



Concentrações de U, Th e outros elementos de origem natural:

Possíveis implicações no uso do solo

Natural occurrences of uranium, thorium and other elements:

Possible implications in land use

Autor(es) ¹A. Carço; ²M. J. Batista; ^{2 e 3}D. de Oliveira; ⁴Manuela M. Oliveira

Afiliação(ões) ¹Instituto Politécnico de Portalegre; ²INETI, Apartado 7586, 2721-866 Alfragide; ³CREMINER, FCTUL, Lisboa; ⁴Departamento de Matemática, Universidade de Évora e CIMA.

E-mail (s) ¹adolfo@estgp.pt; ²joao.batista@ineti.pt; ³daniel.oliveira@ineti.pt;
⁴mmo@uevora.pt

SUMÁRIO

A observação das concentrações de elementos químicos como o urânio e o tório e dos valores radiométricos na região de Alegrete-Assumar, no concelho de Portalegre, mostrou que é nos quartzitos radioactivos que estes se encontram mais elevados. O tratamento estatístico, nomeadamente geostatístico, de dados da prospecção mineral, e o cruzamento com variáveis como a ocupação do solo, permitirá obter informação que pode ser pertinente em termos de saúde pública.

Palavras-chave: elementos químicos, geostatística, ocupação do solo, agricultura, saúde

SUMMARY

The observation of certain higher chemical element concentrations such as uranium and thorium and radiometric values in the Alegrete-Assumar region has shown that locally occurrence of radioactive quartzites are responsible for these high values. The geostatistical treatment of exploration data and the crossing of the database with other variables such as land use allows one to study how these may affect the human health.

Key-words: Uranium, thorium, geostatistical, health, agriculture

Introdução

A ocorrência natural de elevadas concentrações de elementos químicos com U e Th em determinadas formações geológicas e as suas possíveis implicações em termos de saúde pública tem sido objecto de estudo por vários autores nomeadamente em Portugal [6][7][9][11]. A legislação Portuguesa [2] prevê inclusivamente medidas a adoptar no caso de se verificar que as concentrações naturais excedem os limites máximos de exposição para o Homem. A região de Portalegre reúne as condições necessárias à realização de um estudo desta natureza. Isto é, são conhecidas formações geológicas

com radioactividade natural e concentrações elevadas de elementos químicos, como o U e o Th associadas a áreas mineralizadas em óxidos de Zr e Ti como é o caso das mineralizações titano-zirconíferas. De facto, estudos feitos por Pilar (1966) apontam estas mineralizações e nomeadamente o zircão e a esfena como os principais responsáveis pela radioactividade observada nas amostras estudadas por esse autor nesta região.

O objectivo deste estudo é, assim, observar, (a partir de resultados de análises químicas dos elementos U, Th e outros, em sedimentos de corrente e rochas, e dos valores convertidos em taxa de exposição a

radiação gama natural e valores de contagem total (choques/segundo) no caso de medições das rochas obtidos na prospecção mineira de Au e Terras Raras no Norte Alentejo) [5], se estes podem, ao concentrar-se, constituir um potencial risco para a saúde pública.

Materiais e Métodos

A área de estudo situa-se no Norte do Alentejo a sudeste de Portalegre. Verifica-se um forte contraste morfológico na área de estudo derivado ao cavalgamento de Portalegre. A sul do cavalgamento localiza-se uma extensa superfície de erosão poligénica enquanto que a norte do cavalgamento, avoluma-se progressivamente, a massa montanhosa que constitui a Serra de São Mamede [3]. Do ponto de vista geológico corresponde ao flanco sul do sinclinal de Portalegre onde afloram pelitos e grauvaques da Formação da Urra, do Precâmbrico Superior [12] e uma sequência de quartzitos (Armoricanos), quartzitos radioactivos, metapelitos e grauvaques [1] do Ordovícico [12]. Este último conjunto de litologias caracteriza-se estratigraficamente por conter na base, camadas métricas de quartzito muito recristalizado, de cor branca ou esbranquiçada, seguido de uma sequência de litologias com granulometrias mais finas. Estas litologias são de natureza metapelítica com um leque de cores que varia do preto ao amarelo e ao roxo e que no seu seio contêm níveis de quartzito radioactivo, mais escuro, compacto e de granulometria fina. Por cima destes quartzitos afloram novamente metapelitos de espessura variável por sua vez cobertos por grauvaques psamíticos alaranjados [1]. A mineralogia dos quartzitos radioactivos contém, entre outros minerais, zircão, esfena e monazite que conferem aos mesmos uma radioactividade elevada [7][8]. Estes quartzitos afloram em alguns locais ao longo da região, numa extensão total que excede 6 km, entre os vértices geodésicos de Cabaça no NW e Botilheira a SE. Na área foram identificadas três

