

Radioatividade

Profa. Amanda Amantes Neiva Ribeiro

O que é?

- ▶ A Radioatividade está ligada diretamente ao núcleo do átomo, que sofre alteração ao final do processo.
- ▶ Trata-se basicamente da emissão de partículas ou onda eletromagnética quando o núcleo de um átomo está com excesso de energia.



Como foi descoberta?

- ▶ 1896: Henri Becquerel constatou que um composto de urânio - sulfato de potássio e uranilo - causava mancha numa chapa fotográfica mesmo no escuro e embrulhada em papel negro;
- ▶ Julho de 1898: Curie constatou a radiação do tório e descobriu um novo elemento que chamou de polônio. Alguns meses depois ela e o marido descobriram o rádio, ainda mais radiotivo.
- ▶ 1898: Ernest Rutherford detectou radiação de material usando uma tela fluorescente. Descobriu que havia dois tipos de radiação, que chamou de alfa e beta
- ▶ 1900: Paul Villard descobriu uma outra forma de radioatividade que não apresenta carga elétrica, sendo chamada de radiação gama.

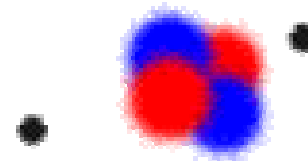
O átomo

Todas as coisas existentes na natureza são constituídas de átomos ou suas combinações.

Atualmente, sabemos que o átomo é a menor estrutura da matéria que apresenta as propriedades de um elemento químico.

De acordo com as teorias modernas dizemos que a matéria é formada por elétrons, prótons e neutrons. A diferença entre um elemento químico e outro é determinada pelo número de prótons que seu núcleo possui

O átomo possui grandes espaços vazios, que podem ser atravessados por partículas menores do que ele.



Z elétrons, Z prótons, N nêutrons



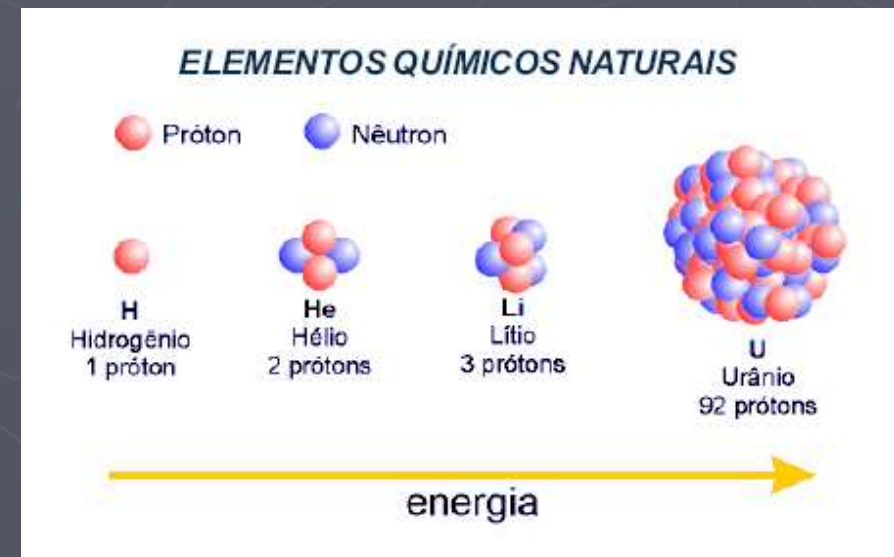
Z : número atômico

$A = N + Z$: número de massa



Tamanhos:

- núcleo (nêutrons, prótons): 10^{-14}m
- nuvem eletrônica: 10^{-10}m



Isótopos

Se dois átomos tiverem mesmo número de prótons mas diferente número de nêutrons, eles são do mesmo elemento, mas não são a mesma coisa. Quando isto ocorre dizemos que são isótopos

O hidrogênio tem 3 isótopos: o hidrogênio, o deutério e o trício (ou trítio).



