

**EFEITOS BIOLÓGICOS DAS  
RADIAÇÕES IONIZANTES E NÃO  
IONIZANTES (4300436)**

2013

Aula 1

**Efeitos Biológicos - Programa**

**Módulo 1:**

- Classificação das radiações; Conceituação sobre radiação ionizante e não ionizante.
- Radiação ionizante, formas de produção: radioisótopos; raios X, produção e atenuação; desintegração nuclear; radiação natural.
- Partículas alfa e beta: alcance e formas de interação.
- Liberação e absorção de energia pela radiação ionizante.
- Aplicações de radiação ionizante
- Acidentes radiológicos e nucleares.

**Efeitos Biológicos - Programa**

**Módulo 2:**

- Interação de fótons (X e gama) com a matéria: espalhamento coerente; efeito fotoelétrico; efeito Compton; produção de pares.
- Grandezas e unidades em radiações ionizantes.
- Efeitos biológicos: mecanismos, estágios, aberração cromossômica, reação tecidual, efeitos estocásticos.
- Proteção radiológica e conceito de hormesis. Modelos de dependência efeito / dose.

**Efeitos Biológicos - Programa**

**Módulo 3:**

- Um pouco de Epidemiologia.
- Radiações não ionizantes: classificação, grandezas e unidades.
- Radiação ultravioleta, infravermelha e de micro-ondas.
- Campos eletromagnéticos de baixa e alta frequência: efeitos biológicos, precauções e recomendações.

## Efeitos Biológicos - Bibliografia

*Física das Radiações*, Okuno E., Yoshimura, E.M., Editora Oficina de Textos, S. Paulo, 2010. \*  
*Radiação: efeitos, riscos e benefícios*, Okuno E., Editora Harbra, S. Paulo, 1988.  
*Radiação ultravioleta: características e efeitos*, Okuno E., Vilela, M. A. C., Editora Livraria da Física, SBF, S. Paulo, 2005. \*  
*The Physics of Radiology*, Johns H. E., Cunningham J. R., Charles C. Thomas, USA 1983.  
*The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection – ICRP Publication 103*, vol 37, issues 2-4 pages 1-332.  
*Física para Ciências Biológicas e Biomédicas*, Okuno E., Caldas, I. L. e Chow, C., Editora Harbra, S. Paulo, 1982.  
*Health effects of low level radiation*, Kondo S., Medical Physics Publishing, Madison 1993.

*IARC Monographs on The Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans*. Volume 100 D – Radiation. IARC /WHO, 2012.  
*NCRP - Report 86: Biological effects and exposure criteria for radiofrequency electromagnetic fields. Recommendations of the NCRP*. April 1986.  
*Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic, and electromagnetic fields (up to 300 GHz) - ICNIRP guidelines*. Health Phys. **74** (4) 494-522 (1998).  
*Guidelines on limits of exposure to static magnetic fields - ICNIRP guidelines*. Health Phys. **96** (4) 504-514 (2009).  
*Exposure to high frequency electromagnetic fields, biological effects and health consequences (100 kHz-300 GHz)*. Editores: Paolo Vecchia et al. ICNIRP 16/2009.

## Efeitos (4300436) Cronograma

quartas	sextas	Programa	
27/02/2013	01/03/2013		
06/03/2013	08/03/2013	Módulo 1	
13/03/2013	15/03/2013		
20/03/2013	22/03/2013		
27/03/2013	29/03/2013		semana santa
03/04/2013	05/04/2013	Módulo 1 - Prova 1	P1 - 5 de abril
10/04/2013	12/04/2013		
17/04/2013	19/04/2013	Módulo 2 - Prova 2	
24/04/2013	26/04/2013		
01/05/2013	03/05/2013		dia do trabalho
08/05/2013	10/05/2013		P2 - 10 de maio
15/05/2013	17/05/2013		
22/05/2013	24/05/2013		
29/05/2013	31/05/2013		recesso de C. Christ
05/06/2013	07/06/2013		
12/06/2013	14/06/2013		
19/06/2013	21/06/2013	Módulo 3- Prova 3	P3 - 21 de junho
26/06/2013	28/06/2013		Pub 28 de junho

