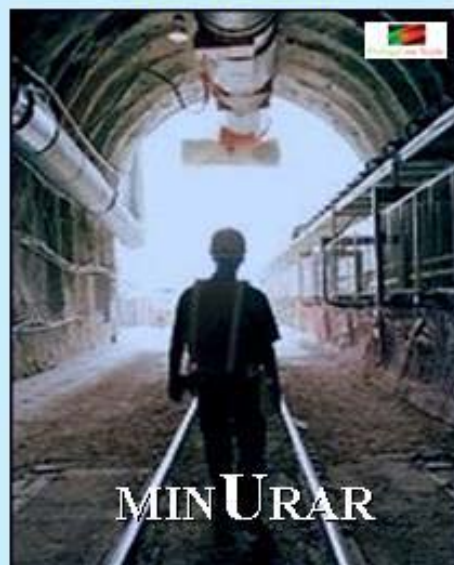


## Minas de Urânio e seus Resíduos



### Efeitos na saúde da população

Relatório de Progresso

Setembro de 2004



---

# MINURAR

## Minas de urânio e seus resíduos: efeitos na saúde da população

### RELATÓRIO DE PROGRESSO

---

#### Grupo de Coordenação

**José Marinho Falcão<sup>1</sup> Fernando P. Carvalho<sup>2</sup> Mário Machado Leite<sup>3</sup>**

**Madalena Alarcão<sup>4</sup>**

**Maria Guida Boavida<sup>5</sup>**

**Eugénio Cordeiro<sup>6</sup>**

**João Ribeiro<sup>7</sup>**

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 (ex IGM) – Laboratório do Porto
  4. Faculdade de Psicologia e de Ciências da Educação, Universidade de Coimbra
  5. Instituto Nacional de Saúde Dr Ricardo Jorge, Centro de Genética Humana
  6. Administração Regional de Saúde do Centro, Centro Regional de Saúde Pública do Centro
  7. Hospital de S. Teotónio SA (Viseu), Laboratório de Patologia Clínica
-

## AGRADECIMENTOS

---

Embora o estudo “**MINURAR**” esteja ainda em fase de execução, o Grupo de Coordenação entende que é já possível e justo exprimir o mais sincero agradecimento às seguintes pessoas e entidades:

1. 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 espírito cívico;
2. Aos **Presidentes das Câmaras** dos concelhos de Nelas, Vouzela, Trancoso, Sátão, Celorico da Beira, Viseu e Seia, das **Juntas de Freguesia** atrás indicadas, bem como aos seus **funcionários** pela incedível colaboração que prestaram ao estudo, tornando-o possível;
3. Às **Autoridades de Saúde e Directores dos Centros de Saúde** e outros **profissionais de saúde** dos concelhos referidos pela importante ajuda que deram na organização local do estudo;
4. Aos **entrevistadores** e aos **técnicos de diagnóstico e terapêutica** do Hospital de S. Teotónio pelo trabalho exemplar que realizaram, colhendo dados por entrevista e amostras biológicas, por vezes em situações difíceis;
5. Aos **técnicos dos laboratórios** e **funcionários** do Instituto Nacional de Saúde Dr. Ricardo Jorge, do Instituto Tecnológico e Nuclear, do Instituto Nacional de Engenharia, Tecnologia e Inovação (ex-IGM, Porto) e do Hospital de S. Teotónio pela forma competente e profissional como realizaram as determinações analíticas e as restantes actividades que estiveram a seu cargo.

# ÍNDICE

---

|   |           |
|---|-----------|
| <b>INTRODUÇÃO</b> .....   | <b>5</b>  |
| <b>DELINEAMENTO GERAL DO ESTUDO E SEU PLANEAMENTO</b> .....                                 | <b>7</b>  |
| <b>SELECÇÃO DAS FREGUESIAS</b> .....  | <b>8</b>  |
| <b>1. CRITÉRIOS DE SELECÇÃO</b> .....   | <b>8</b>  |
| <b>2. FREGUESIAS SELECIONADAS</b> .....   | <b>9</b>  |
| <b>3. CARTOGRAFIA DISPONIBILIZADA</b> .....   | <b>9</b>  |
| <b>ESTUDO EM INDIVÍDUOS</b> .....   | <b>11</b> |
| <b>1. SELECÇÃO DAS AMOSTRAS DE INDIVÍDUOS EXPOSTOS E NÃO EXPOSTOS</b> .....                 | <b>11</b> |
| <b>2. ORGANIZAÇÃO E EXECUÇÃO DO TRABALHO DE CAMPO</b> .....                                 | <b>11</b> |
| <b>3. DETERMINAÇÕES LABORATORIAIS</b> .....   | <b>14</b> |
| <b>4. CODIFICAÇÃO E PROCESSAMENTO DOS DADOS</b> .....                                       | <b>15</b> |
| <b>5. ANÁLISE DOS DADOS</b> .....   | <b>15</b> |
| <b>6. COMUNICAÇÃO DOS RESULTADOS DAS ANÁLISES AOS INDIVÍDUOS PARTICIPANTES</b> .....        | <b>15</b> |
| <b>ESTUDO DA RADIOACTIVIDADE AMBIENTAL</b> .....  | <b>16</b> |
| <b>1. SELECÇÃO E RECOLHA DE AMOSTRAS</b> .....  | <b>16</b> |
| <b>2. ANÁLISES DE RADIONUCLÍDIOS</b> .....  | <b>16</b> |
| <b>3. MEDIÇÃO DE DOSES DE RADIAÇÃO AMBIENTAL</b> .....                                      | <b>16</b> |
| <b>ESTUDO DA DISPERSÃO DOS METAIS E OUTROS CONTAMINANTES QUÍMICOS<br/>NO AMBIENTE</b> ..... | <b>18</b> |
| <b>1. PLANEAMENTO DA AMOSTRAGEM</b> .....   | <b>18</b> |
| <b>2. DIMENSÃO DA AMOSTRA</b> .....   | <b>19</b> |
| <b>3. TRABALHO ANALÍTICO</b> .....  | <b>20</b> |
| <b>CONCLUSÕES</b> .....   | <b>21</b> |

