



Caraterização Geoquímica (K, U e Th) e Radiométrica das diferentes litologias da região de Bemposta (NE Portugal)

Geochemical (K, U and Th) and radiometric characterization of different lithology's from Bemposta region (NE Portugal)

E. Gomes¹, L. Martins¹, L. Neves², A. Pereira²

¹ Centro de Geociências, Departamento Geologia, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, 5001-801 Vila Real, mgomes@utad.pt

² IMAR-CMA, Departamento de Ciências da Terra, Universidade de Coimbra, 3000-272 Coimbra

Resumo

Um projeto de âmbito multidisciplinar, transfronteiriço, tem sido desenvolvido na região de Bemposta (Arribas do Douro) com vista à definição de percursos pedestres, contribuindo para a promoção da saúde. Os percursos propostos atravessam diversas litologias, visitando o interior de algumas bodegas. A caraterização geoquímica e radiométrica das litologias revelou valores de K, U e Th superiores à média crustal nas rochas graníticas e migmatíticas, enquanto nos sedimentos são inferiores. As medições efectuadas nas diversas litologias da região demonstraram que os granitos em geral possuem maiores teores de K, U e Th e também de gás radão e torão, do que os migmatitos e estes maiores do que os sedimentos. A avaliação preliminar da contribuição da dose de radiação externa para a dose efectiva anual por exposição à radiação ionizante revelou uma estimativa máxima de 0,22 mSv/ano para o interior das bodegas, valor este superior à média mundial; tendo em conta os teores de urânio observados nas rochas, bem como ao facto de as bodegas serem em geral espaços mal ventilados, é expectável que a dose devida à exposição ao radão possa neste caso ser significativa. Os percursos pedestres que atravessam sedimentos são aqueles em que a dose de radiação natural é mais baixa.

Palavras chave: litologias, radioactividade natural, saúde

Abstract

A cross-border multidisciplinary project has been developed in the region of Bemposta (Cliffs of the Douro) for the definition of walking trails, contributing to the promotion of health. The proposed routes traverse different lithologies of the region, visiting the interior of some "bodegas". The geochemical and radiometric characterization of lithologies revealed values of K, U and Th higher in granites and migmatites than the average crustal rocks while in sediments are lower. Measurements performed in various lithologies region showed that granites generally have higher K, U and Th and also radon and thoron than the migmatites and these larger than sediments. A preliminary assessment of the contribution of external radiation dose to the annual effective dose from exposure to ionizing radiation showed a maximum estimate of 0.22 mSv / year into the interior of the bodegas, higher than the world average. Taking into account the levels of uranium observed in the rocks, as well as the fact that the bodegas are generally poorly ventilated spaces, it is expected that the dose due to radon exposure can be significant in this case. The pedestrian paths cross sediments are those in which the natural radiation dose is lower.

Keywords: lithology, natural radioactivity, health

Introdução;

A região de Bemposta localiza-se no Parque Natural do Douro Internacional, particularmente nas Arribas do Douro, inseridas no Planalto Mirandês. Trata-se de uma região ímpar com uma grande atratividade paisagística, pelas características geológicas, faunísticas, florísticas e patrimoniais, que pode sustentar a oferta de turismo de natureza e atividades ao ar livre, nomeadamente o pedestrianismo.

As rochas apresentam diferentes concentrações em isótopos radioativos naturais, sendo que, os mais importantes sob o ponto de vista da radiação gama são o ^{40}K , ^{238}U e ^{232}Th . A distribuição destes isótopos determina por conseguinte a dose de radiação externa produzida por rochas e solos. Existe ainda atualmente a percepção de que só se devem preocupar com a radioatividade natural as pessoas que habitam nas imediações de minas de urânio. Contudo, todas as rochas contêm urânio, umas mais do que outras, e dependendo da quantidade desse elemento e posterior contribuição de determinados fatores, acabam por influenciar a concentração de radão no ar que se respira e a saúde humana. Torna-se assim cada vez mais necessário prevenir o público que recebe elevadas exposições associadas ao radão e determinar o risco radiológico em diferentes áreas.

