4º CURSO TEÓRICO-PRÁTICO SOBRE RADÃO

30 e 31 janeiro 2025, Universidade de Coimbra

EFEITOS DA EXPOSIÇÃO AO RADÃO NA SAÚDE

CATARINA ANTUNES

Divisão de Planeamento e Proteção Ambiental | DEPR

ana.antunes@apambiente.pt

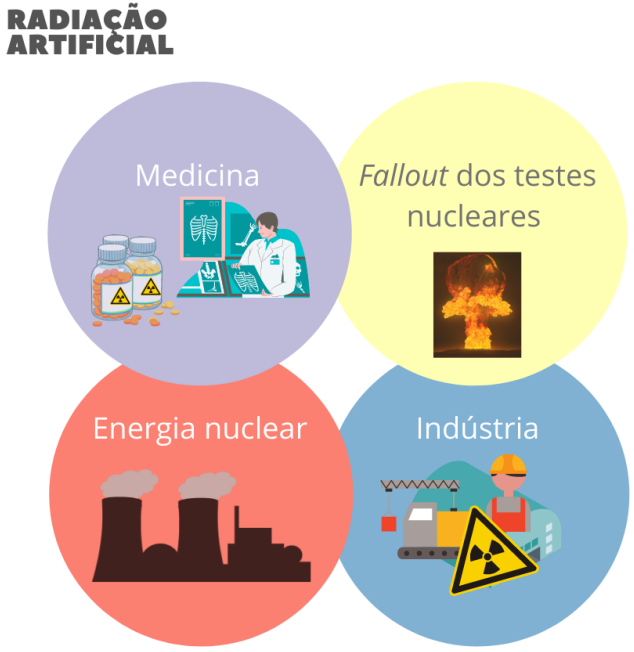
REPÚBLICA PORTUGUESA

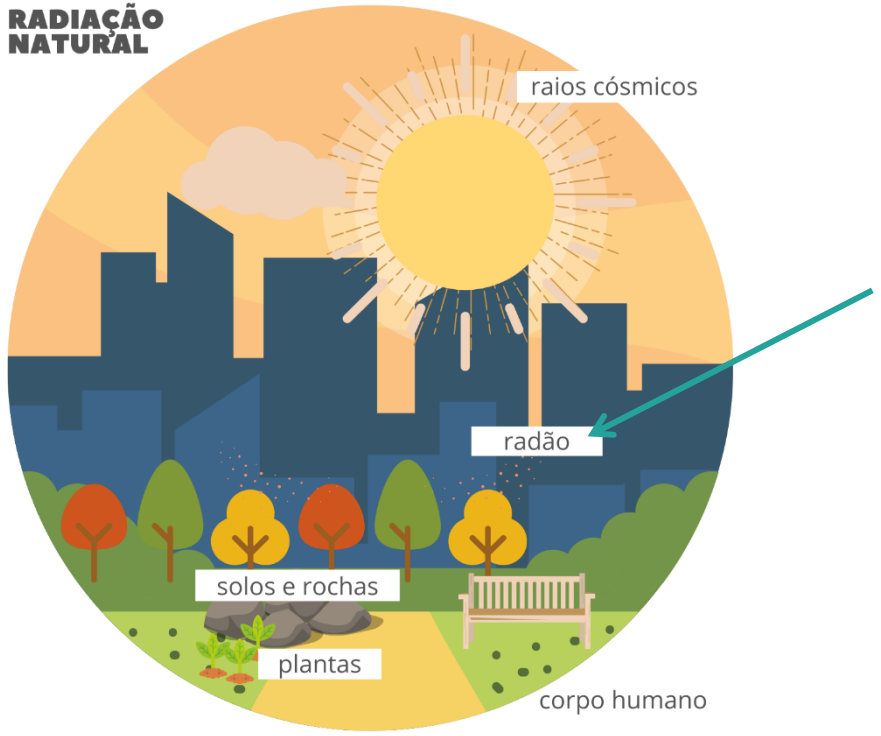
AMBIENTE E ENERGIA

RADÃO

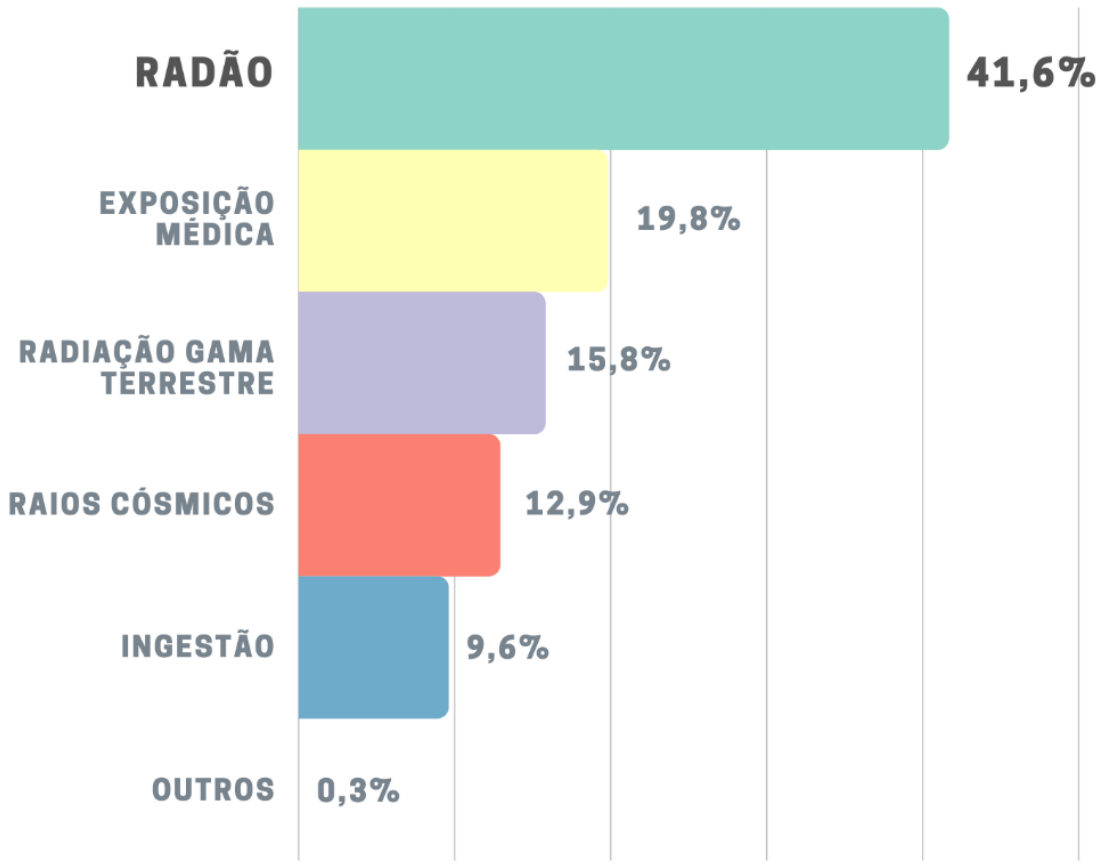
- Exposição ao radão
- Efeitos na saúde
- Radão no organismo
- Efeito biológicos
- Dados epidemiológicos
- Risco

Radiação natural e radiação artificial





Exposição ao radão



Percentagem da dose anual recebida pela população mundial.
adaptado Sources and Effects of Ionizing Radiation, UNSCEAR 2008 Report, Vol. I

Maior fonte de exposição à radiação ionizante da população

Contribui em mais de **40% para a dose** efetiva

Efeitos na saúde

O radão está classificado como **agente carcinogénico** do Grupo 1

IARC, 1988

Exposição ao radão no interior das habitações aumenta o **risco de cancro do pulmão** na população

RISCO DE CANCRO DO PULMÃO **AUMENTA** COM O TEMPO DE **EXPOSIÇÃO**

3 a 14% dos **cancros do pulmão** a nível mundial são resultantes da **exposição ao radão**.

