendo GN2 o valor mais próximo de GE (36,0%). Embora bastante diferente, GN2 constituiu o melhor grupo de comparação com GE, no que respeita a este parâmetro.

Actividade rural

A percentagem de indivíduos que declarou "trabalhar no campo" foi significativamente mais elevada em GN1 (92,9%) e mais baixa em GN2 (55,9%) do que em GE (64,6 %). O grupo GN (70,8%) teve o valor mais próximo de GE.

A utilização de agentes pesticidas foi significativamente mais elevada em GN1 (83,3%) do que em GE (51,9%). GN2 (45,7%) teve um valor próximo de GE.

Genericamente, ambos os parâmetros indicam um carácter de ruralidade mais intenso no sub-grupo GN1 em relação aos restantes. Afigura-se que o sub-grupo GN2 é mais comparável a GE no que respeita à importância da actividade rural.

Consumo diário de tabaco

A percentagem de homens que declarou consumir tabaco diariamente foi mais elevada em GE (18,6%) do que em GN (14,0%). Aquela percentagem foi significativamente superior à de GN1 (4,8%) e ligeiramente inferior a GN2 (20,0%).

A percentagem de mulheres fumadoras foi apreciavelmente mais baixa mas a ordenação dos grupos foi semelhante, embora nenhuma das diferenças fosse estatisticamente significativa.

Também em relação a este parâmetro se constata que o sub-grupo GN2 é o mais semelhante a GE.

Consumo de álcool

Quando ambos os sexos foram considerados em conjunto, o grupo GE teve uma média semanal de consumo de álcool (64,9 g/semana) significativamente mais baixa do que GN (105,5 g/semana), GN1 (124,2 g/semana) ou GN2 (92,8 g/semana). Note-se que o valor médio mais elevado foi verificado no grupo GN1 e que GN2 foi o valor mais próximo de GE (Quadro R4).

Em resumo, é de realçar que, das 10 características indicadas, os grupos GE e GN tiveram diferenças estatisticamente significativas em duas (grau de escolaridade e experiência de emigração) e num parâmetro (uso de pesticidas agrícolas) de uma terceira característica (actividade rural).

Por outro lado, as características sócio-económicas de GE revelaram-se claramente mais semelhantes às características de GN2 do que às de GN1.

Com efeito, das características indicadas atrás, as diferenças entre GE e GN2 só foram estatisticamente significativas para 2 delas (anos de residência na freguesia e consumo de álcool).

Pelo contrário, as diferenças entre GE e GN1 foram estatisticamente significativas em 6 dessas características (grau de escolaridade, anos de residência na freguesia, experiência de emigração, consumo de tabaco, consumo de álcool e actividade rural).

Nestas condições, afigura-se que, do ponto de vista social, o grupo GN2 é mais adequado do que GN1 como sub-grupo de comparação com GE.

Por isso, embora todas as comparações GE/GN, GE/GN1 e GE/GN2 sejam apresentadas, os resultados obtidos nas comparações GE/GN1 devem merecer menor relevância nas conclusões do que os obtidos nas comparações GE/GN ou GE/GN2.

1.2.3 - Potenciais vieses associados à realização de entrevistas à colheita de amostras biológicas, os grupos de exposição, em diferentes meses do ano

As entrevistas e as colheitas de amostras biológicas iniciaram-se na freguesia de Canas de Senhorim (GE) onde decorreram entre 28 de Abril e 16 de Junho de 2003. Nas restantes freguesias (GN) tiveram lugar sucessivamente desde 23 de Junho até 12 de Agosto, com excepção da freguesia de Seia, na qual as colheitas foram realizadas no final de Setembro.

Razões operacionais relacionadas com a adesão da população e com a organização do trabalho de campo desaconselharam que a abordagem dos participantes das várias freguesias fosse distribuída aleatoriamente ao longo do tempo.

Esta circunstância poderia induzir vieses nas comparações entre GE e GN através de dois mecanismos diferentes:

1.2.3.1 - Efeito do aumento da temperatura do ar nos valores dos parâmetros biológicos;

1.2.3.2 - Efeito do período de férias na constituição da amostra GN.

Estes eventuais efeitos são discutidos a seguir.

1.2.3.1- Possível efeito do aumento da temperatura do ar nos valores dos parâmetros biológicos

As amostras biológicas foram colhidas aos participantes GE num período do ano em que as temperaturas foram, em média, mais baixas do que as registadas no período em que foram feitas as colheitas aos participantes GN. De facto, e como é natural, a temperatura média do ar foi aumentando, em média, entre Abril e Agosto, mês em que, aliás, ocorreu uma intensa onda de calor.

Face aos diferentes níveis de temperaturas que se registavam nos períodos em que tiveram lugar as colheitas dos participantes GE e GN poderia admitir-se que os valores dos parâmetros laboratoriais de GN estivessem artificialmente aumentados em relação aos valores que seriam obtidos se a temperatura do ar fosse semelhante à registada no período em que as colheitas GE foram realizadas (Abril/Junho). Com efeito, temperaturas mais elevadas poderiam gerar formas ligeiras de desidratação com consequente hemoconcentração, porventura também muito ligeira, tanto dos parâmetros bioquímicos como hematológicos.

Estar-se-ia, assim, face a um potencial enviesamento, em que os valores obtidos em GE seriam sistematicamente mais baixos do que os obtidos em GN, devido a esse fenómeno de hemoconcentração.

De acordo com as hipóteses em estudo, a exposição (à mina e escombreira, através da radiação e dos metais pesados) poderia estar associada a valores mais baixos de um conjunto de parâmetros laboratoriais nos indivíduos GE em relação aos indivíduos GN (como o número de plaquetas, de leucócitos e seus tipos, de T4 livre ou de testosterona). Se existisse hemoconcentração, as diferenças encontradas poderiam ser explicadas, no todo ou em parte pelas

diferenças de temperaturas do ar registadas na altura das colheitas de sangue e não pelas exposições em estudo.

Pelo contrário, quando se tratou de parâmetros laboratoriais que, segundo as hipóteses em estudo, se esperava terem valores mais elevados em GE do que em GN (como a concentração de metais pesados ou alguns parâmetros hormonais) o eventual viés induzido pelas diferenças de temperatura tenderia a diminuir as diferenças encontradas e a reduzir ou mesmo anular, artificialmente, essas diferenças.

Para verificar se o aumento da temperatura ambiente poderia ter alterado os valores dos parâmetros bioquímicos e hematológicos foram comparados os valores de 5 parâmetros (leucócitos, hemoglobina, ureia, glicemia e colesterolemia) obtidos no Laboratório de Patologia Clínica (LPC) do Hospital de S. Teotónio, em Viseu, em amostras de sangue provenientes dos utentes da consulta externa.

Para tal utilizaram-se resultados de colheitas realizadas durante períodos do ano de 2003, com diferentes níveis de temperatura máximas: 1-12 de Fevereiro, correspondente ao Inverno, com as temperaturas mais baixas; 1-12 Maio correspondente ao período inicial da colheita de amostras GE; 17-27 de Julho correspondente ao meio do período de colheitas GN; 29 Julho a 13 Agosto, correspondente ao período da onda de calor, em que foram realizadas as colheitas nos participantes da freguesia de Sátão e Campo.

Assumi-se que, se as diferenças da temperatura do ar influenciassem os valores dos parâmetros biológicos, o seu efeito podia ser demonstrado nos utentes do LPC e a presença ou ausência de efeito poderia ser aplicável aos participantes no estudo "MINURAR".

A selecção dos parâmetros referidos teve em consideração a frequência da sua determinação no LPC. Com efeito, para identificar a eventual variação das con-

centrações com a temperatura era necessário que fosse obtido um número elevado de resultados em cada um dos períodos escolhidos (cerca de 2 semanas).

Os cinco parâmetros seleccionados incluíram três que correspondiam às hipóteses em análise no estudo e outros dois que, embora não constando dessas

hipóteses, eram de determinação muito frequente no laboratório.

Para cada um dos quatro períodos de tempo referidos foram calculadas duas médias: uma que incluiu todos os valores e outra que apenas considerou os valores “normais”, isto é, os que se situavam dentro dos valores de referência utilizados para fins clínicos (Quadro D2).

Quadro D2 - Médias dos valores de 5 parâmetros laboratoriais obtidos nas amostras de utentes da consulta externa do Hospital de S. Teotónio SA, em Viseu, em períodos com diferentes níveis de temperatura do ar ** (2003)

	1-12.FEV.	1-12.MAIO	17-27.JUL	29.JUL-13.AG
SÓ VALORES “NORMAIS”				
LEUCÓCITOS	6,71 dp=1,76 (508)	6,83 dp=1,71 (513)	6,85 dp=1,68 (309)	6,84 dp=1,68 (518)
HEMOGLOBINA	14,08 dp=1,21 (463)	14,27 dp=1,29 (469)	14,28 dp=1,42 (272)	14,01 dp=1,29 (469)
UREIA	30,9 dp=6,6 (352)	32,9 dp=6,4 (290)	31,0 dp=6,8 (199)	30,6 dp=7,1 (323)
GLICEMIA	90,2 dp=11,7 (431)	93,6 dp=11,5 (425)	87,5 dp=12,6 (262)	89,7 dp=12,6 (452)
COLESTEROL	190,8 dp=18,7 (124)	190,7 dp=19,0 (124)	188,1 dp=21,5 (64)	188,9 dp=20,2 (101)
TODOS OS VALORES				
LEUCÓCITOS	7,16 dp=4,60 (577)	7,43 dp=5,73 (575)	6,96 dp=2,30 (338)	7,19 dp=4,58 (600)
HEMOGLOBINA	13,69 dp=1,53 (577)	13,82 dp=1,73 (575)	13,82 dp=1,76 (338)	13,53 dp=1,68 (600)
UREIA	40,1 dp=27,1 (479)	44,9 dp=28,6 (480)	43,2 dp=30,0 (281)	41,2 dp=24,6 (491)
GLICEMIA	99,4 dp=34,7 (493)	102,5 dp=31,6 (480)	97,1 dp=38,0 (302)	98,2 dp=32,6 (516)
COLESTEROL	200,8 dp=44,7 (295)	207,9 dp=48,0 (296)	191,2 dp=43,0 (169)	197,6 dp=55,2 (260)
Temp. max. do ar (°C) (média)	16,3	19,1	24,3	35,8

FONTES: * Laboratório de Patologia Clínica do Hospital de S. Teotónio; ** Instituto de Meteorologia
dp- desvio-padrão (...) – número de efectivos utilizados no cálculo

Pode constatar-se que em nenhum dos parâmetros analisados foram encontradas diferenças relevantes entre os valores médios obtidos para cada um dos períodos, nem nenhuma tendência crescente ou decrescente desses valores.

