



Análise de dados aerogeofísicos sobre a exposição de radônio nas pedreiras ao longo da Br-174, Presidente Figueiredo – AM

*Sara Milena da Costa Silva¹(IC), Solange dos Santos Costa¹(PQ)

*saramilenadcsilva123@gmail.com

Departamento de Geociências, Universidade Federal do Amazonas¹

Palavras Chave: radônio, aerogeofísica, radioatividade.

Introdução

O Radônio (^{222}Rn) é um gás radioativo natural originado do decaimento radioativo de elementos como urânio e tório [1], sendo constantemente emanado de rochas, solos, águas e materiais de construção civil que contenham estes átomos-pai. Em geral, ocorre em elevadas concentrações principalmente em rochas graníticas e alcalinas, podendo ocorrer em menores quantidades em outros tipos de rochas e em depósitos de sedimentos ou minerais [2].

O decaimento radioativo do radônio libera partículas alfa densamente ionizantes que, quando em contato com os tecidos biológicos dos pulmões, podem danificar o DNA e gerar um câncer [1]. Este fato tem deixado autoridades de saúde e pesquisadores atentos quanto à incidência do câncer de pulmão em pessoas não fumantes. Porém, pesquisas epidemiológicas relacionando este tipo de neoplasia maligna ao radônio ainda são limitadas no Brasil.

Esta proposição, portanto, coaduna-se com o recente Programa Brasileiro de Risco de Exposição ao Radônio, que tem como objetos de estudos o radônio e os riscos que ele oferece à saúde da população brasileira [2].

O radônio pode ser estimado utilizando técnicas geofísicas de magnetometria e gamaespectrometria, uma vez que são capazes de detectar os tipos de corpos rochosos, identificando focos de elementos radioativos geradores de radônio, como o urânio e tório.

A gamaespectrometria é capaz de detectar radiação gama, a qual é usualmente mais encontrada em rochas ígneas do tipo ácida [3]. Já a magnetometria reconhece corpos ígneos básicos, pelo fato de serem mais magnéticos que outras rochas, porém os níveis de radônio nas rochas ígneas básicas tendem a ser mais baixos [4].

A comparação entre os dados magnetométricos e os dados gamaespectrométricos permite a distinção de rochas ígneas ácidas (eg. granitos e granitoides) das rochas ígneas básicas (eg. basalto). Dessa forma, é possível saber quais tipos de rochas estão emanando mais radiação, uma vez que cada litotipo deixa um tipo de assinatura radioativa e magnética que é detectada pelos equipamentos de medição.

Assim, com base nos resultados obtidos a partir dos dados aerogeofísicos, é possível fazer a análise e interpretação litológica para verificar quais corpos rochosos emitem mais radiação e quais oferecem mais riscos de exposição ao radônio para a população.

Portanto, o objetivo principal desta pesquisa é identificar os focos de elementos radioativos geradores de radônio nas rochas encontradas nas pedreiras ao longo da Br-174, em Presidente Figueiredo, utilizando técnicas geofísicas realizadas por meio de aerolevantamentos de magnetometria (aeromagnetometria) e gamaespectrometria (aerogamaespectrometria) de média resolução, mapeando elementos como o urânio, tório e potássio.

Material e Métodos

Os métodos utilizados incluem as técnicas de processamentos aerogeofísicos de magnetometria e gamaespectrometria de média resolução, cujos dados foram obtidos em parceria com a CPRM, a partir do Projeto Pitinga (Código 1075), e dados geológicos da região de Presidente Figueiredo, obtidos a partir do download das folhas litológicas SA.20 Manaus e SA.21 Santarém, presentes nas Cartas Geológicas do Brasil. Outros dados, como hidrológicos, de estradas e de localização de pedreiras, foram baixados nos sites do IBGE e do GeoSGB.

Tais dados foram trabalhados com o auxílio de dois softwares: *Oasis Montaj* e QGIS, para que fossem produzidos os mapas de identificação litológica e de exposição à radiação.

O processamento dos dados aeromagnetométricos e aerogamaespectrométricos foi realizado no *Oasis Montaj*, a partir da análise individual dos canais de K, eU e eTh, razão de bandas e imagens ternárias [3]. Os canais de K, eU e eTh serviram de base para a criação dos mapas de exposição à radiação, os quais foram gerados utilizando normas técnicas e fórmulas matemáticas internacionalmente aceitas [2]. Os mapas de razões e mapas ternários apenas serviram para ratificar os resultados encontrados nas contagens de elementos.

Já os dados geológicos foram primeiramente processados de maneira individual no QGIS para a produção do mapa litológico da área de estudo. Posteriormente, foi feito o processamento em conjunto com todos os demais dados para a finalização e interpretação dos mapas apresentados nesta pesquisa.

Resultados e Discussão

Os resultados desta pesquisa foram divididos com base, principalmente, na interpretação dos dados aerogamaespectrométricos. As Figuras 1 e 2, abaixo, mostram alguns dos resultados obtidos para esta pesquisa.

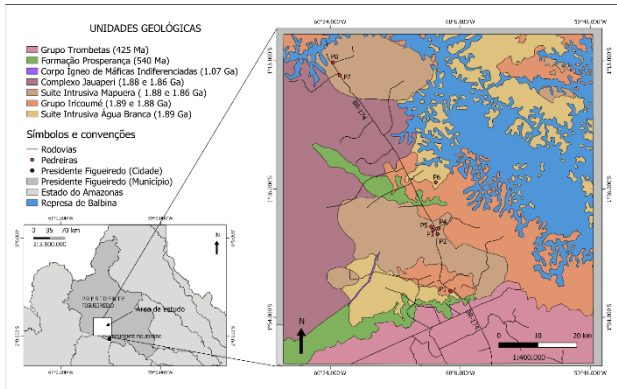


Figura 1. Mapa litológico da área de estudo em Presidente Figueiredo. Fonte: Autores.

