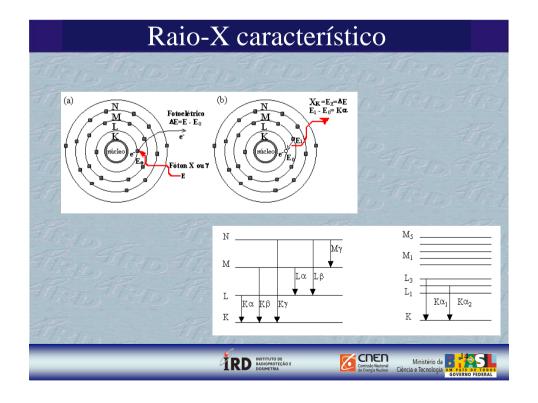


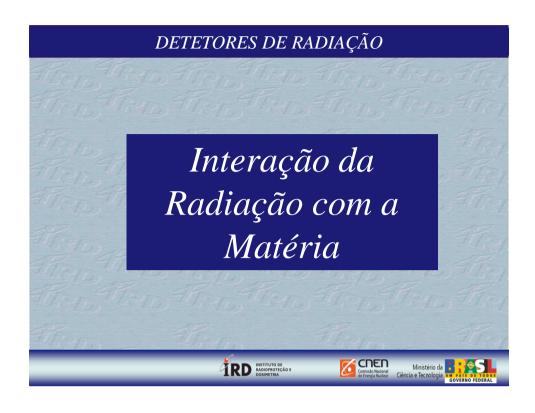
Fontes de radiação eletromagnética d. Raio-X característico Se um ou mais elétrons orbitais forem deslocados por algum processo de excitação, os elétrons se rearranjarão, liberando energia na forma de raio-X. Processos de excitação: 1) Decaimento radioativo 2) Radiação externa - Captura eletrônica

CHEN

Ministério da Ciência e Tecnologia

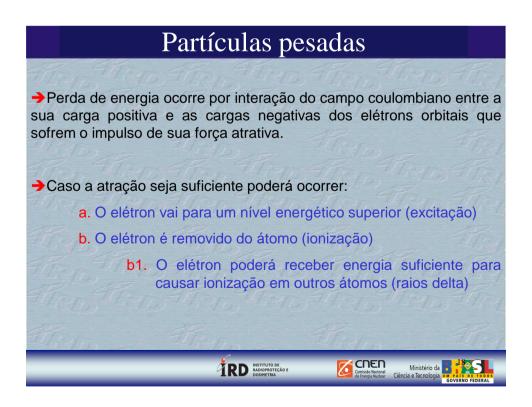


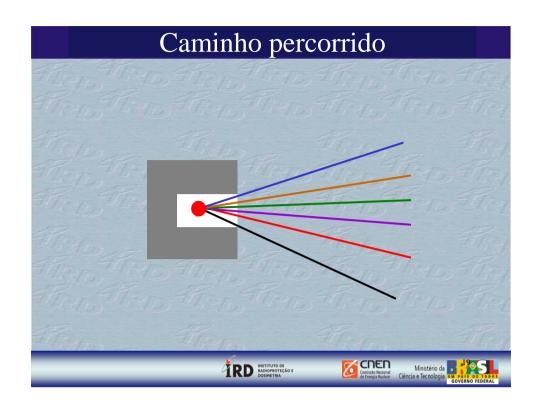
IRD INSTITUTO DE RADIOPROTEÇÃO E DOSIMETRIA