---

## INTRODUÇÃO

---

O despertar actual para os problemas dos impactos ambientais gerados pela actividade industrial mineira corresponde, tal como no caso da restante indústria, a uma mudança de atitude por parte dos vários sectores da sociedade envolvidos. O atraso que se tem verificado nesta tomada de consciência deriva do facto da maior parte dos sítios mineiros, principalmente os das minas metálicas tradicionais, se localizarem maioritariamente em regiões interiores e, portanto, afastadas dos centros urbanos mais importantes.

A tradição do passado era a de que o projecto industrial (de um modo geral e não apenas no caso mineiro) só incluía como encargos ambientais, aqueles que eram manifestamente indispensáveis à laboração da indústria no seu ritmo nominal, remetendo para passivo tudo o que não comprometia directamente a possibilidade de atingir os objectivos fundamentais do projecto. As preocupações dos projectistas com os impactos que afectavam directamente a capacidade produtiva, como seja, por exemplo no caso mineiro, a estabilidade das escavações (subterrâneas ou a céu aberto) e dos aterros (conhecidos por escombrecas), eram assumidas apenas na perspectiva de um tempo de vida compatível com a própria longevidade do projecto, não sendo comum prever cenários do comportamento dessas estruturas após o abandono.

É, assim, hoje possível deparar com situações de heranças industriais que possam constituir fontes de impacto ambiental químico, físico e paisagístico nas áreas circundantes das antigas explorações mineiras.

O caso da exploração industrial de Urânio em Portugal segue as linhas gerais do cenário descrito acima, com a agravante de se tratar de materiais radioactivos. Com efeito, ao longo de 90 anos foram exploradas no nosso País mais de meia centena de minas de minérios urano-radíferos, estando a quase totalidade localizada na região centro, particularmente nos distritos de Viseu e da Guarda.

Estudos realizados noutros países, entre população mineira, têm mostrado a existência de efeitos nefastos resultantes da exposição ao urânio e aos produtos do seu decaimento (nomeadamente ao nível de neoplasias malignas, de alterações citogenéticas, de alterações da função renal). Embora algumas dessas investigações tenham apontado para a possibilidade de que as populações residentes na vizinhança de explorações mineiras também possam estar sujeitas ao mesmo tipo de efeitos nefastos, a verdade é que os seus resultados não são conclusivos.

No nosso País esta situação não foi ainda suficientemente estudada, tendo a Assembleia da República aprovado, em 29-03-2001 (Resolução nº 34/2001), várias recomendações entre as quais uma que conduziu ao delineamento da investigação em curso

Na sequência dessa Resolução, o Secretário de Estado Adjunto do Ministro da Saúde autorizou, por despacho de 8 de Agosto de 2002, a disponibilização ao INSA de uma verba de € 500 000 para a realização de um estudo epidemiológico e ambiental

destinado a verificar o eventual efeito das minas de urânio e seus resíduos na saúde das comunidades locais.

O estudo referido, designado “**MINURAR**”, foi delineado pelo Observatório Nacional de Saúde (ONSA) do Instituto Nacional de Saúde Dr. Ricardo Jorge (INSA), pelo Departamento de Protecção Radiológica e Segurança Nuclear (DPRSN) do Instituto Tecnológico e Nuclear (ITN), pelo Laboratório de S. Mamede de Infesta do Instituto Geológico e Mineiro (IGM), actualmente integrado no novo Instituto Nacional de Engenharia, Tecnologia e Inovação, e pela Administração Regional de Saúde do Centro (ARSC), através do Centro Regional de Saúde Pública do Centro (CRSPC) e do Hospital de S. Teotónio (HST).

A cooperação das quatro Instituições para fins do estudo “**MINURAR**” foi regulada através de um protocolo científico e técnico assinado pelos respectivos responsáveis.

O presente relatório, sendo de progresso, visa descrever as fases do estudo que já foram realizadas, de forma a informar as entidades interessadas ou envolvidas. Assim, o relatório não contém resultados substantivos do estudo que constarão apenas do relatório final a publicar quando todos os resultados estiverem obtidos, validados e devidamente integrados.

