



Efeitos biológicos das radiações. Consequências na saúde humana

Octávia Monteiro Gil

1st Workshop for Stakeholders - Projecto EMRP MetroMetal

6 de Dezembro de 2013

Radioactividade

A radioactividade existe desde a formação do Universo, e os seres humanos viveram sempre num ambiente radioactivo.

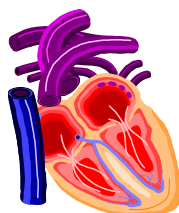
A desintegração dos elementos radioactivos naturais liberta grande quantidade de calor que é responsável pelas temperaturas amenas que são propícias à vida.

Radiação

Radiação solar



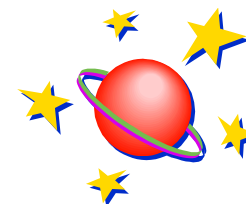
Medicina Nuclear



Raios X



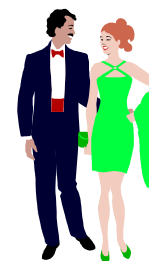
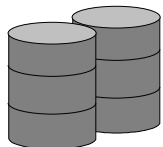
Radiação cósmica



Produtos de consumo



Resíduos
radioactivos



Radiação terrestre



Alimentação

Energia
nuclear



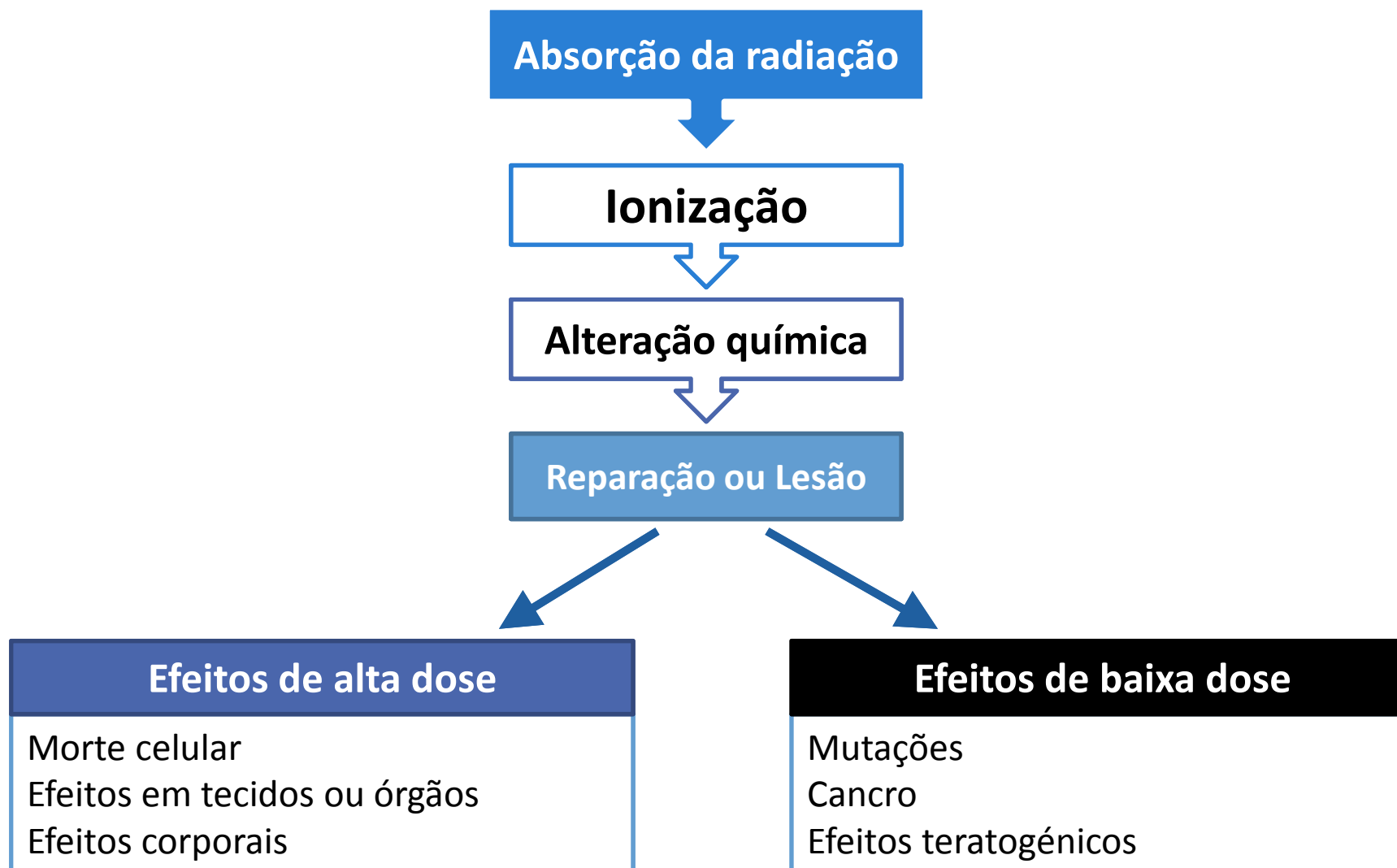
Constatações sobre efeitos nocivos induzidos pela radiação ionizante

