
Avaliação dos níveis de radioactividade natural em águas subterrâneas da região da Horta da Vilariaça (Norte de Portugal)

Evaluation of the natural radioactivity levels of groundwater from the Horta da Vilariaça region (Northern Portugal)

A.J.S.C. PEREIRA – apereira@dct.uc.pt (IMAR, Departamento de Ciências da Terra, Universidade de Coimbra)

P.G.N. PINTO – ppinto@dct.uc.pt (IMAR, Departamento de Ciências da Terra, Universidade de Coimbra)

L.J.P.F. NEVES – luisneves@dct.uc.pt (IMAR, Departamento de Ciências da Terra, Universidade de Coimbra)

M.R.M. COSTA – rosario.costa@utad.pt (Dep. de Geologia, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. GeoBioTec–Centro de Investigação de Geobiociências, Geotecnologia e Geo-Engenharia, Universidade de Aveiro)

RESUMO: Determinaram-se as concentrações de ^{222}Rn , ^{226}Ra , ^{234}U e ^{238}U em águas subterrâneas numa área de substrato granítico-metassedimentar (Horta da Vilariaça, Torre de Moncorvo). 30% das amostras ultrapassam os limites recomendados para a concentração de radão em águas de consumo e 65% para as concentrações de U. Em consequência, em *ca.* 60% dos casos a exposição a radiações ionizantes ultrapassa largamente o valor limite definido na legislação para águas de consumo. Admite-se que a origem das elevadas concentrações de radionuclídeos se relacione com um fenómeno mineralizante de origem natural.

PALAVRAS-CHAVE: radionuclídeos, água subterrânea, região urânifera, Norte de Portugal.

ABSTRACT: ^{222}Rn , ^{226}Ra , ^{234}U and ^{238}U were determined in samples of groundwater of a granitic-metasedimentary region (Horta da Vilariaça, Torre de Moncorvo, Northern Portugal). 30% of the samples for radon and 65% for uranium are above the recommended limits for consumption water. As a consequence, effective dose exceeds the limits of national legislation in 60% of the samples. The origin of the high radionuclide concentrations in groundwater, rocks and soils in the area, is related with the presence of a uranium mineralization phenomena of natural origin.

KEYWORDS: radionuclides, groundwater, uranium prone area, Northern Portugal.

1. INTRODUÇÃO

Na região da Horta da Vilariaça (Torre de Moncorvo, NE de Portugal) ocorrem rochas graníticas hercínicas e metassedimentos do complexo xisto grauváquico ante-ordovícico (CXG), bem como alguns filões de quartzo, aplítico-pegmatíticos e de rochas básicas. Os granitos dominantes, moscovítico-biotíticos e de idade hercínica, são porfiróides, de matriz média e grosseira e sintectónicos relativamente a F_3 . Os metassedimentos, compostos por filitos cloríticos e quartzo-cloríticos, integram a formação de Ervedosa do Douro, e apresentam extensas auréolas de metamorfismo de contacto na proximidade das rochas graníticas (Moreira, 1985). Depósitos

sedimentares de idade Terciária a Quaternária ocorrem a leste da povoação da Horta da Vilariça associados ao “graben” da falha da Vilariça.

Trabalhos de prospecção mineira levados a cabo na região em estudo permitiram identificar vários locais enriquecidos em U, tratando-se normalmente de U secundário disseminado nos metassedimentos da auréola de contacto ou acumulado em fracturas que intersectam essas mesmas rochas (Moreira, 1985). Na mineralogia da mineralização reconheceu-se a presença de fosfatos de U, como saleeite e autunite, bem como óxidos e hidróxidos de ferro amorfos (Bolle *et al.*, 1988).