Outras doenças *(pouca evidência)**:***

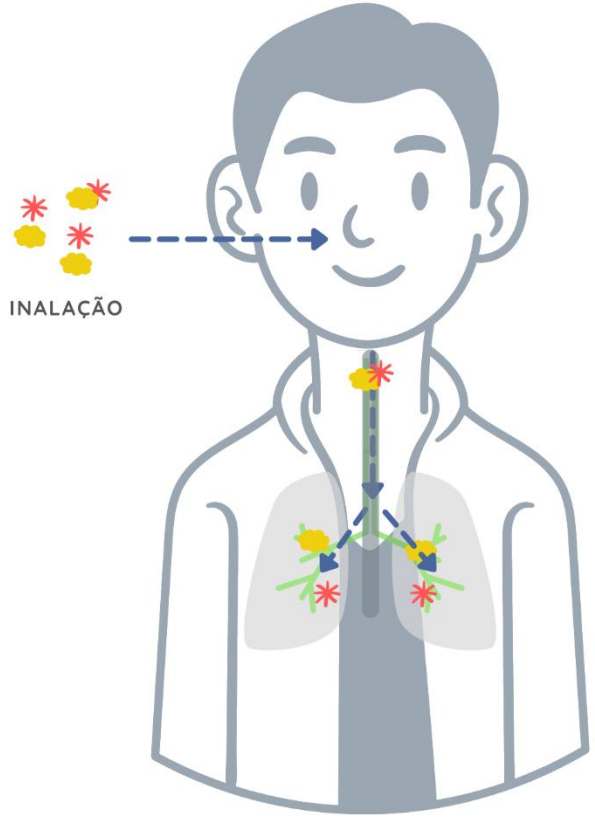
- *Fibrose pulmonar*
- *Enfisema*
- *Leucemia*
- *Cancro de estômago*

Radão no organismo

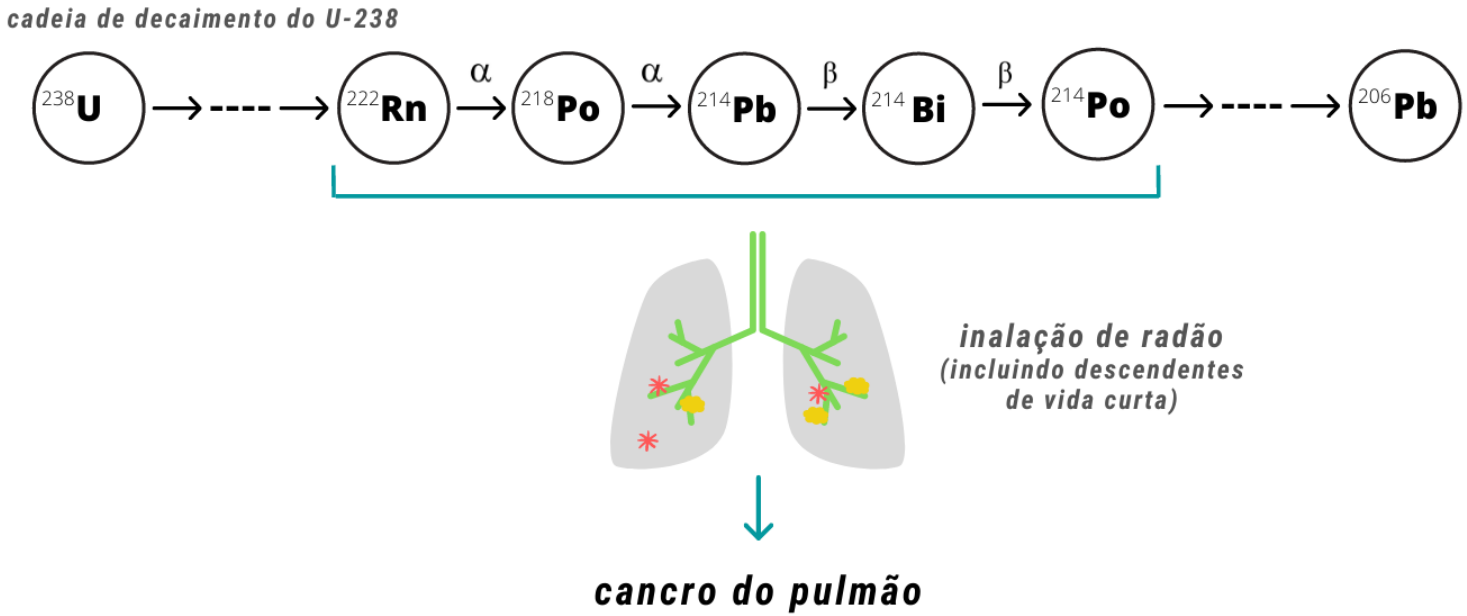
Radão no Organismo

Vias de entrada:

- **Inalação** (90% da dose atribuível ao radão provém da sua inalação)
- Ingestão



Radão no organismo



Não é só o **radão**, mas também são os **seus descendentes de vida curta** que contribuem para a dose que recebemos.