Este relatório de progresso está dividido nos seguintes capítulos:

1. Delineamento geral do estudo e seu planeamento
2. Selecção das freguesias a estudar
3. Estudo em indivíduos
4. Estudo da radioactividade ambiental
5. Estudo da dispersão dos metais e outros contaminantes químicos no ambiente

## **DELINEAMENTO GERAL DO ESTUDO E SEU PLANEAMENTO**

---

O estudo foi delineado sob a coordenação do Dr. Marinho Falcão, do INSA, no âmbito do Grupo Coordenador, com o objectivo de verificar se as populações que vivem junto de minas de urânio e suas escombreiras têm riscos para a saúde superiores ao das populações equivalentes não expostas a essas minas e escombreiras.

Para o estudo em indivíduos, era impossível estudar todas as populações expostas a minas e escombreiras nos distritos de Viseu, Guarda e Coimbra.

Por isso, uma amostra aleatória de cerca de 300 indivíduos (com idades entre 45 e 64 anos) da população residente na freguesia de Canas de Senhorim (população exposta à mina da Urgeiriça e sua escombreira – grupo exposto GE) foi escolhida para ser comparada com uma amostra de dimensão equivalente, seleccionada aleatoriamente em 7 freguesias da mesma região (grupo não exposto - GN). Para esse grupo foram seleccionadas as freguesias de Queirã (Vouzela), Rio de Mel e Moreira de Rei (Trancoso), Campo (Viseu), Sátão (Sátão), S. Pedro (Celorico da Beira) e Seia (Seia).

As comparações entre as amostras das populações expostas e não-expostas serão feitas em relação a vários parâmetros, nomeadamente presença de efeitos de genotoxicidade, que envolvem análise citogenética, de alterações hematológicas, da função renal, da função tiroideia, de indicadores da saúde reprodutiva, concentrações de <sup>210</sup>Polónio no cabelo e de alguns metais pesados no sangue. Para os estudos de genotoxicidade foram seleccionados exclusivamente indivíduos do sexo masculino não fumadores, 30 indivíduos de entre os expostos e 30 dos não expostos.

No plano da radiação ambiental, as determinações e as comparações serão feitas em relação às concentrações de radão no interior das habitações, à dose de radiação ambiente externa existente em cada uma das freguesias, à radioactividade na água de consumo e nos produtos hortícolas, nos solos e nas poeiras em suspensão na atmosfera em cada área de estudo.

No plano da dispersão dos metais e outros contaminantes químicos no ambiente pretende-se definir um quadro ambiental para as localidades em estudo, com base nos condicionamentos geológicos do território, e uma distribuição de metais pesados e outros elementos em meios naturais que suportam usufruto directo por parte das populações – solos agrícolas e águas naturais.

## SELECÇÃO DAS FREGUESIAS

Tendo em vista o cumprimento dos objectivos de investigação do projecto, ao nível do Grupo de Coordenação (GC) foi decidido definir 2 grupos populacionais, um deles subdividido, conforme abaixo considerado:

- GE – Grupo exposto, que corresponde à freguesia de Canas de Senhorim onde está localizado o núcleo industrial da Mina da Urgeiriça e o conjunto das maiores escombrelas de resíduos da exploração dos minérios radioactivos.
- GN – Grupo não exposto, considerado de referência, na medida em que inclui freguesias em cujo território não existiu a actividade mineira de exploração de urânio ou essa actividade pode ser considerada diminuta. Assim, para efeito do estudo, este grupo foi dividido em dois:
  - 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);
  - 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 constitui um grupo de exposição intermédia.

### 1. Critérios de selecção

Tirando-se partido da informação georreferenciada 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 geo-mineira generalizada sobre urânio, o qual serviu de base para o Grupo Coordenador tomar as decisões finais sobre a selecção das freguesias a estudar.

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
- Ventos dominantes
- Densidade populacional



## 2. Freguesias seleccionadas

Com base nos critérios estabelecidos, foram seleccionadas 7 freguesias, além de Canas de Senhorim, referidas sumariamente no quadro seguinte.