É de realçar que, na amostra de utentes da consulta externa do Hospital, no período 1-12.Mai (durante o qual ocorreu a colheita de amostras em GE), os valores médios dos 5 parâmetros não foram inferiores aos dos dois períodos seguintes, como seria de esperar se o efeito de temperaturas elevadas gerasse hemoconcentração.

Mesmo durante o último período, correspondente à intensa onda de calor então ocorrida em Portugal, os valores médios não foram, em regra, mais altos do que nos períodos com temperaturas mais baixas.

Saliente-se ainda que este padrão teve lugar tanto na comparação das médias do conjunto de todos os valores como na comparação apenas dos valores “normais”.

Por outro lado, deve salientar-se que também a variabilidade dos valores, apreciada pelos desvios-padrão, não mostrou, em regra, diferenças relevantes entre os quatro períodos de tempo considerados.

Assim, afigura-se adequado concluir que as temperaturas do ar na altura das colheitas não terão induzido vieses nas comparações dos parâmetros biológicos obtidos nos grupos GE e GN e, conseqüentemente, não afectaram as comparações dos parâmetros biológicos obtidos nos grupos GE e GN.

1.2.3.2 -Possível efeito do período de férias na constituição da amostra GN

As entrevistas e colheitas de amostras biológicas em várias freguesias GN (Sátão e Campo) tiveram lugar em período de férias (Julho e Agosto de 2003) ao contrário do que aconteceu com GE em que o trabalho de campo se estendeu do final de Abril a meio de Junho.

Por outro lado, a percentagem de não-respondentes foi apreciável tanto em GE (34,4%) como em GN (42,0%).

É igualmente provável que, parte das não-respostas por “impossibilidade de contacto” estejam relacionadas com ausências ocasionais dos indivíduos devido a férias.

Pode também admitir-se que, provavelmente, os indivíduos que se ausentam para férias são, em geral, mais saudáveis do que aqueles que o não fazem. Por isso, os seus parâmetros e características terão valores, em média, mais próximos dos valores “normais”.

Se esta situação for real pode ocorrer um potencial viés na comparação entre GE e GN. Com efeito, os não-respondentes da amostra GN poderão incluir uma proporção apreciável de indivíduos em férias e, por isso, eventualmente mais saudáveis. Tal selecção não terá acontecido com GE já que a abordagem dos indivíduos desse grupo aconteceu antes do período de férias. Então, em GN, as médias dos parâmetros laboratoriais poderão estar artificialmente desviadas no sentido de valores anormais, já que os indivíduos “doentes” poderão estar sobre-representados e os “saudáveis” sub-representados.

O mesmo poderá ocorrer no que respeita às percentagens de indivíduos com determinadas doenças ou características “anormais”.

Não é possível excluir a existência deste viés. Saliente-se, contudo, que o seu efeito tenderia, sempre a diminuir as diferenças entre GE e GN (tendo o GE médias ou percentagens desviadas no sentido da “anormalidade”).

Em suma, seja qual for o parâmetro ou característica considerada, nenhuma das diferenças encontradas, estaria diminuída ou anulada por este potencial viés. Pelo contrário, o viés, a existir, poderá estar a diminuir ou mesmo a anular diferenças que eventualmente existam entre os dois grupos de comparação.

2 - A EXPOSIÇÃO À MINA DA URGEIRIÇA E À RESPECTIVA ESCOMBREIRA PODE SER CAUSA DAS DIFERENÇAS ENCONTRADAS?

Os resultados mostram uma forte evidência de que existem, de facto, diferenças na maioria dos parâmetros usados na comparação de GE com os grupos de comparação. O acaso não explica essas diferenças e há evidência que também não são facilmente explicáveis pelos potenciais vieses enunciados atrás.

Assim sendo, a exposição da população de Canas de Senhorim à mina e à escombreira apresentam-se como causa provável das diferenças encontradas. Essa constitua, aliás, a exposição sob suspeita, tida em conta nos objectivos e no delineamento do estudo.

No entanto, outra exposição ambiental poderia explicar as diferenças. Com efeito a Companhia Portuguesa de Fornos Eléctricos funcionou durante largos anos, em Canas de Senhorim, expondo a população a níveis elevados de poluição do ar.

Esta empresa produzia silício a partir de quartzo e dava origem a um elevado empoeiramento da atmosfera como resultado do funcionamento dos seus fornos. Tanto quanto foi possível apurar, a sílica era a componente dessa poluição mais preocu-

pante para a saúde. É pouco provável que a exposição à poluição atmosférica gerada pela CPFE esteja na origem das diferenças encontradas entre a população de Canas de Senhorim e as das freguesias de comparação.

Com efeito, seria difícil que uma exposição a poluentes atmosféricos, por via inalatória, de natureza profissional, ou não, estivesse na origem de efeitos tão diferentes e específicos como a diminuição das funções tiroideia e reprodutiva ou as alterações hematológicas.

Por outro lado, não foi possível identificar outras exposições, actuais ou passadas, que afectando a população de Canas de Senhorim, pudessem explicar as diferenças encontradas.

3. RESULTADOS AINDA NÃO DISPONÍVEIS

Importa notar que os resultados referentes às alterações cromossómicas e a parte das determinações de ^{210}Po no cabelo não constam deste relatório, visto que só estarão disponíveis no final do ano de 2005.

Esses resultados serão um complemento importante para as conclusões deste estudo, embora não invalidem os resultados apresentados no presente relatório.

Os resultados obtidos neste estudo, enquadrados no âmbito da Resolução da Assembleia da República nº 34/2001 e nas hipóteses formuladas, pesando embora algumas limitações já salientadas, permitem formular as conclusões seguintes.

A - NO QUE RESPEITA À RADIOACTIVIDADE AMBIENTE

1. Na freguesia de Canas de Senhorim existem algumas áreas com elevadas doses de radiação ambiente devido às grandes quantidades e à composição dos escombros do tratamento do minério e de águas contaminadas, os quais contêm elevadas concentrações de radionuclidos da série do urânio. Estas concentrações, muito acima do fundo radioactivo natural, de um modo geral correspondem às zonas das escombrelas, embora haja pequenos pontos com concentrações radioactivas elevadas localizados fora da zona sinalizada e vedada das escombrelas.
2. As águas distribuídas pelas redes públicas de abastecimento têm concentrações de radionuclidos geralmente baixas, mas são, comparativamente, mais elevadas nas freguesias de GN1. Contudo, considerando todas as águas para consumo em uso nestas freguesias, verifica-se que as concentrações decrescem de GE para GN1 e decrescem ainda mais para GN2.
3. Um gradiente das concentrações de radionuclidos da série do urânio, geralmente decrescente de GE para GN1 e ainda mais para GN2, foi observado nos solos, nas águas, nos produtos hortícolas, e no radão no ar exterior e no ar no interior das habitações.

Existe, pois, o potencial para que a população de GE possa receber uma dose de radiação externa mais elevada, sobretudo se frequentar a zona das escombrelas ou estiver em contacto com os materiais resultantes da actividade mineira. Uma parte da população de GE está ainda exposta, a Sul das escombrelas, à inalação

de radão no ar exterior em concentrações significativamente mais elevadas do que nas outras freguesias.

B - NO QUE RESPEITA À DISTRIBUIÇÃO DOS METAIS E DE OUTROS CONTAMINANTES QUÍMICOS NO AMBIENTE

1. A grande maioria dos metais, quer em solos quer em águas sub-superficiais, normalmente considerados como indesejáveis, encontram-se abaixo de limites referidos em diversos documentos legislativos (nacionais ou estrangeiros) como valores máximos admissíveis, inclusive na freguesia onde reside o grupo exposto;
2. O caso do U nos solos, foi considerado à parte. Embora não existam limites definidos na legislação (o critério habitual é a definição de doses máximas de radiação e não de teores de U), a freguesia de Canas de Senhorim distingue-se claramente das freguesias de referência, sendo a anomalia muito mais vincada se a análise dos dados se circunscrever à bacia de drenagem local que alberga a mina, suas antigas instalações e a escombrela;
3. Valores pontuais anómalos relativos a alguns metais, em número muito reduzido de casos, foram anotados e feitas tentativas de correlação com particularidades dos locais onde ocorreram;
4. Apesar da complexidade dos padrões de distribuição dos elementos químicos no contexto global das freguesias estudadas (quer em solos quer em águas sub-superficiais), através de uma janela particular de observação foi possível mostrar que a freguesia de Canas de Senhorim se distingue dos 2 grupos de freguesias de referência por um conjunto de elementos, os quais ocorrem com teores mais elevados e são correlacionáveis com a “assinatura geoquímica” típica das mineralizações de U;

Como síntese final desta componente do estudo, pode afirmar-se que a auréola de dispersão dos elementos químicos a partir da escombreira da Mina da Urgeiriça e demais instalações mineiras abandonadas não se manifesta, ainda, para além dos limites da bacia de drenagem que envolve a linha de água principal local.

