



## Os efeitos da radiação $\gamma$ sobre o organismo humano, com uma análise da radiação emanada por minerais e rochas no prédio do Instituto de Geociências da UFMG

M. Nóbrega II<sup>1</sup>, L. Morato<sup>2</sup> & P.R.A. Aranha<sup>3</sup>

1 Departamento de Oceanografia, IGEO, UERJ. E-mail: *marcos.nobregaii@gmail.com*

2 Departamento de Geologia, IGEO, UFRJ.

3 Departamento de Geologia, IGC, UFMG.

**Resumo** Fontes de radiação estão constantemente presentes em nossas vidas, e na maior parte das vezes elas nos cercam de forma insuspeita. Boa parte da carga de radiação natural a que somos expostos diariamente vem do substrato rochoso, mas em média em níveis muito baixos (radiação de fundo ou *background*). Existem, entretanto, rochas e minerais que, apesar de não serem abundantes, emanam níveis de radiação mais altos, e o uso diversificado de rochas em caráter ornamental, além das já empregadas na construção civil, pode contribuir para aumentar as taxas de exposição diárias.

**Palavras-chave:** radiação de fundo, cintilômetro, efeitos biológicos da radiação.

**INTRODUÇÃO** Uma vez que a radioatividade tem papel cumulativo no organismo humano, efetuar medições das taxas de exposição em residências e ambientes de trabalho pode começar a revelar índices de segurança para as pessoas que ocupam tais locais.

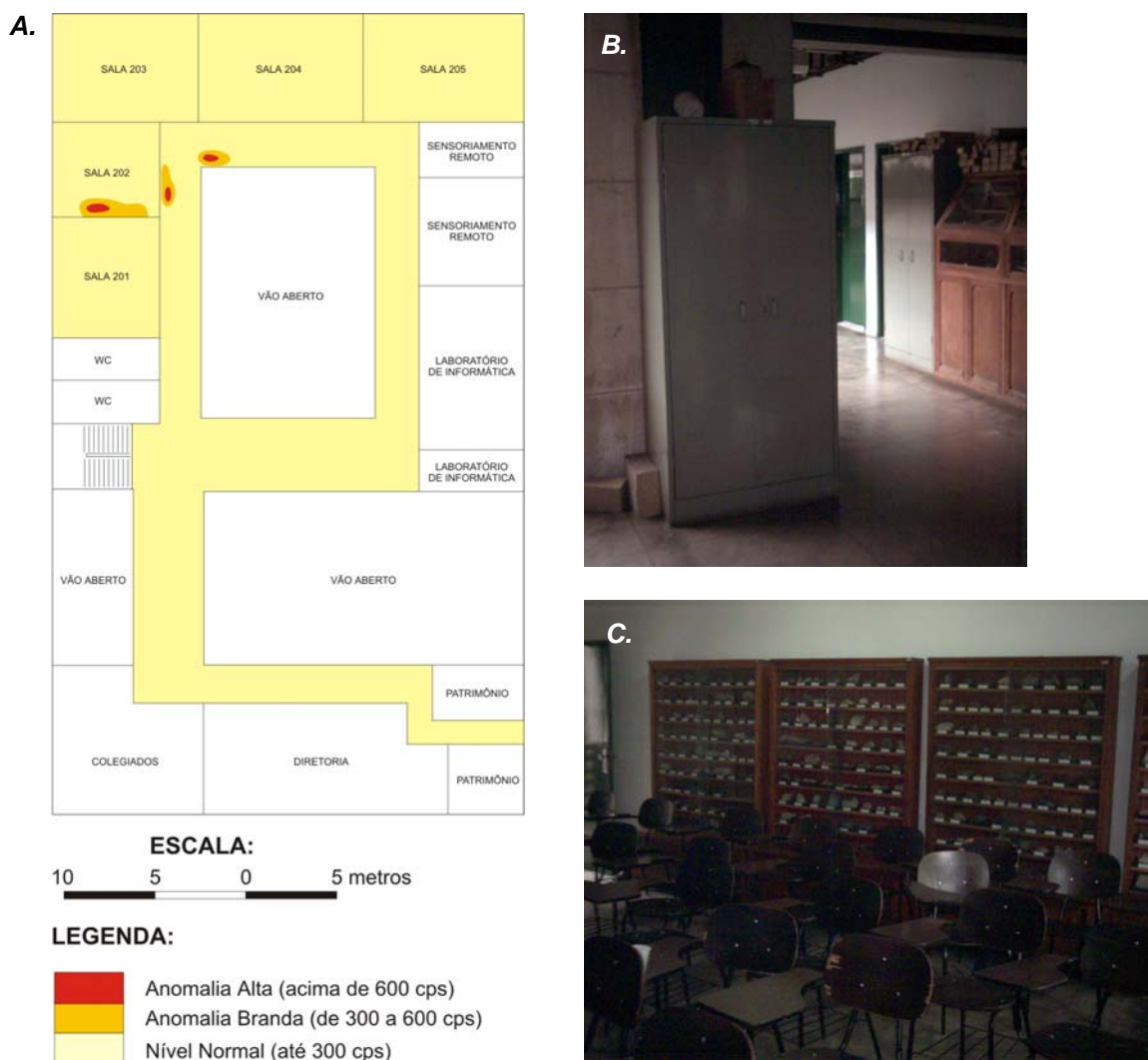
O caso do Instituto de Geociências (IGC) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) apresenta certas particularidades. Nesse prédio, estão depositadas amostras de rochas e minerais coletadas em diversas atividades de campo. Medindo-se a radiação emitida, em mostruários e armários do IGC, foram encontrados valores muito altos para um local público.