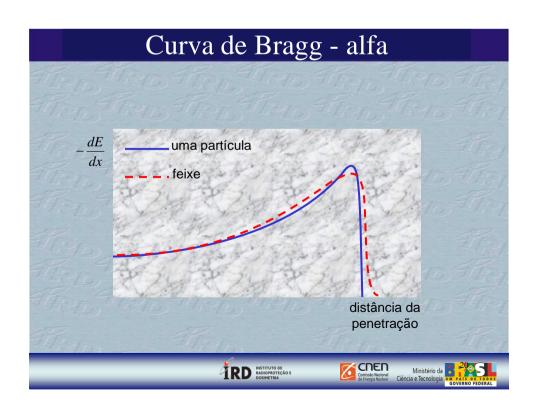


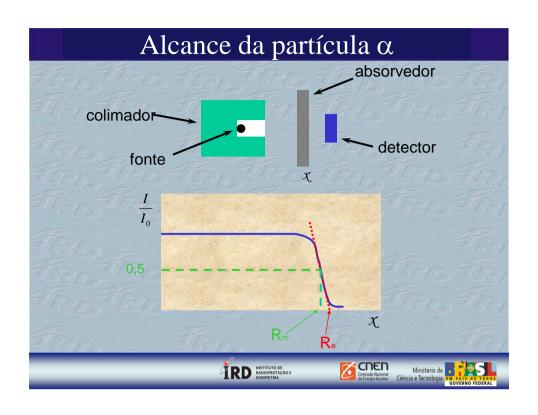


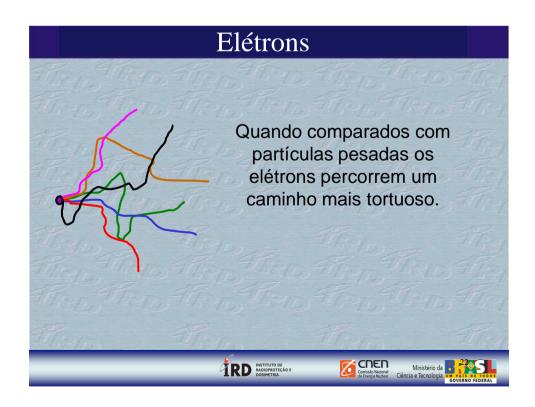
To The Step The	100 The The The 100 F
Radiação	Penetração*
partículas pesadas	~ 0.01mm
elétrons	~ 1mm
neutrons	~ 10cm
raios X e gama	~ 10cm
ordem de grandeza	THE STATE OF
ADD INSTITUTE	DE COED Ministério da

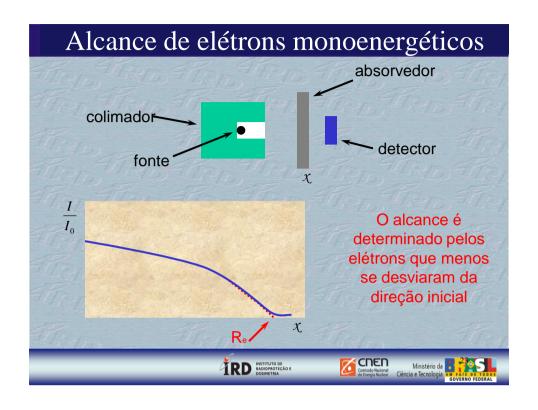


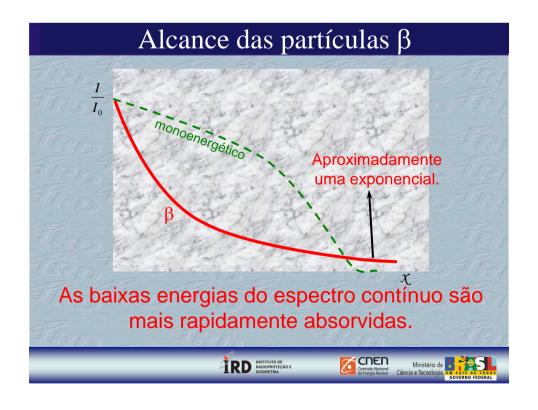












Alcance

Uma estimativa do alcance é dado por:

2 mm por MeV em materiais de baixa densidade;

1 mm por MeV em materiais de densidade média.









Pósitrons

O comportamento para pósitrons é o mesmo que para elétrons com relação ao percurso, taxa de perda de energia e alcance.

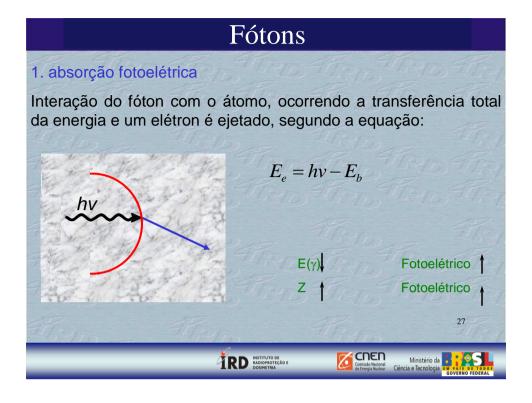
Uma diferença é o processo de aniquilação. Os fótons de 511keV podem depositar energia em região longe do caminho do pósitron.