O urânio, que possui 92 prótons no núcleo, existe na natureza na forma de 3 isótopos:

- U-234, com 142 nêutrons (em quantidade desprezível);
- U-235, com 143 nêutrons, usado em reatores PWR, após enriquecido (0,7%);
- U-238, com 146 nêutrons no núcleo (99,3%).

Por que ocorre a radiação?: instabilidade do núcleo atômico

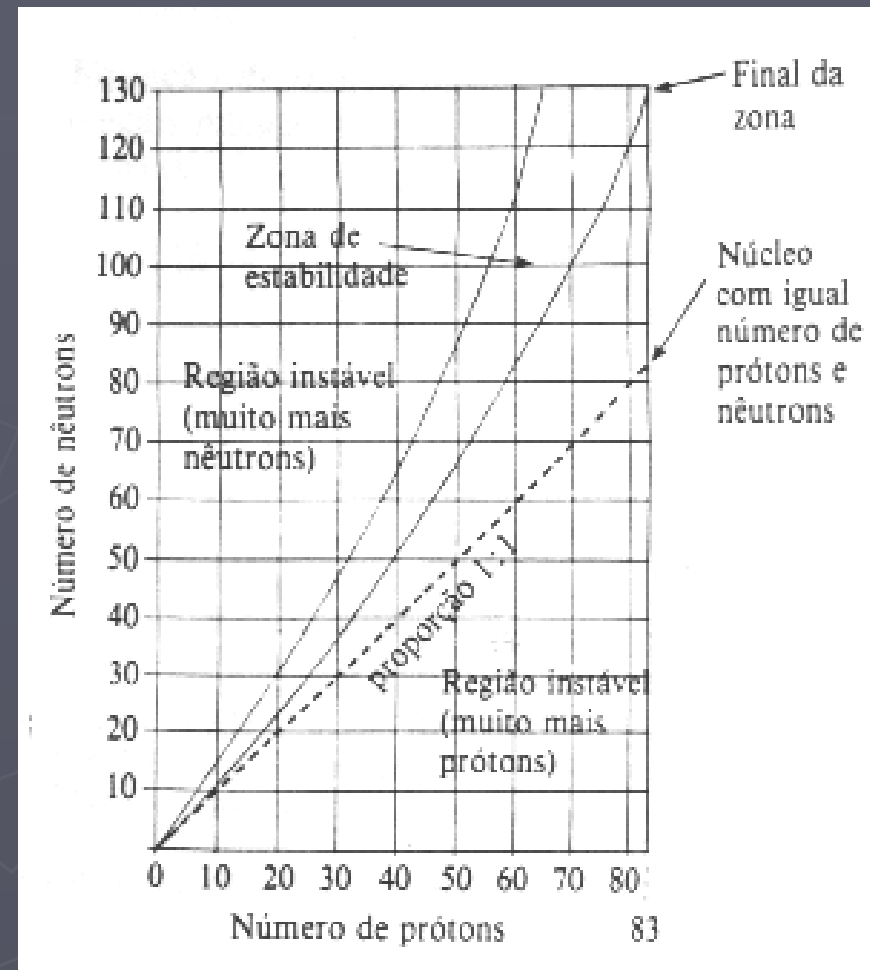
- ▶ **No núcleo atômico existe uma força, denominada Interação forte, que o mantêm coeso.**
- ▶ **Essa força atua somente em distâncias muito pequenas, ela é uma força de curto alcance.**
- ▶ **Quando os prótons estão próximos, essa força domina a força elétrica de repulsão.**
- ▶ **Quando os prótons estão distantes, como nos lados opostos de núcleos grandes, ela é muito pequena se comparada com a elétrica.**
- ▶ **Assim sendo, um núcleo grande pode não ser tão estável quanto um núcleo pequeno.**

Por que ocorre a radiação?: instabilidade do núcleo atômico

A estabilidade nuclear depende da relação número de nêutrons/número de prótons.