ocorrências minerais: Mosteiros, rico em Au e ainda, arsenopirite, calcopirite, jamesonite e pirite; Condessinha e Tapada de Manguês de Zr em óxidos, cuja mineralização principal é zircão e secundária rútilo, esfena, monazite e ilmenite nos quartzitos titano-zirconíferos [7][8]. Este estudo contou com um universo de 774 amostras de sedimentos de corrente e 26 de rocha.

Foram seleccionados os resultados analíticos de As, Ba, Br, Co, Cr, Cs, Fe%, Hf, Na%, Rb, Sb, Ta, Th, U, Terras raras leves, Terras raras médias, Terras raras pesadas, Cu, Pb, Zn, Ni, Mn, Sr, V, Ca%, P%, Mg%, Ti%, Al%, K%, Y, Be, S% e a radiação gama natural medida nas rochas, através de contagens totais em choques/segundo, utilizando um cintilómetro STRAT SPP2 - NF. Foi ainda tratada a informação de taxas de exposição ($\mu\text{R/h}$). Os resultados de taxa de exposição resultam da calibração dos resultados antigos e mais recentes obtidos com cintilómetro STRAT SPP2 - NF e ainda espectrómetro de campo GR-256 das campanhas de prospecção da Divisão de Geofísica do INETI [4].

Para os objectivos que se pretendem atingir foi utilizado o teste Tuckey de comparação de médias de U relativamente às litologias no sentido de perceber a relação entre as litologias e as concentrações neste elemento. Neste estudo foi ainda feita uma Análise em Componentes Principais (ACP) com rotação Varimax e assumindo o critério de Kaiser (1960) para a escolha das componentes principais a extrair. Os resultados foram depois sobrepostos em SIG juntamente com a geologia, as ocorrências mineiras e a ocupação de solos.

Resultados e discussão

A nível mundial a concentração média de urânio nas rochas em geral varia entre 1 mg/kg e 10 mg/kg [10]. Os resultados obtidos nesta área mostram que as formações que contêm quartzitos radioactivos apresentam as mais elevadas

concentrações em U (máximo de 180 mg kg⁻¹) e Th (máximo de 1100 mg kg⁻¹) e em sedimentos de corrente máximo de 32,7 mg kg⁻¹ em U e máximo de 55 mg kg⁻¹ em Th. De facto, são os quartzitos radioactivos ricos em monazite, esfena, rútilo, ilmenite que apresentam as concentrações mais elevadas de U e Th e outros elementos entre os quais Au e Terras Raras.

Verifica-se segundo o teste Tuckey que existem diferenças significativas entre as médias das concentrações de U dos sedimentos obtidos a partir dos Quartzitos Armoricanos indiferenciados do Ordovícico nos quais foram identificados níveis radioactivos, dos sedimentos colhidos nos xistos negros, liditos e quartzitos do Silúrico e ainda dos xistos e arenitos da Formação de S. Mamede relativamente às outras litologias da região. Observa-se de acordo com a ACP que a extracção da componente principal 4 agrupa os elementos químicos Cs, Rb, Ta, U, Al, K e taxa de exposição a radiação gama natural. Esta componente parece identificar as formações com propriedades radioactivas de interesse para o trabalho. A componente principal 3 agrupa Hf, Th, e as Terras Raras que podem estar relacionadas com as mineralizações titano-zirconíferas.

As medições de radiação gama (contagem total em choques/segundo) nos quartzitos radioactivos são também as mais elevadas (entre 500 e 2500 c/s). Nesta região de quartzitos indiferenciados do Ordovícico nos quais se incluem os quartzitos radioactivos encontram-se duas ocorrências (Condessinha e Tapada de Manguês) de óxidos de Zr em quartzitos titano-zirconíferos cuja mineralização principal é em zircão e a secundária em rútilo, esfena e monazite.

Os quartzitos são formações muito resistentes à erosão, daí, possivelmente, a discrepância entre as concentrações encontradas nos sedimentos de corrente e as concentrações encontradas nas rochas.

