



Homem Protão

(<https://www.proton-therapy.org/protons-for-kids/proton-man/>)

Partículas contra o cancro

Jorge Miguel Sampaio



LABORATÓRIO DE INSTRUMENTAÇÃO
E FÍSICA EXPERIMENTAL DE PARTÍCULAS



Ciências
ULisboa

Faculdade
de Ciências
da Universidade
de Lisboa



Cirurgia



Radioterapia



Hormono
terapia

Tratamentos do câncer



Terapia
direcionada



Quimioterapia



Imunoterapia

Terapia com radiações

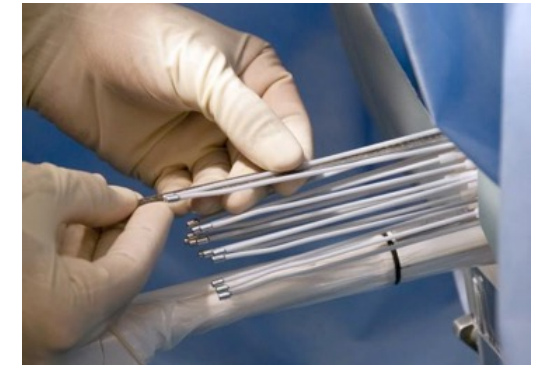
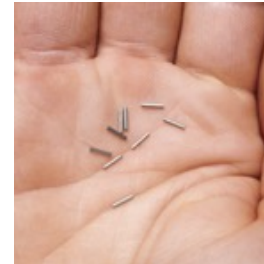
- **Radioterapia com feixes externos**

- LINAC (fotões e eletrões)
- Ciclotrões and sincrotrões (protões e carbono)

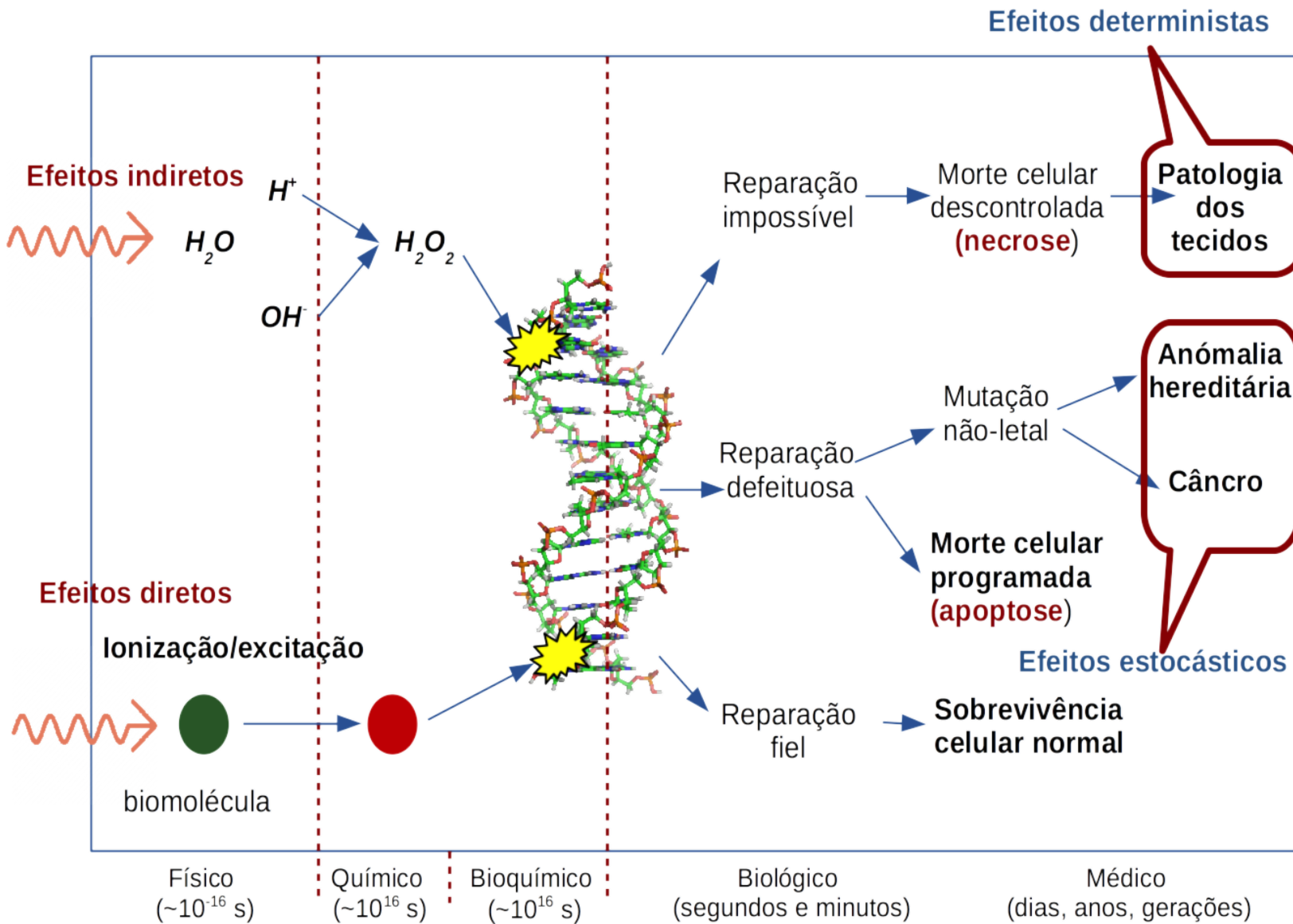


- **Radioterapia com fontes radioativas**

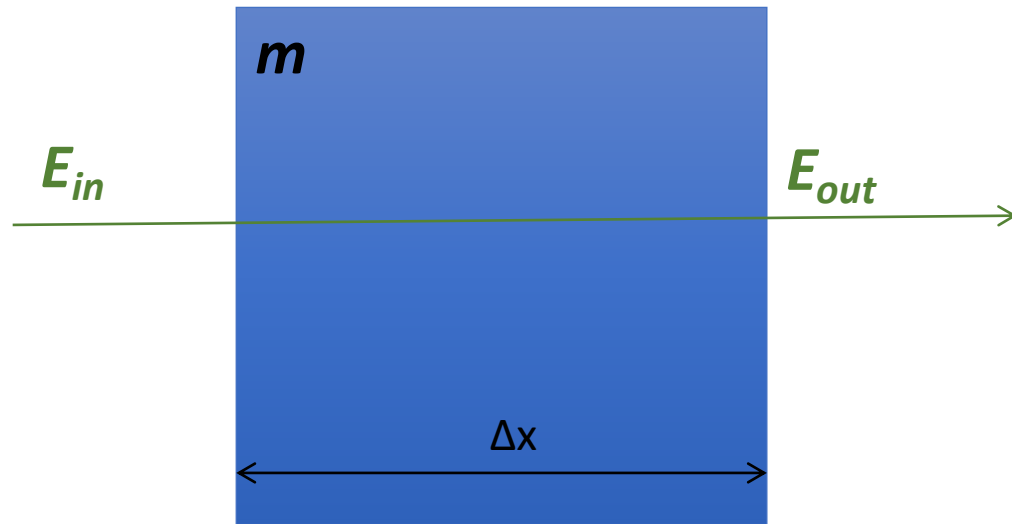
- Braquiterapia (fotões)