Contudo, há indicadores claros de que a actividade mineira do U na região influenciou o ambiente a tal ponto que se torna visível através de um plano de observação global do território, que não foi especificamente projectado para rastreio dos indícios dessa actividade mineira.

Parece, assim, sensato concluir que as medidas de protecção anteriormente asseguradas pela empresa em laboração – armazenamento de resíduos, vedação de territórios, tratamentos de efluentes, vigilância de escombreiras, bombagens de águas subterrâneas e posteriores tratamentos – estarão ainda a produzir os seus efeitos, ou seja, o processo de “abandono” ainda não está verdadeiramente instalado.

No entanto, os resultados alcançados com esta componente da investigação apontam claramente para a existência de uma situação singular na região onde se localizou o complexo industrial das minas da Urgeiriça e actualmente se encontram armazenados escombros, minérios pobres, rejeitos do tratamento de minérios, lamas do tratamento de águas, sucatas e outros restos de equipamentos e resíduos de demolição das infra-estruturas do complexo industrial.

C - NO QUE RESPEITA AOS EFEITOS NA SAÚDE

As conclusões referentes aos efeitos na saúde situam-se em dois planos.

C.1 Diferenças entre a população de Canas de Senhorim e a população de comparação.

Foram encontradas diferenças relevantes entre a população de Canas de Senhorim e a população de comparação. De facto:

1. a população residente na freguesia de Canas de Senhorim (GE), apresentou características e valores laboratoriais compatíveis com uma diminuição de várias das funções estudadas, em relação à população residente no conjunto das 7 freguesias de comparação (GN).
2. Essa diminuição inclui, de forma mais clara:
 - 2.1 - a função tiroideia;
 - 2.2 - a função reprodutiva do homem;
 - 2.3 - as três séries sanguíneas: eritrocitária, leucocitária e plaquetária.

Embora com evidência menos forte, os resultados sugerem também que pode haver diminuição da função reprodutiva da mulher e da função renal.

Conclusões quase sobreponíveis às descritas na comparação GE/GN foram obtidas quando a comparação de GE foi feita com o sub-grupo das freguesias sem minas e escombreiras (GN2), o sub-grupo de comparação com características sociais mais próximas de GE.

As comparações GE/GN1 mostraram, também, um predomínio de resultados favoráveis às hipóteses formuladas embora este predomínio tenha sido menos evidente do que nas comparações GE/GN e GE/GN2.

C2. Causas das diferenças encontradas

1. A natureza observacional do estudo realizado não permite indicar, de forma definitiva e inequívoca, qual (ou quais) as exposições ou causas que explicam as diferenças encontradas.
2. No entanto, a exposição prolongada da população residente na freguesia de Canas de Senhorim a níveis de radiação e de metais pesados superiores aos das populações das restantes freguesias constitui explicação plausível para essas diferenças. Com efeito, não se consegue identificar qualquer outra exposição que possa causar efeitos em funções e parâmetros biológicos tão diferentes.

3. Os resultados dos estudos de genotoxicidade, e da concentração de ^{210}Po excretado pelo organismo através da incorporação no cabelo, cujas análises estão ainda em curso, deverão contribuir para a obtenção de conclusões mais definitivas

Autorização concedida pela Comissão Nacional de Protecção de Dados ao Secretariado Técnico para o Processo Eleitoral para que a base de dados dos cidadãos eleitores fosse utilizada na selecção da amostra de indivíduos elegíveis



COMISSÃO NACIONAL
DE PROTECÇÃO DE DADOS

Exmº Senhor
Director do Instituto Nacional
de Saúde - Dr. Ricardo Jorge
Av. Padre Cruz
1649 - 016 Lisboa

N/Ref.
02.05
Proc. n.º 2573/2002
Of. n.º 03.01.22

Assunto: Acesso à Base de Dados do Recenseamento Eleitoral.

Com referência ao pedido formulado por esse Instituto em 05.12.2002 através do ofício D/592/2002 sobre o assunto em epígrafe, informa-se V. Exª de que a CNPD deliberou autorizar o STAPE a fornecer os dados nos termos e condições constantes da Autorização n.º 06/03 proferida em 21.01.2003, cuja cópia se anexa.

Com os melhores cumprimentos

A Directora de Serviços

(Isabel Cristina Cruz)

MM

QUESTIONÁRIO

... DADOS DEMOGRÁFICOS

5.9. Já reside noutras freguesias do distrito de Coimbra?

1 2

Indique quais	Entre que anos

5.10. Já reside noutras freguesias do distrito de Coimbra?

1 2

Indique quais	Entre que anos

5.11. Esteve emigrado:

1 Sim 2 Não (→ 5.13)

Se sim:

5.12. Quantos anos, no todo: (se poder indique entre que anos: e)

se menos de 1 ano, repositivo

(7 dias)

5.13. Viveu ou trabalhou perto de uma central nuclear: 1 Sim 2 Não (→ 5.16) 9 (→ 5.16)

Se sim:

5.14. Onde:

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100

5.15. Durante quanto tempo:

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100

5.16. Viveu ou trabalhou perto de alguma central eléctrica:

ou perto de transformação de alta tensão:

1 Sim 2 Não (→ 5.19) 9 (→ 5.19)

Se sim:

5.17. Onde:

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100

5.18. Durante quanto tempo:

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100

... DADOS DEMOGRÁFICOS

5.19. Em sua casa vive/viveu alguma pessoa com profissão de mineiro: 1 Sim 2 Não (→ 5.22)

Se sim:

5.20. Quanto tempo reside/residiu consigo:

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100

5.21. Durante quanto tempo e que essa pessoa foi mineira:

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100

PROFISSÃO

5.22. Actualmente é:

- 1. trabalhador activo
- 2. doméstica
- 3. trabalhador rural
- 4. reformado
- 5. desempregado
- 6. não tem qualquer actividade profissional
- 7. outra situação (indique)

Essas perguntas seguem a todos os entrevistados

5.23. Durante a sua vida alguma vez trabalhou numa empresa de minas de urânio? 1 2 (7-100)

5.24. Trabalhou lá como mineiro? 1 2 (7-100)

5.25. Quantos anos trabalhou a seu abito?

5.26. E quantos anos trabalhou no subterrâneo?

5.27. Trabalhou no tratamento quando do mineiro? 1 2 (7-100)

5.28. Durante quantos anos?

5.29. E trabalhou no processamento do concentrado? 1 2 (7-100)

5.30. Durante quantos anos:

5.31. E nos escritórios ou noutras instalações não industriais da mina? 1 2 (7-100)

5.32. Durante quantos anos?

... CONSUMO DE TABACO

Se para fumadores ocasionais (acima) (p 7.1-7.2)

7.5. Anteriormente fumava,

durante (pelo menos um cigarro por dia) 1
ocasionalmente (menos de um cigarro por dia, em média) 2

(passar para a pergunta 7.12)

7.6. No período em que fumava mais quantos cigarros fumava por dia? cig.

7.7. Com que idade começou a fumar? anos

(passar para a pergunta 7.12)

Se para não fumadores (acima) (p 7.1-7.2)

7.8. Anteriormente fumava,

durante (pelo menos um cigarro por dia) 1
ocasionalmente (menos de um cigarro por dia, em média) 2 (p 13)
ou nunca fumou? 3 (p 13)

7.9. No período em que fumava mais quantos cigarros fumava por dia? cig.

7.10. Com que idade começou a fumar? anos

7.11. Com que idade deixou de fumar?

.... CONSUMO DE TABACO PASSIVO

7.12. Em sua casa,
hoje ou há pessoas que fumem durante (para de si) 1 Sim 2 Não (→ 7.14)

7.13. Se sim, durante quantos anos?

7.14. No seu trabalho,
hoje ou há pessoas que fumem durante (para de si) 1 Sim 2 Não (→ 8.1)

7.15. Se sim, durante quantos anos?

Seção D - INTERNAMENTOS

8.1. Quantas vezes já esteve internado num hospital/unidade de saúde
(não incluir internamentos por acidente)
(se nunca esteve internado passe para a pergunta 8.27) (99 não sabe)

Na 1ª internamento

(9 não sabe)

8.2. Qual foi o hospital? 9

8.3. Em que serviço esteve internado 9

8.4. Em que data esteve internado (entre obter o ano e mês) ____ / ____ 9
(se não souber a data de internamento
indique a idade que tinha a data do mesmo) ____ anos)

8.5. Qual foi o motivo ou motivos que o levaram ao internamento 9

1. 9

2. 9

3. 9

8.6. Frequentou a consulta externa por alguma destas doenças. Qual 9

Na 2ª internamento

8.7. Qual foi o hospital? 9

8.8. Em que serviço esteve internado 9

8.9. Em que data esteve internado (entre obter o ano e mês) ____ / ____ 9
(se não souber a data de internamento
indique a idade que tinha a data do mesmo) ____ anos)

8.10. Qual foi o motivo ou motivos que o levaram ao internamento 9

4. 9

5. 9

6. 9

8.11. Frequentou a consulta externa por alguma destas doenças. Qual 9

... INTERNAMENTOS

No 3º internamento:

- 8.12. Qual foi o hospital _____ (9 não sabe) _____ 9
 8.13. Em que serviço esteve internado _____ 9
 8.14. Em que data esteve internado (leste obter o ano e mês) _____ / _____ 9
 (se não souber a data de internamento indique a idade que tinha à data do ingresso _____ anos)