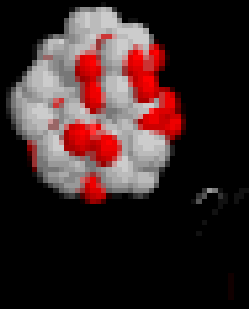
Os elementos mais estáveis têm número de nêutrons próximo do número de prótons, para os elementos de número atômico até 20

Todos os elementos que possuem mais de 82 prótons são instáveis



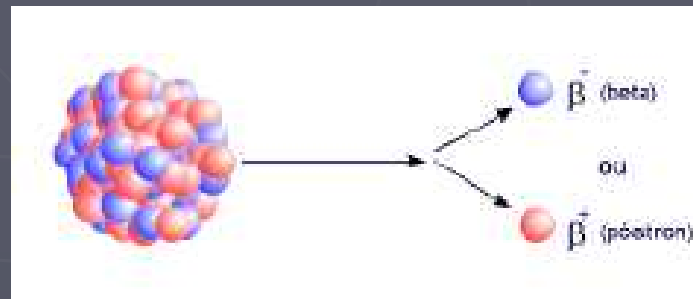
Radiações Alfa

Um dos processos de estabilização de um núcleo com excesso de energia é o da emissão de um grupo de partículas positivas, constituídas por dois prótons e dois nêutrons, e da energia a elas associada. São as radiações alfa ou partículas alfa, núcleos de hélio (He), um gás chamado nobre por não reagir quimicamente com os demais elementos.



Radiação Beta

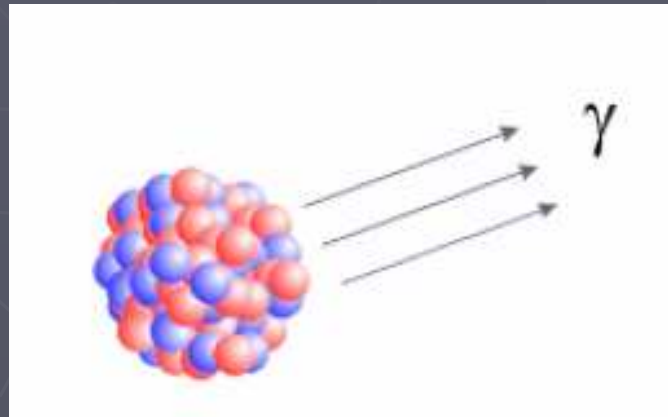
- ▶ As partículas Beta são elétrons emitidos pelo núcleo de um átomo instável: um nêutron pode se decompor em um próton, um elétron e um antineutrino. O próton permanece no núcleo, um elétron (partícula Beta) e um antineutrino são emitidos.



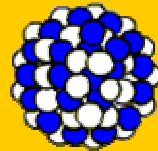
- ▶ Assim, ao emitir uma partícula Beta, o núcleo tem a diminuição de um nêutron e o aumento de um próton: o número de massa permanece constante.
- ▶ No caso de existir excesso de cargas positivas (prótons), é emitida uma partícula beta positiva, chamada pósitron, resultante da conversão de um próton em um nêutron e um neutrino.

Radiação Gama

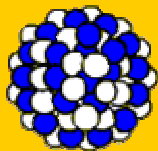
Ao contrário das radiações alfa e beta, que são constituídas por partículas, a radiação gama é formada por ondas eletromagnéticas emitidas por núcleos instáveis logo em seguida à emissão de uma partícula alfa ou beta.



