

# **CURSO DE RADIOPROTEÇÃO**

**COM ÊNFASE NO USO, PREPARO E  
MANUSEIO DE FONTES RADIOATIVAS  
NÃO SELADAS**

# **EFEITOS BIOLÓGICOS DAS RADIAÇÕES IONIZANTES**

- A radiação perde energia para o meio provocando ionizações

- Os átomos ionizados podem gerar:

**Alterações moleculares**



**Danos em órgãos ou tecidos**



**Manifestação de efeitos biológicos**

# **EFEITOS BIOLÓGICOS DAS RADIAÇÕES IONIZANTES**

## **MECANISMOS DE AÇÃO**

- **Possibilidades da radiação incidindo em uma célula:**
  - **Passar sem interagir**
  - **Atingir uma molécula:**
    - **Não produzir dano**
    - **Produzir dano**

# **EFEITOS BIOLÓGICOS DAS RADIAÇÕES IONIZANTES**

## **MECANISMOS DE AÇÃO**

**Possibilidades da radiação incidindo em uma célula:**

**- Atingir uma molécula:**

**- Produzir dano:**

- Reversível**
- Irreversível**

**Pode ou não levar à indução de efeito biológico**

- morte celular**
- reprodução - perpetuação do dano**

# EFEITOS BIOLÓGICOS DAS RADIAÇÕES IONIZANTES

## MECANISMOS DE AÇÃO

- A cada possibilidade está associada uma probabilidade diferente de zero
- O fenômeno da indução de efeitos biológicos pela interação da radiação com organismos vivos é de natureza PROBABILÍSTICA

# **EFEITOS BIOLÓGICOS DAS RADIAÇÕES IONIZANTES**

## **MECANISMOS DE AÇÃO**

- **Danos Diretos:**
  - **A radiação interage diretamente com um átomo da célula**
  - **A interação pode produzir dano em uma molécula da célula**
  - **Exemplo: quebra de fita de DNA**

# **EFEITOS BIOLÓGICOS DAS RADIAÇÕES IONIZANTES**

## **MECANISMOS DE AÇÃO**

- **Danos Indiretos:**
  - **Danos em moléculas de água - radiólise da água**
  - **Produção de radicais livres**
  - **Combinações químicas entre radicais livres gerando mais radicais livres**

# EFEITOS BIOLÓGICOS DAS RADIAÇÕES IONIZANTES

## MECANISMOS DE AÇÃO

- Danos Indiretos:

- Ação dos radicais livres levando a danos em outras moléculas.

Mecanismo mais importante em seres vivos



Grande quantidade de moléculas de água



# **EFEITOS BIOLÓGICOS DAS RADIAÇÕES IONIZANTES**

## **PROPRIEDADES DOS EFEITOS SEQÜÊNCIA DE EVENTOS**

- **Estágio físico:**
  - **Ocorre para tempos  $\leq 10^{-14}$  segundos**
  - **Estágio de absorção e deposição de energia**
  - **Excitação e ionização dos compostos**

# **EFEITOS BIOLÓGICOS DAS RADIAÇÕES IONIZANTES**

## **PROPRIEDADES DOS EFEITOS SEQÜÊNCIA DE EVENTOS**

- **Estágio físico-químico:**
  - **Ocorre para tempos de  $10^{-14}$  a  $10^{-12}$  segundos**
  - **Quebra de ligações**
  - **Radiólise da água - formação de radicais livres**
  - **Começa o dano químico - radicais livres começam a reagir**

# **EFEITOS BIOLÓGICOS DAS RADIAÇÕES IONIZANTES**

## **PROPRIEDADES DOS EFEITOS SEQÜÊNCIA DE EVENTOS**

- **Estágio químico:**
  - **Ocorre para tempos de  $10^{-12}$  a  $10^{-7}$  segundos**
  - **Continua a reação dos radicais livres**
  - **Formação de produtos tóxicos**
  - **Começam os danos ao RNA e DNA**
  - **Enzimas são inativadas e ativadas**

# **EFEITOS BIOLÓGICOS DAS RADIAÇÕES IONIZANTES**

## **PROPRIEDADES DOS EFEITOS SEQÜÊNCIA DE EVENTOS**

- **Estágios químico e biológico coincidem:**
  - **Ocorre para tempos de  $10^{-3}$  a 10 segundos**
  - **Formação de radicais secundários e peróxidos orgânicos**
  - **Muitas reações bioquímicas são interrompidas**
  - **Começa o reparo do DNA**

# **EFEITOS BIOLÓGICOS DAS RADIAÇÕES IONIZANTES**

## **PROPRIEDADES DOS EFEITOS SEQÜÊNCIA DE EVENTOS**

- **Estágio biológico:**
  - **Ocorre para tempos de 10 segundos a 10 horas**
  - **Completa-se a maioria das reações**
  - **Diminui a mitose das células irradiadas**
  - **São bloqueadas as reações bioquímicas**
  - **Rompimento de membrana celular**