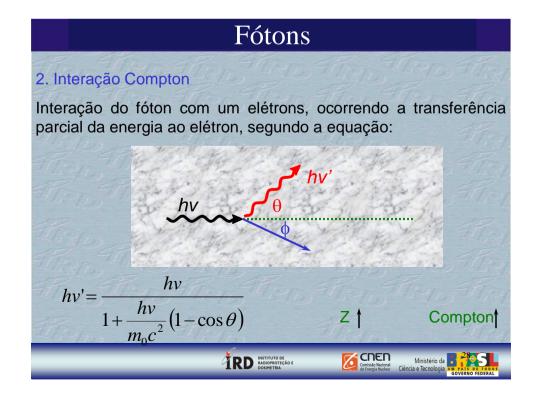


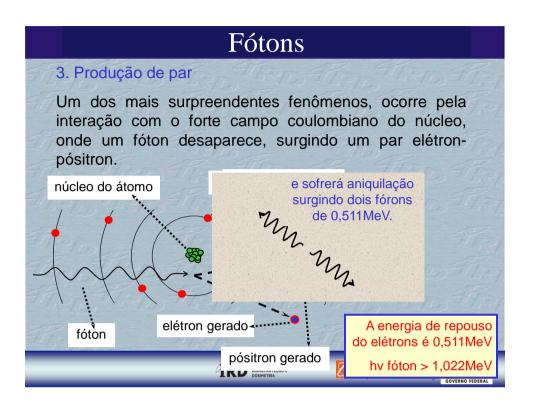


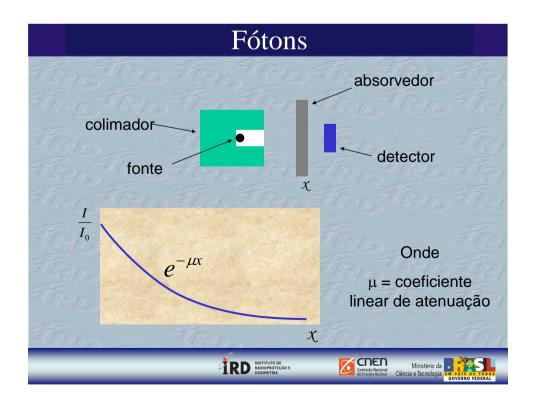












Fótons

Todos os três processos contribuem para que fótons desviem do feixe e podem ser caracterizados por probabilidades.

$$\mu = \tau(fotoel\acute{e}trico) + \sigma(Compton) + \kappa(p.par)$$

Onde μ é o coeficiente de atenuação linear. O número de fótons transmitidos através de um meio absorvedor qualquer é expresso

 $I = I_0 e^{-\mu x}$

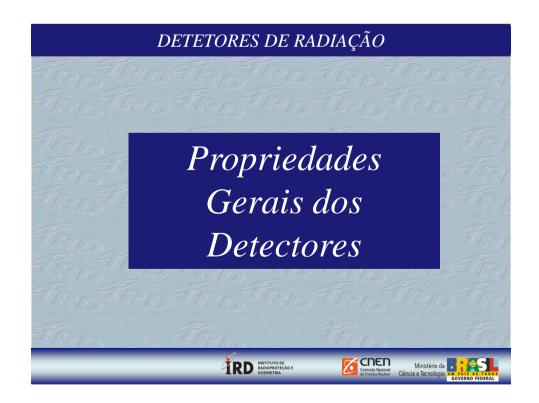
 μ é dependente da densidade, o coeficiente de atenuação de massa é mais utilizado: μ/ρ









