

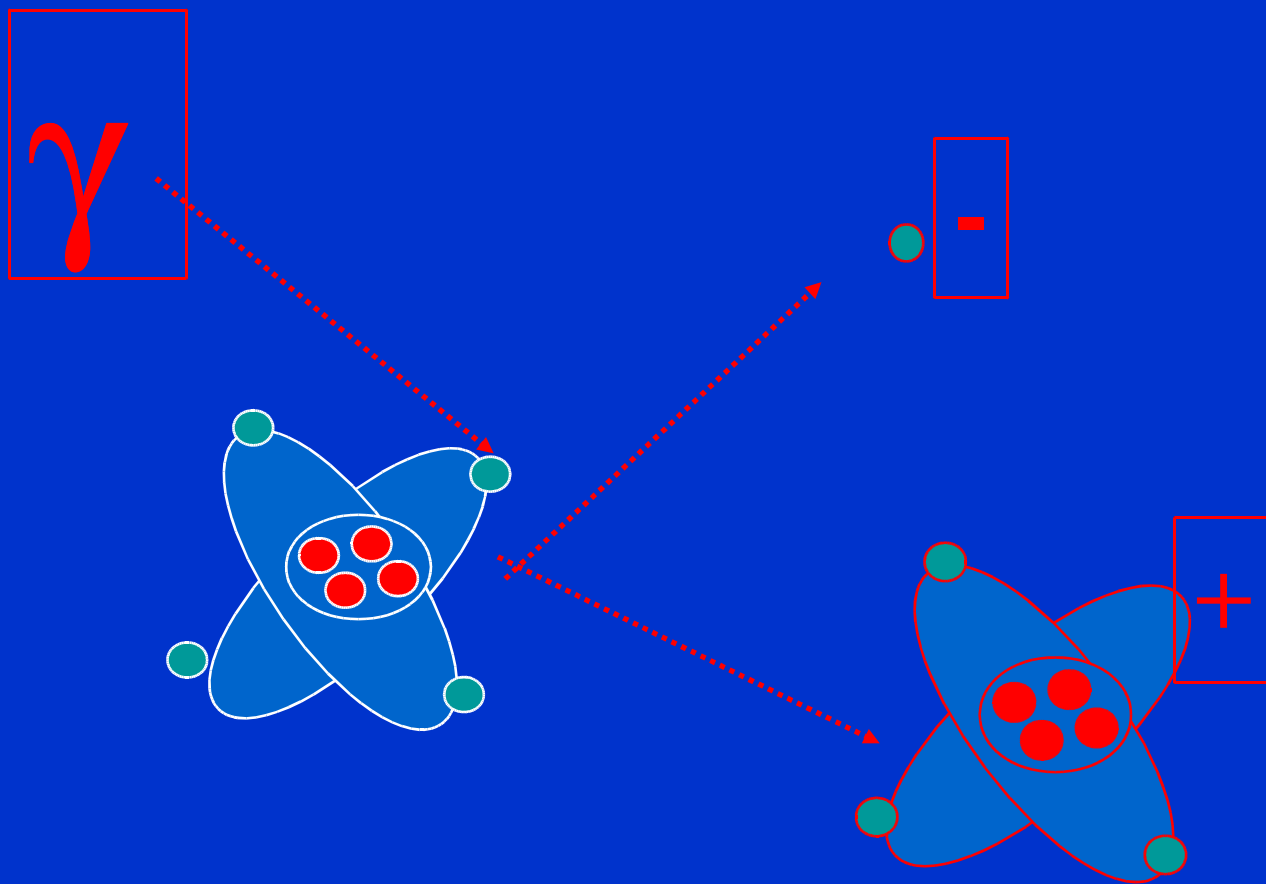
# Os efeitos biológicos das radiações ionizantes



UNIVERSIDADE DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO - UERJ  
INSTITUTO DE BIOLOGIA ROBERTO ALCÂNTARA GOMES - IBRAG  
DEPARTAMENTO DE BIOFÍSICA E BIOMETRIA - DBB  
**LABORATÓRIO DE CIÊNCIAS RADIOLÓGICAS - LCR**

**NELSON VALVERDE**

# Ionização



# Exemplos de radiações ionizantes

- Radiações DIRETAMENTE ionizantes
  - partículas carregadas
    - elétrons, prótons, beta, alfa, fragmentos de fissão
- Radiações INDIRETAMENTE ionizantes
  - caráter eletromagnético
    - raios X, raios gama

# O césio

É um <b>um metal alcalino natural</b>	Descoberto em 1860 por Robert Wilhelm Bunsen e Gustav Kirchhoff
Significa em latim céu azul	Possui <b>radioisótopos</b>

# O césio 137

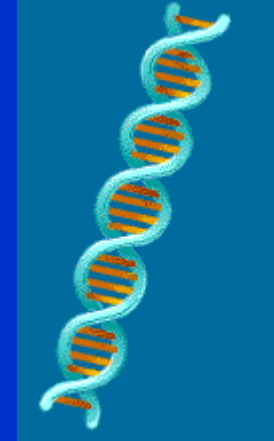
É um <b>RADIONUCLÍDIO</b>	NATUREZA ARTIFICIAL
Tipos de emissão	Beta e gama
Meia-vida radioativa	30 anos
Meia-vida biológica	70 dias
LIA	~ 6 MBq (160 $\mu$ Ci)
Órgão-alvo	Corpo inteiro

# Aplicações do césio 137

- Traçador universal para estudos de erosão do solo e sedimentação
- Esterilização de alimentos
- Medidores de espessura
- Fontes de calibração
- Relógios atômicos
- Esterilização de equipamentos médicos
- Foi usado em radioterapia

# Radiação ionizante e DNA

## Possíveis efeitos



- Nenhum
- Lesão perfeitamente reparável no DNA
- Lesão no DNA com reparo imperfeito:  
**mutação**
  - cancerização
  - alterações genéticas
- Morte celular: SAR, SCR ...