Efeitos biológicos da radiação ionizante



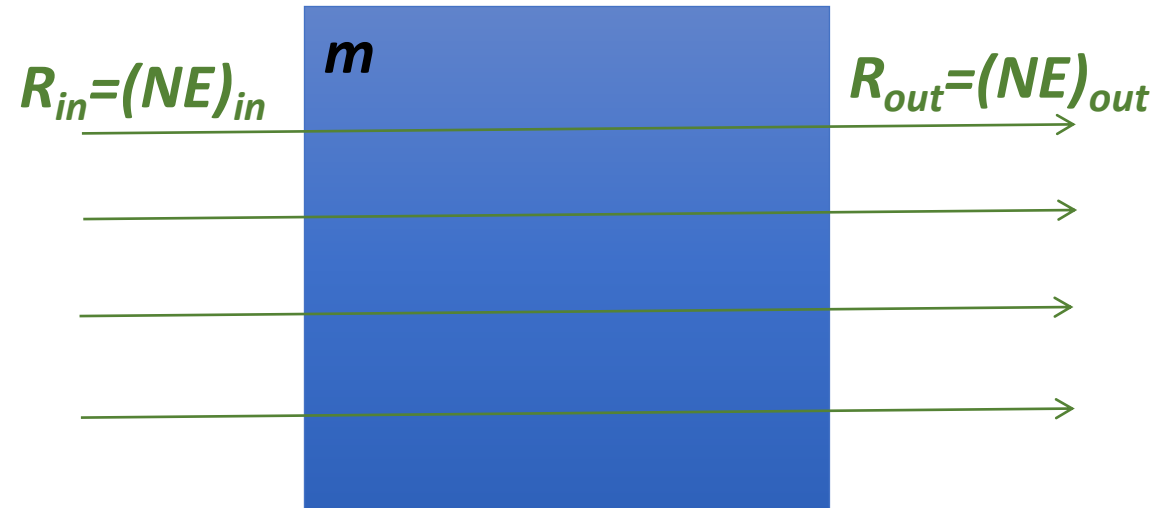
Duas quantidades físicas importantes



$$S = \frac{E_{in} - E_{out}}{\Delta X}$$

Poder de paragem

Unidade SI: joule por metro (J/m)



$$D = \frac{R_{in} - R_{out}}{m}$$

Dose absorvida

Unidade SI: joule por quilograma ou gray (J/kg = Gy)

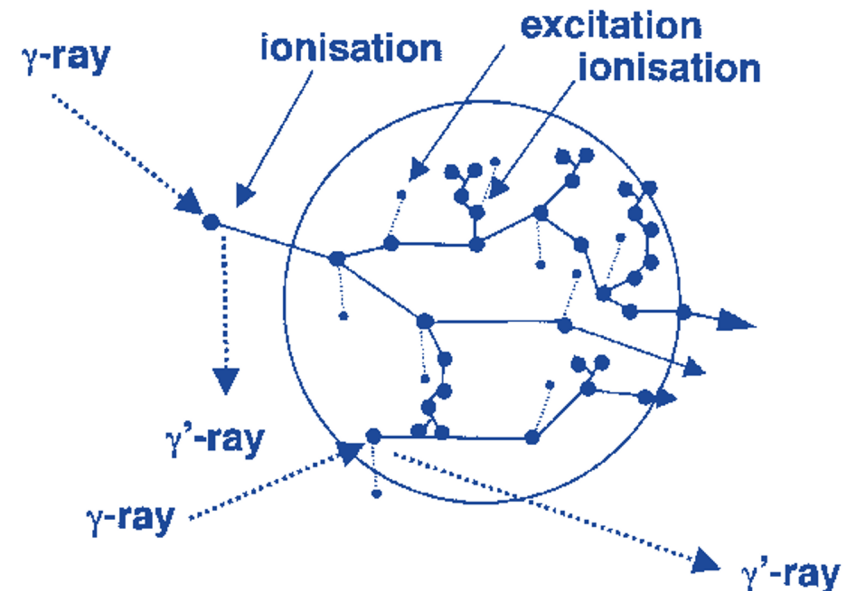
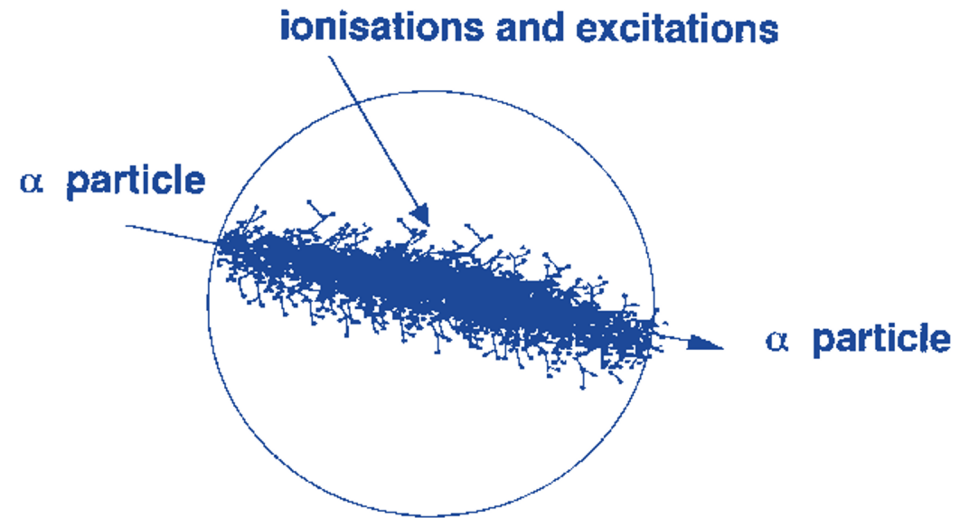
Relação entre efeitos biológicos e o poder de paragem

