

## **GÁS RADÔNIO E O ESTUDO DE ROCHAS RADIOATIVAS: ASPECTOS GERAIS DO BATÓLITO PELOTAS.**

**BRUNO PIEDRAS DA SILVEIRA; ANA MARIA ARAYA<sup>2</sup>; REINALDO BARICCATTI<sup>3</sup>; WILLIAN NADALETTI<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas – UFPEL – brunopiedras1@gmail.com

<sup>2</sup>Universidade Estadual Paulista – UNESP - Amoa@fct.unesp.br;

<sup>3</sup>Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE - Bariccatti@yahoo.com.br

<sup>4</sup>Universidade De Pelotas –williancezarnadaletti@gmail.com

### **1. INTRODUÇÃO**

No século XVI, o adoecimento de trabalhadores de minas foi observado e anos depois diagnosticado como câncer de pulmão. A constatação de que as altas taxas de câncer em mineiros estavam relacionadas com a presença de elementos radioativos como radionuclídeos presentes na atmosfera e meio ambiente, tal como o Radônio ( $^{222}\text{Rn}$ ) e seus produtos de decaimento. Dessa forma, iniciou-se uma preocupação crescente relacionada a falta de informação com as doses deste tipo de radiação nociva a que as pessoas estão sujeitas (NAZAROFF, 1988).

Durante a formação mineral, elementos radioativos podem ser incorporados na estrutura mineral. O núcleo destes elementos são instáveis e decaem espontaneamente para diferentes tipos de núcleos, com liberação de energia radioativa no processo. Exemplos de núcleos instáveis geologicamente importantes são os isótopos Potássio ( $^{40}\text{K}$ ), Rubídio ( $^{87}\text{Rb}$ ), Tório ( $^{232}\text{Th}$ ), Urânio ( $^{238}\text{U}$ ), Urânio ( $^{235}\text{U}$ ) (KLEIN; DUTROW, 2008).

Minerais contendo elementos radioativos, como o urânio e o tório, pelo processo de decaimento formam vários elementos filhos. Essa dinâmica libera energia na forma de partículas alfa, beta e radiação gama. Exemplos de tais minerais são uraninita, pechblenda, torianita e autunita (KLEIN; DUTROW, 2008).

Nesse viés, esse trabalho discute questões relacionadas à radioatividade ambiental em rochas e suas características.

### **2. METODOLOGIA**

A metodologia abordada neste trabalho é do tipo revisão bibliográfica de caráter exploratório e está diretamente ligada a relacionar a quantidade de acidez presente nas rochas com a quantidade (dosimetria ambiental) de radioatividade nociva encontrada na mesma, que por sua vez emana radiação proveniente do processo de decaimento do radônio, este que, originalmente vindo do solo, também é emanado de dentro das casas pela utilização de matérias provenientes do solo na construção civil.

### **3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Nas rochas ígneas, a radioatividade provém principalmente de minerais acessórios levemente radioativos como zircão e apatita, pois, minerais acessórios altamente radioativos, como a uraninita e torianita são mais escassos que estes (LARSEN E GEORGE, 1957). Na mesma referência, os autores, baseados em dados de rochas gnáissicas (tipo de rocha metamórfica), afirmam que estas são resultado da transformação de uma rocha preexistente que dá origem a uma rocha metamórfica depois de ser elevado a transformações químicas e físicas devido ao fato de submeter-se a temperaturas e pressões elevadas em zonas

profundas da crosta terrestre, derivadas de granitos e de anfibolitos, sugerem que o metamorfismo não afeta significativamente a concentração de radioelementos

Quanto às rochas sedimentares (são sedimentos de rochas preexistentes transportados por processos intempéricos e acumulados em depressões na crosta terrestre). Estas devem refletir, ao menos em parte, a assinatura radioativa das rochas que lhes servem ou serviram de fonte. Dessa forma, espera-se que arcósios (25% ou mais de grãos de feldspato e menor quantidade de fragmentos líticos) tenham teores relativamente mais altos que arenitos. Na verdade, deve-se notar que para sedimentos maduros, aqueles compostos principalmente de quartzo, menores valores de concentração são esperados, independente de qual tenha sido sua rocha fonte (BASTOS, 2008).

Como a maior parte da camada mais superficial da Terra é coberta de solos, também é muito importante conhecer qual é o efeito do intemperismo das rochas na concentração de elementos radioativos. Em geral, pelo intemperismo ocorrem perdas de cerca de 20% a 30% de todos os radioelementos. Rochas félsicas respeitam bem esta regra, mas rochas básicas e intermediárias, apesar de também perderem K, produzem solos com concentrações de U e Th relativamente elevadas, onde as quantidades aumentam com a basicidade das rochas (DICKSON; SCOTT, 1997).