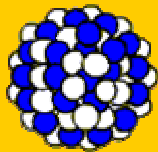
antes do decaimento



núcleo pai

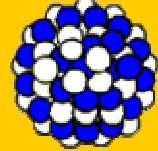


núcleo pai

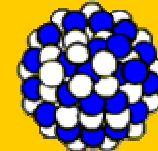


núcleo excitado

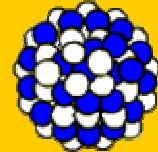
depois do decaimento



núcleo filho (2 prótons e 2 nêutrons a menos)



núcleo filho (1 próton extra e 1 nêutron a menos)



núcleo

+



partícula alfa (núcleo de He)

+



partícula beta (elêtron)

+



raios gama (fótons de alta energia)



Penetração das radiações

As partículas Alfa, por terem massa e carga elétrica relativamente maior, podem ser facilmente detidas, até mesmo por uma folha de papel. Têm baixa velocidade comparada a velocidade da luz (20 000 km/s)

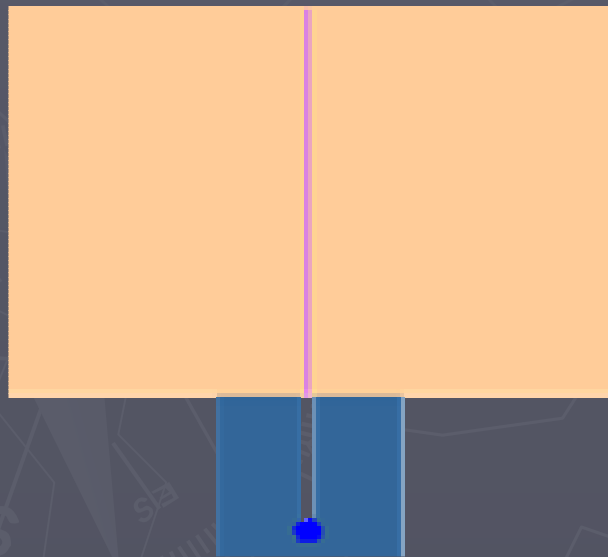
As partículas Beta são capazes de penetrar cerca de um centímetro nos tecidos, ocasionando danos à pele, mas não aos órgãos internos, a não ser que sejam ingeridas ou aspiradas. Têm alta velocidade, aproximadamente 270 000 km/s.

Assim como os raios-X os raios gama são extremamente penetrantes, sendo detido somente por uma parede de concreto ou metal . Têm altíssima velocidade, igual à da luz (300 000 km/s).



As radiações nucleares podem ser de dois tipos:

- a) partículas, possuindo massa, carga elétrica e velocidade, esta dependente do valor de sua energia;**
- b) ondas eletromagnéticas, que não possuem massa e se propagam com a velocidade de 300.000 km/s, para qualquer valor de sua energia. São da mesma natureza da luz e das ondas de transmissão de rádio e TV.**



A identificação desses tipos de radiação foi feita utilizando-se uma porção de material radioativo, com o feixe de radiações passando por entre duas placas polarizadas com um forte campo elétrico.

Como ocorre a radiação?

- ▶ O número N de núcleos pais decaindo durante um intervalo de tempo t é proporcional ao número N_0 de núcleos existentes no início do decaimento e ao intervalo t .
- ▶ Esta lei é chamada lei fundamental do decaimento radioativo e pode ser reescrita da seguinte forma:
- ▶ Podemos calcular o tempo t no qual o número N de núcleos radioativos é igual à metade do número inicial de núcleos radioativos N_0 ($N = N_0 / 2$), donde:
- ▶ Este tempo t é chamado meia-vida ($T_{1/2}$) e nos diz qual o tempo que deve transcorrer para que a intensidade da fonte radioativa se torne a metade da existente no tempo inicial.