Poder de paragem elevado

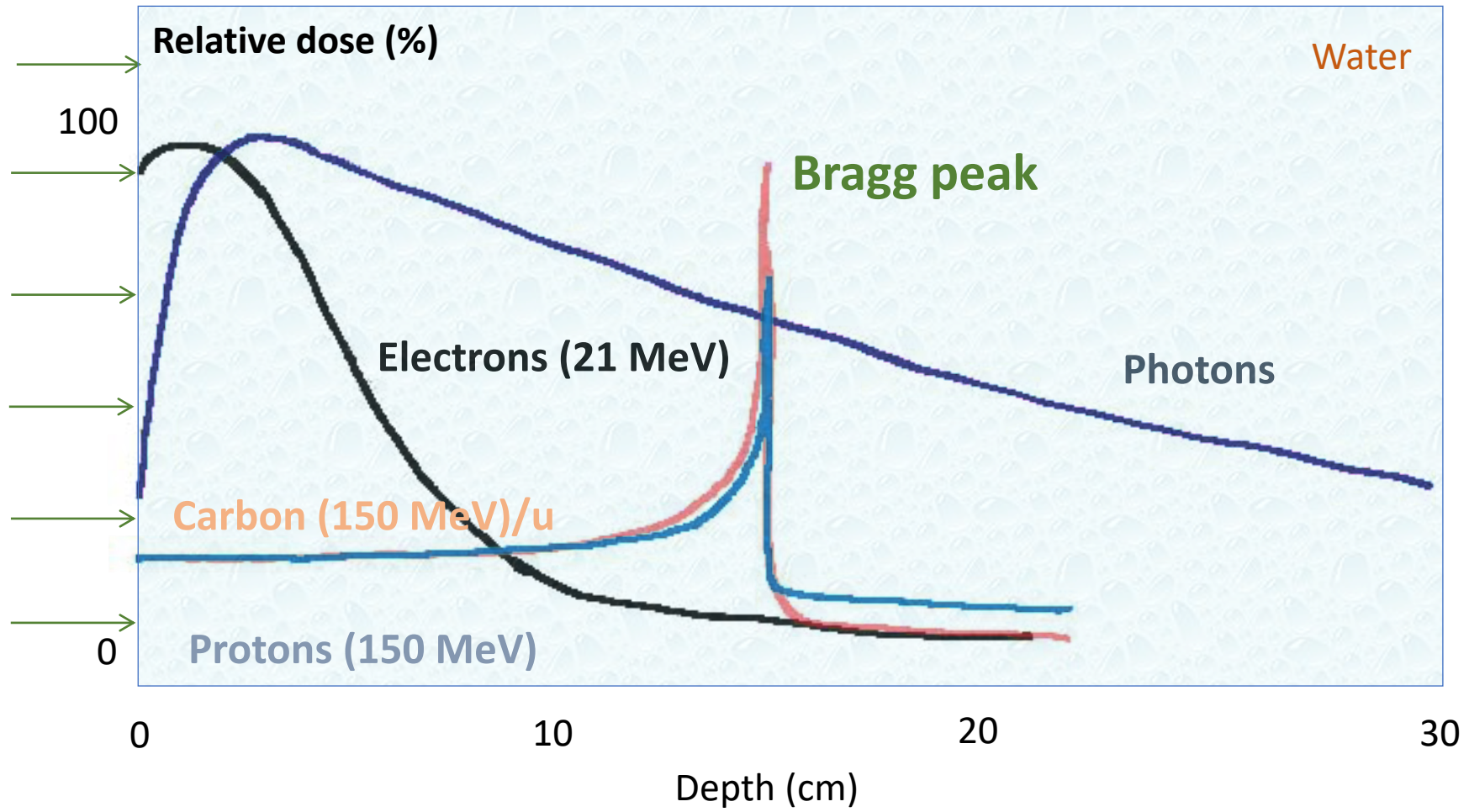
Maior efeito biológico
Efeito mais localizado

Poder de paragem baixo

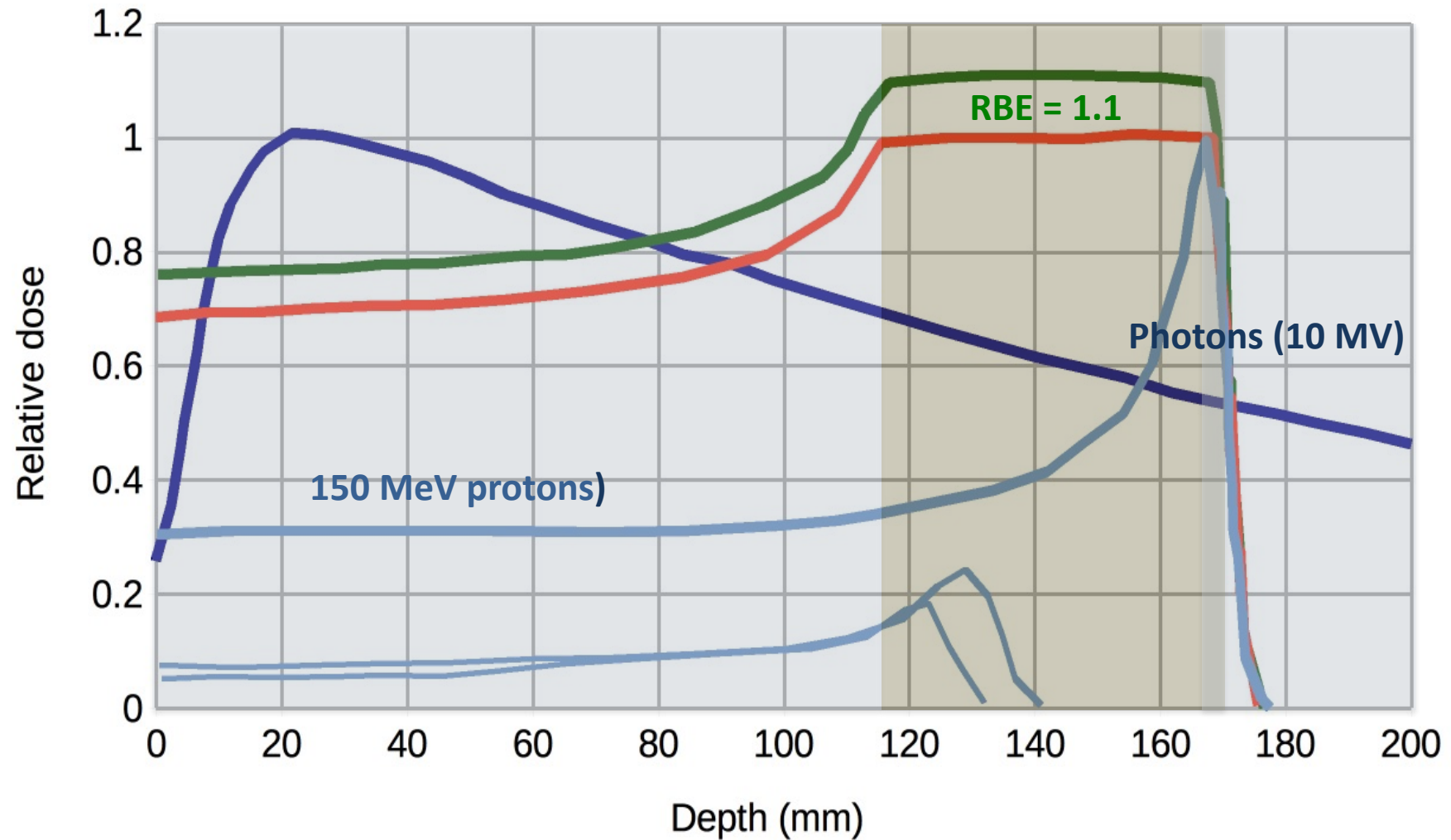
Menor efeito biológico
Efeito mais espalado