Os sedimentos colhidos nestas formações podem ainda ter sido transportados através das linhas de água a

partir do Granito de Nisa a NW. No entanto, o agrupamento da componente principal 4 revela que a taxa de exposição, resultado de medições distribuídas por toda a região em estudo, se encontra bem correlacionada com elementos como U, e Cs, Ta denotando que estes sedimentos poderão também provir destes quartzitos radioactivos. O cruzamento desta informação com a fracturação, a topografia e a ocupação do solo, irá permitir relacionar elevadas emanações de radiação gama decorrentes da estrutura geológica e observar zonas de acumulação de materiais com origem nas várias formações. As elevadas concentrações de elementos como U e Th e outros de interesse, relacionados com elevados valores radiométricos, nas formações atrás referidas, serão um indicador de vulnerabilidade à exposição a níveis de radiação gama natural.

Conclusão

O tratamento estatístico dos resultados analíticos e radiométricos em sedimentos de corrente e rochas permitiram observar formações enriquecidas em elementos químicos como urânio e tório. A confirmação destas concentrações através de medições radiométricas nos quartzitos permitiram observar valores que merecem atenção. As litologias destas formações são normalmente resistentes à erosão. No entanto, o cruzamento de diferentes tipos de informação e o recurso a ferramentas estatísticas permitem observar se as áreas consideradas sensíveis puderam ou não ter sofrido um enriquecimento natural destes elementos químicos com radioactividade natural e, assim sendo, nocivos para a saúde. A utilização da informação produzida no âmbito da prospecção de recursos minerais e o cruzamento com a geologia evidenciou, assim, a sua utilidade em questões que podem futuramente ter interesse no âmbito da saúde pública.

Referências Bibliográficas

- [1] de Oliveira, D.P.S. (1998). The rare earth-bearing Llandeilian quartzites in the Vale de Cavalos–Portalegre area, Central Iberian Zone, Portugal – Their better understanding through geological mapping and rock geochemistry. *Comunicações; Actas do V Congresso de Geologia*, tomo 84, Fasc. 1, pp B142-B145.
- [2] DL n.º 38/95 de 21-04-1995 Plano Nacional da Política de Ambiente.
- [3] Gonçalves, F., Perdigão, J.C., Coelho, A.V.P. e Munhá, J.M. (1978). Notícia explicativa da folha 33-A (Assumar). *Serviços Geológicos de Portugal*, 37p.
- [4] Grasty, R.; Tauchid, M. Torres, L. (1995) Standardization of old Gamma Ray Survey Data, pp35-46, Application of Uranium Exploration data and Techniques in Environmental Studies, Proceedings of a Technical Committee meeting held in Vienna, 9-12 November, 1993. International Atomic Energy Agency.
- [5] Inverno, C.M.C., de Oliveira, D.P.S., Viegas, L.F.S., Lencastre, J.P.B. e Salgueiro, R.M.M. (1998). REE enriched Ordovician quartzites in Vale de Cavalos, Portalegre, Portugal. Extended Abstracts, Geocongress '98 – Past achievements/Future challenges, Geological Society of South Africa, pp 153-157.
- [6] Kaiser, H.F., 1960. The application of electronic computers to factor analysis. *Educational and Psychological Measurement*, 20, 141-151.
- [7] Ludgero Pilar (1966) – Quartzitos radioactivos de Alegrete (Portalegre). Relatório Interno da Junta de Energia Nuclear.
- [8] Ludgero Pilar (1958) – Relatório sobre o estudo dos quartzitos radioactivos de Alegrete - Esperança. Relatório Interno da Junta de Energia Nuclear.
- [9] Neves, L.J.P.F., Pereira, A.J.S.C., Godinho, M.M. & Dias, J.M. (1996) – A radioactividade das rochas como um factor de risco ambiental no território continental português: uma síntese. *Actas da V Conferência Nacional Sobre a Qualidade do Ambiente*, C.Borrego, C.Coelho, C.Arroja, C.Boia e E.Figueiredo (eds.), Vol. 1, 641-649 artigo em formato PDF).
- [10] Paschoa, A. S (1998) Potential Environmental and Regulatory Implications of Naturally Occurring Radioactive Materials (NORM) *Appl. Radiat. Isot.* Vol. 49, No. 3, pp. 189 -196
- [11] Pereira, A. J.S.C., Neves, L.J.P.F., Godinho, M.M. & Dias, J.M.M. (2003) – Natural Radioactivity in Portugal: influencing geological factors and implications for land use planning. *Radioprotecção*, 2, 2-3, 109-120. (artigo em formato PDF)
- [12] Perdigão, J. e Gonçalves, F. (1977). Carta Geológica de Portugal n° 33-A (Assumar), 1:50000. *Serviços Geológicos de Portugal*.