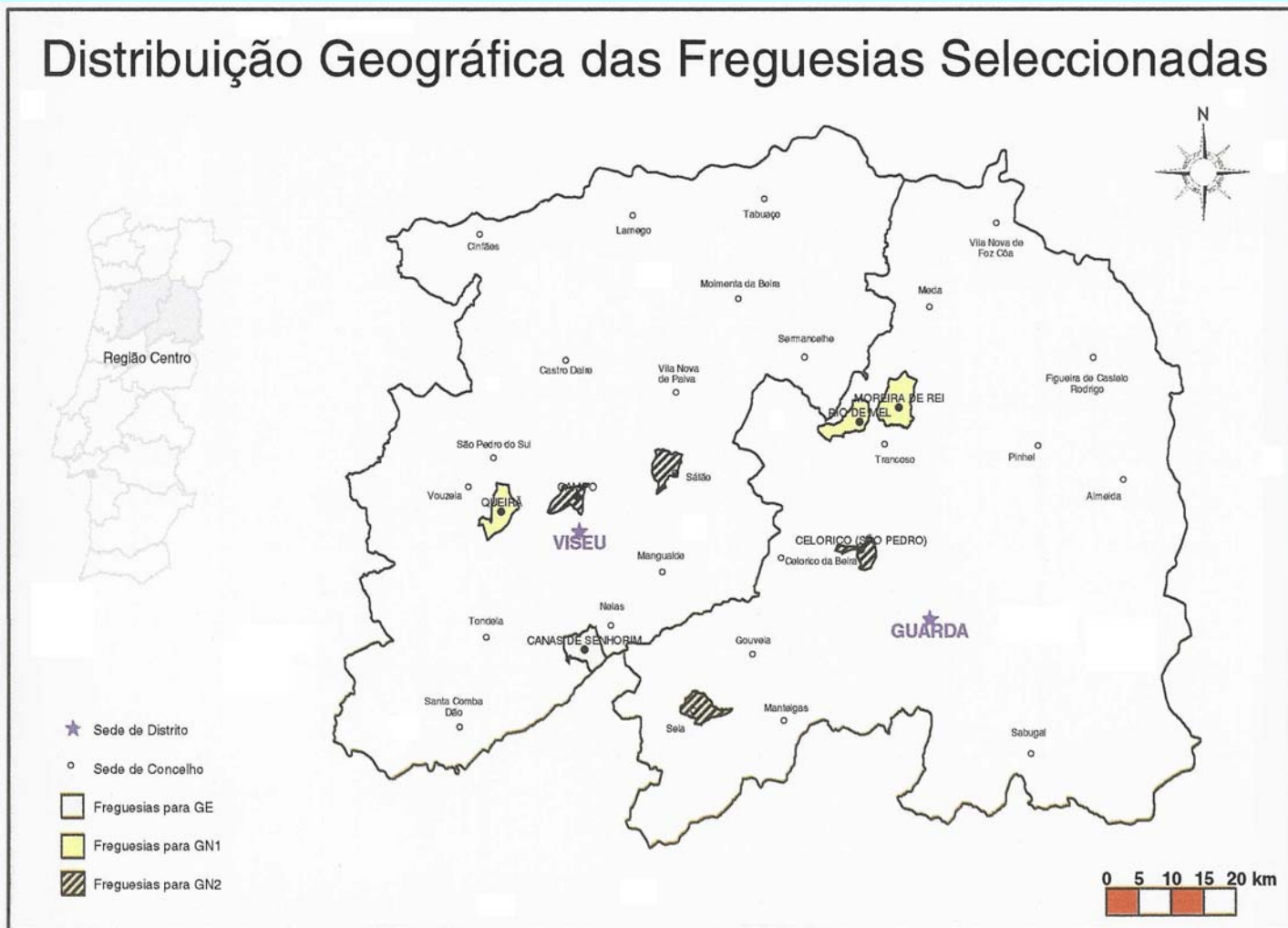
| Grupo | Freguesia         | Concelho          | Distrito | População Residente* | População no grupo etário 25-64 anos* |
|-------|-------------------|-------------------|----------|----------------------|---------------------------------------|
| GE    | Canas de Senhorim | Nelas             | Viseu    | 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

## 3. Cartografia disponibilizada

Para além do MAPA geral da região à escala 1/250.000, utilizando a interface GeoMedia, foram preparados e disponibilizados às instituições envolvidas no projecto - para as 8 freguesias seleccionadas - 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.

# Distribuição Geográfica das Freguesias Seleccionadas



### **1. Selecção das amostras de indivíduos expostos e não expostos**

A selecção das amostras de indivíduos a incluir no estudo foi coordenada pelo Dr. Paulo Nogueira, do Observatório Nacional de Saúde.

A população residente na freguesia de Canas de Senhorim foi escolhida como “exposta”, por três razões: 1. na freguesia existe uma das principais minas de urânio, a mina da Urgeiriça; 2. nela se realizava o tratamento químico do minério ali extraído e para ali transportado de outras minas, e 3. continua a existir uma enorme escombreira de resíduos, com cerca de 2,7 milhões de toneladas de materiais radioactivos, junto à Sede da Freguesia. Adicionalmente, um estudo recente mostrou que o concelho de Nelas (onde se situa a freguesia de Canas de Senhorim) teve uma mortalidade por neoplasias malignas e por cancro do pulmão superior à dos outros concelhos dos distritos de Viseu e da Guarda.

A população das freguesias de Queirã, Moreira de Rei e Rio de Mel foi escolhida como “não-exposta” por não habitar próximo de escombreiras de resíduos radioactivos e a das freguesias de Seia, S. Pedro (Celorico da Beira), Sátão e Campo da Madalena (Viseu) foi também escolhida como “não-exposta” por habitar em zonas onde não se conhece qualquer ocorrência de mineralização de urânio nem de qualquer actividade industrial ligada à exploração desse minério.

As amostras de indivíduos que iriam ser convidados a participar no estudo foram seleccionadas aleatoriamente da base de dados dos eleitores, cedida pelo Secretariado Técnico para os Assuntos Eleitorais, após autorização concedida pela Comissão Nacional de Protecção de Dados.

Foram considerados elegíveis indivíduos entre os 45 e os 64 anos, sendo o número de mulheres duplo do número de homens por motivos de potência estatística. A amostra planeada incluía 608 indivíduos, dos quais 300 expostos (200 mulheres e 100 homens residentes em Canas de Senhorim) e 308 não expostos (196 mulheres e 112 homens), distribuídos uniformemente pelas 7 freguesias de comparação.