# **Fatores que influenciam nos efeitos biológicos**

- **Dose e taxa de dose**
- **Geometria da exposição**
- **Tipo de radiação ionizante**
- **Tipo de exposição**
  - externa ou interna (radionuclídeo)
- **Tipo de célula irradiada**

# Resposta adaptativa

- **POSSIBILIDADE** que uma baixa dose de radiação (condicionante) possa “defender” a célula contra uma outra dose maior (desafiadora)
  - **evidência:**
    - linfócitos *in vitro*
    - células de animais de experimentação

# Resposta adaptativa

**1**

dose desafiadora

**X**

efeito

(aberrações cromosômicas)

**2**

dose condicionante

**Y**

efeito

**2**

+

**1**

dose condicionante + desafiadora

**Z**

efeito

# Efeitos determinísticos e estocásticos

- **Determinísticos: limiar de dose; efeito dose-dependente**
  - ♦ SAR
  - ♦ SCR
  - ♦ esterilidade
  - ♦ congênitos
  - ♦ catarata
- **Estocásticos: sem limiar de dose; efeito não depende da dose**
  - ♦ genéticos
  - ♦ cancerização

# Limiares de dose

Tecido órgão	Dose em menos de 2 dias (Gy)	Efeitos determinísticos	
		Tipo	Latência
corpo inteiro (medula óssea)	0,8 a 1	SAR	2 a 3 semanas
pele	3	eritema	1 a 3 semanas
tireóide	5	hipotireoidismo	1 a vários anos
cristalinos	2	catarata	6 meses a vários anos
gônadas fem.	3	esterilidade definitiva	semanas

# **Radioncogênese - experiência**

- radiologistas
- mineiros de urânio
- pintadores de relógios
- Thorotrast
- administração de  
Peteosthor (tratamento BK  
óssea e EA) – Ra224
- Hiroshima & Nagasaki
- populações expostas em  
testes nucleares (tireóide +  
leucemias ?)
- militares expostos em  
testes nucleares
- mastite pós-parto (dose  
média 2 Gy para as  
mamas) e Ca de mama
- tuberculose pulmonar e  
fluoroscopias freqüentes
- espondilite anquilosante –  
doses de 4 Gy para epitélio  
brônquico)
- hiperplasia tímica,  
adenóides
- Ilhas Marshall
- Chernobyl

# Risco relativo para o câncer

Fator	Risco (radiação = 1)
radiação ionizante	1
álcool	1,5
comportamento sexual	3,5
infecções (vírus)	5
fumo	15
dieta	18

Doll & Peto - 1981; Willet - 1995

# Estimativa etiológica do câncer

	%	ETIOLOGIA
<b>OBSERVADO</b>	<b>35</b>	<b>Dieta</b>
	<b>30</b>	<b>Fumo</b>
	<b>7</b>	<b>Ocupação</b>
	<b>4</b>	<b>Álcool</b>
	<b>3</b>	<b>Poluição (ar/água)</b>
	<b>2</b>	<b>Exposição solar</b>
	<b>1</b>	<b>medicamentos</b>

Peto & Doll - 1981 (modificado)

# Grupo chinês de pesquisa sobre radiação natural

População	73.534	77.073
Exposição (mGy/mês)	0,21 a 0,29	0,07 a 0,11
Aberrações (A+D/100 cél.)	0,031	0,024
Aborto espontâneo (taxa/1.000)	73,9	72,5
Câncer ( $10^{-5}$ )	34,69	65,94
Câncer ( $10^{-5}$ ) Mortalidade média	46,61	44,87

# Outros estudos negativos

- Pilotos
- População ocupacional

# Alterações genéticas

- **Dose duplicadora (DD):** dose capaz de causar o mesmo número de mutações que as de ocorrência espontânea
  - 1 Sv
  - exemplo: se ocorrem 3 mutações de um determinado tipo em 1 milhão de pessoas, em uma geração, se 1 milhão de pessoas forem expostas cada uma à DD, ocorrerão 6 mutações do mesmo tipo

# **Efeitos biológicos – riscos de exposição às radiações ionizantes**

**Health Risks from Exposure to Low Levels of  
Ionizing Radiation: BEIR VII – Phase 2**

Committee to Assess Health Risks from Exposure to  
Low Levels of Ionizing Radiation, National Research  
Council

**Disponível em:**

**<http://www.nap.edu/catalog/11340.html>**

- O emprego das radiações ionizantes, em seus diversos campos de aplicação, é **IMPRESCINDÍVEL** para o bem-estar coletivo e para a melhora da qualidade de vida.

- Cabe às autoridades reguladoras e à sociedade em geral fazer com que o uso das radiações ionizantes seja feito de maneira segura e pacífica, respeitando-se a integridade dos trabalhadores e da população em geral e preservando-se o meio ambiente de agressões injustificáveis e desnecessárias