Estudos efectuados recentemente na mesma área pela mesma equipa responsável pelo presente trabalho, e cujos resultados ainda não foram publicados, detectaram também sobre as áreas enriquecidas em U elevadas doses por exposição à radiação gama (média de $0,54 \mu\text{Gy}\cdot\text{h}^{-1}$ e máximo de $2,57 \mu\text{Gy}\cdot\text{h}^{-1}$) e elevadas concentrações de gás radão nos solos, tendo aqui sido determinado o valor mais elevado até ao momento no território continental português (ca. $78 \text{MBq}\cdot\text{m}^{-3}$).

Perante o exposto, é de prever que nas regiões em causa as concentrações de radionuclídeos em águas subterrâneas possam ser significativas, dada a disponibilidade em urânio reconhecida nas principais litologias. O presente trabalho visou averiguar esta hipótese, através da análise de um conjunto de amostras de águas subterrâneas colhidas na região de Horta da Vilariça, em área de alguns km^2 em torno da referida povoação.

2. MÉTODOS

Foram colhidas um total de 11 amostras de águas subterrâneas, exclusivamente em furos, pelo que foi amostrado o aquífero profundo; os furos intersectaram essencialmente rochas sedimentares da auréola de metamorfismo de contacto (8), a diferentes distâncias do contacto com as rochas graníticas, um no próprio maciço granítico e os restantes na cobertura sedimentar. Em cada uma delas foram quantificadas as actividades de ^{238}U , ^{234}U , ^{226}Ra e ^{222}Rn em espectrómetro de cintilação líquida ultra-sensível Quantulus 1220 da Perkin-Elmer, disponível no Laboratório de Radioactividade Natural do Departamento de Ciências da Terra da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra.

Para as análises foram utilizados 500 ml de amostra, filtrada a $0,45 \mu\text{m}$ e acidificada a $\text{pH}=2$. Para alcançar melhor sensibilidade e otimizar os tempos de contagem, as amostras foram evaporadas por forma a ser alcançado um factor de concentração de 10. As análises de U basearam-se na determinação das actividades dos isótopos ^{234}U e ^{238}U (raramente em equilíbrio mútuo), efectuadas com recurso a um cocktail de extracção selectiva (HDEHP) e um de cintilação (Betaplate Scint), em vials de polietileno. No caso do radão, as amostras foram recolhidas no campo com recurso a seringas e utilizando um fluxo lento para prevenir possíveis perdas do gás; as amostras foram em laboratório tomadas directamente, sem pré-concentração. Uma explicação mais detalhada das técnicas utilizadas e procedimentos de calibração pode ser encontrada em Gonçalves e Pereira (2007).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 1 apresentam-se os dados estatísticos básicos relativos ao conjunto das amostras e variáveis analisadas. Dada a elevada variabilidade dos resultados obtidos, deu-se preferência ao cálculo da mediana em detrimento da média aritmética. Os valores deste parâmetro são excepcionalmente elevados no caso do U (129 ppb) quando comparados com os teores do mesmo elemento observados noutras regiões do país com contexto geológico similar (Pinto *et al.*, 2008); para além da amostra onde foi registado o valor máximo (3483 ppb) obtiveram-se

teores próximos de 1000 ppb num conjunto de outras três amostras. Determinações efectuadas em largas dezenas de amostras de águas subterrâneas que circulam em rochas do maciço hercínico da região Centro indicam que teores superiores a 10 ppb são pouco frequentes. No caso em estudo 65% das amostras ultrapassaram o limite recomendado pela OMS em águas de consumo humano (20 ppb). Naturalmente que as actividades determinadas para os isótopos de U (^{234}U e ^{238}U) são também elevadas, sendo que a relação $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ é superior à unidade, como é, aliás, usualmente observado em águas.

O valor mais frequente da actividade, aferida pela mediana, de ^{226}Ra não é tão elevado como os valores obtidos noutras regiões com idêntico substrato geológico; na região de Oliveira do Hospital obteve-se média aritmética de $0,22 \text{ Bq.l}^{-1}$. Na região em estudo refira-se, no entanto, que apenas uma amostra está abaixo do limite de detecção, sendo que o valor máximo apurado ($2,41 \text{ Bq.l}^{-1}$) é superior ao determinado naquela região, bem como ao registado em muitas amostras de água analisadas em áreas mineiras onde decorreram explorações mineiras de U (Pereira *et al.*, 2006).