## Efeitos Biológicos - Avaliação

- Serão distribuídas Listas de Exercícios, não obrigatórias, para auxílio ao estudo. Recomenda-se fortemente resolver as listas, e tirar dúvidas com o professor:

Elisabeth Mateus Yoshimura

emateus@if.usp.br

Sala 108 do Alessandro Volta, bloco F

## Efeitos Biológicos - Avaliação

- Para a aprovação: nota final igual ou superior a 5,0.
- A nota final: média aritmética das notas das 3 provas.
- A prova substitutiva é aberta aos que não tenham atingido média mínima 5,0 com as provas e aos que faltaram em uma das provas.
- Conteúdo da prova substitutiva = conteúdo do módulo com menor nota.
- Nota da substitutiva substitui a nota da prova.

## Efeitos Biológicos - Avaliação

- Prova de recuperação: para alunos não aprovados desde que tenham obtido simultaneamente:
  - frequência igual ou superior a 70%
  - nota final igual ou superior a 3,0
- O conteúdo da prova de recuperação é todo o conteúdo da disciplina.
- A média final na segunda avaliação será dada pela média ponderada entre a nota em primeira avaliação (peso 1) e a nota da prova de recuperação (peso 2).

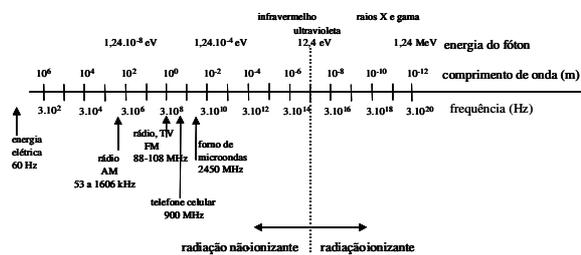
## Radiações ionizantes

- Descoberta dos raios X – Röntgen (1895)
- Descoberta da radioatividade – Becquerel (1896)
- Separação química do rádio (novo elemento químico) – casal Curie (1898)
- Modelo de Bohr, modelo de Rutherford, início da Física Nuclear – década de 1910.
- Aplicações de raios X e partículas emitidas por radionuclídeos: final do século 19.

## Radiações ionizantes

- Radiação com ou sem massa que tem capacidade de ionizar a matéria.
  - Radiação eletromagnética com  $h\nu \geq 12 \text{ eV}$  (X e  $\gamma$ )
  - Partículas alfa e beta emitidas em decaimentos nucleares
  - Íons rápidos em geral
  - Elétrons, múons, prótons, píons.... com energia cinética maior que energias de ligação.
  - Nêutrons

## Espectro eletromagnético



Radiação Ionizante – Por que Estudar?

**Características**

- penetração no material
- quantidade de íons produzidos por unidade de caminho percorrido
- quantidade de energia depositada no material

**APLICAÇÕES:**

- medicina, indústria, pesquisa

Efeitos Biológicos das Radiações Ionizantes e Não Ionizantes

Núcleo – Módulos 1 e 2 - Radiação ionizante:

Fontes de radiação ionizante

Radioatividade e produção de raios X; radiação ambiental

Interação da radiação ionizante

Partículas carregadas rápidas (pesadas e leves)

Colisão e produção de radiação

Radiação eletromagnética

espalhamentos (Rayleigh e Compton) e absorção (fotolétrico e produção de par)