Dose em profundidade



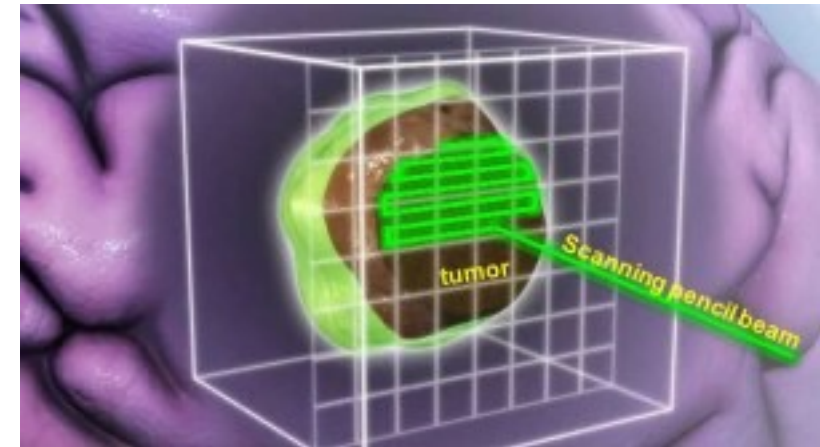
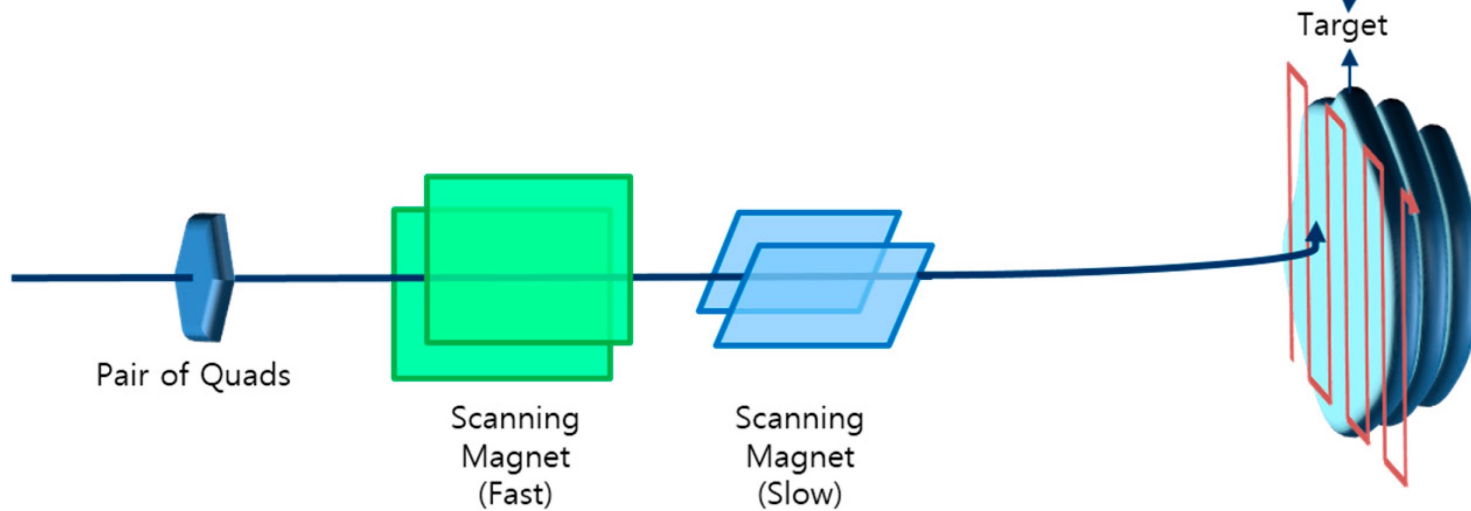
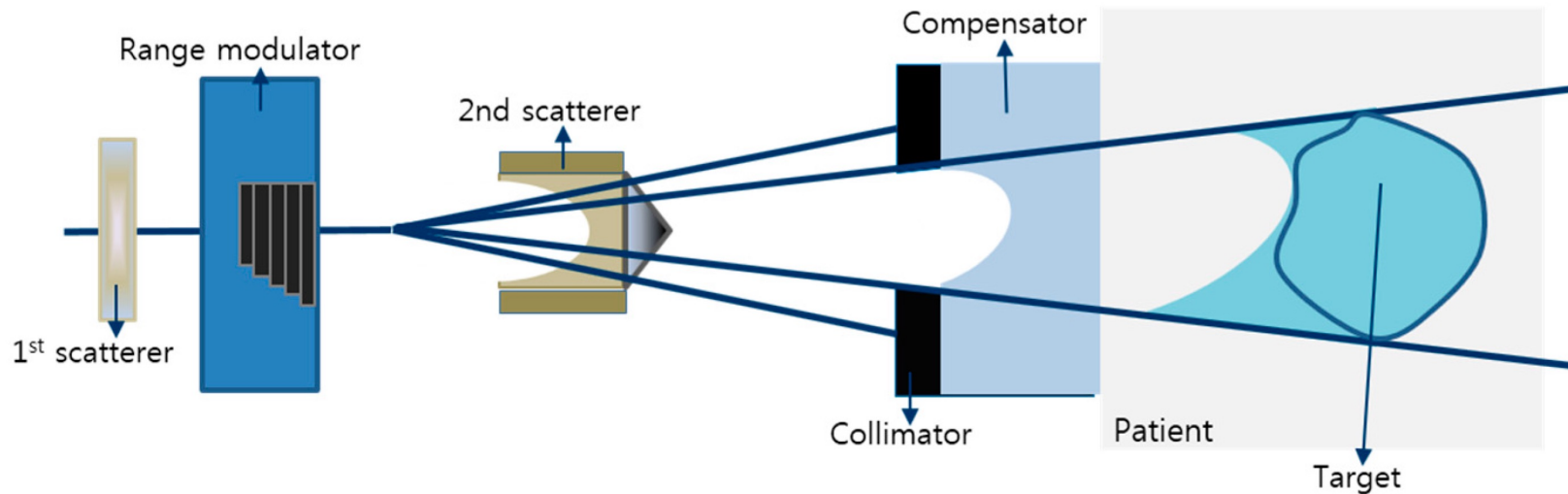
Spread-out Bragg peak (SOBP) dos protões