- **1902 - 1º cancro de pele induzido pela radiação ionizante**
- **1911 - leucemia induzida por RI**
- **1920 - cancro ósseo, pintores de relógios de parede**
- **1930 - cancro de fígado e leucemia, administração de torotraste**
- **1940 - leucemia entre os primeiros radiologistas**
- **Estudos nos sobreviventes japoneses da bomba atómica**
- **Estudos após acidente de Chernobyl**
- **11 Março 2011 - acidente de Fukushima**

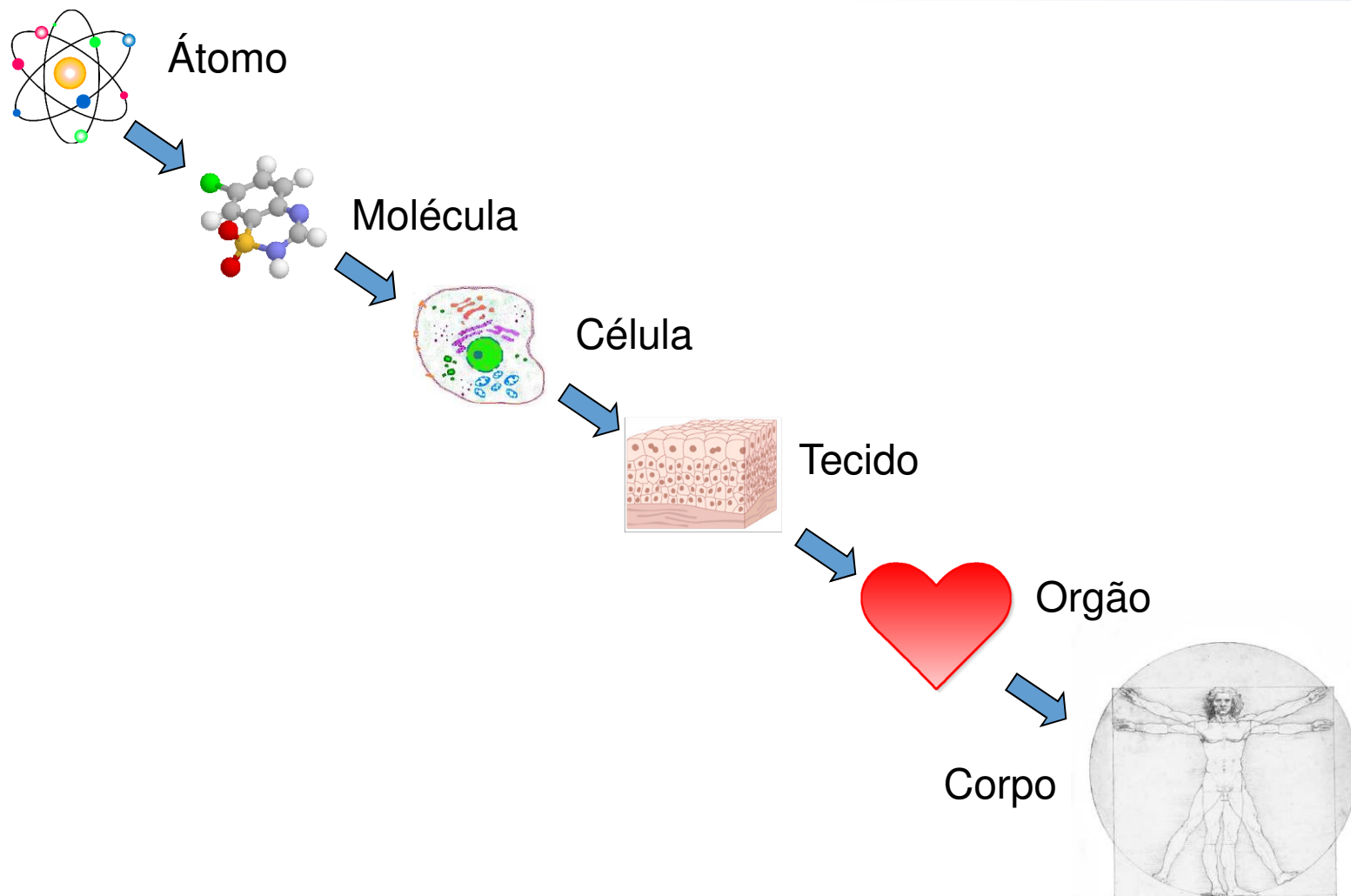
Mecanismos de acção da radiação ionizante

- **Fenómenos Físicos** – Consiste na ionização e excitação dos átomos, resultante da troca de energia entre a radiação e a matéria.
- **Fenómenos Químicos** – Consiste na ruptura de ligações químicas nas moléculas e formação de radicais livres.
- **Fenómenos Bioquímicos e Fisiológicos** – Dependendo do órgão atingido teremos o aparecimento desses efeitos.
- **Lesões observáveis** – Aparecem após um intervalo de tempo variável e podem ocorrer a nível celular ou a nível do organismo inteiro provocando alterações morfológicas ou funcionais.