$$\Delta N = -\lambda N_0 \Delta t$$

$$N = N_0 e^{-\lambda t}$$

$$N_0 / 2 = N_0 e^{-\lambda t}$$

$$\ln(1/2) = -\lambda t$$

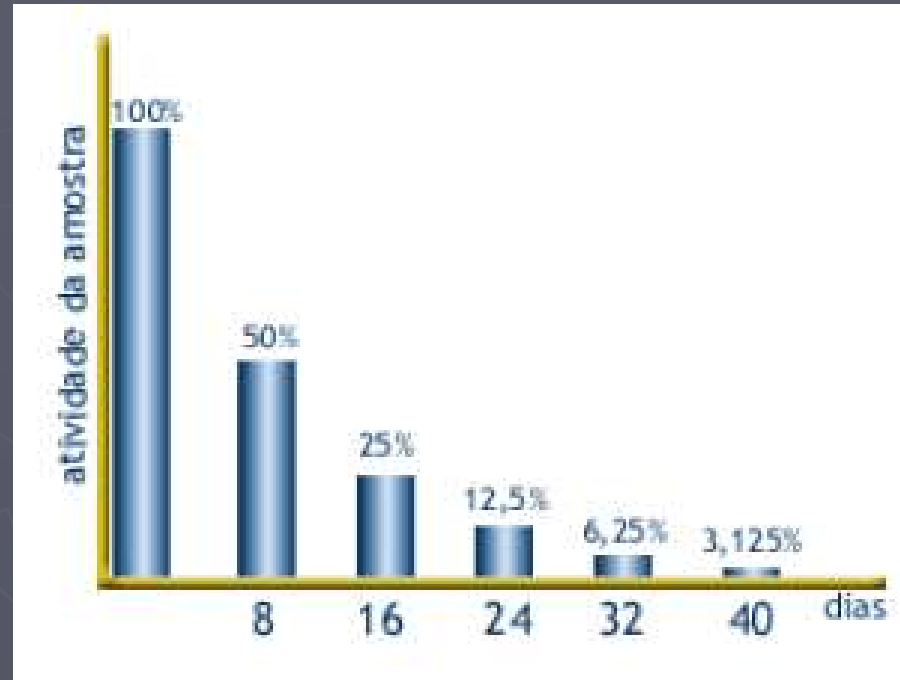
$$\ln(2) = \lambda t$$

$$t = 0,693/\lambda \quad \text{segundos}$$

Meia Vida

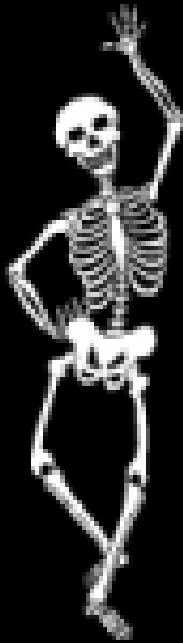
- ▶ Cada elemento radioativo, seja natural ou obtido artificialmente, se transmuta a uma velocidade que lhe é característica.
- ▶ **MEIA-VIDA** é o tempo necessário para a atividade de um elemento radioativo ser reduzida à metade da atividade inicial.
- ▶ Isso significa que, para cada meia-vida que passa, a atividade vai sendo reduzida à metade da anterior, até atingir um valor insignificante, que não permite mais distinguir suas radiações das do meio ambiente.

Exemplo de Meia Vida



O iodo-131 é utilizado em Medicina Nuclear para exames de tireóide. Ele que possui a meia-vida de oito dias.

Unidades



A atividade de uma amostra com átomos radioativos (ou fonte radioativa) é medida em:

Bq (Becquerel) = uma desintegração por segundo

Ci (Curie) = $3,7 \times 10^{10}$ Bq

Há duas formas de radioatividade

Radioatividade natural: É a que se manifesta nos elementos radioativos e nos isótopos que se encontram na natureza e polui o meio ambiente.

Radioatividade artificial ou induzida: É aquela que é provocada por transformações nucleares artificiais.