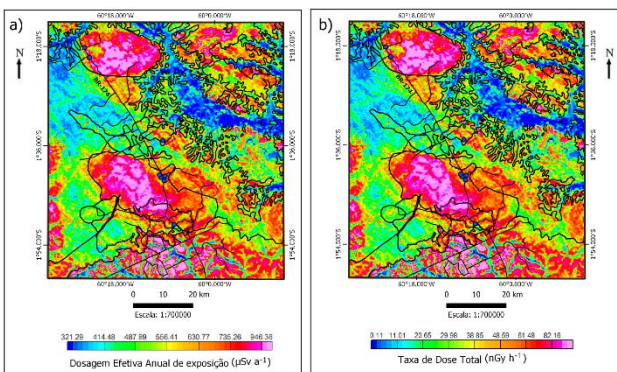


Figura 2. Mapa de Dosagem Efetiva Anual de exposição (a) e Mapa da Taxa de Dose Total (b), feitos a partir de dados gamaespectrométricos. Fonte: Autores.

Comparando os mapas, foi notado que as rochas que exibiram elevado teor de radiação gama foram as rochas da Suíte Intrusiva Mapuera (em marrom), a qual estão alocadas a maioria das pedreiras. Esta unidade reúne rochas do tipo granitoides (eg. monzogranitos) e granitos, as quais - já supracitado - são as maiores fontes de elementos radioativos como urânio e tório.

A dosagem efetiva anual (a) obtida para a região estudada variaram de 321,29 a 946,36 $\mu\text{Sv a}^{-1}$ (0,321 mSv a^{-1} a 0,946 mSv a^{-1}). As taxas mais elevadas referentes à exposição a radioelementos nessa unidade mostraram-se próximas a 1 mSv a^{-1} , valor comparável à dosagem efetiva anual média para um trabalhador de uma indústria nuclear de mineração de urânio, que é de cerca de 1 mSv [5].

As doses efetivas representam a taxa dos efeitos biológicos da radiação anualmente. Relatórios do Comitê Científico das Nações Unidas sobre os Efeitos da Radiação Atômica (UNSCEAR) estimam que a dose efetiva anual média provinda do Radônio é de 1,3 mSv e representa

mais da metade das dosagens provenientes de fontes naturais que a população mundial recebe, que é de 2,4 mSv [5].

Já a taxa de dose total corresponde à quantidade de energia radioativa absorvida por quilograma de material biológico humano (tecidos e órgãos). Em (b) obteve-se taxas que variaram de 0,11 a 82,16 nGy h^{-1} para a área de estudo.

Embora o potássio tenha sido mapeado, ele não é um elemento capaz de determinar focos de radônio, pois seu decaimento radioativo não gera o gás. O potássio é apenas um elemento complementar, pois este é um dos elementos radioativos mais comuns encontrados na Terra em rochas mais ácidas e alcalinas, juntamente com o urânio e o tório.

Conclusões

Apesar de não ser possível apresentar os mapas de contagens e o magnetométrico, as taxas mais altas da dosagem efetiva anual de exposição foram encontradas em unidades geológicas que apresentaram altas contagens para os radioelementos mapeados (K, U e Th). E os resultados mostraram que as rochas que mais emitem radiação são, de fato, os granitos e granitoides, conforme constado na literatura.

O mapeamento de elementos radioativos é extremamente importante, pois com esses mapas é possível estimar as doses de exposição à radiação e presumir a existência do radônio nas áreas de estudo a partir do urânio e tório.

Assim, dependendo das condições do ambiente em que vivem, trabalhadores e habitantes que ocupam essas unidades podem estar constantemente expostos às doses mais altas e, conseqüentemente, absorverem mais energia radioativa em seus corpos durante suas vidas, podendo, futuramente, desenvolver problemas de saúde, como o câncer.

Agradecimentos

Agradeço à orientadora do projeto e ao geólogo Oderson A. Souza Filho e demais membros do programa pela oportunidade de trabalhar nessa importante pesquisa. A equipe agradece, também, a instituições como a CPRM pelo fornecimento dos dados do Projeto Pitanga e à UFAM pelo Programa de Iniciação Científica.

¹OMS – Organização Mundial da Saúde. *Manual da OMS sobre radônio em ambientes internos: uma perspectiva de saúde pública*. Tradução de Leticia Melo. 1ª Ed. São Paulo, 2016.

²SOUZA FILHO, O.A.; ROCHA, Z. *Programa de Risco de Radônio para o Brasil*. In: VIII Simpósio Brasileiro de Geofísica, 2018, Salinópolis. Resumo [...]. Sociedade Brasileira de Geofísica, 2018.

³RIBEIRO, V. B.; MANTOVANI, M.; LOURO, V. H. A. *Aerogamaespectrometria e suas aplicações no mapeamento geológico*. Terrae Didactica, Campinas, SP, v. 10, n. 1, p. 29–51, 2015.

⁴ERNESTO, M.; USSAMI, N. *Introdução à Geofísica*. São Paulo, 2002. (Apostila).

⁵UNEP – Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente. *Radiação: Efeitos e Fontes*. Tradução: Instituto de Radioproteção e Dosimetria (Brasil). 2016.