No que se refere às concentrações do gás radão dissolvido, o valor da mediana apurado de 400 Bq.l^{-1} é também elevado, verificando-se que em *ca.* 30% dos casos a actividade ultrapassa o valor limite de 1000 Bq.l^{-1} recomendado pela União Europeia. Neste grupo de amostras integra-se também uma amostra que contém uma das mais elevadas concentrações em gás radão dissolvido medidas até ao momento no território continental português (9784 Bq.l^{-1}).

Tabela 1 - Resultados obtidos para alguns parâmetros radiológicos nas águas subterrâneas da região da Horta da Vilariça; ld - limite de detecção.

	Mediana	Mínimo	Máximo
^{222}Rn (Bq.l^{-1})	400	64	9784
^{226}Ra (Bq.l^{-1})	$0,08^{(1)}$	<ld	2,41
^{234}U (Bq.l^{-1})	$2,2^{(1)}$	<ld	43,0
^{238}U (Bq.l^{-1})	$1,6^{(1)}$	<ld	48,1
Utotal (ppb)	$129^{(1)}$	<ld	3483

⁽¹⁾ Das 11 amostras analisadas, 1 apresenta valores abaixo do limite de detecção.

Tão elevada concentração de radionuclídeos em água, fará pressupor que as doses por exposição a radiações ionizantes para a população que consuma esta água poderão ser elevadas em alguns dos pontos onde foram colhidas amostras para análise.. Com este objectivo efectuou-se a determinação da dose efectiva anual para diferentes grupos da população (< 1 ano; 1 a 2 anos; 2 a 7 anos; 7 a 10 anos; > 17 anos) assumindo os adequados factores de conversão actividade/dose para cada faixa etária e consumos diários variáveis entre 0,7 L (<1 anos) e 2 L (adulto); para efeitos de cálculo e factores utilizados ver Gonçalves e Pereira (2007).

Na fig. 1 sintetiza-se a informação obtida observando-se, como expectável, que em *ca.* 60% dos casos é ultrapassado o valor limite de $0,1 \text{ mSv.a}^{-1}$ definido na legislação nacional como indicativo da avaliação da qualidade da água, do ponto de vista radiológico. No caso do consumo da água correspondente à amostra VIL-1 a dose anual poderia atingir quase 10 mSv.a^{-1} , valor superior à dose estimada para a população portuguesa de áreas com fundo radioactivo natural elevado, mas onde a principal contribuição resulta da inalação do gás radão, componente aqui não considerada (Pereira *et al.*, 2006).