### **2. Organização e execução do trabalho de campo**

A organização e execução do trabalho de campo teve a coordenação da Prof<sup>a</sup> Madalena Alarcão.

#### **2.1. Apresentação e divulgação do estudo**

Pela importância da cooperação institucional e das populações, foi sempre considerado pelo GC a necessidade de uma clara divulgação do estudo 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 operacionalidade do mesmo em cada freguesia e foram recolhidas sugestões relativas à sua implementação no terreno e a alguns tópicos do questionário sócio-demográfico e de saúde a aplicar aos sujeitos;
- 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 do estudo e solicitação de colaboração, foram esclarecidas as dúvidas das populações e discutidos alguns aspectos que lhe 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?

## **2.2. Preparação da recolha de dados em indivíduos**

### Construção e pré-teste do questionário sócio-demográfico e de saúde

Construído o questionário para recolha de dados sócio-demográficos e de saúde, o mesmo foi testado numa amostra distinta da do estudo final. Para além da avaliação do seu grau de compreensibilidade por parte dos sujeitos e do tempo de aplicação, este estudo piloto teve ainda como objectivo o treino dos entrevistadores no contacto com os sujeitos e na realização da entrevista.

### Contacto com os sujeitos das 8 freguesias em estudo e marcação das entrevistas e recolhas de sangue e cabelo

Feita a selecção aleatória da amostra, foi enviada uma carta a cada um dos sujeitos seleccionados, fazendo a apresentação e explicação do estudo e das entidades responsáveis.

Posteriormente foi realizado, já pelos entrevistadores, um contacto telefónico ou presencial com cada um dos sujeitos seleccionados para avaliação da sua disponibilidade para colaborar no referido estudo. Nesse momento eram esclarecidas as dúvidas colocadas, preenchida a folha de contacto (para caracterização sumária dos indivíduos que recusavam participar ou que posteriormente podiam não comparecer e para sua comparação com os indivíduos efectivos da amostra) e, no caso de adesão, era feita a marcação do dia e hora de recolha de dados. Eram dadas, ainda, indicações sobre o local de recolha de dados (Junta de Freguesia ou Centro de Saúde) e as condições em

que os indivíduos deveriam comparecer (em jejum e com indicação da medicação que estavam a fazer).

### 2.3. Recolha de dados em indivíduos

De acordo com a planificação realizada, e com início em 28 de Abril de 2003, 4 entrevistadores aplicaram o questionário sócio-demográfico e de saúde e instruíram os sujeitos relativamente à aplicação de um dosímetro de medição do radão nas casas. No mesmo dia, técnicos do laboratório de patologia clínica do Hospital de S. Teotónio realizaram as recolhas de sangue e de cabelo, no final das quais os sujeitos tinham à sua disposição o pequeno-almoço.

De uma forma geral, os sujeitos compareceram de acordo com as marcações feitas, tendo tido, no entanto, que ser feitas algumas remarcações.

De acordo com o quadro 2, podemos verificar que a amostra executada correspondeu, muito de perto, à amostra planificada.

**Quadro 2**  
**Amostra planeada e amostra executada,**  
**segundo o sexo, o grupo etário e o grupo de exposição**

|                 | GE    |                              |     | GN    |                              |     | GN1   |                               | GN2 |       |           |
|-----------------|-------|------------------------------|-----|-------|------------------------------|-----|-------|-------------------------------|-----|-------|-----------|
|                 | Plan. | Executada<br>GE <sup>a</sup> | GHE | Plan. | Executada<br>GN <sup>a</sup> | GHE | Plan. | Executada<br>GN1 <sup>a</sup> | GHE | Plan. | Executada |
| <b>Total</b>    | 300   | 285                          | 20  | 308   | 312                          | 3   | 132   | 126                           | 3   | 176   | 186       |
| 45-54           | 150   | 144                          | 6   | 154   | 149                          | 1   | 66    | 62                            | 1   | 88    | 87        |
| 55-64           | 150   | 141                          | 14  | 154   | 163                          | 2   | 66    | 64                            | 2   | 88    | 99        |
| <b>Mulheres</b> | 200   | 198                          | 3   | 196   | 204                          | -   | 84    | 84                            | -   | 112   | 120       |
| 45-54           | 100   | 96                           | 1   | 98    | 100                          | -   | 42    | 42                            | -   | 56    | 58        |
| 55-64           | 100   | 102                          | 2   | 98    | 104                          | -   | 42    | 42                            | -   | 56    | 62        |
| <b>Homens</b>   | 100   | 87                           | 17  | 112   | 108                          | 3   | 48    | 42                            | 3   | 64    | 66        |
| 45-54           | 50    | 48                           | 5   | 56    | 49                           | 1   | 24    | 20                            | 1   | 32    | 29        |
| 55-64           | 50    | 39                           | 12  | 56    | 59                           | 2   | 24    | 22                            | 2   | 32    | 37        |

GE – Grupo Exposto a mina e escombreira (Canas de Senhorim); GN- Grupo Não exposto (7 freguesias); GN1 – indivíduos que vivem em freguesias onde é conhecida a existência de ocorrências de mineralização em urânio e/ou houve actividade extrativa de pequena dimensão(freguesias de Queirã, Moreira de Rei e Rio de Mel); GN2 – indivíduos que vivem em freguesias em que não se conhece qualquer ocorrência de mineralização de urânio (freguesias de Campo, Sátão, S. Pedro-Celorico de Beira e Seia).