Grandezas e Unidades – Proteção Radiológica

Partículas carregadas – deposição de energia

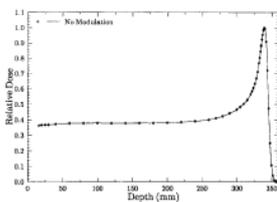
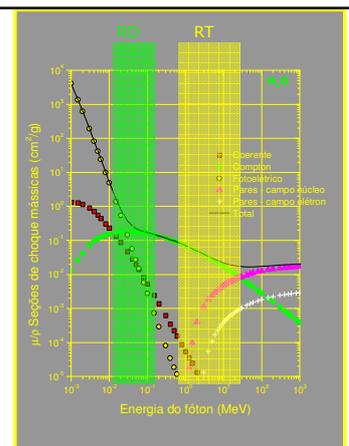
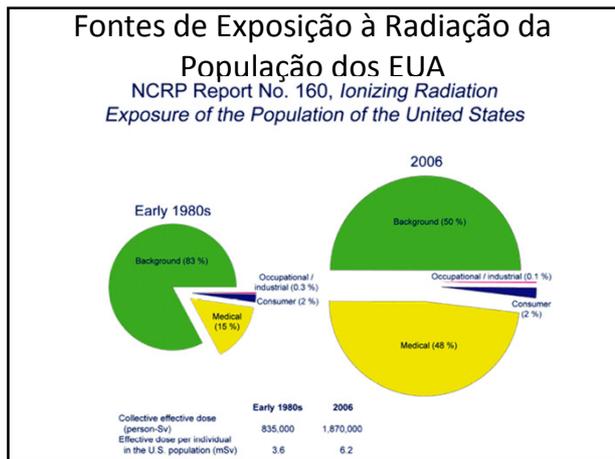
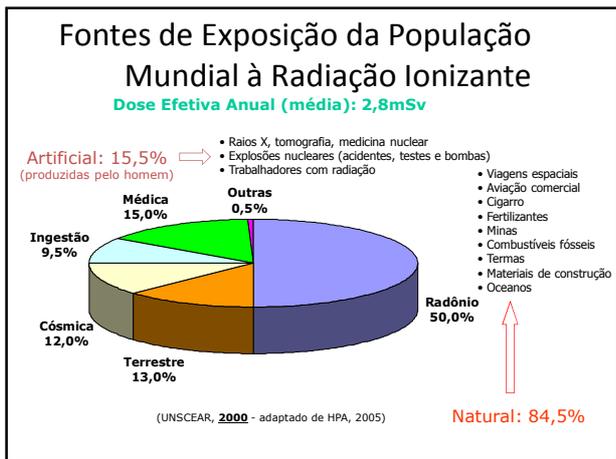
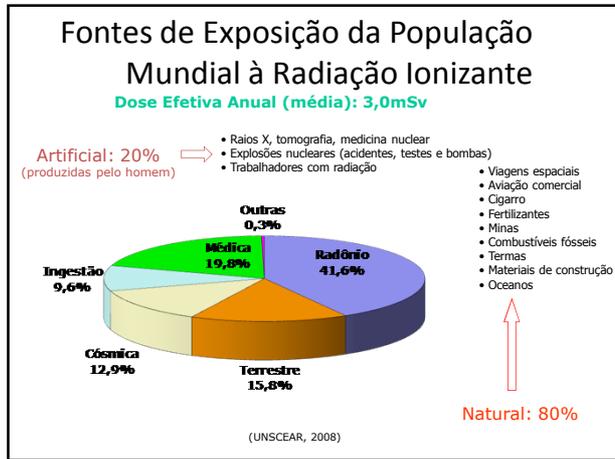
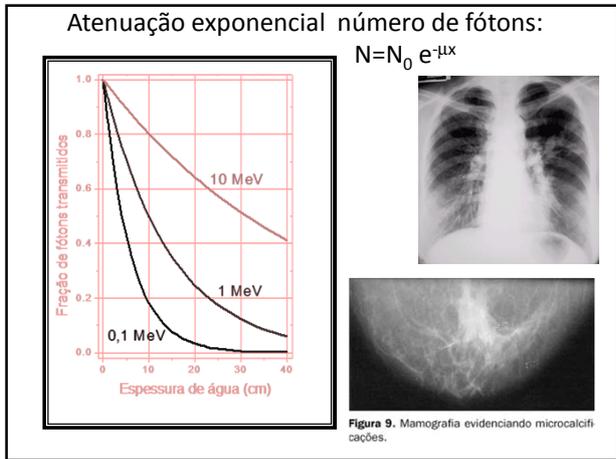


FIG. 1. Central axis depth dose for an unmodulated 250-MeV proton beam. Data are taken from a gantry treatment room at Loma Linda. Field size is 18-cm diameter.