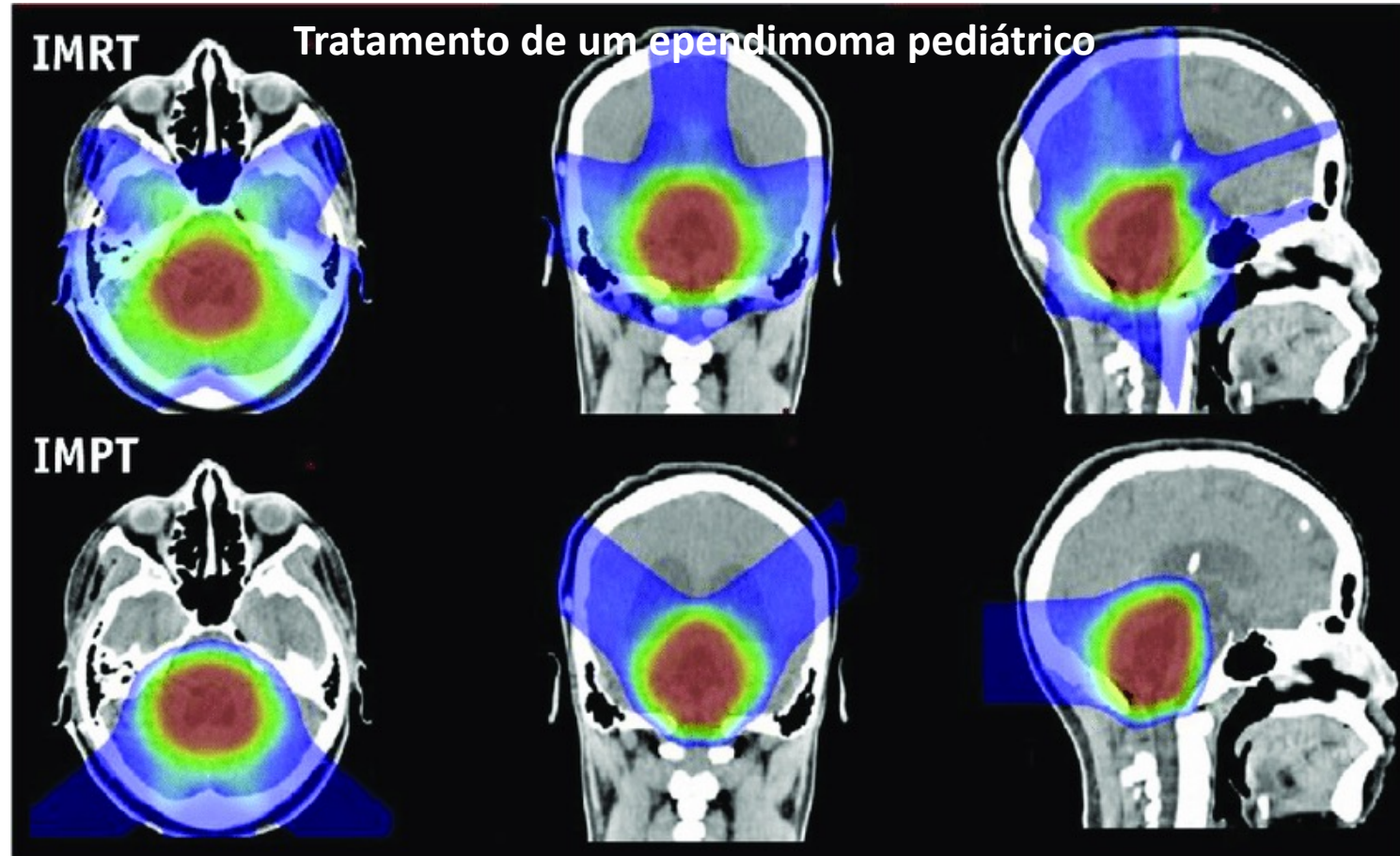
Como é que funciona a terapia com prótons?