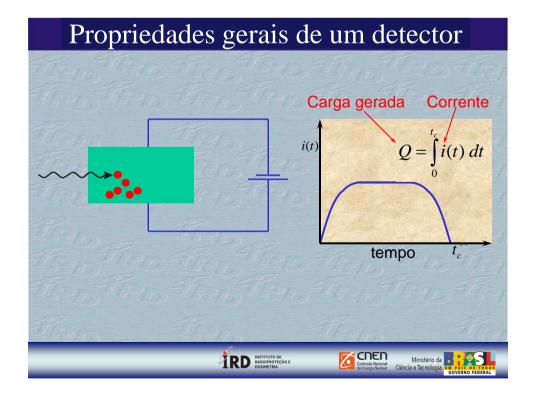


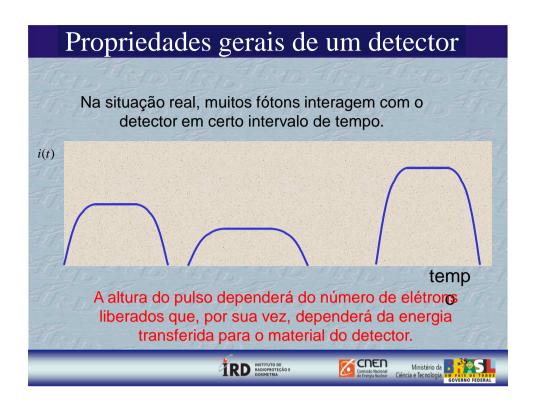
Propriedades gerais de um detector

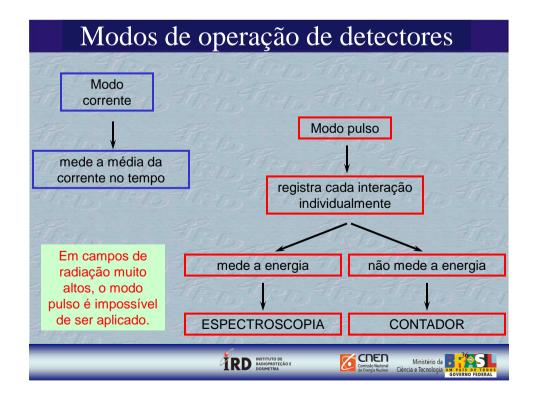
- Para que seja possível a detecção é imprescindível que ocorra uma interação da radiação com o material do detector.
- O resultado final da interação deverá ser a produção de elétrons para, através de uma diferença de potencial, que as cargas sejam coletadas com a produção de um sinal elétrico.