Um projeto de âmbito multidisciplinar, transfronteiriço, tem sido desenvolvido na região das Arribas do Douro com vista à definição de percursos pedestres e ao aproveitamento integral do valor natural contribuindo indubitavelmente para a promoção da saúde. Os percursos estudados atravessam as diversas litologias, visitando o interior de algumas bodegas (adegas em caves) localizadas em Fermoselle (Espanha), pelo que o objetivo do presente trabalho é a caracterização geoquímica e radiométrica das litologias e a avaliação preliminar do risco ambiental associado à radioatividade natural, evidenciando quais os percursos sujeitos a menor exposição.

Geologia;

A região de Bemposta (Nordeste de Portugal), integra-se no bordo noroeste do domo varisco de Tormes que se estende para Espanha (Fig.1). O Domo Tormes é um batólito granítico situado na área interna do Maciço Ibérico caracterizado pelo desenvolvimento de complexos plutono-metamórficos com geometria em domo e como característica mais significativa destaca-se a presença de migmatitos associados aos granitos anatécticos.

As rochas regionais são de idade Câmbrico e Ordovícico. O Complexo Xisto-Metagrauváquico, encontra-se migmatizado e é constituído por metapelitos com intercalações de metagrauvaques e algumas rochas carbonatadas. Os granitóides são sintectónicos, e o maciço tem forma alongada e são concordantes com as estruturas hercínicas NW-SE, revelando geometria e cinemática condicionada pela zona de cisalhamento esquerda ENE-WSW de Bemposta-Carviçais. Os granitóides consistem num tonalito, três granitos moscovítico-biotíticos e um granito moscovítico. Os tonalitos afloram em lenticulas e são rochas escuras, têm grão fino a médio e apresentam forte foliação. O granito de Bemposta é de grão médio, moscovítico-biotítico, porfiróide, muito deformado, com fenocristais de feldspato potássico,

geralmente inferiores a 2x0.7cm. O granito de Peredo de Bemposta é um granito de grão médio, moscovítico-biotítico, levemente porfiróide com fenocristais inferiores a 1.5x5cm. O granito de Urrós é de grão médio a grosseiro, moscovítico-biotítico, de tendência porfiróide e fenocristais de fK. O granito da Assumada é um granito de grão fino a médio, moscovítico. Parte dos granitos e metassedimentos estão cobertos por depósitos sedimentares cenozóicos, que se estendem pelo Planalto Mirandês e afloram bem nas imediações de Sendim.

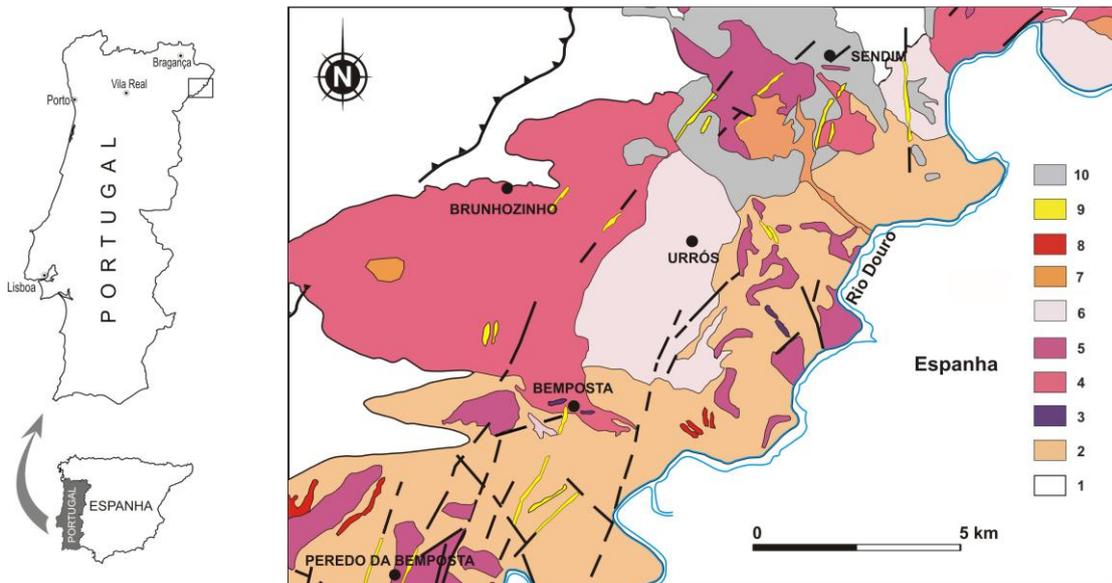


Fig. 1 – Carta geológica simplificada da região de Bemposta e localização nos mapas Ibérico e de Portugal. Legenda: 1. Metassedimentos paleozóicos, 2. Migmatitos, 3. Tonalitos, 4. Granito de Bemposta, 5. Granito de Peredo de Bemposta, 6. Granito de Urrós, 7. Granito da Assumada, 8. Filões aplito-pegmatíticos, 9. Filões de quartzo e 10. Depósitos sedimentares cenozóicos