SÉRIES RADIOATIVAS NATURAIS

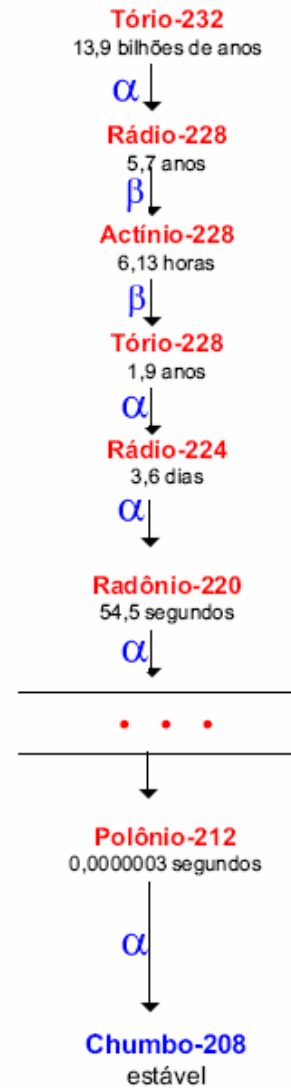
SÉRIE DO URÂNIO



SÉRIE DO ACTÍNIO

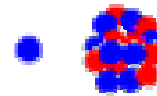


SÉRIE DO TÓRIO



Fissão

- **Produz-se a radioatividade induzida quando se bombardeiam certos núcleos com partículas apropriadas. No núcleo ocorre então uma fissão, onde são liberadas partículas radioativas.**
- **Na fissão ocorre a reação em cadeia.**
- **Essas reações podem ser usadas na bomba atômica.**





Fusão

- A fusão é o processo "contrário" à fissão, na medida em que átomos leves se unem para originar um mais pesado.
- A energia liberada na fusão é bem maior que a de um processo de fissão.
- Para que essa fusão ocorra é necessário que se tenha altas temperaturas. Dai os processos de fissão serem usados para desencadear a fusão



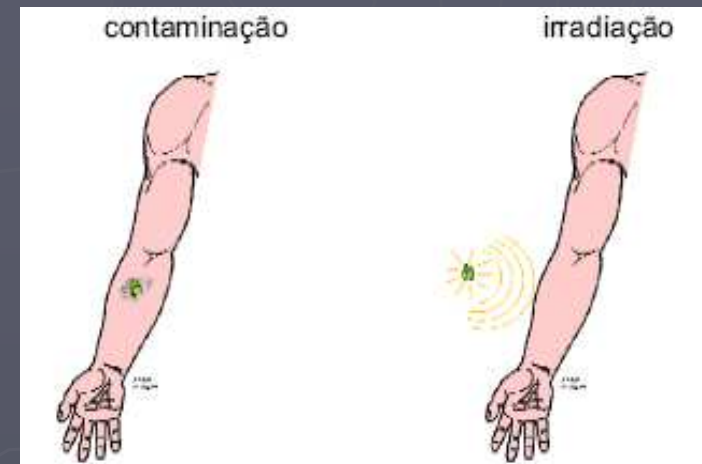
A radioatividade na Natureza

- ▶ **Os átomos radioativos fazem parte de nosso meio ambiente, estão nos alimentos e nos seres vivos!**
- ▶ **Existem cerca de 340 nuclídeos naturais dentre os quais, aproximadamente, 70 são radioativos.**
- ▶ **Os elementos radioativos naturais (ou radioisótopos) podem ter meia vida longa, ter meia vida curta ou serem produzidos continuamente através da interação da radiação cósmica com componentes da atmosfera e da crosta terrestre**
- ▶ **A soma das intensidades das radiações provenientes destas diversas fontes naturais é chamada radiação de fundo.**

Efeitos da radiação no corpo humano

É importante esclarecer a diferença entre contaminação radioativa e irradiação. Uma contaminação, radioativa ou não, caracteriza-se pela presença indesejável de um material em determinado local, onde não deveria estar.

A irradiação é a exposição de um objeto ou um corpo à radiação, o que pode ocorrer a alguma distância, sem necessidade de um contato íntimo.



Irradiação não contamina mas contaminação irradia.

A exposição de um ser humano à uma alta dose de radiação pode dar origem a inúmeros efeitos imediatos:

Cérebro

Danos cerebrais podem causar delírio, convulsões e morte.

Olhos

Danos nos olhos podem provocar catarata.

Boca

Lesões à boca podem incluir úlceras bucais.

Estômago e Intestino

Quando lesados, provocam náuseas e vômitos. Infecções intestinais podem levar à morte.

Fetos

Retardo mental, particularmente se a exposição à radiação ocorrer no início da gravidez.

