

# INFORME-SE SOBRE A QUÍMICA

Eduardo Leite do Canto

Autor de *Química na Abordagem do Cotidiano* – Editora Saraiva

## Por que, mesmo desligados, reatores da usina de Fukushima superaqueceram?

*Terremoto que atingiu o Japão em 11/3/2011 provocou imediato desligamento dos reatores. Porém, não é apenas a fissão nuclear que libera calor em um reator nuclear.*

Nos reatores BWR (*boiling-water reactor*, reator de água fervente), como os de Fukushima, ocorre a fissão do U-235 (e/ou do Pu-239) e a água atua como moderador e trocador de calor. Como moderador, a água reduz a velocidade dos nêutrons liberados na fissão, rápidos demais para induzir eficazmente a fissão de outros núcleos. Os nêutrons mais lentos (e mais eficientes para manter a reação em cadeia) são denominados nêutrons térmicos. Como trocador de calor, a água é aquecida pela energia liberada na fissão, ferve e, em fase vapor, gira a turbina do gerador elétrico.\* O material físsil usado no núcleo do reator encontra-se em barras, entre as quais podem ser intercaladas **varetas de controle**, de material que absorve nêutrons. O terremoto provocou a imediata intercalação dessas varetas, o que fez **cessar** a ocorrência da fissão nuclear.

Os vários nuclídeos produzidos na fissão do U-235 com nêutrons térmicos têm números de massa (A) que vão aproximadamente de 72 a 158. A maioria dos núcleos fissionados (cerca de 97%) gera átomos que pertencem a dois grupos, um com A entre 85 e 104 e outro com A entre 130 e 149.

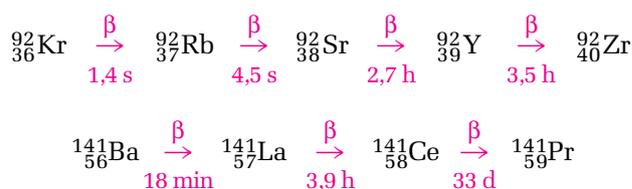
Os nuclídeos produzidos **não** são, em geral, estáveis porque têm relação nêutrons/prótons (n/p) muito elevada. Considere, como exemplo, a fissão



cujos produtos têm A = 92 e A = 141. Os únicos núcleos estáveis com A = 92 são  ${}^{92}\text{Zr}$  e  ${}^{92}\text{Mo}$ , que apresentam, respectivamente, razões n/p 1,30 e 1,19. E o único núcleo estável com A = 141 é o  ${}^{141}\text{Pr}$ , com n/p 1,39. Os produtos da fissão têm n/p maiores que isso: 1,56 para o  ${}^{92}\text{Kr}$  e 1,52 para o  ${}^{141}\text{Ba}$ .

\* O reator BWR difere do PWR (*pressurized-water reactor*, reator de água pressurizada), usado em *Angra 1* e *Angra 2*. No PWR, a água que atua como moderador e trocador de calor está confinada em um circuito fechado a alta pressão, o que impede sua ebulição. Ela circula e troca calor com a água de outro circuito, que não está a alta pressão. Esta última ferve, produzindo o vapor que gira a turbina.

Os nuclídeos produzidos na fissão têm, em geral, alta relação n/p e sofrem decaimento beta (ou emissão de nêutron), pois isso reduz a relação n/p. Os decaimentos beta que se iniciam com  ${}^{92}\text{Kr}$  e  ${}^{141}\text{Ba}$  (e os respectivos tempos de meia-vida) são:



O intenso decaimento nuclear que ocorre com os produtos da fissão libera muita energia. Quando material físsil usado (que contém um pouco de urânio não fissionado e os produtos da fissão) é retirado do reator, ele deve ser mantido por alguns meses em uma piscina apropriada, que é continuamente resfriada por água circulante, até que o calor produzido no decaimento dos produtos da fissão não mais ofereça risco de superaquecimento. Só então, segue sua destinação de lixo nuclear.

Pela mesma razão, o reator requer resfriamento após ser eventualmente desligado.\*\* Na usina de Fukushima, a interrupção da energia elétrica (pelo terremoto) e a destruição dos geradores auxiliares a *diesel* (pelo tsunami que se seguiu) impediram o funcionamento das bombas que mantêm o fluxo de água pelos reatores e piscinas de refrigeração. Seguiram-se os eventos relatados na mídia.

\*\* Um superaquecimento pode provocar derretimento do material no núcleo do reator, o rompimento da contenção e o escape de nuclídeos radioativos para o ambiente. A imprensa chama tal derretimento da parte central do reator de *fusão do núcleo*, expressão que **não deve ser confundida** com o tipo de reação nuclear que ocorre nas estrelas, a *fusão nuclear*.

### É isso tem a ver com...

- Radioatividade — v. 2, parte K, e vu, cap. 24

*Química na Abordagem do Cotidiano*, 3 volumes.,  
*Química na Abordagem do Cotidiano*, volume único.