## 1.2 A EXPOSIÇÃO AO GÁS $^{222}\text{Rn}$ E PRESENÇA EM ROCHAS.

A exposição ao radônio pode ser de diversas fontes, externa, devido a raios gama por exposição à radiação e exposição interna, causada pela inalação ou consumo do radônio ( $^{222}\text{Rn}$ ) através da água no uso doméstico ou por meio de gás natural na inalação, o risco aumenta se materiais de origem mineral comumente usados como (rochas, solos e derivados) ricos em radioatividade forem utilizados na construção civil (UNSCEAR, 2000). Dessa forma, em uma construção, todos os materiais contêm quantidades variadas de radionuclídeos naturais, sendo que as principais séries radioativas são os principais contribuintes em rochas, solos e materiais derivados destes (EC, 1999).

Nas rochas, O ( $^{222}\text{Rn}$ ) gás nobre originado por meio de emissão de partículas alfa durante a desintegração radioativa do Rádio ( $^{226}\text{Ra}$ ) que por sua vez é gerado pelo Urânio, tem alcance em materiais sólidos. Dependendo do local original do átomo de  $^{226}\text{Ra}$  na estrutura e da direção, os átomos de radônio podem escapar para os poros (micrósporos, fissuras), permanecer nos grãos minerais, ou parar em um grão mineral vizinho, (SAKODA ET AL., 2010). A emissão do gás proveniente de um material que contém radônio denomina-se emanação. Os isótopos desse gás gerados, sendo gases inertes, tendem a escapar dos sólidos na fase gasosa, mas somente uma fração do que foi gerado entra nos poros do material hospedeiro (FIOR, 2008).

Se o radônio gerado estiver localizado próximo à superfície e se sua direção for neste sentido, ele poderá se libertar e se difundir para o espaço de poro entre os grãos, ou para planos de fraturas nas rochas. Para a maioria dos solos, somente 10% a 50% do radônio produzido consegue se libertar do grão mineral em que se encontra e entrar nos poros (TANNER, 1978).

Para fins de detecção e constatação de tamanha nocividade ao ser humano do gás radioativo  $^{222}\text{Rn}$ , utiliza-se dentre os distintos e diversos Detectores de Traços Nucleares de Estado Sólido, os SSNTD (Solid State Nuclear Track Detector) é utilizado um detector plástico conhecido como CR-39, capaz de detectar energia alfa dos processos de decaimento, em áreas de convívio

humano, destaca-se por ser um detector plástico de simples produção, barato, resistente e dessa forma, adequado a pesquisas em campo.

Para melhor elucidar, foi selecionado para auxiliar a discussão desse trabalho, um exemplo que tenta demonstrar a importância de um melhor conhecimento de onde a matéria prima origem é retirada: O Batólito Pelotas, situado na porção leste do Escudo Sul-Rio-Grandense, é um dos mais expressivos batólitos graníticos brasileiros da região sul-sudeste do Brasil. Com uma área aflorante de cerca de 23.000 Km<sup>2</sup> (Figura 1). A composição geoquímica do magmatismo do batólito evolui de composições cálcico-alcálicas alto-K até alcálicas e peralcalinas contendo teores de Rb/Sr, Pb/Pb e U/Pb nos granitoides.

Figura 1 - Batólito Pelotas. Fonte: PHILIPP; MACHADO (2002).