8.15. Qual foi o motivo ou motivos que o levaram ao internamento

- 7 _____ 9
 8 _____ 9
 9 _____ 9

8.16. Frequentou a consulta externa por alguma destas doenças. Qual _____

No 4º internamento:

- 8.17. Qual foi o hospital _____ 9
 8.18. Em que serviço esteve internado _____ 9
 8.19. Em que data esteve internado (leste obter o ano e mês) _____ / _____ 9
 (se não souber a data de internamento indique a idade que tinha à data do ingresso _____ anos)

8.20. Qual foi o motivo ou motivos que o levaram ao internamento

- 10 _____ 9
 11 _____ 9
 12 _____ 9

8.21. Frequentou a consulta externa por alguma destas doenças. Qual _____

No 5º internamento:

- 8.22. Qual foi o hospital _____ 9
 8.23. Em que serviço esteve internado _____ 9
 8.24. Em que data esteve internado (leste obter o ano e mês) _____ / _____ 9
 (se não souber a data de internamento indique a idade que tinha à data do ingresso _____ anos)

... INTERNAMENTOS

8.25. Qual foi o motivo ou motivos que o levaram ao internamento

13. _____ (9 não sabe) _____ 9
 14. _____ 9
 15. _____ 9

8.26. Frequentou a consulta externa por alguma destas doenças. Qual _____

INTERVENÇÕES CIRÚRGICAS

8.27. Alguma vez sofreu intervenções cirúrgicas: 1 Sim 2 Não (→ 8.29)

- 8.28. Se sim, qual, ou quais _____ 1 Sim 2 Não (→ 8.29)

8.29. Está à espera de ser operado 1 Sim 2 Não (→ 9.1)

8.30. Se sim, qual o motivo _____

8.31. Em que hospital instalação _____ 9

Seção E - EFEITOS SOBRE A TIROIDEIA

9.1. Sofreu ou sofre de bócio 1 Sim 2 Não (→ 9.6) (9 não sabe) 9 (→ 9.6)

9.2. Desde que idade anos 9

9.3. Nome do médico que fez o diagnóstico _____ 9

9.4. Em que hospital ou instituição _____ 9

9.5. Em que serviço _____ 9

9.6. Teve ou tem nódoas ou caroços na tiroide 1 Sim 2 Não (→ 9.11) 9 (→ 9.11)

9.7. Com que idade apareceram anos 9

9.8. Nome do médico que fez o diagnóstico _____ 9

9.9. Em que hospital ou instituição _____ 9

9.10. Em que serviço _____ 9

... EFEITOS SOBRE A FUNÇÃO REPRODUTORA E A GESTAÇÃO ... MULHERES...

- 10.20. Onde é que terminou essa gravidez (parto ou aborto)
- 1 no hospital (indique qual) _____ 1. Sim 2 Não 3 Não 4 Não 5 Não
- 2 numa clínica/consultório 3 em casa 4 numa parteira 5 neutro/local
- 10.21. Essa gravidez terminou:
- num parto (de termo ou prematuro) 1
- num aborto espontâneo 2
- ou num aborto provocado 3
- 10.22. Quantos bebés nasceram (hoje nessa) dessa gravidez? _____ 9

(Faça a pergunta seguinte apenas nas gravidezes que terminaram em parto)

- 10.23. Esse(s) bebé(s) nasceram(nasceram) vivo(s) 1 Sim 2 Não 9
- 10.24. O bebé (ou o feto) tinha algum defeito (mesmo pequeno ou que não se notasse à nascença)
- 1 Sim 2 Não (→ próxima gravidez) 9
- 10.25. Se sim, que defeito(s) era(m) esse(s) _____
- defeito 1 _____ 9
- defeito 2 _____ 9
- 10.26. Em que hospital é seguido o seu filho _____ 9
- 10.27. Qual é o nome próprio desse filho _____ 9

3ª GRAVIDEZ

(9 não sabe)

- 10.28. Em que ano ficou grávida pela 3ª vez _____ ano 9
- 10.29. Que idade tinha nessa altura _____ anos 9
- 10.30. Com quantas semanas terminou essa gravidez _____ 9
- 10.31. Onde é que terminou essa gravidez (parto ou aborto)
- 1 no hospital (indique qual) _____ 1. Sim 2 Não 3 Não 4 Não 5 Não
- 2 numa clínica/consultório 3 em casa 4 numa parteira 5 neutro/local
- 10.32. Essa gravidez terminou:
- num parto (de termo ou prematuro) 1
- num aborto espontâneo 2
- ou num aborto provocado 3
- 10.33. Quantos bebés nasceram (hoje nessa) dessa gravidez? _____ 9

(Faça a pergunta seguinte apenas nas gravidezes que terminaram em parto)

- 10.34. Esse(s) bebé(s) nasceram(nasceram) vivo(s) 1 Sim 2 Não 9

... EFEITOS SOBRE A FUNÇÃO REPRODUTORA E A GESTAÇÃO ... MULHERES...

- 10.35. O bebé (ou o feto) tinha algum defeito (mesmo pequeno ou que não se notasse à nascença)
- 1 Sim 2 Não (→ próxima gravidez) 9
- 10.36. Se sim, que defeito(s) era(m) esse(s) _____ 9
- defeito 1 _____ 9
- defeito 2 _____ 9
- 10.37. Em que hospital é seguido o seu filho _____ 9
- 10.38. Qual é o nome próprio desse filho _____ 9

4ª GRAVIDEZ

(9 não sabe)

- 10.39. Em que ano ficou grávida pela 4ª vez _____ ano 9
- 10.40. Que idade tinha nessa altura _____ anos 9
- 10.41. Com quantas semanas terminou essa gravidez _____ 9
- 10.42. Onde é que terminou essa gravidez (parto ou aborto)
- 1 no hospital (indique qual) _____ 1. Sim 2 Não 3 Não 4 Não 5 Não
- 2 numa clínica/consultório 3 em casa 4 numa parteira 5 neutro/local
- 10.43. Essa gravidez terminou:
- num parto (de termo ou prematuro) 1
- num aborto espontâneo 2
- ou num aborto provocado 3
- 10.44. Quantos bebés nasceram (hoje nessa) dessa gravidez? _____ 9

(Faça a pergunta seguinte apenas nas gravidezes que terminaram em parto)

- 10.45. Esse(s) bebé(s) nasceram(nasceram) vivo(s) 1 Sim 2 Não 9
- 10.46. O bebé (ou o feto) tinha algum defeito (mesmo pequeno ou que não se notasse à nascença)
- 1 Sim 2 Não (→ próxima gravidez) 9
- 10.47. Se sim, que defeito(s) era(m) esse(s) _____ 9
- defeito 1 _____ 9
- defeito 2 _____ 9
- 10.48. Em que hospital é seguido o seu filho _____ 9
- 10.49. Qual é o nome próprio desse filho _____ 9

... EFEITOS SOBRE A FUNÇÃO REPRODUTORA E A GESTAÇÃO ... MULHERES...

5ª GRAVIDEZ

(9 não sabe)

10.50. Em que ano ficou grávida pela 5ª vez? ano 9

10.51. Que idade tinha nessa altura? anos 9

10.52. Com quantas semanas terminou essa gravidez? semanas 9

10.53. Onde e que terminou essa gravidez (parto ou aborto)

1 no hospital (indique qual)

2 numa clínica/consultório 3 em casa 4 numa parteira 5 outro local

10.54. Essa gravidez terminou

num parto (de termo ou prematuro) 1
num aborto espontâneo 2
ou num aborto provocado 3

10.55. Quantos bebés nasceram (houve nessa) dessa gravidez? 9

(Dê a pergunta seguinte apenas aos grávidas que terminaram em parto)

10.56. Esse(s) bebé(s) nasceu(nasceram) vivo(s) 1 Sim 2 Não 9

10.57. O bebé (ou o feto) tinha algum defeito (mesmo pequeno ou que não se notasse à nascença)

1 Sim 2 Não (→ próxima gravidez) 9

10.58. Se sim, que defeito(s) era(m) esse(s)

defeito 1 9

defeito 2 9

10.59. Em que hospital e seguido o seu filho? 9

10.60. Qual é o nome próprio desse filho? 9

6ª GRAVIDEZ

(9 não sabe)

10.61. Em que ano ficou grávida pela 6ª vez? ano 9

10.62. Que idade tinha nessa altura? anos 9

10.63. Com quantas semanas terminou essa gravidez? semanas 9

10.64. Onde e que terminou essa gravidez (parto ou aborto)

1 no hospital (indique qual)

2 numa clínica/consultório 3 em casa 4 numa parteira 5 outro local

... EFEITOS SOBRE A FUNÇÃO REPRODUTORA E A GESTAÇÃO ... MULHERES...

10.65. Essa gravidez terminou

num parto (de termo ou prematuro) 1
num aborto espontâneo 2
ou num aborto provocado 3

10.66. Quantos bebés nasceram (houve nessa) dessa gravidez? 9

(Dê a pergunta seguinte apenas aos grávidas que terminaram em parto)

10.67. Esse(s) bebé(s) nasceu(nasceram) vivo(s) 1 Sim 2 Não 9

10.68. O bebé (ou o feto) tinha algum defeito (mesmo pequeno ou que não se notasse à nascença)

1 Sim 2 Não (→ próxima gravidez) 9

10.69. Se sim, que defeito(s) era(m) esse(s)

defeito 1 9

defeito 2 9

10.70. Em que hospital e seguido o seu filho? 9

10.71. Qual é o nome próprio desse filho? 9

7ª GRAVIDEZ

(9 não sabe)

10.72. Em que ano ficou grávida pela 7ª vez? ano 9

10.73. Que idade tinha nessa altura? anos 9

10.74. Com quantas semanas terminou essa gravidez? 9

10.75. Onde e que terminou essa gravidez (parto ou aborto)

1 no hospital (indique qual)

2 numa clínica/consultório 3 em casa 4 numa parteira 5 outro local

10.76. Essa gravidez terminou

num parto (de termo ou prematuro) 1
num aborto espontâneo 2
ou num aborto provocado 3

10.77. Quantos bebés nasceram (houve nessa) dessa gravidez? 9

(Dê a pergunta seguinte apenas aos grávidas que terminaram em parto)

10.78. Esse(s) bebé(s) nasceu(nasceram) vivo(s) 1 Sim 2 Não 9

10.79. O bebé (ou o feto) tinha algum defeito (mesmo pequeno ou que não se notasse à nascença)

1 Sim 2 Não (→ próxima gravidez) 9

... EFEITOS SOBRE A FUNÇÃO REPRODUTORA E A GESTAÇÃO ... MULHERES ...

