

## Constante de decaimento biológico para $^{131}\text{I}$

### Sobre uso de $^{131}\text{I}$ em Medicina Nuclear:

O radioisótopo  $^{131}\text{I}$  é útil para estudar a absorção de iodo elementar na tireoide ou em metástases de câncer de tireoide ou para administrar uma dose de radiação concentrada nos tecidos da tireoide para fins terapêuticos [1]. A administração deste radioisótopo aos pacientes é geralmente realizada por via oral ou intravenosa na forma de iodeto de sódio.

As células da tireoide extraem e concentram o iodo que estão no plasma. Pouco depois da administração o  $^{131}\text{I}$  é absorvido pelo sangue através de um sistema de co-transporte de  $\text{Na}^+$  e  $\text{I}^-$  (simporte) e se acumula nas células foliculares da tireoide. Cerca de 20% do iodeto circulante é removido a cada passagem pela glândula. O iodeto ingerido é absorvido pelo intestino delgado e transportado no plasma para a tireoide, onde é concentrado, oxidado e depois incorporado na tireoglobulina (Tg) e, posteriormente tetraiodotironina (T4) e triiodotironina (T3). Após o seu armazenamento nos folículos tiroidianos, a TG é submetida à proteólise e os hormônios liberados são secretados na circulação. Em indivíduos com função tiroidiana normal, até 20-30% do iodo administrado por via oral é absorvido pela tireoide. Nos doentes com hipertireoidismo, esta fração é aumentada – em casos extremos até para 90% [2].

O  $^{131}\text{I}$  utilizado em tratamentos de doenças da tireoide decai para  $^{131}\text{Xe}$  (estável) por emissão beta. As características físicas do  $^{131}\text{I}$  são as seguintes: Meia-Vida física = 8,02dias; energia máxima da partícula beta = 0,807MeV, energia média da partícula beta = 0,192MeV, a faixa de energia dos raios gama emitidos é 80 a 723 keV, sendo o mais abundante de 364keV (82%)[2].

Na atividade proposta, iremos determinar a meia-vida efetiva e biológica para o  $^{131}\text{I}$  de um paciente submetido a um tratamento para tireoide.

Além do decaimento físico, inerente  $^{131}\text{I}$ , este isótopo ainda sofre um

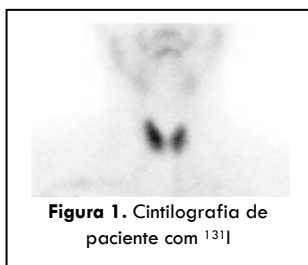


Figura 1. Cintilografia de paciente com  $^{131}\text{I}$

---

“decaimento biológico” dentro do corpo do paciente, já que está continuamente sendo excretado. Desta forma, o decaimento total deste material dentro do corpo de um paciente se dá pela somatória dos fatores físicos e biológicos e pode ser determinado através da equação [1].

$$\frac{1}{T_{ef}} = \frac{1}{T_{físico}} + \frac{1}{T_{biológico}} \quad [1]$$

Onde  $T_{ef}$  é o tempo de meia-vida efetivo,  $T_{físico}$  é o tempo de meia-vida física no radionuclídeo e  $T_{biológico}$  é o tempo de meia-vida biológica, o qual é específico para cada indivíduo.

A atividade do radioisótopo em um dado instante é determinada através da equação [2].

$$A(t) = A_0 \exp^{-\lambda \Delta t} \quad [2]$$

Onde  $A_0$  é a atividade no instante  $t_0$ ,  $\lambda$  é a constante de decaimento e  $\Delta t$  é o tempo transcorrido entre  $t$  e  $t_0$ . A relação entre  $\lambda$  e o tempo de meia-vida ( $T$ ) está descrita na equação [3].

$$\lambda = \frac{\ln 2}{T} \quad [3]$$

---

### **Conceitos importantes a serem estudados antes da atividade:**

- Radioatividade;
- Radiação de fundo (BG);
- Decaimentos beta e gama;
- Princípio de funcionamento de cintiladores;
- Funções exponenciais.

