



# Radioactividade aspirada

**Carmen Oliveira**

Escola Secundária de Casquilhos

**Luís Peralta**

Departamento de Física da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa

**DE DIVERSOS CANTOS DO UNIVERSO CHEGAM-NOS RAIOS CÓSMICOS QUE INTERACTUAM COM A ATMOSFERA PRODUZINDO CASCATAS DE PARTÍCULAS, ATINGINDO ALGUMAS DELAS A SUPERFÍCIE TERRESTRE.**

No que diz respeito a nuclídeos radioactivos existentes na crosta da Terra, podemos em condições normais, encontrar no meio ambiente vestígios de  $^{238}\text{U}$ ,  $^{230}\text{Th}$ ,  $^{40}\text{K}$ , etc. As radiações emitidas por estes nuclídeos contribuem também para a dose de radiação total a que estamos naturalmente submetidos, sendo que mais de 50% dessa dose tem origem nas radiações emitidas pelo gás radão e seus descendentes [1] estimando-se que em média a dose efectiva devida a fontes naturais seja da ordem de 2,4 mSv por ano [2]. Como comparação, uma vulgar radiografia pode corresponder a uma dose efectiva de 0,02 mSv, enquanto que num único TAC ao abdómen pode ser fornecida uma dose efectiva de 10 mSv [3]. O isótopo

$^{222}\text{Rn}$ , é um dos produtos da cadeia de decaimento do  $^{238}\text{U}$  e tem um tempo de semi-vida de 3,82 dias [4]. Tem assim a oportunidade de se difundir através das micro-fendas das rochas e através do solo acabando por entrar na atmosfera. No caso das habitações, pode entrar através das fissuras do soalho, acumulando-se sobretudo nos pisos inferiores, uma vez que a densidade do gás radão é maior que a do ar. O arejamento dos compartimentos habitados é assim uma prática importante para a diminuição da concentração de radão. Num levantamento efectuado pelo ITN [1] podemos ver a distribuição do radão a nível nacional (figura 1). Claramente existe uma maior concentração de radão na atmosfera em zonas do país com formações graníticas (Beira Baixa e Beira Alta). Na região de Lisboa é notar a zona de Sintra com o seu maciço granítico onde se observaram níveis elevados de radão. Para além do  $^{222}\text{Rn}$ , a cadeia de desintegração radioactiva continua com vários nuclídeos que apresentam tempos de semi-vida da ordem dos segundos ou minutos, tal como se pode observar na figura 2. Em particular o  $^{214}\text{Pb}$  e o  $^{214}\text{Bi}$  têm tempos de semi-vida respectivamente de 26,8 e 19,9 minutos, constituindo óptimos candidatos para a observação do seu decaimento durante o tempo de uma aula.

Os dados que apresentamos reportam-se a um conjunto de experiências realizadas na Escola Secundária de Casquilhos, Barreiro e que tiveram a participação de alunos de Física do 12.º ano.

## ASPIRANDO O RADÃO

Em condições normais as concentrações de radão na atmosfera são relativamente modestas, situando-se em Portugal as actividades específicas detectadas em valores



Figura 1. Distribuição de actividade devida a radão em Bq/m<sup>3</sup>. Levantamento feito pelo Instituto Tecnológico Nuclear (mapa adaptado da referência [1]).

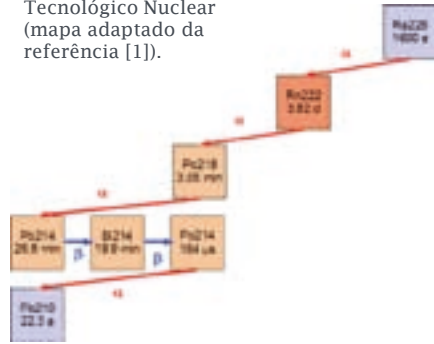


Figura 2: O rádio-226 é um dos descendentes do urânio-238, sendo o progenitor directo do radão-222. A figura mostra a série radioactiva a partir do rádio-222 até ao chumbo-210.

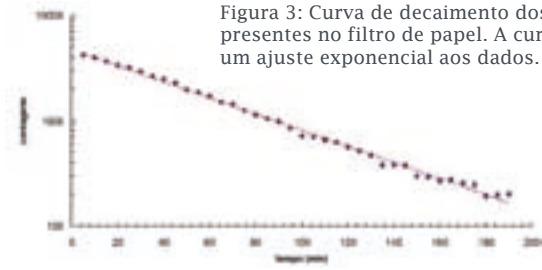


Figura 3: Curva de decaimento dos núcleos presentes no filtro de papel. A curva representa um ajuste exponencial aos dados.