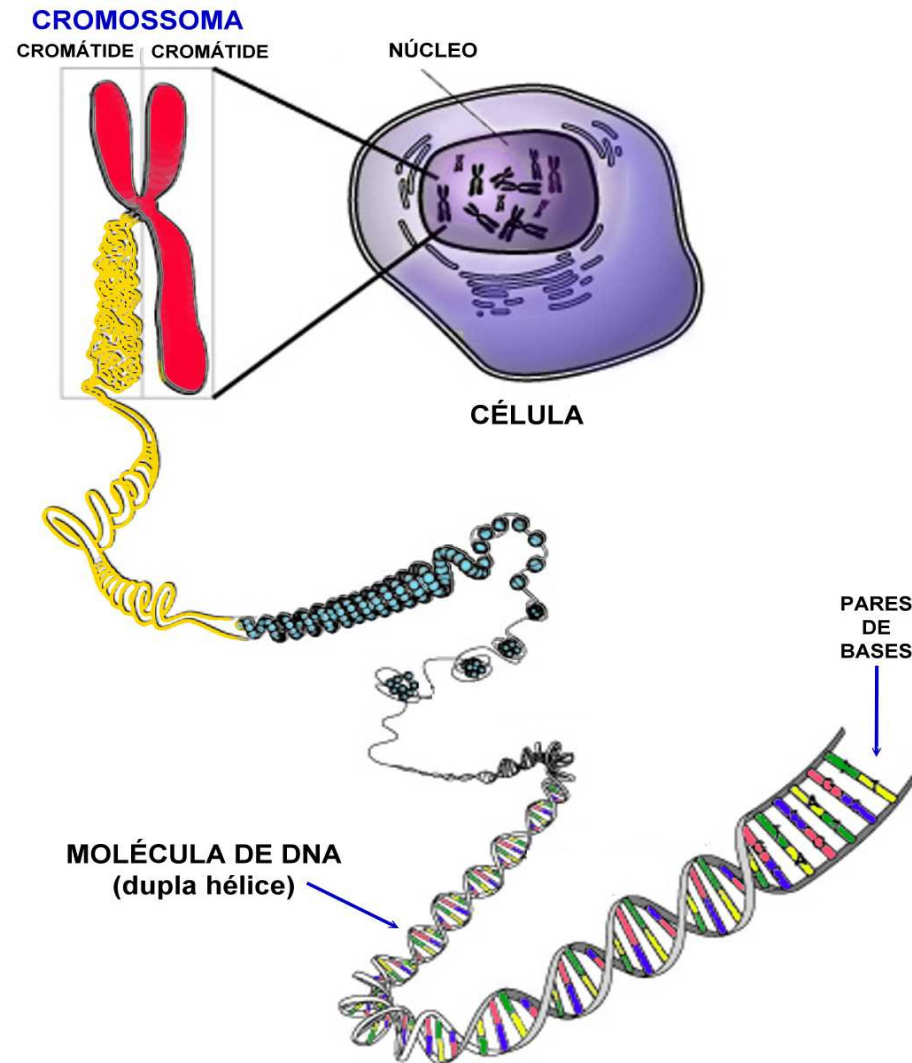
Efeitos da radiação ionizante



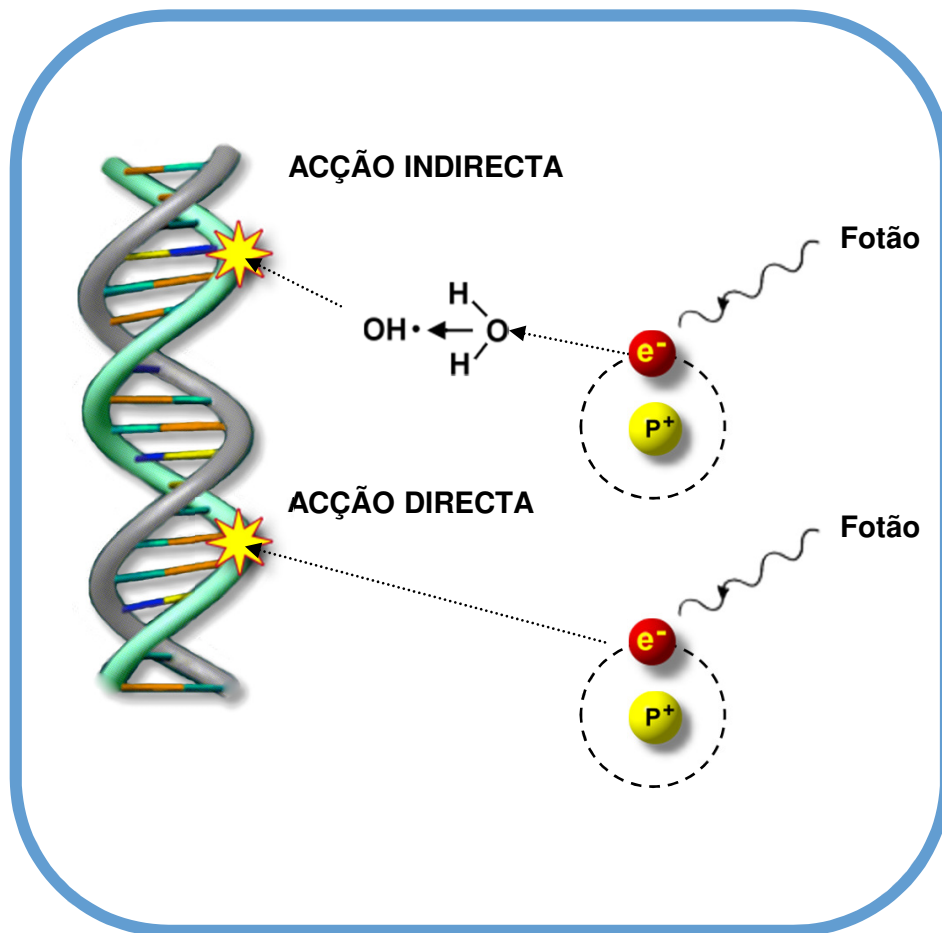
Como a radiação actua nos organismos



Cromossomas, genes e DNA



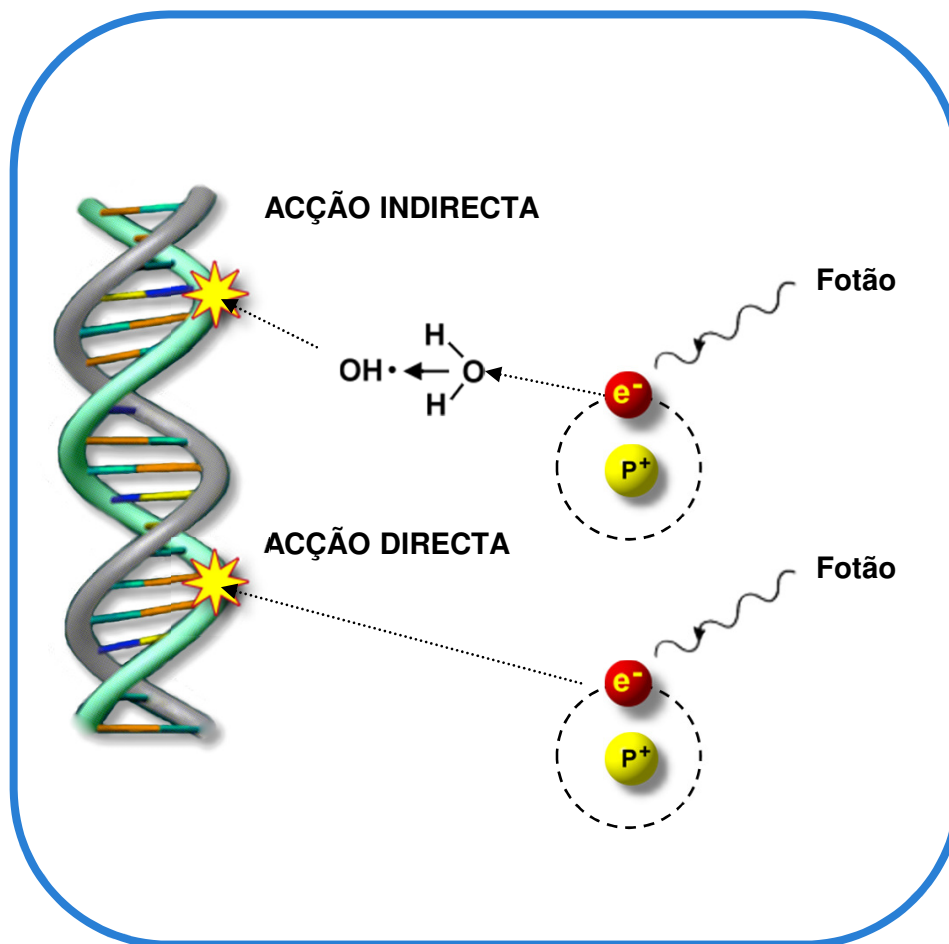
Mecanismos de acção da RI



Acção directa

- Interação directa com os átomos da molécula de DNA
- Predominante para radiação de alta transferência linear de energia (LET)
- Corresponde a cerca de 30% dos efeitos biológicos da radiação de baixa LET – raios X