- 10.80. Se sim, que defeito(s) era(m) esse(s) _____
 defeito 1 _____ [] [] [] [] [] [] [] [] [] [] 9
 defeito 2 _____ [] [] [] [] [] [] [] [] [] [] 9
- 10.81. Em que hospital é seguido o seu filho _____ [] [] [] [] [] [] [] [] [] [] 9
 10.82. Qual é o nome próprio desse filho _____ [] [] [] [] [] [] [] [] [] [] 9

8ª GRAVIDEZ

- 10.83. Em que ano ficou grávida pela 8ª vez _____ [] [] [] [] [] [] [] [] [] [] ano 9
 10.84. Que idade tinha nessa altura _____ [] [] [] [] [] [] [] [] [] [] anos 9
 10.85. Com quantas semanas terminou essa gravidez _____ [] [] [] [] [] [] [] [] [] [] semanas 9

- 10.86. Onde é que terminou essa gravidez (parto ou aborto) _____ [] [] [] [] [] [] [] [] [] []
 1 - no hospital (indique qual) _____ [] [] [] [] [] [] [] [] [] []
 2 - numa clínica/consultório 3 - em casa 4 - numa parteira 5 - noutro local

- 10.87. Essa gravidez terminou _____ [] [] [] [] [] [] [] [] [] []
 num parto (de termo ou prematuro) 1
 num aborto espontâneo 2
 ou num aborto provocado 3

- 10.88. Quantos bebês nasceram (havia mais) dessa gravidez? _____ [] [] [] [] [] [] [] [] [] [] 9
 (faça a pergunta seguinte apenas nas gravidezes que terminaram em parto)

- 10.89. Esse(s) bebê(s) nasceu(nasceram) vivo(s) _____ [] [] [] [] [] [] [] [] [] [] 9
 1 - Sim 2 - Não

- 10.90. O bebê (ou o feto) tinha algum defeito (mesmo pequeno ou que não se notasse à nascença) _____ [] [] [] [] [] [] [] [] [] [] 9
 1 - Sim 2 - Não (→ próxima gravidez)

- 10.91. Se sim, que defeito(s) era(m) esse(s) _____ [] [] [] [] [] [] [] [] [] [] 9
 defeito 1 _____ [] [] [] [] [] [] [] [] [] [] 9
 defeito 2 _____ [] [] [] [] [] [] [] [] [] [] 9

- 10.92. Em que hospital é seguido o seu filho _____ [] [] [] [] [] [] [] [] [] [] 9
 10.93. Qual é o nome próprio desse filho _____ [] [] [] [] [] [] [] [] [] [] 9

... EFEITOS SOBRE A FUNÇÃO REPRODUTORA E A GESTAÇÃO ... HOMENS ...

Nas perguntas seguintes precisamos de saber como é que correram todas as gravidezes do(s) seu(s) mulher(es)/companheira(s), mesmo que alguma delas não tenha chegado ao fim. Pense, então, em todas as gravidezes de todas as mulheres com quem foi casado ou viveu, respeitando a seqüência temporal dos nascimentos dos seus filhos.

- 10.94. Quantos filhos e que teve, ao todo, até agora (incluindo nascidos mortos) [] [] [] [] [] [] [] [] [] []
 10.95. Se nunca teve filhos isso aconteceu porque _____ [] [] [] [] [] [] [] [] [] []
 1 - Nunca quis 2 - Tem esterilidade
 3 - Outra razão (indique qual) _____ [] [] [] [] [] [] [] [] [] []

Vamos então começar pela primeira gravidez. Por favor, faça um esforço para se lembrar das datas e das outras informações que lhe vamos pedir.

1ª GRAVIDEZ

- 10.96. Em que ano ficou a s/ mulher grávida pela 1ª vez _____ [] [] [] [] [] [] [] [] [] [] ano 9
 10.97. Que idade tinha ela nessa altura _____ [] [] [] [] [] [] [] [] [] [] anos 9

- 10.98. Com quantas semanas terminou essa gravidez _____ [] [] [] [] [] [] [] [] [] [] semanas 9
 10.99. Onde é que terminou essa gravidez (parto ou aborto) _____ [] [] [] [] [] [] [] [] [] []
 1 - no hospital (indique qual) _____ [] [] [] [] [] [] [] [] [] []

- 2 - numa clínica/consultório 3 - em casa 4 - numa parteira 5 - noutro local

- 10.100. Essa gravidez terminou _____ [] [] [] [] [] [] [] [] [] []
 num parto (de termo ou prematuro) 1
 num aborto espontâneo 2
 ou num aborto provocado 3

- 10.101. Quantos bebês nasceram (havia mais) dessa gravidez? _____ [] [] [] [] [] [] [] [] [] [] 9
 (faça a pergunta seguinte apenas nas gravidezes que terminaram em parto)

- 10.102. Esse(s) bebê(s) nasceu(nasceram) vivo(s) _____ [] [] [] [] [] [] [] [] [] [] 9
 1 - Sim 2 - Não

- 10.103. O bebê (ou o feto) tinha algum defeito (mesmo pequeno ou que não se notasse à nascença) _____ [] [] [] [] [] [] [] [] [] [] 9
 1 - Sim 2 - Não (→ próxima gravidez)

- 10.104. Se sim, que defeito(s) era(m) esse(s) _____ [] [] [] [] [] [] [] [] [] [] 9
 defeito 1 _____ [] [] [] [] [] [] [] [] [] [] 9
 defeito 2 _____ [] [] [] [] [] [] [] [] [] [] 9

- 10.105. Em que hospital é seguido o seu filho _____ [] [] [] [] [] [] [] [] [] [] 9
 10.106. Qual é o nome próprio desse filho _____ [] [] [] [] [] [] [] [] [] [] 9

... EFEITOS SOBRE A FUNÇÃO REPRODUTORA E A GESTAÇÃO ... HOMENS ...

- 10.169. O bebê (ou o feto) tinha algum defeito (mesmo pequeno ou que não se notasse à nascença)?
 1 Sim 2 Não (→ próxima gravidez) 9
- 10.170. Se sim, que defeito(s) existiu(m) esse(s)?
 defeito 1 _____ [] [] [] [] 9
 defeito 2 _____ [] [] [] [] 9
- 10.171. Em que hospital e seguido o seu filho _____ [] [] [] [] 9
- 10.172. Qual é o nome proprio desse filho _____ [] [] [] [] 9
- 8ª GRAVIDEZ** (9 caso sabe)
- 10.173. Em que ano ficou a 8ª mulher grávida pela 8ª vez _____ [] [] [] [] ano 9
- 10.174. Que idade tinha ela nessa altura _____ [] [] [] [] anos 9
- 10.175. Com quantas semanas terminou essa gravidez? _____ [] [] semanas 9
- 10.176. Onde é que terminou essa gravidez (parto ou aborto)?
 1 no hospital (indique qual) _____ [] [] [] []
 2 numa clínica/consultório 3 em casa 4 numa parteira 5 no local _____
- 10.177. Essa gravidez terminou: _____
 num parto (de termo ou prematuro) 1
 num aborto espontâneo 2
 em num aborto provocado 3
- 10.178. Quantos bebês nasceram (horas depois dessa gravidez)? _____ [] 9
(faça a pergunta seguinte apenas nas gravidezes que terminaram em parto)
- 10.179. Esse(s) bebê(s) nasceu(nasceram) vivo(s) _____ [] [] 1 Sim 2 Não 9
- 10.180. O bebê (ou o feto) tinha algum defeito (mesmo pequeno ou que não se notasse à nascença)?
 1 Sim 2 Não (→ próxima gravidez) 9
- 10.181. Se sim, que defeito(s) existiu(m) esse(s)?
 defeito 1 _____ [] [] [] [] 9
 defeito 2 _____ [] [] [] [] 9
- 10.182. Em que hospital e seguido o seu filho _____ [] [] [] [] 9
- 10.183. Qual é o nome próprio desse filho _____ [] [] [] [] 9

Secção G - ALIMENTAÇÃO

- 11.1. Quantas refeições principais (incl. pequeno-almoço) toma habitualmente por dia [] (9 não sabe)
- 11.2. Costuma comer fora das refeições 1 Sim 2 Não (→ 11.4) [] []
- 11.3. Se sim, quantas vezes por dia _____ [] [] (90 não come fora das refeições; 99 não sabe)
- 11.4. Costuma comer:
 Mais carne do que peixe 1 Sim 2 Não 9
 Mais peixe do que carne 1 Sim 2 Não 9
 Tanto carne como peixe 1 Sim 2 Não 9
 É vegetariano 1 Sim 2 Não 9
- 11.5. Faz alguma dieta particular _____ [] [] [] [] 1 Sim 2 Não 9
 se sim: Qual _____
- 11.6. Usa habitualmente produtos de origem predominantemente local (da sua horta ou de outros quintais da sua terra)
 1 quase todos os dias
 2 várias vezes por semana
 3 nem todos as semanas mas algumas vezes por mês
 4 muito raramente
 5 nunca
- 11.7. No passado, usava produtos de origem predominantemente local
 1 quase todos os dias
 2 várias vezes por semana
 3 nem todos as semanas mas algumas vezes por mês
 4 muito raramente
 5 nunca
- 11.8. Usa actualmente água de poço ou de furo na preparação de alimentos
 1 quase todos os dias
 2 várias vezes por semana
 3 nem todos as semanas mas algumas vezes por mês
 4 muito raramente
 5 nunca

