

# ÍNDICE DE RISCO DEVIDO À RADIAÇÃO NATURAL PRESENTE EM MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO

Ellen Thiemy Ishiko<sup>1</sup>, Marcilei Aparecida Guazzelli da Silveira<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Centro Universitário da FEI

e.thiemyishiko@gmail.com, marcilei@fei.edu.br

**Resumo:** Este projeto de pesquisa visa a análise do índice de risco proveniente da radiação natural presente em amostras de materiais de construção. Será avaliada a atividade de radiação gama proveniente de radionuclídeos naturais presentes nessas amostras, as quais são provenientes de matéria prima de diferentes formações rochosas, utilizadas na indústria de construção civil. Os resultados preliminares mostram que todos os valores encontrados para o índice de risco estão abaixo no limite superior indicado pela Agência Internacional de Energia Atômica (IAEA).

## 1. Introdução

Os materiais utilizados em construção civil têm como matéria prima diversas formações rochosas onde são encontrados radionuclídeos naturais, mesmo que em baixa concentração [1,2].

Um dos fatores importantes que justifica avaliar a dose de radiação em materiais de construção é o fato de que os radionuclídeos naturais, em sua cadeia de decaimento, emitem radônio, que em forma de gás e em ambientes fechados, é inalado pelos seres vivos, acarretando danos à saúde. Esses radionuclídeos estão presentes em todos os solos, mas os níveis de radiação variam de acordo com o tipo de rocha que os solos se originam.

Uma abordagem sobre a dose de radiação natural à qual um indivíduo é exposto também pode ser associada ao tipo de construção. Na literatura existem alguns modelos que consideram diferentes materiais de construção, e ambientes com e sem janelas [3, 4]. Desta forma é possível determinar o índice de risco de exposição à dose de radiação natural, o qual não deve exceder o valor 1 [2, 3, 4].

Por esse motivo esse projeto analisa a radiação gama proveniente dos decaimentos do núcleo <sup>40</sup>K e os núcleos das séries do <sup>238</sup>U e <sup>232</sup>Th, presentes em amostras de materiais utilizados na construção civil e o índice de risco calculado através de uma “casa modelo”. Para a aquisição de dados será utilizado o detector cintilador de NaI(Tl), e a técnica de espectrometria de raios gama.

## 2. Metodologia

Foram coletadas três amostras de cada material (areia, cimento, brita, cal, tijolo, bloco de concreto, pó de gesso, mármore e granito), de dois fornecedores diferentes. Após a correção da granulometria, as amostras foram colocadas em uma estufa por 24 horas, à 100°C, garantindo assim a perda total de água. As amostras e o fundo de radiação ambiente ficaram em detecção por 24 horas, e as amostras padrões da Agência Internacional de Energia Atômica, por 8 horas

[2]. Os espectros de raio gama de cada amostra foram calibrados a partir das amostras padrões e em seguida foi subtraído o espectro do fundo do ambiente. Foram feitos os cálculos das atividades de cada amostra para em seguida ser realizado os cálculos de Hazard Index [1], o qual nos mostra o índice de risco, sendo calculado a partir de uma “casa modelo”. Neste estudo a casa modelo tem dimensões de 5x5x3 m, totalmente fechada. Um segundo modelo com aberturas (janelas e portas) para o cálculo do Corrected External Hazard Index e o terceiro modelo utilizado para o cálculo do Internal Hazard Index, consideram a exposição ao Radônio pela respiração [1].

## 3. Ilustrações

De acordo com a UNSCEAR – 2000 a média anual da dose efetiva varia entre 0,30 e 1,00 mSv. No cálculo de dose efetiva é utilizado um fator que converte a dose absorvida, de Gray/hora por Sievert/ ano, sendo esse valor de 0,7 Sv/Gy [11,12].

A dose absorvida é obtida pela equação 1.

$$Dose\ efetiva\ \left[\frac{mSv}{ano}\right] = Dose\ absorvida\ \left[\frac{Gy}{h}\right] \cdot 0,7 \times 10^{-6} \left[\frac{Sv}{Gy}\right] \cdot \frac{24}{1} \left[\frac{horas}{dia}\right] \cdot \frac{365}{1} \left[\frac{dias}{ano}\right] \quad (1)$$

O Hazard Index é o índice de periculosidade sugerido pela UNSCEAR [2] é calculado para um modelo de casa totalmente fechada. Um segundo modelo com aberturas (janelas e portas) para o cálculo do Corrected External Hazard Index e o terceiro modelo utilizado para o cálculo do Internal Hazard Index, consideram a exposição ao Radônio pela respiração. Calculados através das equações 2, 3 e 4.

$$H_{ex} = \frac{C_{Ra}}{370} + \frac{C_{Th}}{259} + \frac{C_k}{4810} \quad (2)$$

$$H_{ext}^{corr} = \frac{C_{Ra}}{740} + \frac{C_{Th}}{520} + \frac{C_k}{9620} \quad (3)$$

$$H_{int} = \frac{C_{Ra}}{185} + \frac{C_{Th}}{259} + \frac{C_k}{4810} \quad (4)$$

A Figura 1 apresenta a concentração dos radionuclídeos presentes nas amostras já analisadas. A Tabela I apresenta atividade de cada amostra e a Figura 2 mostra o Hazard Index.