Mecanismos de acção da RI

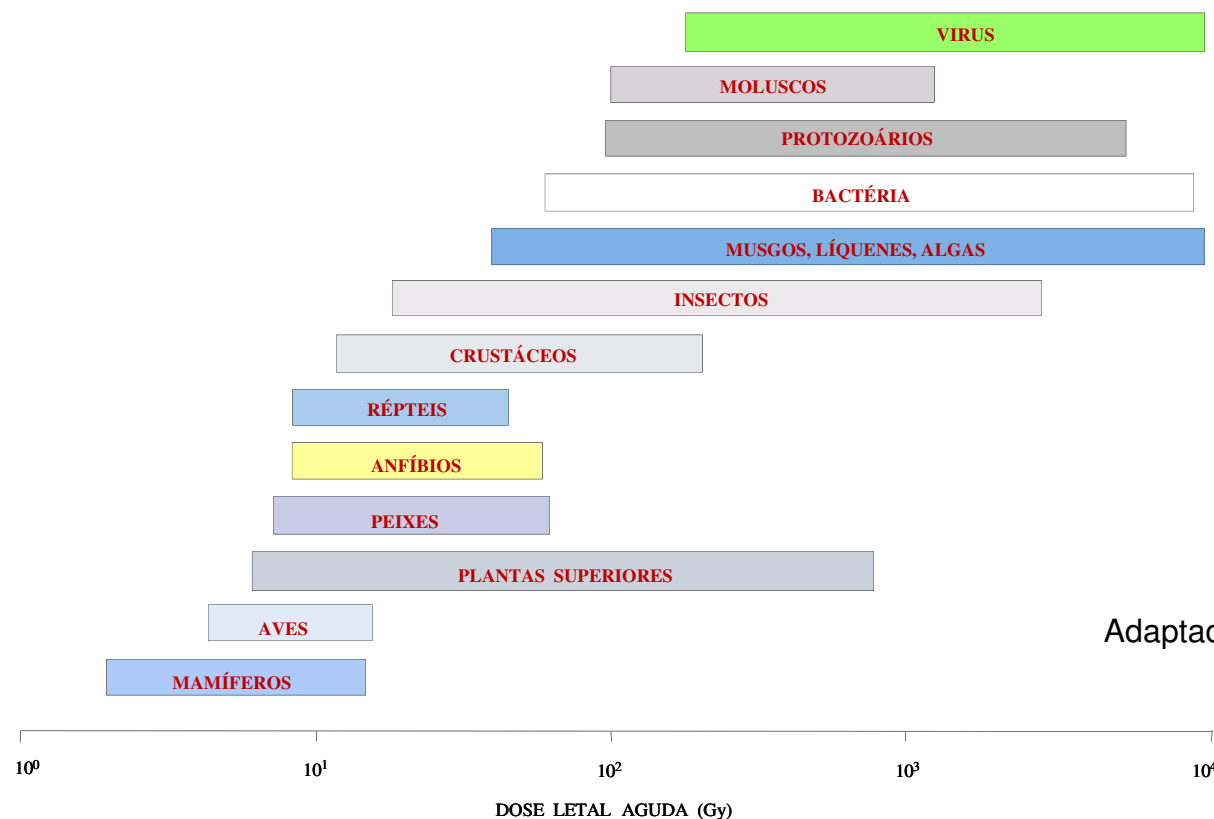


Acção indirecta

- Interacção com as moléculas de água - radiólise da água
- Produção de espécies reactivas de oxigénio
- Corresponde a cerca de 70% dos efeitos biológicos da radiação de baixa LET – raios X

Radiosensibilidade

A radiosensibilidade das espécies apresenta uma larga margem de variação.



Adaptado de UNSCEAR, 1996

Valores aproximados das doses letais agudas para os vários grupos taxonómicos.