... ALIMENTAÇÃO

11.9. No passado, usava água de poço ou de filtro na preparação de alimentos:

- 1 quase todos os dias
- 2 várias vezes por semana
- 3 uma todas as semanas mas algumas vezes por mês
- 4 muito raramente
- 5 nunca

Agora, poço para se lembrar do que bebeu nos últimos 7 dias. Nesses 7 dias:

11.10. Bebeu água da rede pública 1 Sim 2 Não (-11.13) 9 (-11.13) (9 não sabe)

Se sim,

11.11. Quantos dias bebeu dessa água

11.12. Quantos copos bebeu, em média, por dia

11.13. Bebeu água de um poço ou filtro 1 Sim 2 Não (-11.16) 9 (-11.16)
Se sim,

11.14. Quantos dias bebeu dessa água

11.15. Quantos copos bebeu, em média, por dia

11.16. Nesses 7 dias bebeu vinho? 1 Sim 2 Não (-11.19) 9 (-11.19)
Se sim,

11.17. Quantos dias bebeu vinho

11.18. Quantos copos bebeu, em média, por dia

11.19. Bebeu cerveja 1 Sim 2 Não (-11.22) 9 (-11.22)
Se sim,

11.20. Quantos dias bebeu cerveja

11.21. Quantos copos (impurezas) bebeu, em média, por dia

11.22. Nesses 7 dias bebeu aguardente ou bebidas brancas? 1 Sim 2 Não (-11.25) 9 (-11.25)
(Bevagens: brandy, whiskey, gin)
Se sim,

11.23. Quantos dias bebeu dessas bebidas

11.24. Quantos copos bebeu, em média, por dia

... ALIMENTAÇÃO

11.25. Bebeu licores, vinho do porto ou marum 1 Sim 2 Não (-12.1) 9 (-12.1)
Se sim,

11.26. Quantos dias bebeu dessas bebidas

11.27. Quantos copos bebeu, em média, por dia

Secção H - DOENÇAS CRÔNICAS

12.1. Sofre de alguma doença crônica 1 Sim 2 Não (-12.7) 9 (-12.7)
(9 não sabe)

Se sim, diga qual ou quais as doenças:

12.2. Doença 1

12.3. Doença 2

12.4. Doença 3

12.5. Doença 4

12.6. Doença 5

Ainda em relação às doenças crônicas:

12.7. Sofre de asma? 1 Sim 2 Não (-12.10) 9 (-12.10)
Se sim,

12.8. Nome da instituição onde é seguido

12.9. Nome do médico que o segue

12.10. Sofre de insuficiência renal? 1 Sim 2 Não (-12.14) 9 (-12.14)

Se sim,

12.11. Faz hemodialise? 1 Sim 2 Não (-12.14) 9 (-12.14)

12.12. Nome da instituição onde é seguido

12.13. Nome do médico que o segue

DESDOBRÁVEL INFORMATIVO DESTINADO À POPULAÇÃO

COMO PODE AJUDAR?

Se for contactado para participar neste estudo, pedimos-lhe que:

1. responda a um questionário que um entrevistador lhe irá fazer sobre a sua história de saúde;
2. permita que lhe seja feita uma co-lheita de sangue para análise;
3. permita que lhe seja cortada uma madeixa de cabelo para análise;
4. permita que seja medida a radioactividade na sua casa e na água do poço, se o tiver.

Os resultados pessoais são confidenciais.

As conclusões do estudo serão tomadas públicas.

Obrigado



INSTITUTO NACIONAL DE SAÚDE
DR. RICARDO JORGE



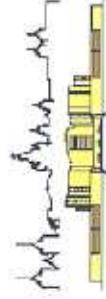
Instituto Geológico e Mineiro



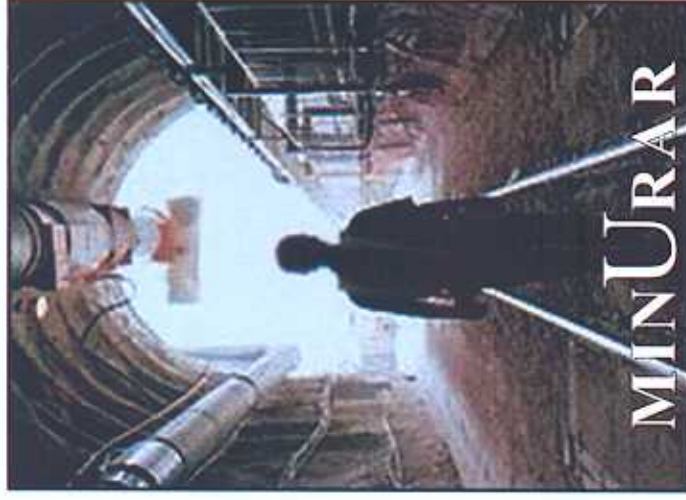
INSTITUTO TECNOLÓGICO
E NUCLEAR



CENTRO REGIONAL DE SAÚDE PÚBLICA DO CENTRO



HOSPITAL S. TEOTÓNIO, S.A. - VISEU



Minas de Urânio e seus Resíduos

Efeitos na saúde
da população

2003

O QUE SE QUER SABER?

MINURAR é um projecto de saúde pública ambiental que procura avaliar até que ponto é que as pessoas que vivem na região das minas de urânio podem ser afectadas pelos resíduos dessa actividade mineira.

PORQUÊ?

Porque a radioactividade e metais tóxicos associados aos minérios de urânio e seus resíduos podem afectar a saúde. Essa influência é variável de pessoa para pessoa e está também dependente do tipo e do tempo de exposição. Pessoas que nunca trabalharam em minas mas que vivem numa região de minas de

urânio podem estar mais ou menos expostas à influência desses resíduos.

Poderão estas pessoas viver em condições de saúde diferentes das que habitam outras regiões?

PARA QUÊ?

Embora não se conheçam totalmente as consequências dessa exposição, é importante saber o que se passa para que:

1. os médicos possam ajudar as pessoas a ter cuidados de saúde adequados (saúde pessoal);
2. se realizem obras de requalificação dessas áreas, melhorando a qualidade de vida dos seus residentes (saúde ambiental).

QUEM PODE AJUDAR?

Quando se fala de saúde e de bem-estar, a ajuda de todos é muito importante.

O projecto procura saber se a saúde das pessoas que residem numa região de minas de urânio está a ser afectada. Por isso, se for contactado(a) estamos certos de que vai aceitar colaborar.

Fará assim parte de um conjunto de cerca de 600 pessoas, homens e mulheres, entre os 45 e os 64 anos, que nunca trabalharam em minas de urânio mas que viveram uma boa parte da sua vida em regiões mais próximas ou mais afastadas dessas explorações mineiras.

CARTA DE CONVITE PARA PARTICIPAÇÃO NO ESTUDO



Minas de Urânio e seus Resíduos

Efeitos na saúde da população

Lisboa, 10 de Abril de 2003

Exm^o (a) Senhor(a):

Como sabe, habita numa zona de radioactividade natural alterada pela existência de uma importante mina de urânio, já encerrada, e de uma importante escombreira de resíduos mineiros radioactivos. Alguns estudos feitos noutros países têm mostrado que, quando uma pessoa está em contacto mais ou menos directo com o urânio, ou com produtos resultantes do seu tratamento, pode vir a sofrer de alguns problemas de saúde.

Para saber se os níveis de radioactividade, de águas ácidas e de metais pesados existentes na zona onde reside são demasiado elevados e para saber em que medida é que a população está exposta à contaminação e às radiações, vão ser feitas várias análises aos solos, águas e produtos agrícolas desta zona. Mas para saber até que ponto é que viver numa região de minas de urânio afecta realmente a saúde das pessoas é, também, necessário realizar um conjunto de análises ao sangue, a uma madeixa de cabelo e à radioactividade (radão) que circula dentro das casas.

Não podendo, nem sendo necessário, fazer essas análises a todas as pessoas que moram nesta região, precisamos, no entanto, da colaboração de 300 pessoas, entre os 45 e os 64 anos, tiradas à sorte de uma lista de residentes nesta freguesia. Foi assim que o seu nome foi encontrado, sendo muito importante que aceite colaborar para que este estudo tenha sucesso. Desta forma está a contribuir para se saber se, para além de si, os seus familiares, amigos e vizinhos que moram em Canas de Senhorim vivem numa zona mais ou menos segura do ponto de vista de saúde e para saber se é necessário que as entidades públicas tomem medidas especiais de protecção.





Minas de Urânio e seus Resíduos Efeitos na saúde da população

Nas próximas semanas vai receber um contacto, por telefone ou pessoalmente, para confirmar alguns dados (idade, residência, etc.) e para combinar o dia e a hora em que lhe possam ser feitas algumas perguntas para um Questionário de Saúde e feitas as colheitas de sangue e cabelo para análise. Os resultados destes estudos são absolutamente confidenciais. No entanto, se quiser poderá conhecer os resultados das suas análises: estes podem ser enviados ao seu médico de família ou para a sua residência. Os resultados gerais do estudo, quer da parte ambiental quer da parte da saúde da população, serão entregues às autoridades competentes e tornados públicos.