Materiais e Métodos;

A geoquímica de rocha total, foi analisada na Univ. de Bristol (U.K.), para os granitóides e os migmatitos tendo sido determinados por fluorescência de raios-X (XRF) com uma precisão superior a $\pm 1\%$ os elementos maiores. U e Th foram determinados por ICP-MS com uma precisão de $\pm 5 - 10\%$.

Foi efetuada uma pesquisa radiométrica das diversas litologias da região usando o espectrómetro portátil de raios gama GR-130G da Exploranium, equipado com detetor de NaI determinando a dose absorvida expressa em $\mu\text{Gy/h}$ e a concentração de K_2O , U e Th nas rochas. Foram efetuados perfis para caracterizar cada litologia. Em locais selecionados ($n=284$ medições), foi medida a dose de radiação externa, com o espectrómetro colocado a cerca de 1 metro de altura sobre a rocha/solo, e estimadas as concentrações dos elementos radiogénicos K_2O , U e Th em afloramentos de rocha exposta.

Após a avaliação prévia do fundo radiométrico regional fez-se a determinação das concentrações de gás radão e torão no subsolo, com recurso a emanómetro de campo Scintrex RD200, em 37 locais representativos, conforme protocolo descrito por Pereira et al. (1998).

Resultados e Discussão;

Os dados de geoquímica de rocha total e as medições efetuadas com o espectrómetro de raios gama permitiram registrar valores bastante próximos de potássio, urânio e tório (Tabela 1) nos granitos e migmatitos e quase sempre superiores à abundância crustal (ca. K- 3 %; U- 3 ppm; Th- 11 ppm). Os sedimentos têm valores inferiores à média crustal, para os três elementos.

As medições efetuadas nas diversas litologias da região demonstraram que os granitos possuem teores de U e Th maiores do que os migmatitos e estes maiores do que os sedimentos (Tabela 1). Embora os dados geoquímicos indiquem concentrações relativamente baixas de elementos radiogênicos, porém o tonalito e o granito moscovítico-biotítico de Bemposta contêm teores elevados de Th e o granito moscovítico tem teores elevados de U. As concentrações mais elevadas de urânio foram semelhantes às encontradas em litologias afins noutras regiões do norte e centro de Portugal (Gomes, et al. 2010; Martins, et al. 2011).

Tabela 1 - Teores de K₂O, U e Th nas diversas litologias da região estudada obtidas por espectrometria gama in situ e () número de amostras analisadas por XRF (K₂O) ICP –MS (U e Th) e respectivos teores nas diversas litologias da região de Bemposta

Litologias	n	K ₂ O (%)	U (ppm)	Th (ppm)
Migmatito	27 (2)	3,5 (4,7)	3,5 (4)	22 (18)
Tonalito	4 (3)	4,8 (3,9)	3,4 (6,0)	31,5 (27,2)
Granito de Bemposta	29 (12)	5,5 (5,4)	8,6 (11)	41,2 (29)
Granito de Peredo de Bemposta	27 (5)	5,8 (5,8)	5 (11)	19,1 (20)
Granito de Urrós	38 (6)	3,7 (5,9)	4,9 (6)	13,1 (9)
Granito de Assumada	9 (4)	5,0 (5,0)	12,7 (4,6)	10,3 (9,1)
Sedimentos	7	2,2	1,9	8,4
Interior de bodegas	14	4,7	6,9	29

n - nº de medições e ppm - (partes por milhão)

Os sedimentos, conforme expectável, possuem fundo radiométrico muito inferior (39 nGy/h) em relação às rochas graníticas e aos migmatitos da região (Tabela 2). No que diz respeito ao fluxo de radiação gama e à dose de radiação externa os granitos de Bemposta e moscovítico possuem valores mais elevados do que os outros granitos e os migmatitos. No interior das bodegas registaram-se os valores mais elevados (Tabela 2), estimando-se uma contribuição da radiação externa para a dose efectiva anual de 0,22 mSv/ano (para 20 % de exposição exterior), valor este mais elevado do que a média mundial (UNSCEAR, 2008).