Ovários e Testículos

Esterilidade ou afetam os filhos que o indivíduo possa vir a ter.

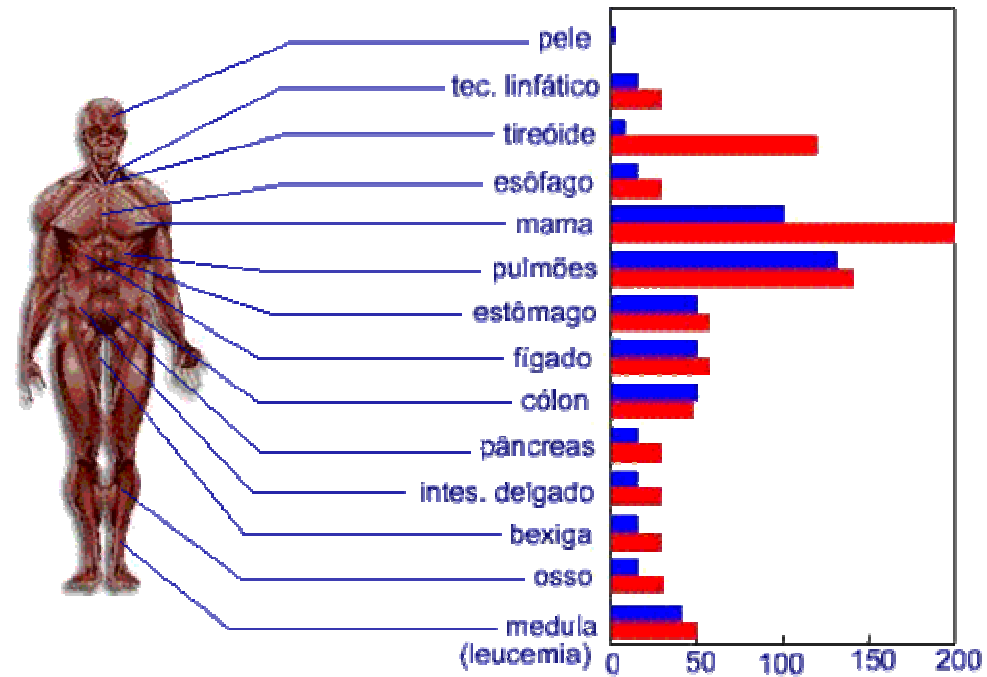
Medula Óssea

Lesões que levam a hemorragias ou comprometimento do sistema imunológico.

Vasos Sangüíneos

Ruptura dos vasos sangüíneos leva à formação de hematomas.

RISCO DE SURGIMENTO, ao longo da vida, de vários tipos de câncer por exposição à radiação de baixo nível.



Aplicações na nossa vida

A radioatividade hoje em dia é utilizada sob três formas básicas:

- ▶ 1-Uso da energia do núcleo do átomo;
- ▶ 2-Uso das radiações que têm a capacidade de atravessar a matéria e velar filmes(raios X);
- ▶ 3-Uso da capacidade radioativa (Radioterapia ou esterilização de material médico);

A Área que mais utiliza a radiação hoje em dia é a medicina, como na radiologia, na radioterapia e na medicina molecular.

A mais antiga e difundida área desta utilização é a radiologia, que estuda como se faz e interpreta a radiografia.

- ▶ A radioterapia tem como principal objetivo a agressão de tecidos do corpo humano, no caso os tumores.
- ▶ Na área industrial, utiliza-se a radiação para radiografar peças mecânicas para fazer diagnóstico de um defeito ou uma peça quebrada no interior de um equipamento.
- ▶ Na indústria alimentícia utilizam-se radiações de alta energia para que frutas possam ser armazenadas por maiores períodos de tempo.
- ▶ A radiação, por atacar microorganismos, também é utilizada na esterilização de materiais.
- ▶ Na medicina nuclear substâncias radioativas são injetadas pela veia do paciente, para fazer um mapeamento de órgãos, dependendo do tipo de material injetado.