GHE – grupo hiper-exposto: indivíduos que foram mineiros de urânio ou trabalharam com o concentrado ou em outras actividades com elevada exposição ao minério (existiam na amostra original de GE e GN1)

a- depois de separar os indivíduos GHE

### **3. Determinações laboratoriais**

As análises citogenéticas respeitantes à genotoxicidade estão a ser realizadas, em cooperação, pelo Centro de Genética Humana do INSA e pelo Departamento de Protecção Radiológica e Segurança Nuclear (DPRSN) do ITN. São responsáveis pela sua execução as Dras. Guida Boavida e Maria João Silva do INSA e Dra Octávia Monteiro Gil do ITN. Os resultados ainda não estão disponíveis em virtude da maior morosidade das técnicas laboratoriais.

As determinações hematológicas (hemograma completo), foram realizadas no Laboratório de Patologia Clínica do Hospital de S. Teotónio, sob coordenação do Dr. João Ribeiro do Hospital de S. Teotónio, e estão já concluídas.

As determinações relativas às funções renal (creatinina e ureia) foram coordenadas pela Dra Beatriz Afonso do laboratório de Bioquímica. As determinações relacionadas com a função tiroideia (TSH e T4) e os parâmetros laboratoriais de saúde reprodutiva (testosterona, FSH e inibina B), coordenadas pela Dra Aidil Fonseca, foram realizadas no Laboratório de Endocrinologia. As concentrações de metais pesados (chumbo, cobre e zinco) foram realizadas, sob a coordenação da Engenheira Luísa Maria Nobre, no Laboratório de Saúde Ocupacional. Todos estes laboratórios pertencem à sede do Instituto Nacional de Saúde Dr. Ricardo Jorge. As determinações referidas estão igualmente concluídas.

A confirmação de diagnósticos e análise de dados sobre prevalência de algumas doenças estão actualmente em curso e são coordenadas pelos Drs. Carlos Dias e Eugénio Cordeiro.

A determinação da concentração de Polónio ( $^{210}\text{Po}$ ) no cabelo está a ser realizada pelo DPRSN do ITN com recurso a técnicas de espectrometria alfa. As amostras ambientais para análise de radioactividade (solos, águas, produtos hortícolas, leite, aerossóis) estão também a ser analisadas pelo DPRSN por espectrometria alfa e gama, por cintilação líquida e por medidas alfa e beta de baixo fundo. A coordenação destas determinações está a cargo do Dr. Fernando Carvalho, Dra Maria José Madruga e Dr. Mário Reis.

A equipa de trabalho, coordenada pelo Prof. Engenheiro Mário Machado Leite e pela Engenheira Elsa Macedo Pinto, do INETI/Laboratório de S. Mamede de Infesta (Matosinhos) realizou a totalidade das análises químicas inorgânicas multi-elementares de solos, sedimentos e águas naturais e reuniu demais informação e dados no que respeita aos aspectos geológicos, hidrogeológico, geoquímico e hidroquímico.

#### **4. Codificação e processamento dos dados**

##### Questionário sócio-demográfico e de saúde

Cada questionário individual foi verificado para apreciar a integridade e consistência dos dados. Esta verificação foi feita pela entrevistadora responsável, no final de cada dia de trabalho, e supervisionada pela coordenadora do trabalho de campo no final de cada semana.

No Observatório Nacional de Saúde foi feita a codificação das doenças e motivos de internamento (Classificação Internacional das Doenças – 9ª revisão), das profissões (Classificação Nacional das Profissões, INE) e dos exames de diagnóstico (códigos específicos do estudo).

Foi constituída a seguir uma base de dados em ACCESS, com dupla digitação para identificar e corrigir erros de digitação. Foram ainda realizados procedimentos de identificação de valores impossíveis e de inconsistências entre valores.

##### Valores laboratoriais

Os valores laboratoriais foram inseridos na mesma base de dados, tendo sido seguidos os procedimentos de dupla digitação e de identificação de valores impossíveis e de inconsistências.

As actividades relativas à codificação e processamento dos dados ficaram concluídas em Novembro de 2003.

#### **5. Análise dos dados**

A análise dos dados referentes ao estudo em indivíduos está em fase avançada de execução no que respeita à maior parte dos parâmetros, com excepção da componente de genotoxicidade e da determinação de <sup>210</sup>Polónio no cabelo cujos resultados ainda não estão disponíveis.

#### **6. Comunicação dos resultados das análises aos indivíduos participantes**

Cada um dos indivíduos que participaram no estudo receberam os resultados das análises de natureza clínica que aceitaram realizar (ver 3.). Esses resultados foram enviados pelo correio, para o respectivo domicílio ou para o médico-assistente de acordo com a sua escolha, dentro do prazo que tinha sido indicado. Todos os resultados foram acompanhados por um comentário, que recomendava a consulta ao médico-assistente sempre que os valores se encontravam fora dos valores de referência.