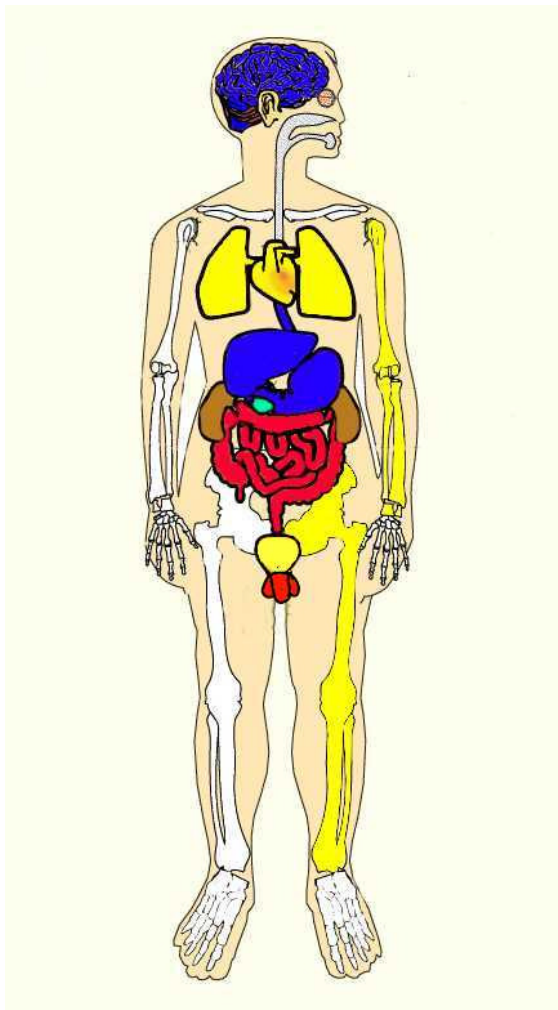
Lei de Bergonié e Tribondeau :

A sensibilidade das células à radiação está na razão directa da sua actividade proliferativa e na razão inversa do seu grau de diferenciação.

As células cancerosas, que se dividem rapidamente e não são especializadas, são bastante sensíveis à radiação (base da radioterapia).

As células nervosas, que se dividem mais lentamente e são altamente especializadas, são mais resistentes à radiação.