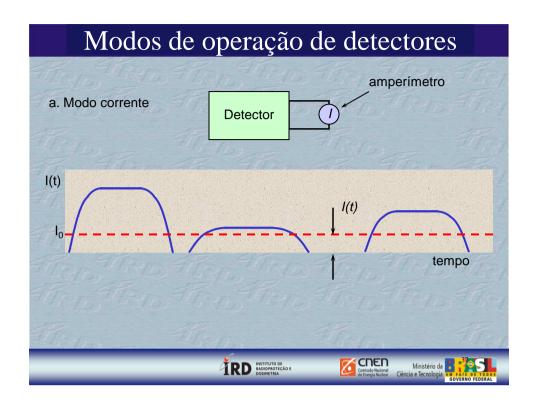


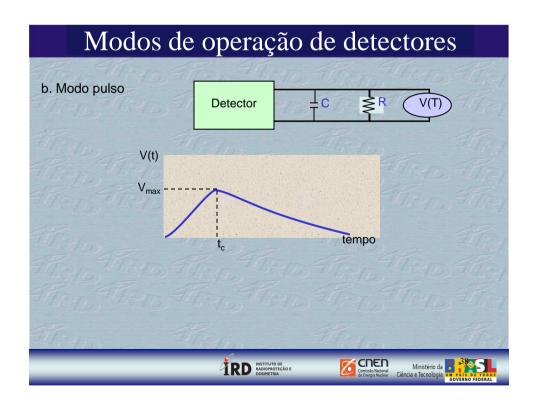


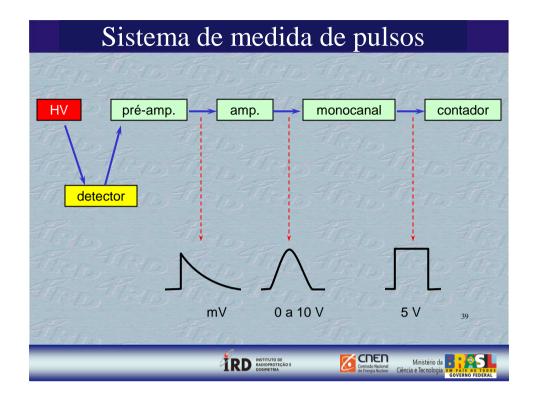


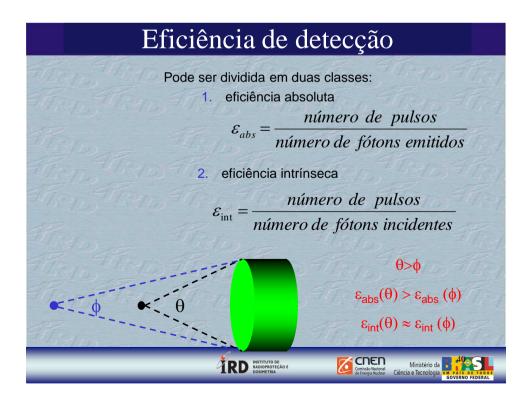


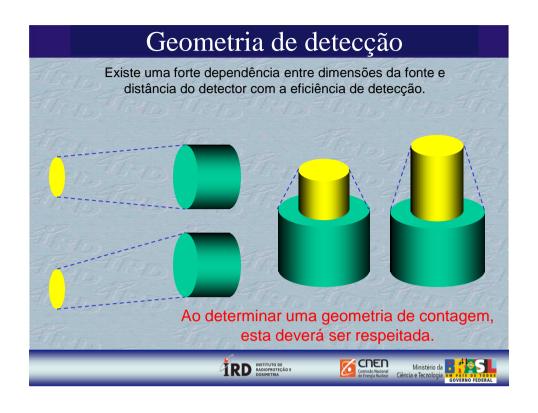


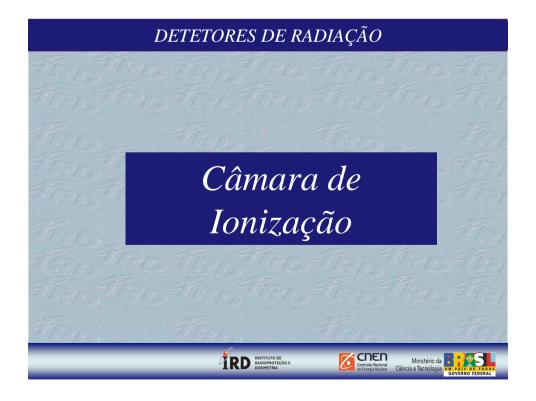


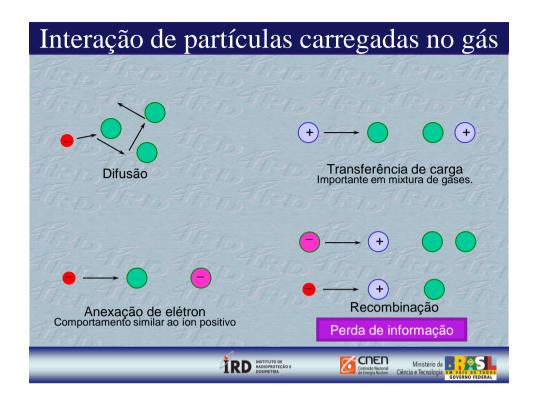


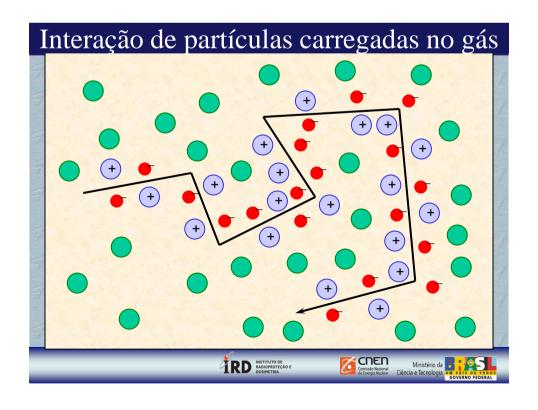










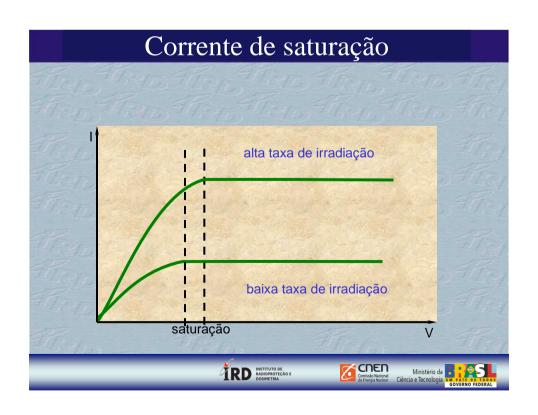


Corrente de ionização Na presença de um campo elétrico, o trânsito de íons e elétrons constituem uma corrente elétrica. Em um detector de pequeno volume submetido a uma irradiação constante, a taxa de formação de cargas estará balanceada pela taxa de perda (recombinação, difusão, etc.), a corrente produzida será uma representação acurada da taxa de formação de pares de íons. A medida desta corrente de ionização é o princípio básico de uma câmara de ionização. | Alta taxa de irradiação tempo

TRD INSTITUTO DE RADIOPROTEÇÃO E DOSIMETRIA

CHEN

Ministério da



Medida de exposição

Exposição (X):

$$X = \frac{dQ}{dm}$$

<u>dQ</u> é valor absoluto da carga total de íons de um dado sinal, produzido no ar, quando todos os elétrons (negativos e positivos) liberados pelos fótons no ar, em uma massa <u>dm.</u> são completamente freados no ar.