## **ESTUDO DA RADIOACTIVIDADE AMBIENTAL**

---

A avaliação da exposição das populações à radioactividade e a avaliação dos seus efeitos sobre a saúde, requer a investigação de vários parâmetros tais como a inalação de radão, a dose de radiação externa (fontes radioactivas exteriores ao corpo, como os solos por exemplo), e a ingestão de radionuclidos com a água e os alimentos. Por outro lado, tendo a região granítica um fundo radiológico natural mais elevado, o impacto da escombrelas de resíduos radioactivos na saúde e no ambiente só pode ser apreciado em termos comparativos com zonas sem escombrelas.

### **1. Selecção e recolha de amostras**

Em cada uma das freguesias seleccionadas procedeu-se, de forma sistemática, à recolha de amostras de solos, de produtos hortícolas (couves, batatas e outros), de água de consumo da rede, de fontanários e de poços privados, e de leite de ovelha ou vaca. Estas amostras foram transportadas para o laboratório para análise.

### **2. Análises de radionuclidos**

Em cada freguesia efectuou-se a medição de radão no interior de habitações e no ar exterior, a determinação da taxa de exalação de radão dos solos, a medição da dose de radiação ambiente e a recolha de aerossóis (partículas em suspensão na atmosfera) para análise.

A colocação de dosímetros de radão foi realizada em 620 habitações com a colaboração dos residentes. No entanto, cerca de 1/3 dos dosímetros foram devolvidos danificados ou após exposição incorrecta ao laboratório, o que não permitiu a utilização dos resultados. Estão a ser tomadas medidas para repetir estas determinações.

As análises das amostras, após adequada preparação no laboratório, estão a ser efectuadas por espectrometria alfa e espectrometria gama utilizando equipamentos de elevada resolução. Algumas amostras são analisadas também por espectroscopia beta e por cintilação líquida consoante a finalidade da análise. No total das missões efectuadas nas freguesias seleccionadas para investigação, até ao presente recolheram-se várias centenas de amostras dos materiais mencionados. A maioria foi já analisada.

### **3. Medição de doses de radiação ambiental**

Nas freguesias seleccionadas foram efectuadas medições instantâneas das doses da radiação ambiental com um equipamento Geiger de precisão. Estas medições incluem as áreas urbanas e os campos agrícolas, bem como as escombrelas de resíduos da exploração de urânio.

O trabalho analítico prossegue. A investigação sobre a radioactividade ambiental ainda abordará, no corrente ano, a contaminação dos três principais cursos de água da região, a saber rio Dão, rio Vouga e rio Mondego, para avaliar a eventual contaminação nas proximidades de antigas explorações de urânio. Em simultâneo, a determinação da radioactividade nos géneros alimentares produzidos na região está a ser aprofundada.





Rio de Mel



Canas de Senhorim



Canas de Senhorim



Celorico (S. Pedro)

# ESTUDO DA DISPERSÃO DOS METAIS E OUTROS CONTAMINANTES QUÍMICOS NO AMBIENTE

---

O objectivo principal desta tarefa é definir um quadro ambiental para as localidades em que residem as pessoas que foram seleccionadas no sentido de avaliar a sua influência na qualidade de vida e saúde dessas populações.

Protocolarmente, o estudo envolve a apreciação da dispersão de *metais e outros contaminantes químicos no ambiente*.

## 1. Planeamento da amostragem

Para cumprimento deste objectivo, foram estudados os 3 meios amostrais fundamentais, por serem os que, preferencialmente, evidenciam os fenómenos de transporte/acumulação dos elementos tóxicos e/ou indesejáveis:

- solos – genericamente terrenos aráveis localizados na proximidade de linhas da água;
- águas subterrâneas – de circulação sub-superficial 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 de amostragem.

### 1.1 Amostragem de solos

Em cada freguesia foram seleccionadas como áreas para colheita de solos as zonas que se encontram 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.

## 1.2 Amostragem de águas subterrâneas

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 fracturas, através do estudo de orto-fotomapas em conjugação com a cartografia geológica.

As circunstâncias locais conduziram a que, na sua grande maioria, 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).

## 1.3 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.

## 2. Dimensão da amostra

O Plano de Amostragem conduziu ao seguinte conjunto de amostras:

|        |                     | Amostragem  |              | Solos   |      | Águas       |             |
|--------|---------------------|-------------|--------------|---------|------|-------------|-------------|
|        |                     | Tipo Perfil | Tipo Pontual | Aluvião | Solo | Superficial | Subterrânea |
| 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    | Queira              | 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          |

### 3. 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
- A caracterização química das águas envolveu:
  - determinação das grandezas fisico-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, vanádio, manganês, cobalto, níquel, cobre, zinco, arsénio, selénio, rubídio, estrôncio, ítrio, zircónio, nióbio, molibdénio, prata, cádmio, estanho, antimónio, telúrio, cézio, bário, tântalo, tungsténio, mercúrio, tálio, chumbo, bismuto e urânio, por Espectrometria de Massa ICP-MS

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

---

Os trabalhos de planeamento de “MINURAR” – Minas de urânio e seus resíduos: efeitos na saúde da população” iniciaram-se em Outubro de 2002, após ser conhecida a decisão de financiamento por parte do Ministério da Saúde.