Miller, MP - 1995

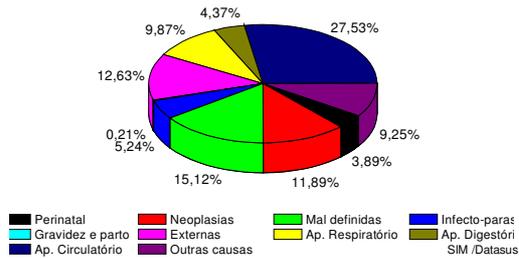
FÓTONS - RAIOS X e  $\gamma$ :  
probabilidades de interação na água  
– coeficientes de atenuação  $\mu$  ou  $\mu/\rho$





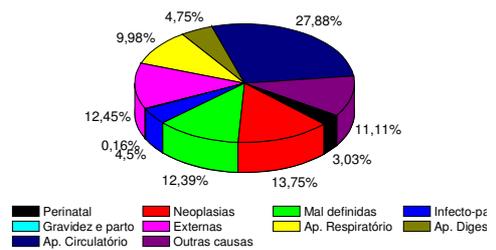
### Distribuição de causas de morte

Causas de mortalidade - Brasil - 1998

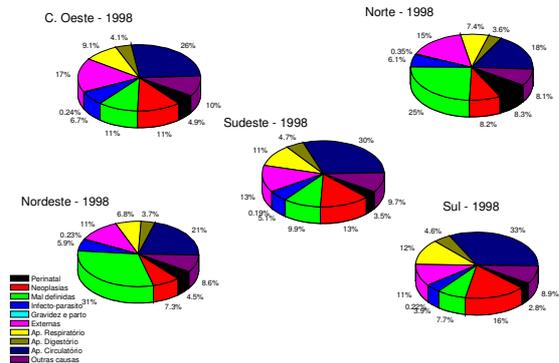


### Distribuição de causas de morte

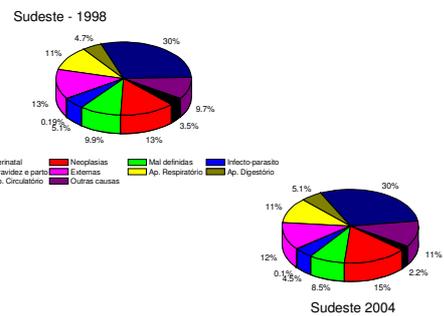
Causas de mortalidade - Brasil - 2004



### Distribuição de causas de morte por região



### Causas de morte - tendências



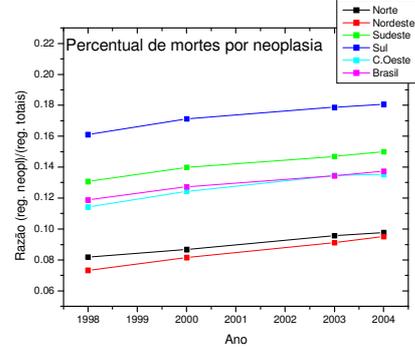
### Causas de morte - tendências

TABELA 1: Evolução da Mortalidade Proporcional (%) por Neoplasias Malignas e Doenças Infecciosas e Parasitárias, no Município de São Paulo, no período 1930 – 1999

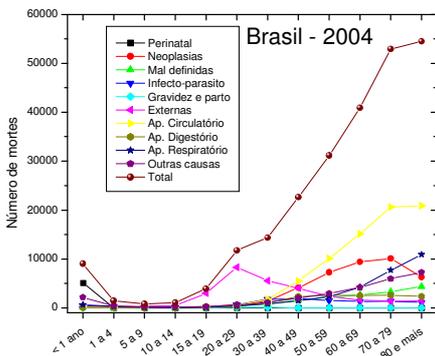
DOENÇAS	ANO							
	1930	1940	1950	1960	1970	1980	1990	1999
NEOPLASIAS MALIGNAS	4,2	7,0	9,7	12,6	11,0	12,2	13,8	16,2
DOENÇAS INFECCIOSAS E PARASITÁRIAS	39,0	34,6	25,4	14,3	11,6	7,8	3,8	3,2

Fontes: 1) Estatísticas de Mortalidade, Brasil, 1993, Ministério da Saúde / Fundação Nacional de Saúde, Brasília, DF, 1996. 2) RADIS Dados, 1984, 2 (7):1-8. 3) Dados da Fundação SEADE.