# **EFEITOS BIOLÓGICOS DAS RADIAÇÕES IONIZANTES**

## **CLASSIFICAÇÃO DOS EFEITOS BIOLÓGICOS**

- **Classificam-se conforme sua variação quanto:**
  - **ao tempo de manifestação**
  - **ao tipo de célula atingida**
  - **à quantidade de energia depositada**

# **EFEITOS BIOLÓGICOS DAS RADIAÇÕES IONIZANTES**

## **CLASSIFICAÇÃO DOS EFEITOS BIOLÓGICOS QUANTO AO**

### **TEMPO DE MANIFESTAÇÃO:**

- **Efeitos Agudos:**

- **característicos de exposições a doses elevadas**
- **manifestam-se em, no máximo, dois meses (seres humanos)**
- **Exemplos: eritema, síndrome aguda**

# **EFEITOS BIOLÓGICOS DAS RADIAÇÕES IONIZANTES**

## **CLASSIFICAÇÃO DOS EFEITOS BIOLÓGICOS QUANTO AO**

### **TEMPO DE MANIFESTAÇÃO:**

- **Efeitos Tardios:**

- **característicos de exposições a pequenas doses**
- **manifestam-se em anos ou dezenas de anos  
(seres humanos)**
- **Exemplo: câncer**



# **EFEITOS BIOLÓGICOS DAS RADIAÇÕES IONIZANTES**

## **CLASSIFICAÇÃO DOS EFEITOS BIOLÓGICOS QUANTO AO**

### **TIPO DE CÉLULA ATINGIDA:**

- **Efeitos Somáticos:**

- alterações provocadas pela interação da radiação ionizante com qualquer célula do organismo, exceto as reprodutivas

- manifestam-se no próprio indivíduo irradiado

- Exemplos: câncer, catarata

# **EFEITOS BIOLÓGICOS DAS RADIAÇÕES IONIZANTES**

## **CLASSIFICAÇÃO DOS EFEITOS BIOLÓGICOS QUANTO AO**

### **TIPO DE CÉLULA ATINGIDA:**

- **Efeitos Genéticos (hereditários):**
  - Alterações provocadas pela interação da radiação ionizante com as células reprodutivas do organismo.
  - Manifestam-se nos descendentes do indivíduo irradiado
  - Exemplos: mutações genéticas

# **EFEITOS BIOLÓGICOS DAS RADIAÇÕES IONIZANTES**

## **CLASSIFICAÇÃO DOS EFEITOS BIOLÓGICOS QUANTO À**

### **QUANTIDADE DE ENERGIA DEPOSITADA:**

- **Efeitos Estocásticos:**

- Ocorrem com doses pequenas de radiação
- Não apresentam um limiar de dose para sua ocorrência
- A probabilidade de ocorrência aumenta com o aumento da dose

# **EFEITOS BIOLÓGICOS DAS RADIAÇÕES IONIZANTES**

## **CLASSIFICAÇÃO DOS EFEITOS BIOLÓGICOS QUANTO À**

### **QUANTIDADE DE ENERGIA DEPOSITADA:**

- **Efeitos Estocásticos:**

- A gravidade do efeito independe da dose.

- Exemplo: câncer**

- Por menor que seja a dose, está sempre associada uma probabilidade diferente de zero para a ocorrência deste tipo de efeito

# **EFEITOS BIOLÓGICOS DAS RADIAÇÕES IONIZANTES**

## **CLASSIFICAÇÃO DOS EFEITOS BIOLÓGICOS QUANTO À**

### **QUANTIDADE DE ENERGIA DEPOSITADA:**

- **Efeitos Determinísticos (não-estocásticos):**
  - Ocorrem com doses elevadas de radiação
  - Apresentam um limiar de dose para sua ocorrência
  - A gravidade do efeito aumenta com o aumento da dose.
  - Exemplos: eritema, catarata

# **EFEITOS BIOLÓGICOS DAS RADIAÇÕES IONIZANTES**

## **SÍNDROME AGUDA DA RADIAÇÃO**

- $H < 250$  mSv - nenhum efeito clínico é detectável
- $250 < H < 1000$  mSv - diminuição de linfócitos e plaquetas
- $1000 < H < 4000$  mSv - náuseas e vômitos nas primeiras horas
- $4000 < H < 6000$  mSv - eritema, febre
- $H > 10.000$  mSv - 100 % de mortalidade

# **EFEITOS BIOLÓGICOS DAS RADIAÇÕES IONIZANTES**

## **RADIOSENSIBILIDADE**

**Os diferentes tecidos e órgãos possuem diferentes sensibilidades à radiação**

**Sistema hematopoiético**



**Sistema gastrointestinal**



**Sistema nervoso**