– O radão e seus descendentes produzem partículas radioativas no ar que respiramos.

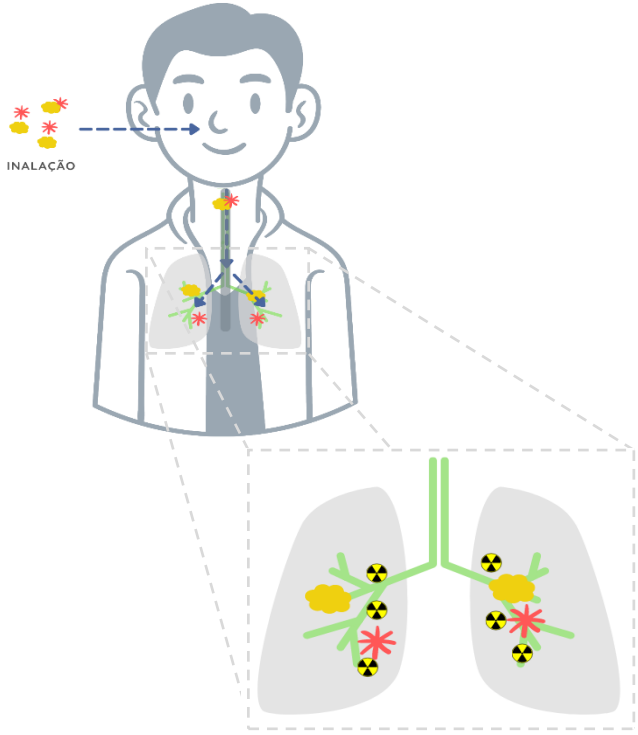
– Essas partículas ficam retidas nas nossas vias respiratórias e aí emitem radiação provocando lesões nos pulmões. Estas lesões aumentam o risco de **cancro do pulmão**.

Cancro do pulmão

Mecanismos biológicos:

– Deposição irá ao longo do tempo induzir um conjunto de alterações, desde **mutações no DNA**, **modificação do ciclo celular**, entre outros efeitos citotóxicos associados à **regulação do ciclo celular** e **carcinogénese**.

– O radão e descendentes inalados fixam-se mais facilmente nas **vias aéreas principais**, havendo maior deposição aqui do que na periferia.



Cancro do pulmão

É possível associar à exposição ao radão?

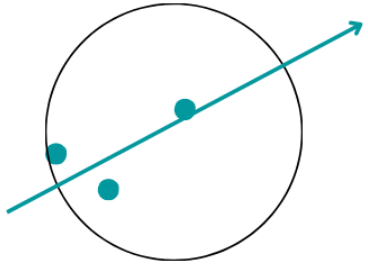
TIPOS DE CANCRO MAIS FREQUENTES:	Carcinoma de células pequenas Adenocarcinoma *(Embora as outras tipologias também possam estar presentes)*
MUTAÇÕES FREQUENTES:	*EGFR e ALK* *(não-fumadores)*
OUTROS BIOMARCADORES:	Desregulação massiva de microRNA *(em casos de cancro do pulmão induzidos pelo tabaco e por carcinogénicos ambientais)*

Efeitos biológicos

Efeitos biológicos

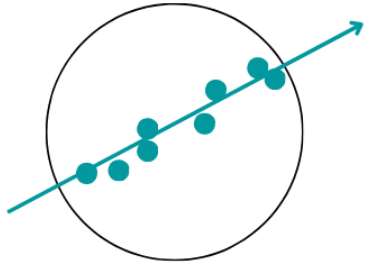
baixo LET

raios-x, raios gama e partículas beta



alto LET

partículas alfa e neutrões



LET:

(transferência linear de energia)

quantidade de energia depositada na matéria;

Indicado para qualificar os diferentes tipos de radiação e qual a sua importância do ponto de vista biológico.