Este estudo é organizado pelo Instituto Nacional de Saúde Dr. Ricardo Jorge, Instituto Geológico e Mineiro, Instituto Tecnológico e Nuclear, Administração Regional de Saúde do Centro/Centro Regional de Saúde Pública e Hospital de S. Teotónio (Viseu).

Pela importância que este estudo tem, o Presidente da Junta de Freguesia de Canas de Senhorim e as Autoridades de Saúde dão todo o apoio à sua realização. Qualquer esclarecimento poderá ser pedido à Directora do Centro de Saúde de Nelas, ao Delegado de Saúde ou ao seu médico de família.

Contamos com a sua preciosa colaboração que desde já agradecemos.

Pe
A Comissão Coordenadora do Projecto

Dr. José Marinho Falcão

(Coordenador-Geral do Estudo – Instituto Nacional de Saúde Dr. Ricardo Jorge)



Folha de contacto para recrutamento de participantes

.....cortar por aqui.....

RESULTADO DOS CONTACTOS

Nota : logo no 1º contacto colha (tente colher) os dados solicitados no verso a *todos* os seleccionados, mesmo que haja recusa de participar. Se não houver contacto pessoal, tente obter os dados (total ou parcialmente) de outra pessoa.

		1º cont	2º cont	3º cont	4º cont	5º cont
Data do contacto		/	/	/	/	/
Hora do início do contacto		h	h	h	h	h
Forma de contacto	telefone	1	1	1	1	1
	pessoal	2	2	2	2	2
	Outro	3	3	3	3	3
RESULTADO						
1. Não foi possível contactar.....		1	1	1	1	1
2. Recusou participar. motivo.....		2	2	2	2	2
3. Pediu para decidir em próximo contacto.....		3	3	3	3	3
4. Aceitou participar, mas a data e a hora <i>não</i> ficaram marcadas.....		4	4	4	4	4
5. Aceitou participar <i>entrevista</i> e foram feitas as marcações de		/	/	/	/	/
	<i>colheita de sangue e de cabelo</i>	h	h	h	h	h
6. Outra situação.....		6	6	6	6	6

RESULTADO FINAL

	Após __ tentativas de contacto
Não foi possível contactar.....	1
Recusou participar.....	2
Participou, fez entrevista e colheitas.....	3
Participou mas só fez entrevista.....	4
Participou mas só fez colheitas.....	5

DADOS GERAIS DE CARACTERIZAÇÃO DA PESSOA

1. Data do nascimento	_ / _ /19 _
2. Sexo	M 1 F 2
3. Há quantos anos reside nesta freguesia?	_ _ a
<i>(não sabe:99)</i>	
Nota: se mora há menos de 5 anos na freguesia não pode ser incluído no estudo e o contacto deve ser interrompido	
4. Quantos anos de escolaridade completou com aproveitamento?	_ _ a
<i>(não sabe:99)</i>	
5. Alguma vez foi trabalhador(a) em minas (urânio ou outras) ?	s n n/s 1 2 9
6. Alguma vez foi trabalhador(a) da Comp dos Fornos Eléctricos?	1 2 9
7. Quantos filhos é que teve ao todo (incluindo os nados mortos) ?	_ _ filhos
<i>(não sabe: 99)</i>	
8. Qual é o seu estado civil ?	
solteiro(a)	1
casado(a) ou junto(a)	2
viúvo (a)	3
separado(a) ou divorciado(a)	4
9. De uma maneira geral como considera o seu estado de saúde ?	
muito bom	1
bom	2
razoável	3
mau	4
muito mau	5
não sabe	9
10. Actualmente, fuma todos os dias (pelo menos 1 cigarro por dia) ?	1 2 9
se sim	
11. Quantos cigarros fuma por dia?	_ _ cig
Nota: se o entrevistado é homem e não fuma (ou fuma 2 cigarros ou menos por dia), a entrevista deve ser marcada para um dos dias reservados ao subprojecto GEN	

BOLETINS DE REGISTO DE RESULTADOS DE ANÁLISES
LABORATORIAIS



Exmo. Senhor

H S TEOTONIO PROJ M URANIO
VISEU

PROTOCOLO P
NT: / NI: / NP:
HOSPITAL DISTRITAL DE VISEU

O Requiritante:
Data Entrada :
Data Saída :

ANALISES	RESULTADOS / UNIDADES	VALORES REFERENCIA
----------	-----------------------	--------------------

ENDOCRINOLOGIA

TESTOSTERONA

ng/dl

* Valores de referência *

ng/dl

HOMENS	
20 - 49 anos	270 - 1730
> 50 anos	212 - 755
MULHERES	
Idade fértil	63 - 120
Uso de contraceptivo oral	54 - 71
Pós menopausa	49 - 113

FSH

mIU/ml

Valores de referência

mIU/ml

HOMEM (adulto)	1.5 - 14
MULHER (adulto)	
Fase folicular	2.8 - 11.3
Pico ovulatório	5.8 - 21
Fase luteínica	1.2 - 9
Uso de contraceptivos orais	ND - 4.9
Pós menopausa	21.7 - 153
Pós menopausa (ERT)	9.7 - 111
Pré puberdade (1 - 13 anos)	0.5 - 3.7
ND - Não Detectável	

O Responsavel do Laboratorio



Exmo. Senhor

H S TEOTONIO PROJ M URANIO
VISEU

Tel.: (01) 751 92 00

PROTOCOLO P

NT: / NI: / NP:

HOSPITAL DISTRITAL DE VISEU

O Requiritante:

Data Entrada :

Data Saída :

ANALISES

RESULTADOS / UNIDADES

VALORES REFERENCIA

ENDOCRINOLOGIA

T.S.H.

mUI/ml

0.4 - 4.0

T4 LIVRE

ng/dl

0.9 - 1.9

O Responsavel do Laboratorio



INSTITUTO NACIONAL DE SAÚDE
DR. RICARDO JORGE

Av^o Padre Cruz, 1649-016 LISBOA - Portugal

Tel: (351) 217 519 200 / Fax: (351) 217 526 400
e-mail (Geral): Info@insa.min-saude.pt

Exmo. Senhor

H S TEOTONIO PROJ M URANIO
VISEU

Tel.: (01) 751 92 00

PROTOCOLO P
NT: / NI: / NP:
HOSPITAL DISTRITAL DE VISEU

O Requiritante:
Data Entrada :
Data Saída :

ANALISES

RESULTADOS / UNIDADES

VALORES REFERENCIA

QUÍMICA CLÍNICA AUTOMATIZADA

UREIA	mg/dl mmol/l	10 - 50 1.67 - 8.33
CREATININA	mg/dl μmol/l	0.5 - 1.2 44.2 - 106.1

~~O Responsável do Laboratório~~



INSTITUTO NACIONAL DE SAÚDE
DR. RICARDO JORGE

Centro de Saúde Ambiental e Ocupacional
Laboratório de Saúde Ocupacional

Av^o Padre Cruz, 1649-016 LISBOA - Portugal

Tel: (351) 217 519 200 / Fax: (351) 217 526 00
e-mail (Geral): Info@insa.min-saude.pt
<http://www.insarj.pt>

N^o de entrada INSA -

N^o Entrada. S.O. -

Código -

Nome:

Naturalidade:

Residência:

Profissão:

Data da colheita:

Requisitante: MINURAR

PROVAS BIOLÓGICAS DE EXPOSIÇÃO A METAIS

RESULTADOS	VALORES NORMAIS	UNIDADES
Chumbo no sangue: _____	(Adultos) Até 20	µg/100ml
Cobre no Soro _____	70 - 140	µg/100ml
Zinco no Soro _____	50 - 120	µg/100ml

CONCLUSÃO :

Lisboa, _____

A Técnica responsável pelas análises

A Responsável pelo Laboratório

HOSPITAL DE SÃO TEOTONIO, S.A.

VISEU
SERVIÇO DE PATOLOGIA CLINICA

Processo : SERVIÇO : ESTUDO MINAS DE URÂNIO
NOME : Data : Hora :
Número : Saída : Hora :
Sexo : Idade : Pedido por :
COMENTARIO :

OBS: Idade antecedida de ponto,(.)igual a meses e de ponto zero(.0)igual a dias

HEMATOLOGIA

Validacao tecnica: 0463

Parâmetros

Resultado Unidades

Valores Referência

Hemograma

SERIE LEUCOCITARIA

Leucócitos..... X10⁹/L

LEUCOGRAMA

VALORES PERCENTUAIS:

Neutrófilos segmentados..... %

Linfócitos..... %

Monócitos..... %

Eosinófilos..... %

Basófilos..... %

VALORES ABSOLUTOS:

Neutrofilos segmentados..... X10⁹/L

Linfocitos..... X10⁹/L

Monocitos..... X10⁹/L

Eosinofilos..... X10⁹/L

Basofilos..... X10⁹/L

SERIE ERITROCITARIA

Eritrocitos..... 10¹²/L

Hemoglobina..... g/dl

Hematócrito..... %

Volume corpuscular médio..... fL

Hemoglobina corpuscular média..... pg

Concentração hemog.corp.média..... %

Índice distribuição eritr..... %

SERIE PLAQUETARIA

Plaquetas..... X10⁹/L

Plaquetócrito..... %

Volume plaquetar médio..... fL

O DIRECTOR DO SERVIÇO

DECLARAÇÃO DE CONSENTIMENTO INFORMADO

**MINAS DE URÂNIO E SEUS RESÍDUOS: EFEITOS NA SAÚDE DA
POPULAÇÃO**

DECLARAÇÃO DE CONSENTIMENTO

Fui informado sobre os objectivos gerais do estudo e compreendi com clareza o que me é pedido, como participante.