Como "pintar" um tumor



Fotões versus Protões



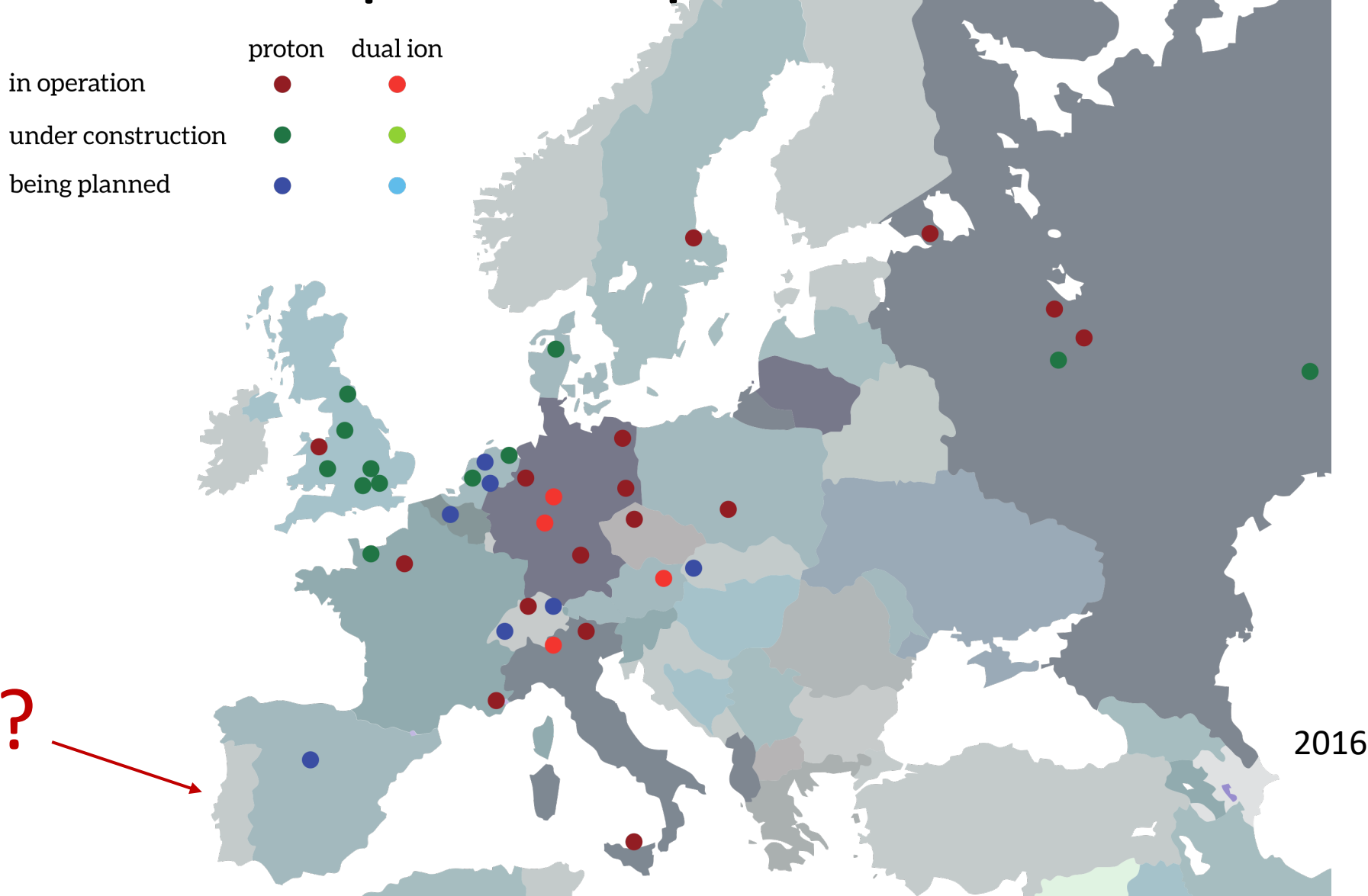
- **IMRT:** Radioterapia de Intensidade Modulada (com **fotões**)
- **IMPT:** Terapia com **Protões** de Intensidade Modulada