### Causas de morte - tendências



### Distribuição etária de causa mortis



### Radiações ionizantes na área da saúde

- Radiologia Diagnóstica
- Radioterapia
- Medicina Nuclear
- Proteção Radiológica
- Monitoração Individual

### **Radiações ionizantes na área industrial**

- Gamagrafia industrial
- Esterilização de materiais para uso hospitalar, cosméticos, alimentos
- Controle de processos
- Proteção radiológica
- Monitoração Individual

### **Radiações ionizantes na pesquisa**

- Física nuclear básica e aplicada
- Interação de íons com materiais
- Modificação de materiais
- Radiobiologia
- Dosimetria
- Física de Radioterapia
- Detectores...

### **Radiações Ionizantes**

- utilizadas para diagnosticar tumores (radiologia diagnóstica e medicina nuclear)
- utilizadas para tratar pacientes com tumores (radioterapia e medicina nuclear)
- têm ação cancerígena e produzem outros efeitos biológicos deletérios

### **Efeitos Biológicos das Radiações Ionizantes e Não Ionizantes**

Núcleo – Módulo 3 - Radiação eletromagnética não ionizante:

Radiação ultravioleta

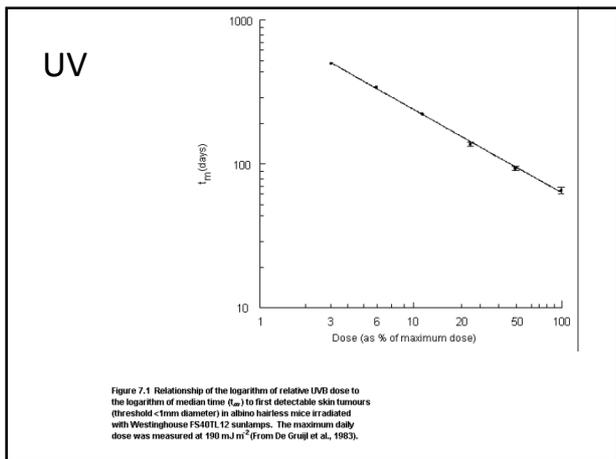
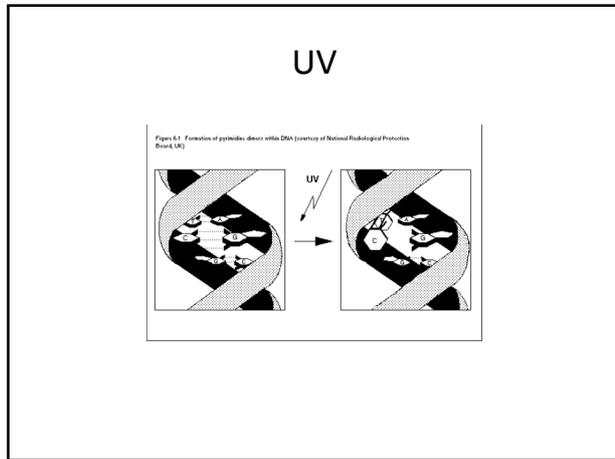
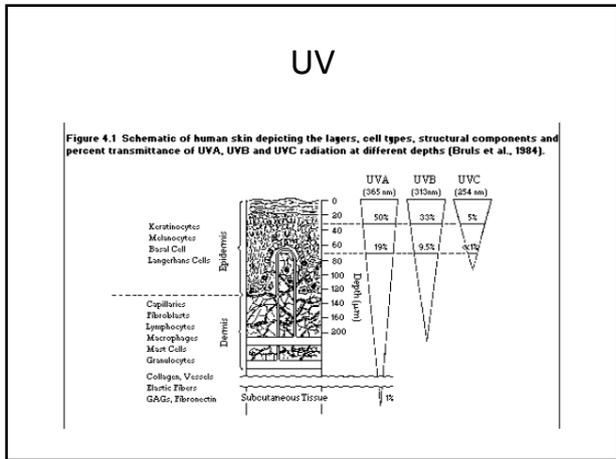
Fontes, interação biológica, grandezas e evidências de ação cancerígena

Radiofrequência

Fontes, Potencialidade de ação biológica, Controvérsias . Grandezas

Proteção / Precauções

EPIDEMIOLOGIA



### Enjoy the sun safely

cover up

apply generously

protect yourself from sunburn

relax in the shade

protect children in the sun

Sunburn can double the risk of skin cancer