Fui ainda informado que

- 1 os dados que fornecer, bem como os resultados das análises que forem efectuadas sobre as amostras do meu sangue e do meu cabelo, serão estritamente confidenciais. Assim que os procedimentos do estudo o permitam esses dados e resultados serão tornados anónimos, isto é, deixarão de poder ser relacionados com a minha identificação
- 2 todas os investigadores e técnicos que utilizem esses dados estarão obrigadas a segredo profissional
- 3 Os resultados do estudo que venham a ser tornados públicos nunca incluirão o meu nome ou qualquer elemento que permita identificar-me.

Nestas condições, declaro que aceito participar no estudo, disponibilizando-me para:

- 1 ser entrevistado e prestar informações sobre vários aspectos respeitantes a doenças de que tenha sofrido bem como a algumas características pessoais relevantes
- 2 permitir a colheita de uma amostra de sangue para realizar várias análises relacionadas com este estudo ou com outros que sejam realizados no futuro;
- 3 permitir a colheita de uma amostra de cabelos para ser também analisada;

Data: ___ / ___ / 2002

Nome do participante: _____

Assinatura _____

AUTORIZAÇÃO PARA OBTER INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES

Declaro ainda que autorizo os serviços de saúde (Hospitais, Centros de Saúde, Clínicas ou outros) e os médicos que me assistiram anteriormente a fornecerem informações complementares sobre as doenças ou situações que eu relatei no âmbito deste estudo. Essas informações complementares só poderão ser transmitidas às pessoas que forem nomeados pelos responsáveis pelo estudo ou pelas autoridades de saúde para as obter.

Assinatura _____

ENVIO DE RESULTADOS DAS ANÁLISES

Os responsáveis pelo estudo deverão adoptar o seguinte procedimento em relação aos resultados das análises de sangue que me forem feitas:

1. **Não desejo** conhecer os resultados
2. **Desejo** que os resultados sejam enviados exclusivamente para mim na seguinte morada:

3. **Desejo** que os resultados sejam enviados directa e exclusivamente para o meu médico-assistente:

Dr. _____

Morada: _____

Assinatura: _____

LISTA DE VARIÁVEIS ENSAIADAS NOS MODELOS

LISTA DE VARIÁVEIS ENSAIADAS NOS MODELOS

Lista A

Estado civil, trabalho em empresas de minas de urânio, uso de pesticidas nos últimos 12 meses, trabalho no campo, fumador actual, idade, anos de escolaridade completos, anos de residência na freguesia onde vive, nº de anos de emigração, consumo de álcool

Lista B

Sexo, estado civil, trabalho em empresas de minas de urânio, uso de pesticidas nos últimos 12 meses, trabalho no campo, fumador actual, idade, anos de escolaridade completos, anos de residência na freguesia onde vive, nº de anos de emigração, consumo de álcool

Lista C

Estado civil, trabalho em empresas de minas de urânio, uso de pesticidas nos últimos 12 meses, trabalho no campo, fumador actual, idade, anos de escolaridade completos, anos de residência na freguesia onde vive, nº de anos de emigração, consumo de álcool.

REQUERIMENTO À
COMISSÃO NACIONAL DE PROTECÇÃO DE DADOS



Exmº Sr.
Presidente
Comissão Nacional de Protecção de Dados Pessoais
Rua de S. Bento, nº 148 – 3º
1200-821 Lisboa

sua referência

data

nossa referência
ONSA

data

ASSUNTO: "Minas de urânio e seus resíduos: efeitos na Saúde da população" - questionário

O Instituto Nacional de Saúde Dr. Ricardo Jorge, em conjunto com o Instituto Geológico e Mineiro, o Instituto Tecnológico e Nuclear, o Centro Regional de Saúde Pública do Centro e o Hospital de S. Teotónio em Viseu, coordena o estudo "Minas de urânio e seus resíduos: efeitos na saúde da população" que está em fase adiantada de planeamento.

Os dados sobre saúde, colhidos junto dos cerca de 600 indivíduos que irão ser convidados a participar, deverão ser inseridos numa base de dados que será utilizada para análise estatística.

Nestas condições, submete-se à Comissão Nacional de Protecção de Dados o questionário que se pretende utilizar e outros documentos relacionados solicitando autorização para a constituição e utilização da referida base de dados.

Pretendendo-se iniciar a colheita de dados durante o mês de Abril, solicita-se ainda a V. Exa. que a apreciação desta situação seja feita com a máxima celeridade possível.

Com os melhores cumprimentos,

João Lavinha
Director

Anexo: o mencionado

PARECER DA COMISSÃO DE ÉTICA
DO INSTITUTO NACIONAL DE SAÚDE DR. RICARDO JORGE



INSTITUTO NACIONAL DE SAÚDE
DR. RICARDO JORGE

V. M. Ao Sr. Maximino
COMISSÃO DE ÉTICA
Filiação de encaminhamento

Av.ª Padre Cruz, 1649-016 LISBOA - Portugal

Tel: (351) 21 7519303 / Fax: (351) 21 7524631

e-mail (Comissão de Ética-secretariado).susete.figueira@insa.min-saude.pt

COMISSÃO DE ÉTICA

João Carlos
2-12 2002

DECLARAÇÃO

O Projecto “Minas de urânio e seus resíduos: efeitos na saúde das populações”, satisfaz plenamente as recomendações internacionalmente aceites e em conformidade com a Declaração de Helsinquia de 1964 e suas adendas posteriores.

Lisboa, 26 de Novembro de 2002

O Presidente

Prof. Carlos Silveira

DECLARAÇÃO DE
COMPROMISSO DE SEGREDO PROFISSIONAL

**“MINAS DE URÂNIO E SEUS RESÍDUOS: EFEITOS NA SAÚDE
DA POPULAÇÃO”**

DECLARAÇÃO DE SUBMISSÃO A SEGREDO PROFISSIONAL

Declaro, por minha honra, que manterei em segredo, não divulgarei nem utilizarei para fins alheios ao estudo nenhum dos dados ou informações de que venha a ter conhecimento na execução das actividades que irei desempenhar, nomeadamente no que se refere aos dados fornecidos pelos individuos entrevistados.

_____, ____ / ____ / 200_

Nome: _____

Actividade que exerce: _____

Assinatura _____

(para aplicar a todos os participantes e agentes do estudo, antes de iniciarem a sua actividade)

TEORES MÉDIOS DE IODO
NA ÁGUA DE ABASTECIMENTO DAS FREGUESIAS EM ESTUDO



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E ENSINO SUPERIOR
REACTOR

INSTITUTO TECNOLÓGICO E NUCLEAR

Apartado 21, E. N. 10 – 2686-953 Sacavém Telef.: 351-21-9946130 Fax:351-21-9941039
cfeitas@itn.pt

Descrição da análise e resultados

As amostras de água, com um volume de 2 L cada, foram colocadas em recipientes de plástico previamente pesados. Após congelação, cada amostra de água foi liofilizada tendo-se obtido um residuo sólido cujas massa foi obtida por subtracção do peso do recipiente após liofilização e o peso inicial do recipiente. As massas dos residuos variaram entre 10 mg e 200 mg.

A totalidade de cada residuo foi introduzido em pequenos contentores de polietileno para irradiação com neutrões epitérmicos no Reactor Português de Investigação do ITN. De igual modo, um material de referência com valor certificado para o iodo (material NIST 1572) foi preparado e irradiado nas mesmas condições que as amostras.

As condições de análise para amostras e material de referência foram como segue:

1,5 min. de irradiação; 10 min. de decaimento; 10 min. de medição.

As concentrações foram determinadas por comparação directa entre as áreas dos picos de absorção total do ^{128}I visíveis nos espectros de radiação gama das amostras e do material de referência, normalizadas para as massas irradiadas.

A tabela a seguir mostra os resultados obtidos com o respectivo erro.

Maria do Carmo Freitas
(investigadora principal com agregação do ITN)

Quadro A.1 -Teores médios de iodo ($\mu\text{gr/L}$) em água para consumo humano, por grupo de exposição e freguesia a freguesia

Amostra (n=3)	TEOR	Erro analítico absoluto
GE (Canas de Senhorim)	2,78	0,46
GN* (média de 15 amostras)	1,32	-
GN1* (média de 7 amostras)	1,551	-
GN2* (média de 8 amostras)	1,125	-
Queirã (12)	0,801	0,071
Queirã (22)	1,79	0,64
Rio de Mel (11)	0,534	0,057
Moreira de Rei (25)	1,65	0,20
Moreira de Rei (35)	1,80	0,30
Moreira de Rei (45)	2,00	0,50
Moreira de Rei (55)	2,28	0,74
Sátão (13)	1,33	0,35
Sátão (23)	0,794	0,052
Sátão (33)	0,511	0,087
Celorico da Beira (12)	1,23	0,50
Celorico da Beira (22)	0,45	0,10
Campo Madalena (11)	2,33	0,60
Seia (12)	1,99	0,99
Seia (22)	0,366	0,067
NIST 1572		
(valor certificado: $1,84 \pm 0,03 \text{ mg kg}^{-1}$)		
Controlo de qualidade	1,65	0,18

* - os teores médios dos grupos de comparação foram calculados no ONSA

Sacavém, 22 de Março de 2005

Maria do Carmo Freitas
(investigadora principal com agregação do ITN)



**Instituto Nacional de Saúde Dr. Ricardo Jorge (INSA)
Observatório Nacional de Saúde (ONSA)
Portugal**

**Minas de Urânio e seus Resíduos - Efeitos na saúde da população
Relatório Minurar
Lisboa: ONSA, Junho 2005**

**Propriedade: Instituto Nacional de Saúde
Av. Padre Cruz, 1649-016 Lisboa. Portugal**