Fotões versus Protões

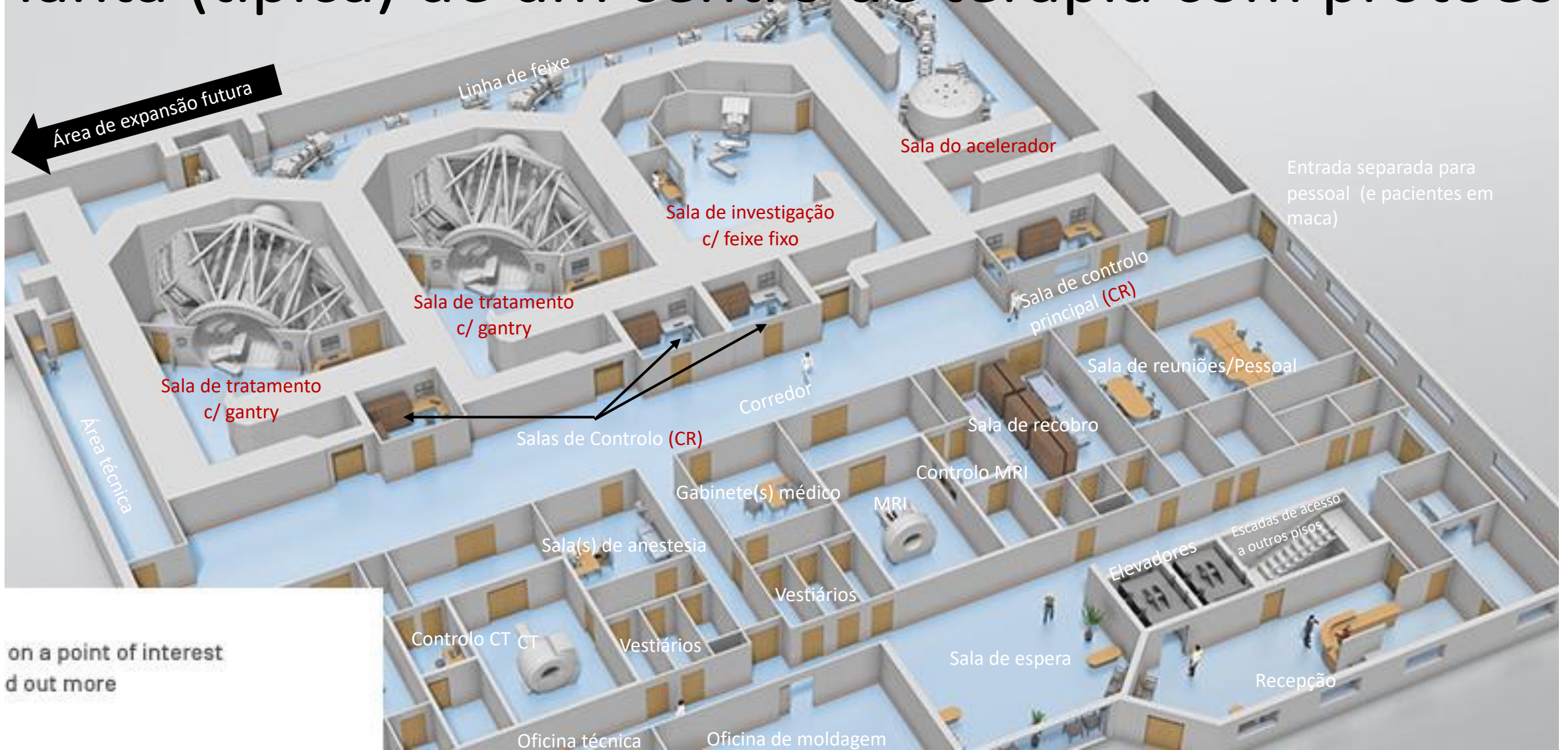


Centros de terapia com partículas na Europa

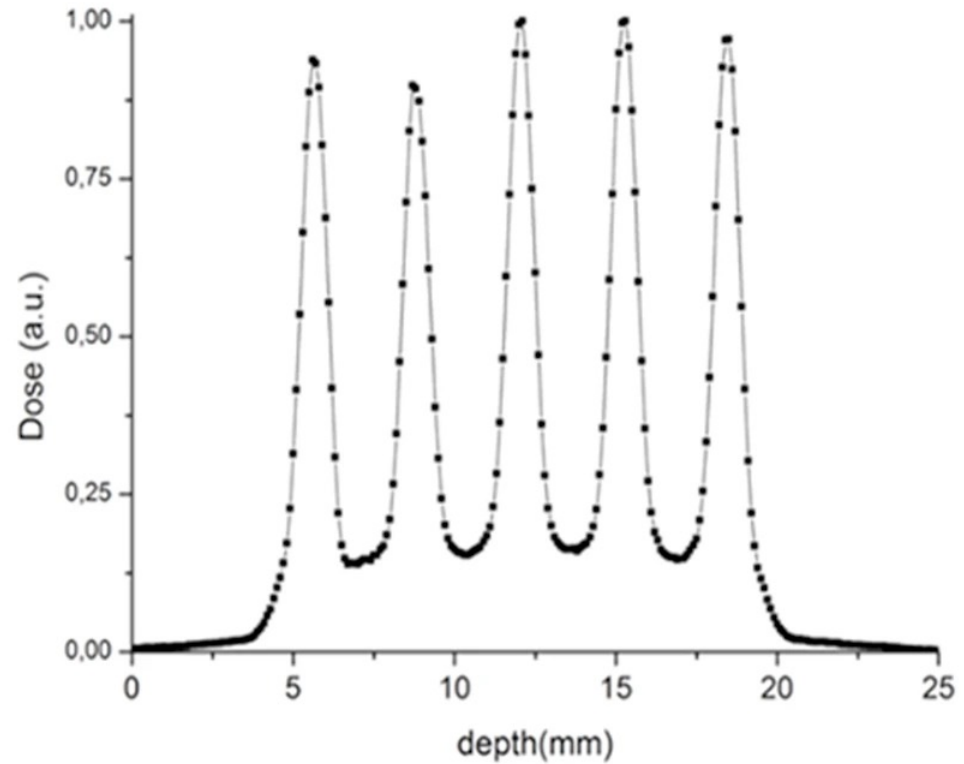
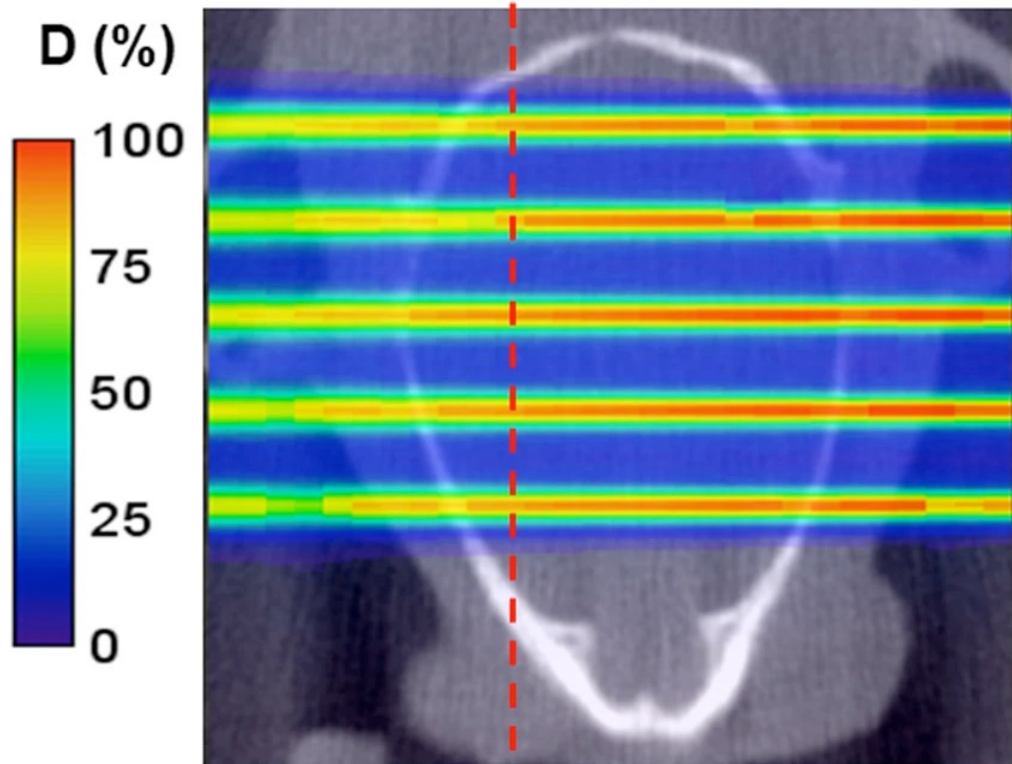
	proton	dual ion
in operation	●	●
under construction	●	●
being planned	●	●