**METODOLOGIA E DADOS OBTIDOS** Para efetuar este estudo, usou-se o cintilômetro (cedido pelo Centro de Desenvolvimento de Tecnologia Nuclear – CNEN - BH-MG); esse aparelho capta radiação, emitida por elementos como potássio, vanádio, lantânio, lutécio, tório e urânio, entre outros. Ao atravessar no aparelho um cristal de iodeto de sódio, a radiação é transformada em pulsos luminosos, captados por células fotoelétricas. O resultado é apresentado por meio de um mostrador analógico, expresso em cintilações por segundo (cps).

De posse do aparelho, fez-se a varredura da área externa do prédio, onde foi detectada a radiação de fundo (*background*) em cerca de 80 cps. A partir daí, foi estabelecida uma escala de intensidade, onde o intervalo de 80 a 300 cps seria considerado normal (pois, em rochas graníticas, anomalias são registradas acima de 300 cps), de 300 a 700 cps seria considerada anomalia branda, e acima de 700, anomalia alta.

Definida a escala, procurou-se mapear a área interna do prédio, em seus três andares, e parte de seus arredores. As medições foram efetuadas em malha de 90 x 90 cm, a 50 cm do chão. No térreo, a média dos dados coletados esteve em torno das 80 cps, ou seja, dos valores de radiação de fundo, com exceção de uma área a sul do prédio (área coberta do estacionamento), com valores de 400 cps. No segundo andar, próximo às salas 202 e 203, assim como na própria sala 202 foram detectadas dentro de armários fechados e mostruários anomalias brandas e altas (Fig. 1), com valor máximo atingindo 1700 cps. No terceiro andar não foram registradas anomalias.

**DISCUSSÃO SOBRE OS DADOS OBTIDOS** A unidade cps está associada à atividade da radiação, evidenciando uma taxa de desintegração nuclear a partir de uma determinada fonte (assim como outras unidades, com a desintegração por segundos, o Currie ou o Becquerel). Essa desintegração de elementos por tempo libera energia, que por sua vez pode ser absorvida, sendo associada a novas unidades de absorção e exposição, como o Sievert (Sv), a *radiation absorbed dose* (rad), o Roentgen (R) e o *Roentgen equivalent man* (rem), incluindo unidades que visam também a associação dos efeitos da radiação sobre organismos vivos. Apesar disso, não existe fórmula que correlacione unidades de atividade com unidades de exposição à radiação, pois a quantidade de energia liberada por uma fonte e sua taxa de absorção dependem do número e do tipo de emissões radioativas envolvidas (Wilber & Niven 2002).



*Figura 1. Situação da radioatividade medida no segundo andar do prédio do Instituto de Geociências da UFMG. Na planta do segundo andar estão indicadas as localizações das anomalias de radiação. (Nas dependências em branco não foram realizadas medidas); B, armários de ferro (em primeiro plano e em segundo plano, à direita) em que foram medidas anomalias altas, contendo amostras não-identificadas (as medições foram efetuadas com os armários fechados, o que pode ter atenuado os valores obtidos); C, mostruários de minerais na sala 202.*

Para contornar esse problema, e atender ao objetivo de associar radiação emitida com a taxa absorvida pelo ser humano e suas conseqüências, foi em primeiro momento criada uma aproximação: igualou-se a radiação de fundo encontrada com o valor médio da radiação de fundo em locais habitados, de  $1,25\text{E-}3$  Sv ao ano (ou  $3,42\text{E-}6$  Sv ao dia). Concluindo, com uma regra de três simples inferiu-se que o valor máximo de anomalia encontrado (1700 cps) está acima do valor máximo admitido para o ser humano (que é  $1,36\text{E-}5$  Sv ao dia).

Entretanto, comparar os valores encontrados, em cps, com índices publicados em outros trabalhos, para

se saber se possíveis anomalias encontradas são (ou poderão vir a ser) nocivas à saúde dos estudantes, professores e funcionários do prédio, pode não ser completamente viável, devido às especificidades dos materiais analisados. O ideal seria encontrar o fator de correlação entre as medidas de cintilação e a dose equivalente em Sv para o equipamento utilizado. Para tanto, contou-se com a ajuda do professor Carlos M. A. Soares (LCD/SP/CDTN). Na escala de 0 a 5000 cps, a calibração do cintilômetro-SSP2 revelou a relação de  $0,33\text{E-}3$  R/h para 2750 cps. Dessa relação saiu o valor de  $2,04\text{E-}4$  R/h para 1700 cps (medida máxima encontrada). O valor correspondente em



Sievert foi de  $4,65E-5$  Sv ao dia, valor esse ainda superior ao sugerido.