RBE:

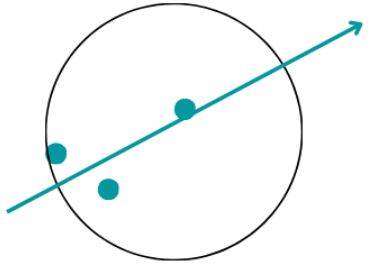
(Relative Biological Effectiveness = eficácia biológica relativa)

eficácia dos diferentes tipos de radiação em induzir um determinado resultado biológico.

Efeitos biológicos

baixo LET

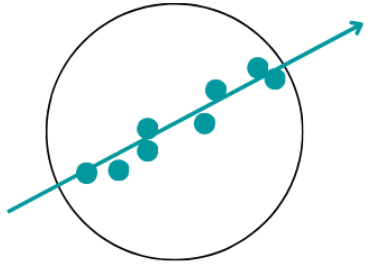
raios-x, raios gama e partículas beta



MENOR EFEITO BIOLÓGICO

alto LET

partículas alfa e neutrões

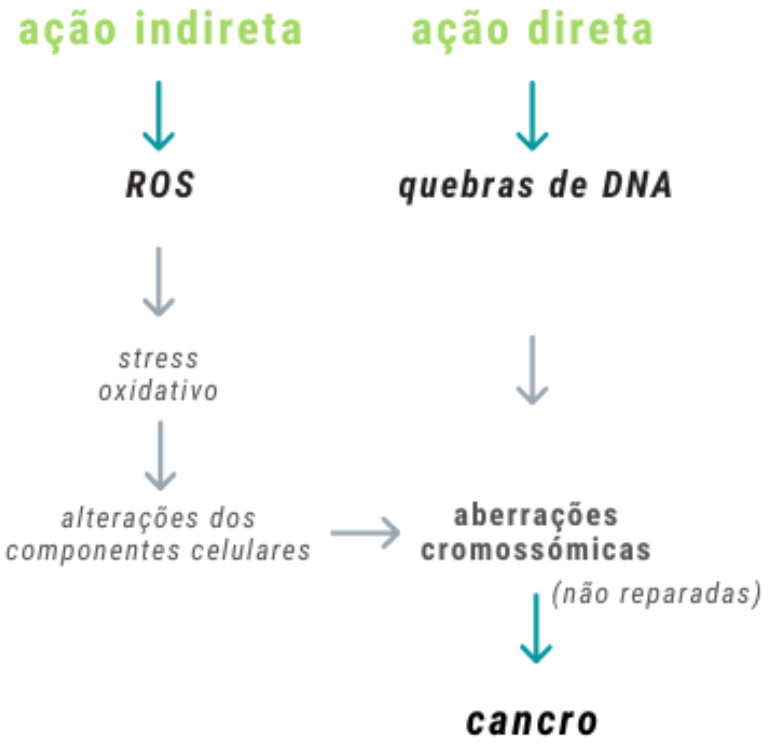


MAIOR EFEITO BIOLÓGICO

- Pouca capacidade de penetração
- Maior transferência de energia para o alvo

RESULTA EM LESÕES NÃO REPARÁVEIS

Efeitos celulares da radiação ionizante



AÇÃO DIRETA:

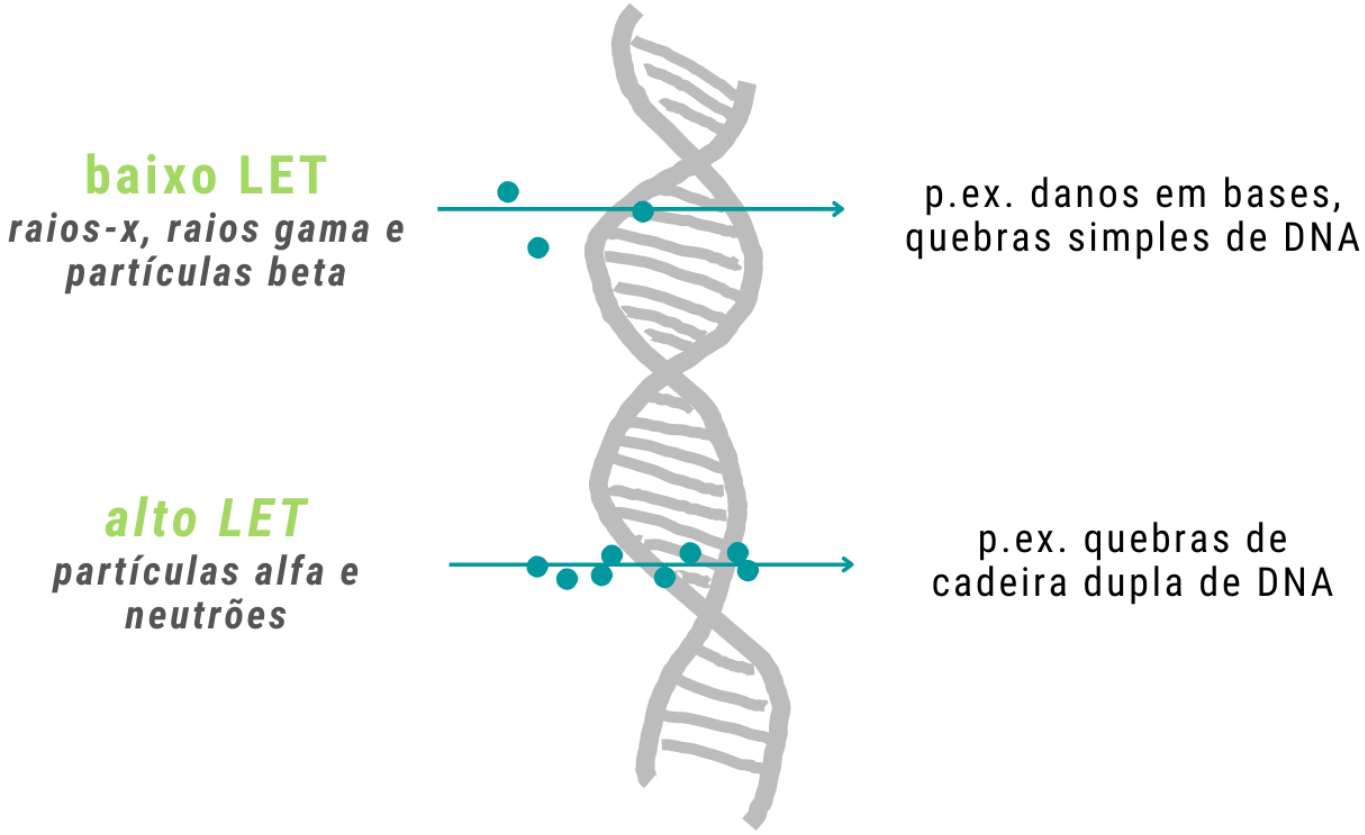
- Interage diretamente com a molécula de DNA
- Predominante para radiação de alto LET

AÇÃO INDIRETA:

- Interação com as moléculas da água
- Produção de ROS
- Predominante para radiação de baixo LET