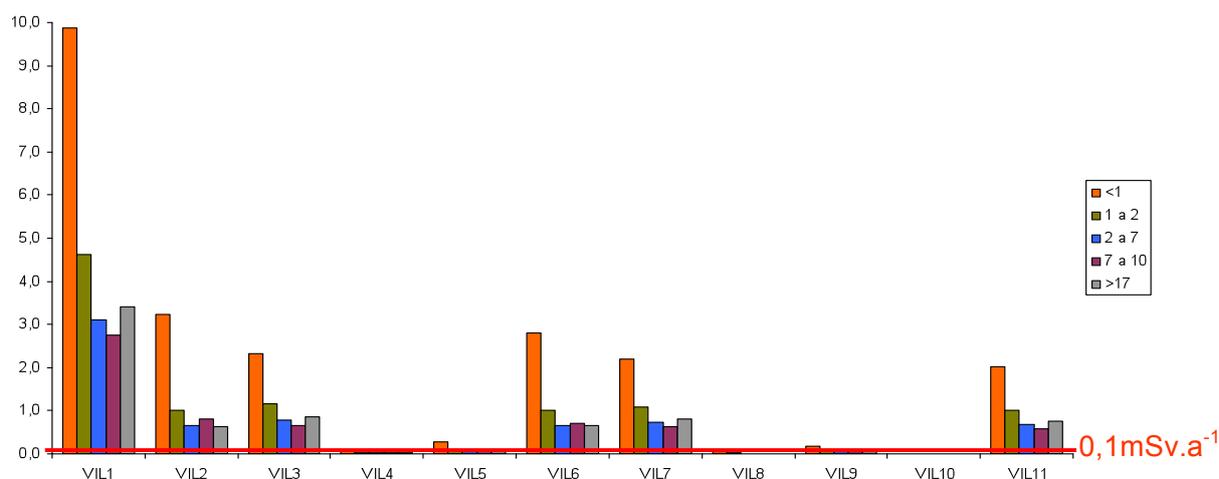


Figura 1 - Resultados da determinação da dose indicativa total para diferentes grupos da população (< 1 ano; 1 a 2 anos; 2 a 7 anos; 7 a 10 anos; > 17 anos), expressos em $\text{mSv}\cdot\text{a}^{-1}$.

4. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos indicam que o contexto geológico existente na região em estudo, onde tinha sido reconhecido um importante jazigo de U que, no entanto, nunca foi objecto de exploração, favorece a transferência de quantidades muito significativas de radionuclídeos integrados na cadeia de decaimento daquele elemento radioactivo para as águas de circulação profunda. As actividades dos isótopos de U, do gás radão e, localmente, do ^{226}Ra são particularmente elevadas, atingindo, em especial o U, valores verdadeiramente excepcionais para águas que circulam em rochas graníticas e metassedimentares integradas no Maciço Hespérico; em face da informação disponível até ao momento, em águas colhidas em contextos geológicos similares, as concentrações de U superiores a 10 ppb são pouco frequentes.

Em consequência, parâmetros como a concentração do U, a concentração do gás radão ou a dose indicativa total excedem, em número significativo de amostras, os valores limite legislados e/ou recomendados. Este facto deverá ser tido em conta aquando do aproveitamento de águas subterrâneas desta região para fins de consumo humano. Nesta situação, as doses por exposição às radiações ionizantes nas faixas etárias mais jovens podem atingir valores muito significativos.

O presente estudo mostra que mesmo na ausência de actividades antropogénicas como as que decorreram nas antigas minas de U da região centro, podem ocorrer concentrações muito elevadas de radionuclídeos em diferentes compartimentos ambientais, tal como tem sido referenciado noutras regiões (v.g. Pinto *et al.*, 2008).

Referências

- Bolle, J.N., Martin, H., Sondag, F., Fonseca, E. (1988) – Evolution de la mineralogy de U dans les fractions granulométriques de sols et de sediments de ruisseau dans l'environnement de la minéralization uranifere de Horta da Vilaria (NE Portugal). *Geociências*, Aveiro, 3, 1-2, pp. 303-311.
- Gonçalves, C.V.M. e Pereira, A.J.S.C. (2007) – Radionuclides in groundwater of the Serra do Buçaco region (Portugal). *Proceedings of the XXXV Congress of International Association of Hydrogeologists*, Lisbon, 9 p.
- Moreira, A. (1985) – Carta geológica de Horta da Vilaria, S.F.M./D.G.G.M (documento interno), sem paginação.
- Pinto, P.G.N., Pereira, A.J.S.C., Vicente, A.M.P., Duarte, R., Azevedo, D. & Neves, L.J.P.F. (2008) – Avaliação dos níveis de radioactividade natural em águas subterrâneas das regiões de Castelo Branco e Oliveira do Hospital. *Iº Congresso Português de Protecção Contra Radiações*, Actas, Lisboa, 4 p.
- Pereira, A.J.S.C., Neves, L.J.P.F. e Dias, J.M.M. (2006) - Estimating radiological impacts of uranium mining exploitation: the evaluation of the natural background in the Beiras metallogenic province (Central Portugal). *II European International Radiation Protection Association Congress*, Paris, 1 p.