Está planeado que o estudo tenha a duração de 3 anos devendo, por isso, estar concluído em Outubro de 2005.

O planeamento do estudo, a organização do trabalho de campo e o treino das operações decorreram até Abril de 2002, de acordo com o previsto.

No que respeita ao estudo em indivíduos, as colheitas de dados e de amostras biológicas iniciaram-se a 28 de Abril de 2003 e decorreram até ao princípio de Outubro desse ano. A participação das populações foi superior à que tinha sido admitida pelos investigadores, mesmo nas freguesias que não estavam directamente afectadas pelo problema das minas de urânio.

Aguarda-se a conclusão das determinações do Polónio ( $^{210}\text{Po}$ ) no cabelo, prevista para o princípio de 2005, para proceder à análise final dos potenciais efeitos da exposição nos parâmetros de saúde estudados.

Como planeado, os resultados relativos aos eventuais efeitos genotóxicos só deverão estar disponíveis no final de 2005, dada a morosidade das técnicas utilizadas.

No que respeita ao estudo da radioactividade ambiental e caracterização da exposição das populações às radiações ionizantes nas várias freguesias, será no essencial completado em 2004. Os resultados detalhados, bem como a sua interpretação, serão objecto de um relatório a publicar até ao final do corrente ano.

Embora as análises não estejam concluídas e seja por isso prematuro esboçar uma interpretação final, em especial no que concerne aos efeitos sobre a saúde das populações globalmente verificou-se que:

- a) as escombrelas de resíduos da exploração de urânio, existentes em vários locais na freguesia de Canas de Senhorim, contêm materiais francamente radioactivos com concentrações elevadas de rádio, urânio, chumbo, polónio, entre outros radionuclidos;
- b) nas freguesias de referência, os solos e plantas analisados apresentam concentrações geralmente mais baixas que os materiais equivalentes da zona da Urgeiriça, freguesia de Canas de Senhorim;
- c) as águas de consumo apresentam valores de radioactividade muito variáveis. Em geral, as águas das redes de distribuição, que recorrem a fontes superficiais (albufeiras) apresentam valores baixos de radioactividade e em conformidade com a lei da água. Contudo águas de alguns poços, fontanários públicos (nascentes) e furos artesianos apresentam valores de radioactividade mais

elevados. Alguns poços e furos da freguesia de Canas têm águas mais contaminadas com radionuclídeos e ácido provenientes da actividade extractiva do urânio e da utilização de ácido sulfúrico.

- d) As concentrações de radão no ar exterior e a dose de radiação externa são francamente mais elevadas na proximidade das escombrelas da Urgeiriça que em zonas mais afastadas dentro da freguesia de Canas de Senhorim e nas freguesias de referência.
- e) As concentrações de radão dentro de algumas casas da região apresentam valores muito elevados. A avaliação destes resultados não está, ainda, concluída.

No que respeita ao estudo da dispersão dos metais e outros contaminantes químicos no Ambiente, uma avaliação macroscópica dos resultados permite concluir que:

- a amostragem realizada permitirá caracterizar, do ponto de vista químico, o fundo ambiental (geológico) dos grupos de freguesias em estudo;
- a freguesia de Sátão, devido à sua localização num substracto geológico xistoso, e não granítico, poderá vir a constituir-se como aferidor complementar da adequação da escolha das freguesias;
- a amostragem realizada no que concerne ao urânio – elemento em destaque neste estudo – permite definir um valor médio de fundo para o granito da zona;
- algumas concentrações anómalas pontuais são correlacionáveis com actividade industrial conhecida (origem não mineira)
- outras anomalias, todavia, poderão desde já apontar para a necessidade de realizar mais algum trabalho de reconhecimento.

Neste relatório de progresso, o Grupo de Coordenação deseja salientar ainda os seguintes aspectos que foram de enorme relevância para a condução do estudo:

1. a elevada vontade de cooperar que o INSA, o ITN, o INETI/Laboratório de S. Mamede de Infesta, a ARSC/CRSPC e Hospital de S. Teotónio sempre manifestaram, proporcionando condições excelentes para a realização do estudo;
2. a adesão das autarquias envolvidas, especialmente as Juntas de Freguesia de Canas de Senhorim (Nelas), Queirã (Vouzela), Rio de Mel e Moreira de Rei (Trancoso), Campo (Viseu), Sátão (Sátão), S. Pedro (Celorico da Beira) e Seia (Seia);
3. o envolvimento e a dedicação dos entrevistadores e dos técnicos de diagnóstico e terapêutica do Hospital de S. Teotónio que, em articulação com a responsável pelo trabalho de campo e com o apoio do GC, das Juntas de Freguesia e dos Centros de Saúde, permitiram ultrapassar as dificuldades que a concretização do estudo em indivíduos foi colocando;
4. a forte adesão das populações convidadas a participar no estudo, nomeadamente as 620 pessoas que se disponibilizaram a responder ao questionário e a permitir a colheita de amostras de sangue e de cabelo, e as várias dezenas que

autorizaram a colheita de amostras de água e produtos hortícolas, e a realização de medições de radão nas suas habitações

Atingida a actual fase, é certo que o estudo gerará resultados que estarão disponíveis dentro dos prazos que estavam planeados.