inferiores a 200 Bq/m<sup>3</sup> [1]. Desta forma a detecção imediata do radão é difícil, mesmo quando se usam equipamentos sofisticados. Assim teremos de aumentar a concentração na amostra a observar. O primeiro passo será o de escolher um local pouco arejado (por exemplo uma arrecadação) onde o ar não tenha a oportunidade de circular e o radão que aí se forme não tenha oportunidade de escapar. O segundo passo será o de colectar o radão e os seus descendentes de forma a podermos detectar as suas desintegrações. Quando se dá a desintegração do radão o seu descendente imediato o <sup>218</sup>Po, fica animado de energia cinética suficiente para se implantar nos objectos circundantes, nomeadamente nas partículas de poeira existentes em suspensão no ar. Então o que teremos que fazer é colectar estas partículas durante um determinado intervalo de tempo e posteriormente procederemos à detecção da radiação emitida pelos descendentes do <sup>222</sup>Rn. A colecção das partículas de poeira poderá ser feita com o auxílio de um vulgar aspirador doméstico, ao qual se adapta um filtro (por exemplo um lenço de papel) ao tubo de sucção [5]. No caso da experiência na Escola Secundária de Casquilhos o tempo de aspiração utilizado foi de 15 minutos. Para a detecção das radiações emitidas pela amostra utilizou-se um detector Geiger com aquisição por computador, modelo RM-60 da AWARE [6]. A facilidade de utilização e o preço acessível fazem deste equipamento uma boa escolha para as escolas secundárias. Após retirarmos o lenço de papel do tubo do aspirador colocámos a face que esteve voltada para fora do tubo em frente da janela do detector Geiger e procedemos à aquisição do número de contagens (figura de abertura do artigo). O tempo total de aquisição deverá ser pelo menos de 30 minutos (i.e. da ordem do tempo de semi-vida do <sup>214</sup>Pb). Na figura 3 apresentamos um tempo total de aquisição de 3 horas, sendo que cada ponto corresponde ao número de contagens acumuladas durante 5 minutos. Dadas as condições em que é realizada a experiência e ao detector usado, as contagens observadas são

essencialmente devidas à detecção de electrões emitidos pelo <sup>214</sup>Pb e <sup>214</sup>Bi [7], que declinam por emissão beta negativa. O <sup>222</sup>Rn apresenta um tempo de semi-vida muito maior que os seus descendentes mais directos (<sup>218</sup>Po, <sup>214</sup>Pb, <sup>214</sup>Bi e <sup>214</sup>Po). Assim a taxa de desintegração do <sup>222</sup>Rn comanda a taxa de desintegração dos seus descendentes. Nesta situação existe o que se designa por equilíbrio secular [8]. Podemos ainda considerar que as actividades dos descendentes são à partida iguais [7], pois os seus tempos de semi-vida são curtos e este nuclideos estão exclusivamente a ser produzidos a partir da cadeia de decaimento do radão. A proximidade do valor dos dois tempos de semi-vida do <sup>214</sup>Pb e <sup>214</sup>Bi, leva a que a representação gráfica do número de contagens obtidas não se afaste de forma significativa de uma curva exponencial, no intervalo de tempo em que foi feita a aquisição.

| Grandezas Físicas    | Unidades (símbolo)       | Definição                                                                                                                                                                                                                                 |
|----------------------|--------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Actividade           | bequerel (Bq)            | A actividade de um nuclideo radioactivo é igual ao número de desintegrações por segundo. Não deve ser confundida com o número de partículas emitidas na desintegração. De uma desintegração pode resultar a emissão de várias partículas. |
| Tempo de semi-vida   | segundo (s)              | Para uma amostra contendo um determinado nuclideo radioactivo, é o tempo que leva metade desses núcleos a transformarem-se.                                                                                                               |
| Dose / Dose efectiva | gray (Gy) / sievert (Sv) | A dose é definida como sendo a quantidade de energia depositada por radiações ionizantes por unidade de massa. A dose efectiva tem em conta as diferentes radiosensibilidades de cada órgão a cada tipo de radiação.                      |

#### Referências

- Radão - Um Gás Radioactivo de Origem Natural (2002). Instituto Tecnológico e Nuclear, Departamento de Protecção Radiológica e Segurança Nuclear, [http://www.itn.pt/docum/relat/radao/itn\\_gas\\_radao.pps](http://www.itn.pt/docum/relat/radao/itn_gas_radao.pps)
- Mário Capucho dos Reis, Radioactividade Ambiente, Gazeta de Física, Vol. 30. Fasc. 1, 2007 pp 58-66.

- What are the Radiation Risks from CT?, FDA US Food and Drug Administration, <http://www.fda.gov/cdrh/ct/risks.html>, 2008
- Firestone R.B. e Ekström, WWW Tables of Radioactive Isotopes, Versão 2.1, Janeiro 2004, <http://ie.lbl.gov/toi/>
- Oliveira, C., (2006), Radioactividade e Ambiente no Ensino Secundário, tese de Mestrado, Universidade de Lisboa, [http://www.lip.pt/~luis/teses/Carmen\\_Oliveira\\_tese.pdf](http://www.lip.pt/~luis/teses/Carmen_Oliveira_tese.pdf)

- AWARE electronics, <http://www.awarel.com/>, 2007
- L. Peralta, T. Paiva e C. Ortigão, Radioactive <sup>222</sup>Rn daughter nuclides on a paper strip, Eur. J. Phys. 24 (2003) 149-157.
- K. S. Krane, Introductory Nuclear Physics, John Wiley & Sons, 1987.