Planta (típica) de um centro de terapia com protões



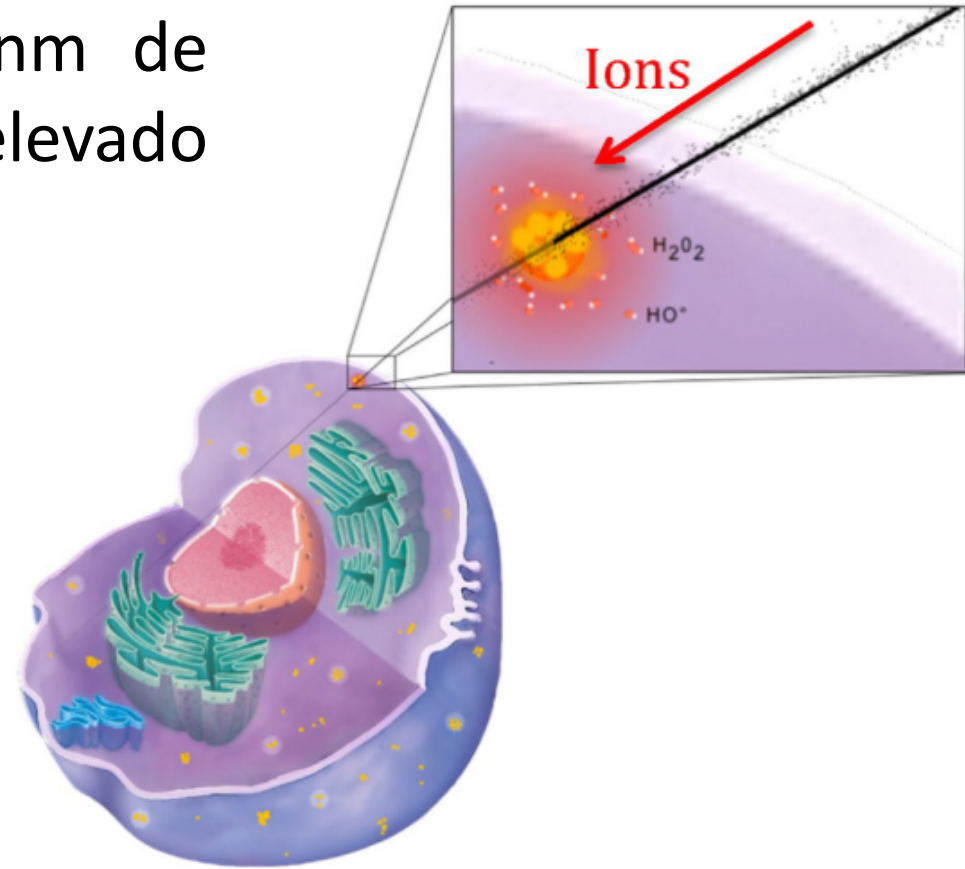
Novas ideias (em investigação): **Minifeixes**



Novas ideias (em investigação): **Nanopartículas**

Adicionar **nanopartículas** (alguns nm de diâmetro) com número atômico elevado **no interior das células tumorais**.

Ex: Au, Gd, Pt, Fe.



Novas ideias (em investigação): **FLASH**

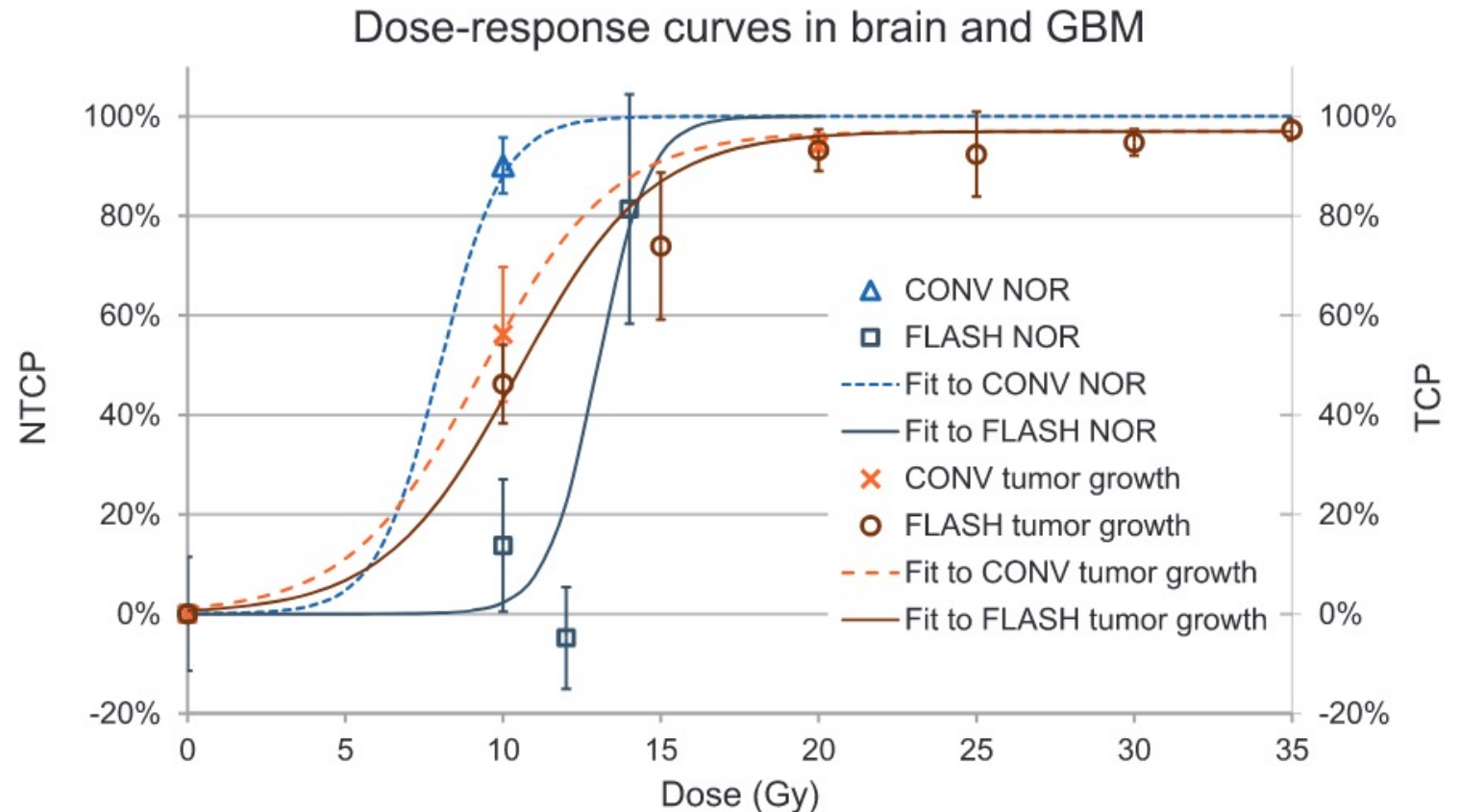


- Radioterapia convencional

< 0.03 Gy/segundo

- Radioterapia **FLASH**

> 40 Gy/segundo





Fim!