Sugestão de leitura:

OLIVEIRA, Silvia Maria Velasques de, and Regina Pinto de CARVALHO. **"Aplicações da energia nuclear na saúde."** (2017).

Disponível para download em:

<http://www.cnen.gov.br/images/cnen/documentos/educativo/aplicacoes-energia-nuclear-na-saude.pdf>

---

**Atividade prática:**

Um paciente foi submetido a um tratamento de tireoide com 100mCi de  $^{131}\text{I}$  no dia 23/05/2018 às 11h30.

Utilizando um cintilador de NaI(Tl) no Laboratório de Física Médica, foram adquiridos 5 espectros deste radioisótopo na região do pescoço do paciente, nos dias e horários descritos na tabela 1.

Calcule a diferença de tempo ( $\Delta t$ ) em horas entre o primeiro e os outros espectros adquiridos.

Tabela 1. Datas e horários de aquisição de dados

# espectro	Data	horário	$\Delta t$
1	24/5/18	16:22	0
2	27/5/18	11:01	
3	28/5/18	15:46	
4	29/5/18	15:45	
5	3/6/18	11:43	

Para cada espectro adquirido, determine o número de contagens (C) que chegou até o detector pela emissão gama do  $^{131}\text{I}$ . (Utilize o ROI=0-1024 no programa UX USB).

Subtraia para cada contagem encontrada a radiação de fundo (BG). (Utilize o ROI=0-1204)

Depois, normalize todas as contagens subtraídas pela contagem do primeiro espectro ( $C_i/C_1$ ).

Preencha da Tabela 2 com os valores calculados.

Tabela 2. Contagens para  $^{131}\text{I}$  em cada aquisição de dados.

# espectro	Contagens no ROI (C)	BG	C-BG ( $C_i$ )	$C_i/C_1$
1				
2				
3				
4				
5				

Faça um gráfico de  $\Delta t$  (eixo x) por  $C_i/C_1$  (eixo y). (Sugestão: Utilize o programa Origin disponível em todos os computadores do laboratório).

Faça um ajuste exponencial em seus dados. Qual foi a função que você encontrou?

<b>Função:</b>	
----------------	--

---

Fazendo uma comparação da função que você encontrou com a fórmula abaixo:

$$\frac{A(t)}{A_0} = \exp^{-\lambda \Delta t}$$

Determine o valor de  $\lambda$  (constante de decaimento), e depois o valor do Tempo de meia-vida ( $T$ ). Utilize a equação 3.

Considere que o tempo de meia-vida calculado é o efetivo, já que o  $^{131}\text{I}$  está dentro do corpo do paciente e desta forma não é possível separar a parcela de decaimento físico e o biológico.

Sabendo que a meia-vida física do  $^{131}\text{I}$  é 8,02 dias, determine a meia-vida biológica para este isótopo através da equação [1].

**Tabela 3.** Constante de decaimento e meias-vidas efetiva e biológica para o paciente.

$\lambda$ (horas <sup>-1</sup> )	$T_{ef}$ (horas)	$T_{físico}$ (horas)	$T_{biológico}$ (horas)

Compare seus resultados com os dados da literatura. (Sugestão de artigos: )

---

### Discussões:

- Comparar os resultados com os dados da literatura [3].
- Por que o organismo humano não distingue o iodo radioativo do isótopo estável?
- Por que no espectro do cintilador é possível avaliar somente a radiação gama emitida pelo  $^{131}\text{I}$ ?

---

### Referências:

- [1] Sorenson, James A., and Michael E. Phelps. *Physics in nuclear medicine*. New York: Grune & Stratton, 1987.
- [2] Stokkel, Marcel PM, et al. "EANM procedure guidelines for therapy of benign thyroid disease." *European journal of nuclear medicine and molecular imaging* 37.11 (2010): 2218-2228.
- [3] Remy, Hervé, et al. " $^{131}\text{I}$  effective half-life and dosimetry in thyroid cancer patients." *Journal of Nuclear Medicine* 49.9 (2008): 1445-1450.
-