

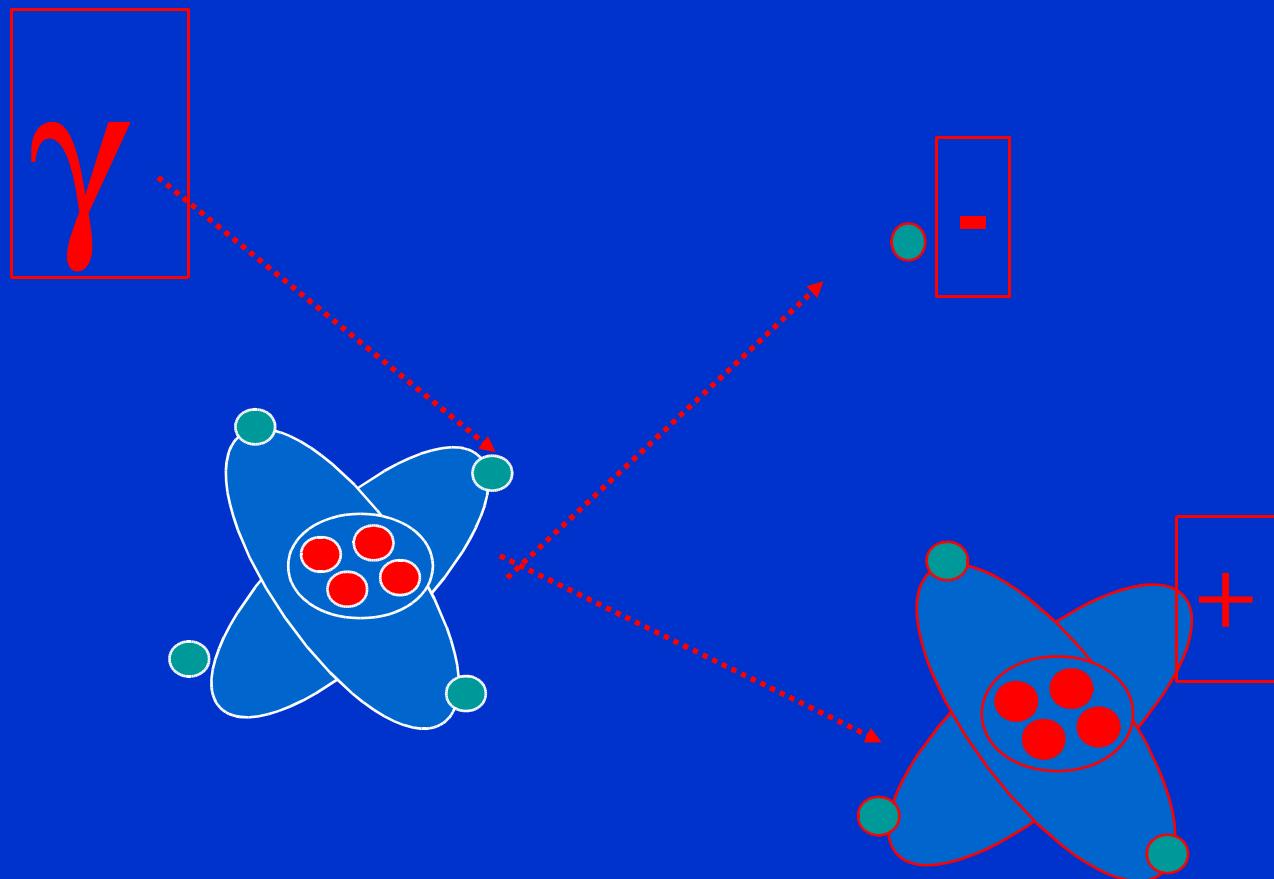
# Os efeitos biológicos das radiações ionizantes



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 **um metal alcalino natural**

Descoberto em 1860 por Robert Wilhelm Bunsen e Gustav Kirchhoff

Significa em latim céu azul

Possui **radioisótopos**

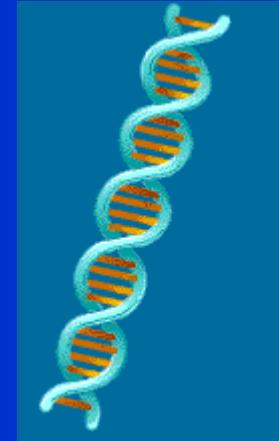
# O césio 137

|                            |                     |
|----------------------------|---------------------|
| É um <b>RADIOMNUCLÍDIO</b> | NATUREZA ARTIFICIAL |
| Tipos de emissão           | Beta e gama         |
| Meia-vida radioativa       | 30 anos             |
| Meia-vida biológica        | 70 dias             |
| LIA                        | ~ 6 MBq (160 µCi)   |
| 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 (radionuclídio)
- 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



# 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

# Límiates de dose

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

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

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