Observando os espectros da Figura 1 é possível notar as diferenças das áreas dos picos de energia de raios gama referentes a emissão de cada radionuclídeo, para cada amostra analisada. A maior emissão de <sup>40</sup>K é da amostra de brita enquanto que o maior emissor de <sup>232</sup>Th é areia.

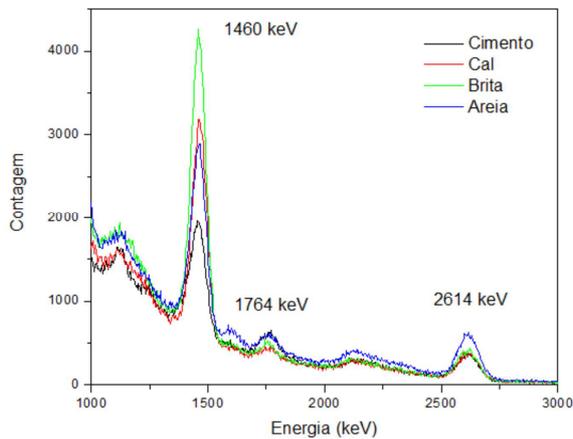


Figura 1 – Espectros de raio gama das amostras de cimento, cal, brita e areia.

Tabela I – Atividade das amostras.

Material	Atividade <sup>40</sup> K (Bq/Kg)	Atividade <sup>238</sup> U (Bq/Kg)	Atividade <sup>232</sup> Th (Bq/Kg)
Areia a	303 ±14	5,9±2,7	49,6±9,0
Areia b	337,4±7,4	4,3±1,6	58,7±3,3
Brita a	926±20	17,8±1,5	43,2±2,0
Brita b	994±28	8,8±1,6	29,5±0,7
Cal 1	36,9±3,8	0	4,7±0,9
Cal 2	739,2±8,6	8,9±2,5	23,1±1,8
Cimento 1	245,1±6,5	60,6±1,6	18,5±0,2
Cimento 2	189±13	33,1±4,1	17,8±1,9

Considerando o cálculo da atividade radioativa apresentada na Tabela I fica evidente a maior contribuição da areia para o tório e a menor contribuição sendo na cal, exceto para uma das amostras que apresentou maior atividade devido a contribuição do potássio.

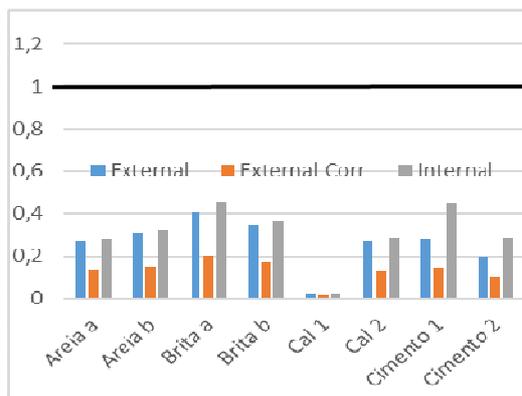


Figura 2 – Hazard Index.

Na Figura 2 é visto que apesar de todos os índices de riscos encontrados estarem abaixo do limite indicado pela IAEA, a maior contribuição é proveniente da brita e do cimento, principalmente no índice que considera a exposição ao radônio.

A Figura 3 é uma representação de como seriam as “casas modelos” com e sem aberturas, considerando os materiais utilizados.



Figura 3 – “Casas Modelo”.

#### 4. Conclusões

Foi possível constatar a radiação natural nos materiais de construção que foram analisados, sendo que a areia e a brita apresentam a maior contribuição de <sup>232</sup>Th. E os valores de *Hazard Index* são considerados não nocivos pois são inferiores a 1. E os demais materiais ainda estão em fase de análise.

#### 5. Referências

- [1] V.A.P. AGUIAR et all., Absorbed Gamma-Ray Doses due to Natural Radionuclides in Buildings Materials, 2011.
- [2] UNSCEAR 2000. Sources and Effects of Ionizing Radiation, New York.
- [3] M. A. G. SILVEIRA, MEDINA, N H, V. A. P. Aguiar, Moreira R. H. Absorbed gamma-ray doses due to natural radionuclides from building materials. Anais da XXXII Reunião de Física Nuclear do Brasil. São Paulo: SBF, 2009. p.10 – 10.
- [4] In: Radiation Protection Dosimetry, 48, nº 2, 1993. P. 199–203.

#### Agradecimentos

Ao Centro Universitário da FEI pelo apoio ao projeto de pesquisas e pelo empréstimo de equipamentos.  
 1 Aluno de IC do Centro Universitário FEI. Projeto com vigência de 11/16 a 10/17.