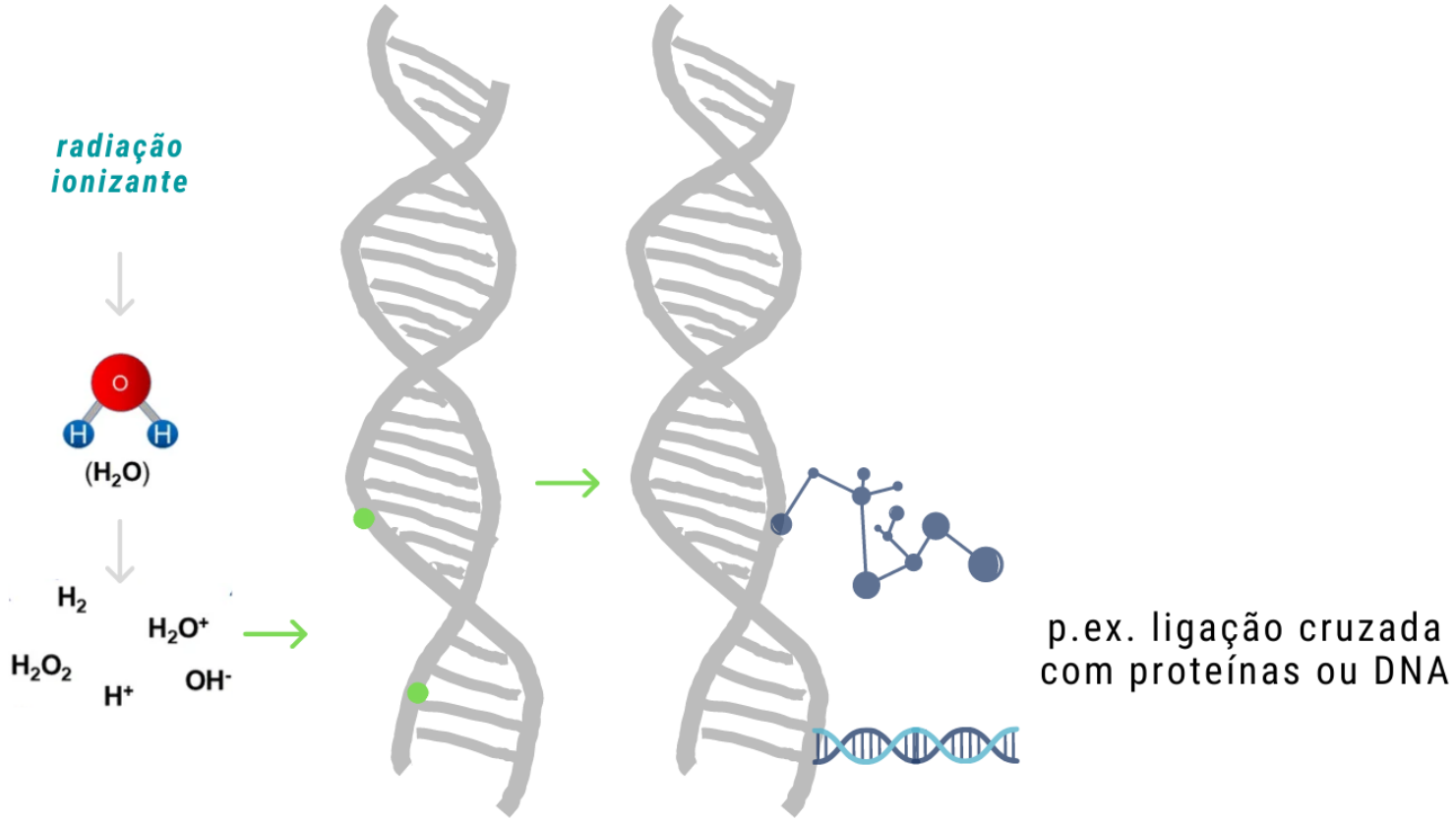
Efeitos celulares da radiação ionizante

Ação Direta:



Efeitos celulares da radiação ionizante

Ação Indireta:



Dados de estudos epidemiológicos

Dados epidemiológicos - EUROPA

RISCO DE CANCRO DO PULMÃO

risco **aumenta 16%** *(por cada **100 Bq/m³** de aumento na concentração de radão)*

GÉNERO:

Homens – risco **aumenta 11%**

Mulheres – risco **aumenta 3%**

IDADE:

<55 anos – risco **<0**

55-64 anos – risco **aumenta 14%**

>64 anos – risco **aumenta 7%**

Dados epidemiológicos - EUROPA

RISCO E MORTALIDADE: ALGUNS DADOS

ALEMANHA:	REINO UNIDO:	FRANÇA:
6% casos de cancro pulmão são devidos ao radão **~1800 mortes/ano**	**3%** casos de cancro pulmão são devidos ao radão **~1000 mortes/ano**	**5%** casos de cancro pulmão são devidos ao radão **~1200 mortes/ano**

Dados epidemiológicos - EUROPA

Efeito cumulativo com o **tabaco**

Segunda causa de cancro do pulmão em fumadores.

Primeira causa de cancro do pulmão em não-fumadores.