Os dados apresentados aqui têm um caráter preliminar, e após sua correta correlação, além de acrescentadas as margens de erro do aparelho, podem revelar valores menores e inofensivos. Entretanto, outros fatores de correlação indicados na literatura (e.g. Affonseca 1995) remetem a valores em Sv superiores aos encontrados utilizando-se a aproximação e a calibração descritas acima.

### OS EFEITOS BIOLÓGICOS DA RADIAÇÃO NO ORGANISMO

A radiação tem aspectos positivos, como o uso terapêutico na cura de tumores de pele ou no tratamento de diversos tipos de câncer, como a leucemia, o que fez com que a descoberta da radioatividade fosse seguida de anos de experimentos visando suas aplicações médicas. Só depois começaram a ser notados seus efeitos nocivos, com a longa exposição, evidenciados por eritemas na pele, ulcerações, e mesmo câncer ósseo.

A Síndrome Aguda da Radiação é associada à exposição a altas doses de radiação, em curtíssimo prazo, tendo como sintomas vômitos, prostração, perda de apetite, febre, hemorragias e queda de cabelo, podendo ainda ser letal. Os sistemas do corpo humano mais susceptíveis à radiação são o hematopoético (tolerando no máximo até 5 Sv), o gastrointestinal (de 5 a 20 Sv) e o nervoso central (de 20 a 50 Sv) (Gelonezi *et al.* 2002). Pequenas doses a longo prazo passam a ser acumuladas no organismo, causando defeitos genéticos, que consistem em mutações nas células reprodutivas, podendo afetar gerações futuras. Isto ocorre mais frequentemente com pessoas ocupacionalmente expostas, como radiologistas e pesquisadores de radiação.

O *National Council on Radiation Protection and Measurements* recomenda que nenhuma pessoa deva receber uma dose equivalente ou superior a  $1,36E-5$  Sv ao dia, ao longo de um período maior que um ano.

Analisando os dados obtidos, os valores de anomalia máximos encontrados chegam por aproximação a  $7,27E-5$  Sv ao dia, acima do valor máximo de radiação sugerido. Admitindo-se a calibração, reduz-se a anomalia para  $4,65E-5$  Sv ao dia (ainda cerca de 4 vezes superior ao máximo sugerido). Tais níveis de radiação podem vir a ser prejudiciais, principalmente no caso de professores e funcionários, que passam grande parte do dia no prédio. Ainda assim, por serem dados aproximados, além de envolverem pequenas amostras concentradas em pontos específicos, em que há trânsito de pessoas mais do que sua permanência, os riscos de uma exposição a longo prazo diminuem consideravelmente.

Apesar dos valores encontrados no geral não apresentarem risco aparente para o pessoal que trabalha e estuda no prédio em questão, deve-se levar em conta também outros pesquisadores, no caso de geólogos, que trabalham constantemente com rochas de alta atividade, como os pegmatitos. Essas rochas são caracterizadas em análises radiométricas por valores da ordem de 2000 cps ou mais. Uma exposição constante pode também ser prejudicial, durante uma pesquisa longa e meticulosa. Essas rochas ainda têm pouco uso na construção civil, pois são extremamente heterogêneas, mas algumas empresas estudam sua possível utilização como rocha ornamental.

Finalmente, não é a intenção de esse trabalho causar transtornos de qualquer ordem, e sim levantar considerações prévias sobre o emprego e armazenamento seguro de materiais nos ambientes habitados pelo homem.

**Agradecimentos** Ao Centro de Desenvolvimento de Tecnologia Nuclear (BH-MG) pelo empréstimo do Cintilômetro e pelas medidas de calibração do mesmo; ao professor Joachim Karfunkel (IGC-UFMG) e ao professor de física de escola secundarista Newton Mandarino Neto pelo apoio.

### Referências

AFFONSECA M.S. 1995. *Influência da urbanização na radiação natural em áreas anômalas*. Rio de Janeiro: Instituto Militar de Engenharia, Seção de Engenharia Nuclear. Tese de mestrado. 127p.  
GELONEZI V.M., BRUÇO J.L. & PELÁ C.A. 2002. Efeitos biológicos da radiação. Disponível em:

<[http://www.radiacao.com.br/efeitos\\_biologicos\\_da\\_radiacao.html](http://www.radiacao.com.br/efeitos_biologicos_da_radiacao.html)>. Acesso em: 20 fev 2003.

WILBER S. & NIVEN E. 2003. *Is there a conversion factor between the radiation units Currie and Roentgen?* Disponível em: <<http://www.physlink.com/Education/AskExperts/ae553.cfm>>. Acesso em: 20 fev 2003.