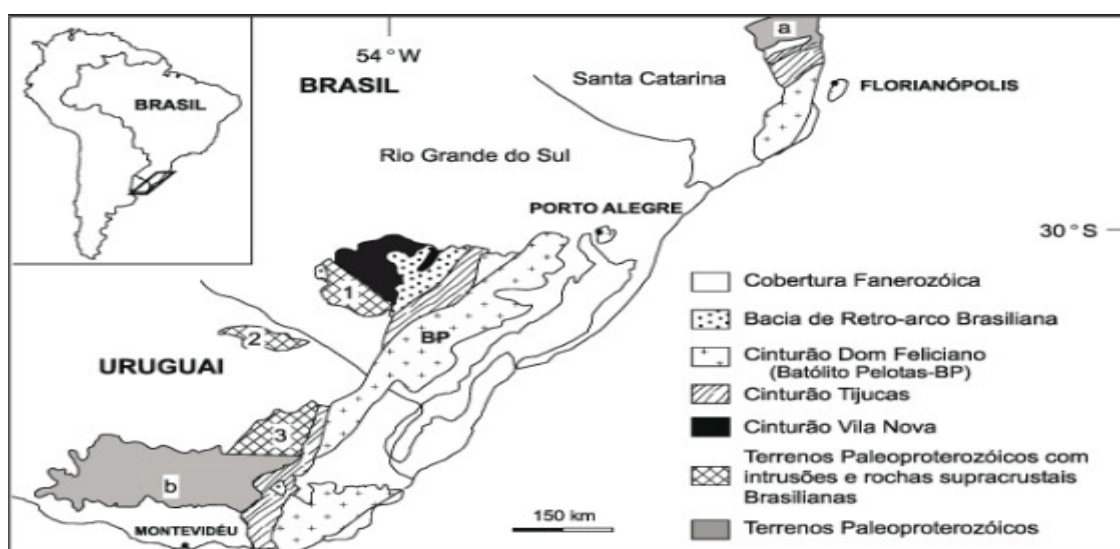


Figura 1 - Batólito Pelotas. Fonte: PHILIPP; MACHADO (2002).

Nesse sentido, Pelotas é uma cidade com grandes quantidades de rochas predominantemente do tipo graníticas ácidas, localizadas em grande parte do município que, segundo essa revisão de literatura, podem conter doses significativas de elementos radioativos. Daí a importância de estudos futuros relativos à dosimetria ambiental do gás 222-Rn na região.

#### 4. CONCLUSÕES

De acordo com o que foi levantado neste trabalho, percebe-se que todas as rochas e solos são radioativos em diferentes níveis e que geralmente, um mesmo tipo de rocha apresenta um amplo intervalo de valores relacionado a concentração da radioatividade. Apesar disso, algumas tendências podem ser constatadas, como por exemplo, rochas ígneas félsicas, em geral, apresentam maiores teores de radioatividade e juntamente com o fato do município de Pelotas estar situado em um batólito granítico brasileiro de 23 mil km de extensão, acredita-se ser necessário um maior acompanhamento da cidade, sejam estes monitoramentos periódicos dos níveis de gás radônio no interior das residências localizadas próximas aos complexos rochosos ou que tenham de certa forma contato com granitoides ácidos, assim como, seria de grande valia um estudo a

fim de avaliar se os limites máximos de radiação recomendados internacionalmente estão sendo ultrapassados no interior do estado do Rio Grande do Sul, de onde geralmente são retirados os materiais brutos que posteriormente podem vir a abastecer a cidade e consequentemente adentrando nas residências, aumentando a probabilidade da propagação do gás 222-Rn.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BASTOS, R.O. **Radioatividade de rochas provenientes das formações geológicas pertencentes à bacia hidrográfica do Rio Tibagi**. 2008. 209f. Tese de Doutorado apresentada ao Departamento de Física -Universidade Estadual de Londrina.

FERREIRA, A.O. **Avaliação da radioatividade natural em algumas rochas graníticas do estado do Paraná e sua utilização na construção civil**. 2013. 114f. Tese apresentada como parte dos requisitos para a obtenção do Grau de Doutor em Ciências na Área de Tecnologia Nuclear-Aplicações. Instituto de pesquisas energéticas e nucleares.

KLEIN, Cornelis; DUTROW, Barbara. **Manual de ciência dos minerais**. 23 ed. São Paulo: ARTMED® EDITORA S.A., 2008. 708 p.

MARQUES, Adilson Lima; GERALDO, Luiz Paulo; SANTOS, Wlademir Dos. NÍVEIS DE RADIOATIVIDADE NATURAL DECORRENTE DO RADÔNIO NO COMPLEXO ROCHOSO DA SERRA DE SÃO VICENTE, SP\*. **Radiol bras**, São Paulo, v. 39, n. 3, p. 215-218, 200. /Jul. 2016.

NADALETI, W.C. **Dosimetria ambiental do gás 222RN: um exemplo de estudo das águas da região de Presidente Prudente – SP e considerações sobre abordagem do tema através do banco internacional de objetos educacionais-** .2012. 50f. Trabalho de Graduação apresentado ao curso de Bacharelado em Engenharia Ambiental -Universidade Estadual Paulista.

PHILIPP, R.M. **Ocorrência e Significado dos Septos do Embasamento Encontrados nas Suítes Graníticas do Batólito Pelotas, RS, Brasil-** .2002. 60f. Trabalho de pesquisa instituto de Geociências, UFRGS Porto Alegre, RS – Brasil.