RISCO DE MORTE POR CANCRO DO PULMÃO

NÃO-FUMADORES:

0 Bq/m^3 – risco **4/1000**

100 Bq/m^3 – risco **5/1000**

800 Bq/m^3 – risco **10/1000**

FUMADORES:

0 Bq/m^3 – risco **100/1000**

100 Bq/m^3 – risco **120/1000**

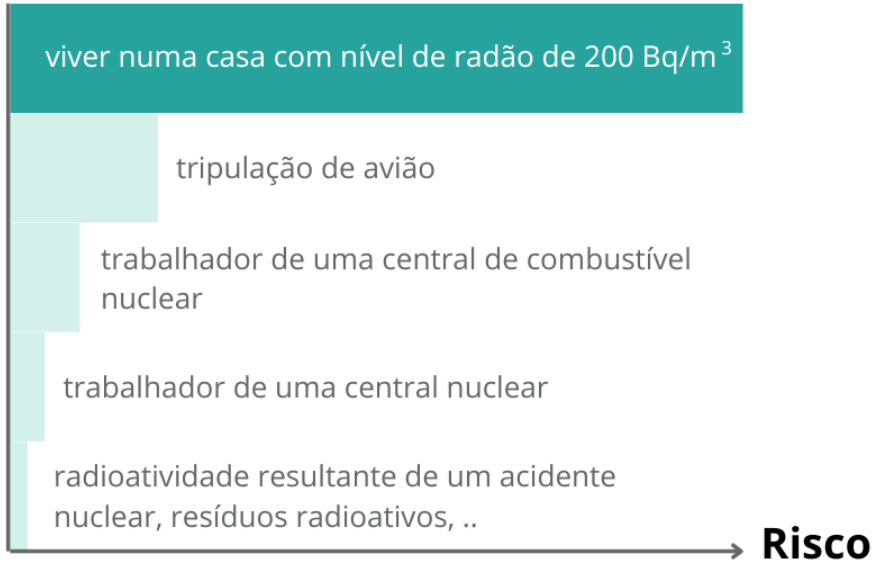
800 Bq/m^3 – risco **220/1000**

Recomendações da OMS

100 Bq/m³ é o nível acima do qual a OMS **recomenda** que sejam tomadas **medidas para reduzir a exposição**

- O nível de referência **nunca deve ser superior a 300 Bq/m³**;
- As medidas a implementar podem, de acordo com a legislação de cada país, ser obrigatórias ou recomendadas.

Risco: radão vs. outras fontes de radiação



CONCENTRAÇÃO DE RADÃO	N.º RAIOS-X /ANO
100 Bq/m^3	135
300 Bq/m^3	400

Take home message

Take home message

1. O radão é um **gás radioativo** e a sua concentração tende a ser mais elevada no interior dos edifícios

2. O radão pode causar **cancro do pulmão**

3. A **medição** do radão é **simples** e pouco dispendiosa

4. Existem **diversas técnicas construtivas** que ajudam a **diminuir a concentração** de radão

Bibliografia

- Darby S. *et al* (2005) *Radon in homes and risk of lung cancer: collaborative analysis of individual data from 13 European case-control studies*. BMJ. 29;330(7485):223
- Darby S. *et al* (2006) *Residential radon and lung cancer: detailed results of a collaborative analysis of individual data on 7148 persons with lung cancer and 14,208 persons without lung cancer from 13 epidemiologic studies in Europe.* Scand J Work Environ Health. 32 Suppl 1:1-83
- IARC. (1988) *Summaries & Evaluations, VOL.: 43, (p. 173).* INCHEM
- IAEA. (2010) *Radiation Biology: A Handbook for Teachers and Students, Training Course Series No. 42*, IAEA, Vienna
- IAEA. (2011) *Cytogenetic Dosimetry: Applications in Preparedness for and Response to Radiation Emergencies, Emergency Preparedness and Response*, IAEA, Vienna
- Kussainova A. *et al* (2022) The Role of Mitochondrial miRNAs in the Development of Radon-Induced Lung Cancer. Biomedicines 2022, 10, 428.
- Li C. *et al* (2020) *Residential Radon and Histological Types of Lung Cancer: A Meta-Analysis of Case–Control Studies. Int. J. Environ. Res. Public Health 17*, 1457.
- Rodríguez-Martínez Á. *et al* (2018) *Residential radon and small cell lung cancer. A systematic review.* Cancer Lett. 426:57–62.
- UNSCEAR. (2008) *Sources and Effects of Ionizing Radiation, UNSCEAR 2008 Report, Vol. I.* United Nations Publication.
- WHO. (2009) *Handbook on Indoor Radon, A Public Health Perspective.* Hajo Zeeb and Ferid Shannoun.
- https://www.ukradon.org/information/risks
- https://www.apambiente.pt/radao

apa
agência portuguesa
do ambiente

OBRIGADO

apambiente.pt