Tabela 2– Fluxo de radiação gama, radiação externa e contributo desta para a dose efectiva anual.

Litologias	n	VMRR (cps)	DRE (nGy/h)	Contributo para a dose efectiva anual (mSv/a)
Migmatito	21	449,9	127,7	0,15
Tonalito	6	448	129,4	0,16
Granito de Bemposta	22	437	168,8	0,20
Granito de Peredo de Bemposta	27	442,5	117,4	0,14
Granito de Urrós	26	443,8	119,5	0,15
Granito de Assumada	11	444,5	174,1	0,21
Sedimentos	6	413,2	39,1	0,05
Interior de bodegas	7	469,4	183,4	0,22

n - nº de medições; VMRR- Valor médio do fluxo gama; DRE- Dose de radiação externa; (cps) - choques por segundo; (nGy/h) - nanograys por hora; (mSv/a) – milisieverts por ano

De salientar também que em todas as litologias quer graníticas, quer migmatitos se verificaram valores de dose absorvida inferiores ao registo mais frequente em rochas granitóides da ZCI (ca. 200 nGy/h), contudo superiores a rochas de composição próxima da média crustal.

A determinação das concentrações de gás radão e torão no solo mostrou uma correlação muito boa com a geoquímica de rochas (Tabela 3), confirmando o expectável, com valores de radão e de torão muito superiores no granito de Bemposta e muito mais baixos nos sedimentos. Confirmou também que o potencial radiogénico dos migmatitos, no que respeita ao torão superior ao próprio granito de Urrós.

Tabela 3—Concentrações de radão e torão ($\text{kBq}\cdot\text{m}^{-3}$) nos solos da região de Bemposta

	Granito Urrós	Granito Bemposta	Migmatitos	Sedimentos
n	17	10	3	7
^{222}Rn (radão)	34	49	10	4
^{220}Rn (torão)	17	153	29	11

Conclusões;

Os valores de potássio, urânio e tório das rochas graníticas e migmatíticas de Bemposta são em geral superiores à média de abundância crustal, enquanto nos sedimentos são inferiores. As medições efetuadas nas diversas litologias da região demonstraram que os granitos em geral possuem maiores teores de K, U e Th e também de gás radão e torão no subsolo do que os migmatitos, e estes maiores do que os sedimentos. O tonalito e o granito de Bemposta contêm teores elevados de Th e o granito moscovítico tem teores elevados de U. O contributo da radiação externa para a dose efetiva anual, numa base de 20% de tempo de contacto, atinge os 0,22 mSv/ano para as litologias da região de Bemposta, sendo superior aos valores estimados para a média mundial; salienta-se, contudo, que todas as litologias, quer graníticas, migmatitos e sedimentos, apresentam valores de dose absorvida inferiores ao registo mais frequente em rochas granitóides da ZCI. Não foi avaliada a componente de dose devida à exposição ao gás radão, contudo tendo em conta os teores de U das rochas e o facto de as bodegas serem mal ventiladas é expectável que esta possa ser relativamente alta. Os percursos pedestres que atravessam sedimentos são aqueles em que a dose de radiação natural é mais baixa.

Agradecimentos;

Este trabalho foi realizado âmbito do programa dos Centros de Geociências e IMAR-CMA da Universidade de Coimbra.

Referencias

Gomes MEP, Neves LJPF, Coelho F, Carvalho A, Sousa M, Pereira, AJSC 2010. Geochemistry of granites and metasediments of the urban area of Vila Real (Northern Portugal) and correlative radon risk. *J Environ Earth Sci* 64(2):497–502

Martins, L., Gomes, M.E.P., Neves, L.J.P.F., Pereira, A. 2012. Geochemistry of granites and metasediments of the region of Amarante (Northern Portugal) and associate radon risk, *Environmental Earth Science*, DOI 10.1007/s12665-012-1774-0.

Pereira, A.J.S.C, Neves, L.J.P.F, Godinho, M.M., Soares, A.F& Marques, J.F., 1998. Distribuição de radão em solos da região de Coimbra. *Com. Ins. Geol. Min.*, 84, v.2, E110-113.

UNSCEAR, 2008. Sources and effects of ionizing radiation, United Nations, New York. <http://www.unscear.org/unscear/en/publications.html>, consultado em 2/04/2011.