Sensibilidade das células à radiação



Células muito radiosensíveis

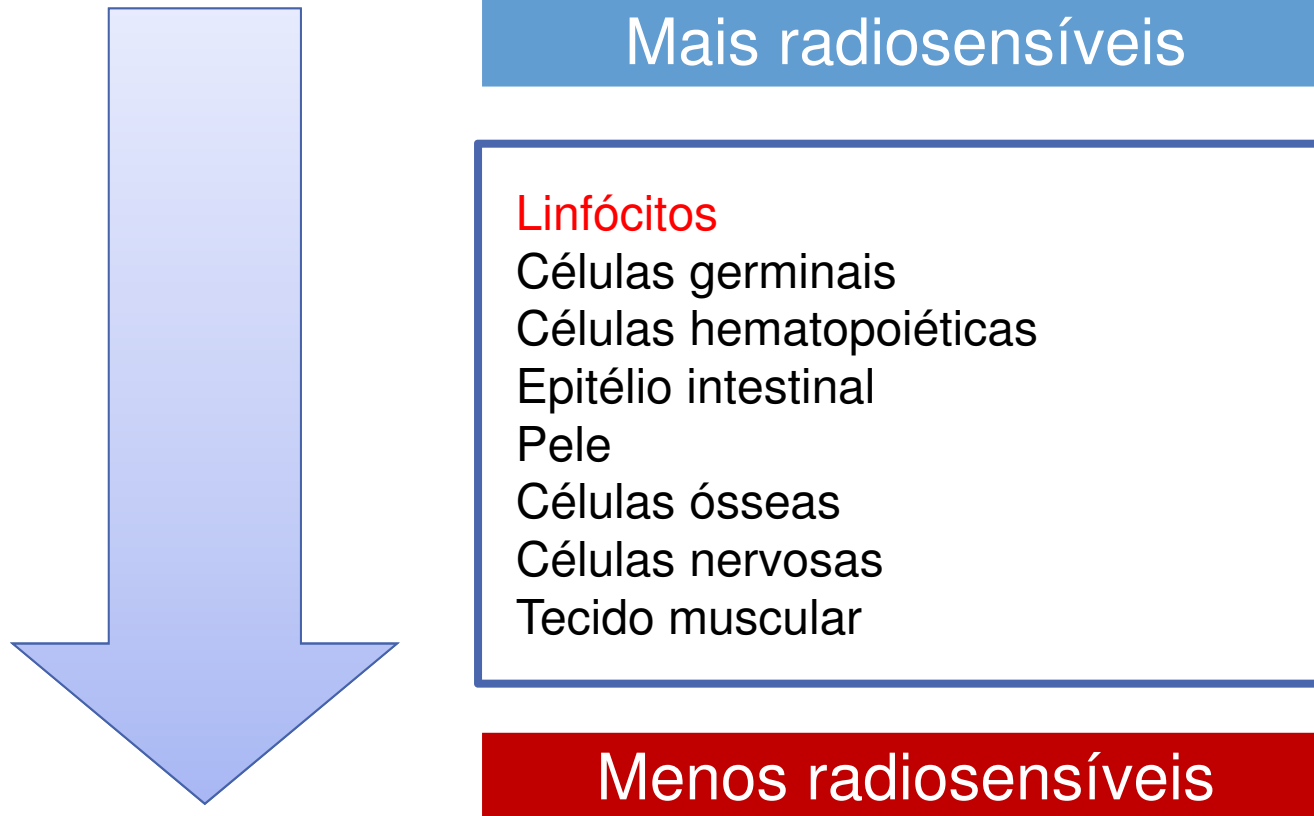


Células radiosensíveis



Células pouco radiosensíveis

Radiosensibilidade relativa de células e tecidos



Efeitos biológicos da radiação ionizante – efeitos estocásticos

- Podem resultar da exposição à radiação durante grandes períodos de tempo (**exposição crónica**) a baixas doses.
- A gravidade é independente da dose total e não existe um limiar de dose.
- Um exemplo típico de efeitos estocásticos são as mutações: alterações no DNA provocadas pela radiação.
- Muitas vezes o organismo não consegue reparar estas mutações, ou então fá-lo de uma forma deficiente, criando novas mutações.

As mutações podem ocorrer nas células germinais ou nas células somáticas:

- As mutações nas células somáticas afectam apenas o próprio indivíduo que foi exposto – podem originar cancro
- As mutações nas células germinais podem ser transmitidas para a descendência – podem originar efeitos hereditários

Efeitos biológicos da radiação ionizante – efeitos não estocásticos

- Estes efeitos surgem quando há exposição a elevadas doses de radiação, e tornam-se mais graves à medida que a exposição aumenta.
- Pequenos períodos de tempo com altas doses de radiação são designados por **exposição aguda**.
- Nestes efeitos existe um limiar de dose, ou seja, para valores de exposição acima deste limiar observa-se necessariamente, para todos os indivíduos, uma lesão. É um efeito certo.
- Muitos dos efeitos não cancerígenos provocados pela radiação são não estocásticos.
- Os efeitos não estocásticos observam-se pouco tempo após a exposição à radiação e observam-se na pele, nos órgãos reprodutores, na medula óssea, e nos intestinos. Contudo há efeitos que só vêm a ser observados mais tardiamente, como é o caso das cataratas.

Efeitos cutâneos

- A pele é o maior órgão do corpo humano, possuidora de múltiplas funções biológicas.
- Como facilmente se compreende, é o primeiro órgão a sofrer danos resultantes de exposição a radiação externa.
- A gravidade das lesões cutâneas está dependente da dose recebida e do tempo de exposição.

Efeitos cutâneos

- **Radiodermite precoce:**
 - Aparece num curto espaço de tempo após a exposição
 - Dose elevada (5 Gy)
 - Reversível
- **Radiodermite tardia:**
 - Aparece normalmente muito tempo após a exposição (meses a anos)
 - Irreversível
 - Profissões típicas (radiologistas)

Efeitos cutâneos

Radiodermite precoce



Fotografia de dois sobreviventes de Nagasaki,
63 dias depois da explosão:

- Eritema cutâneo
- Queda de cabelo

Efeitos cutâneos

Homem de 40 anos, submetido a 2 angiografias coronárias

Maio de 1990, USA

Controlo fluoroscópico. Dose total desconhecida (mas > 20 Gy)



Resolução: Ulceras, necrose da
10 a 8 semanas após a
transplante de pele
angiografias

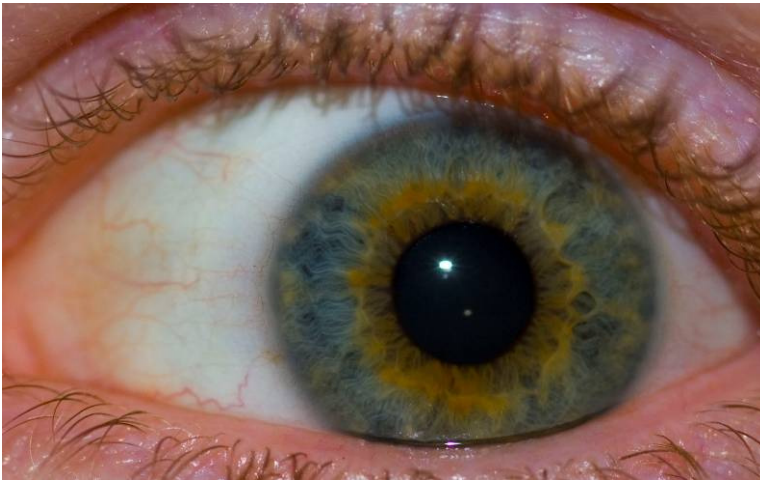
Efeitos cutâneos

Lesões cutâneas crônicas induzidas pela radiação
(Dose superior a 10 Gy)

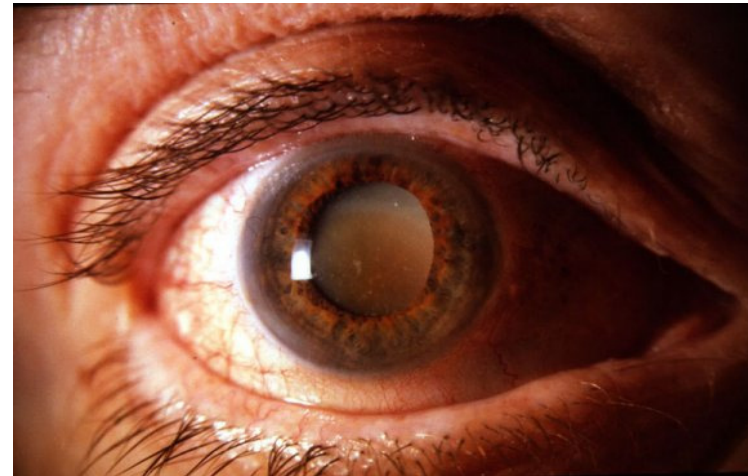


Efeitos oculares

Catarata (opacificação) do cristalino induzida pela radiação



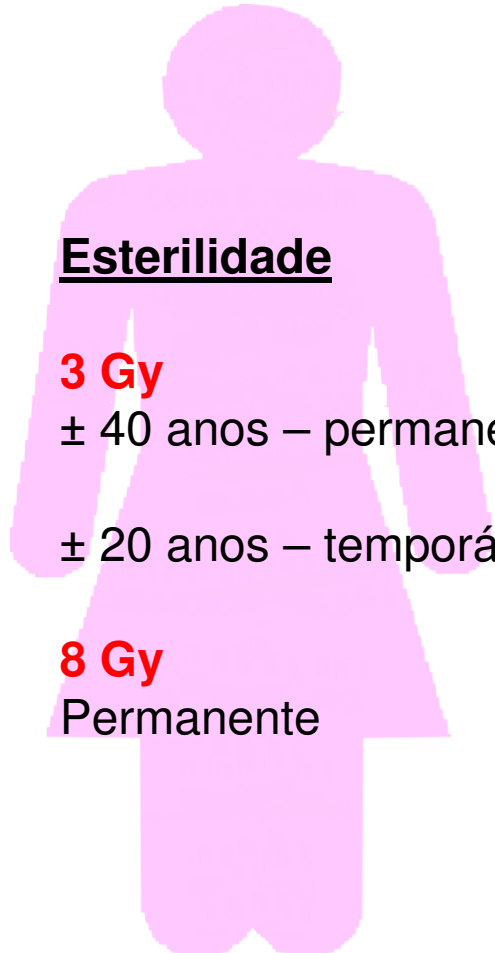
Cristalino normal



Catarata

Doses acumuladas de 5 Gy

Efeitos nos órgãos reprodutivos



Esterilidade

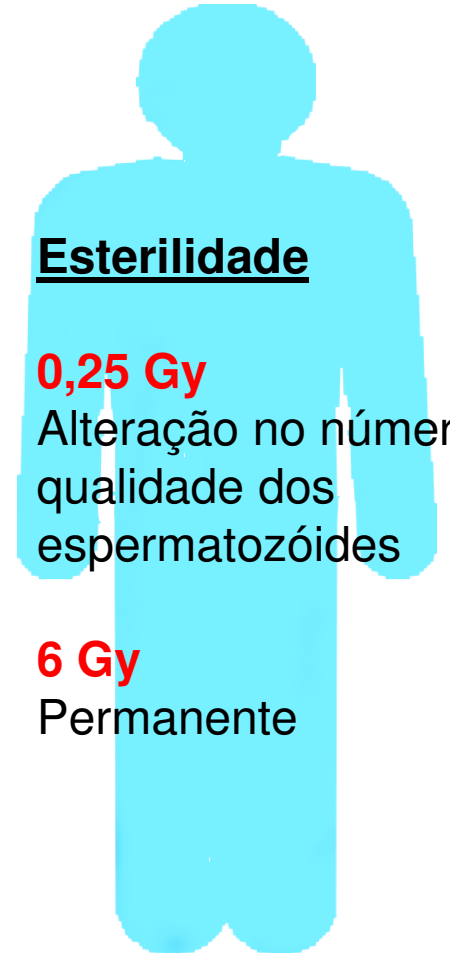
3 Gy

± 40 anos – permanente

± 20 anos – temporária

8 Gy

Permanente



Esterilidade

0,25 Gy

Alteração no número e
qualidade dos
espermatozóides

6 Gy

Permanente

Efeitos na medula óssea

A medula óssea é um órgão **muito radiosensível**



- Baixa dos glóbulos brancos
- Baixa dos glóbulos vermelhos
- Aplasia medular

Leucemias

Efeitos gastrointestinais

- Exposição aguda a elevada dose de radiação:
 - Náuseas e vômitos
 - Período de latência
 - Diarreia, cólicas intestinais
 - Obstrução intestinal



Members Only
AnimationFactory.com

› Todo o cuidado é pouco!

- **Nunca facilitar!**
- Cumprir sempre as normas de segurança e protecção

Muito obrigada!!