A exposição é expressa em C/kg no Sistema Internacional, porém a unidade especial para esta grandeza é o Roentgen (R), $1 R = 2,58 \times 10^{-4} C/kg$.

Nota : A exposição foi criada como forma de quantificar os efeitos da radiação sobre a matéria; foi definida como quantidade de cargas criadas no ar para a irradiação com raios-X e γ .



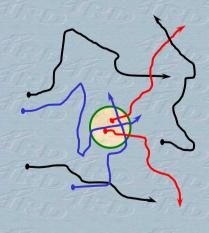






Medida de exposição

Uma CI com ar é adequada para a medida de exposição.



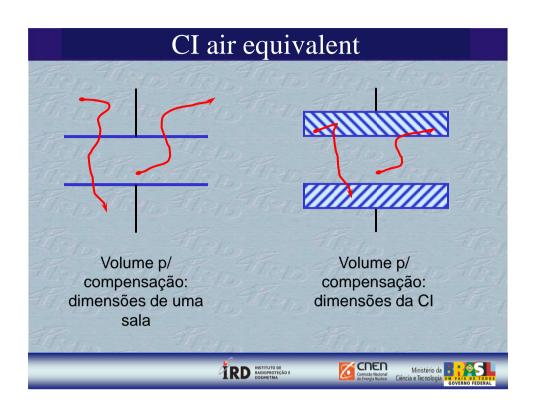
Princípio da compensação : Se a densidade de interação de fótons é uniforme, o volume amostrado registrará uma quantidade de ionização igual a produzida no percurso de todos os elétrons gerados no volume amostrado. Elétrons em vermelho são compensados pelos elétrons em azul.

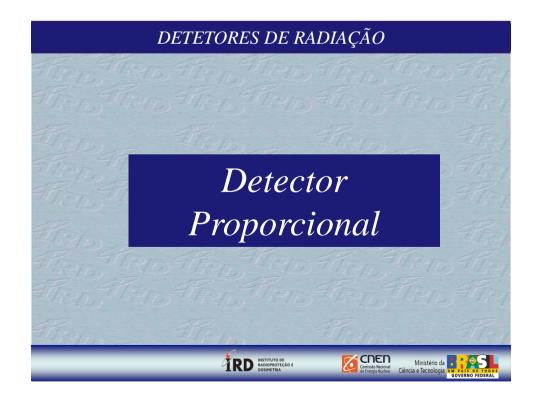












Formação da avalancha

- ✓ Baseado na multiplicação de pares de íons para amplificar a carga original criada no gás.
- ✓ Operado na forma pulso que são consideravelmente maiores que na CI.
- ✓ A multiplicação de pares é consequência do aumento do campo elétrico.

Campo elétrico baixo → pequena velocidade (energia) de íons e elétrons

Campo elétrico alto

grande velocidade (energia) de íons e elétrons

Elétrons com alta energia → provocam ionização secundária que, por sua vez, provocam ionização (formação da cascasta → Towsend avalancha)



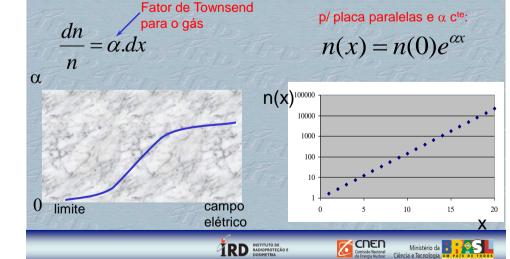


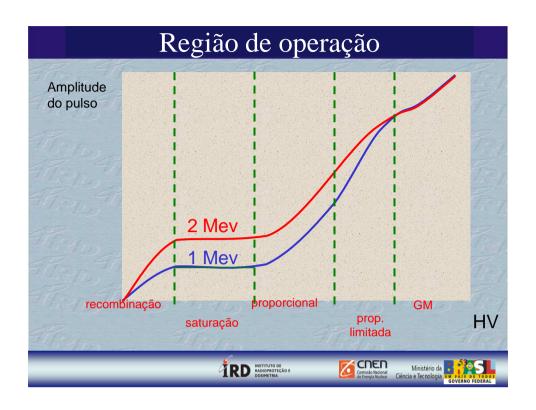


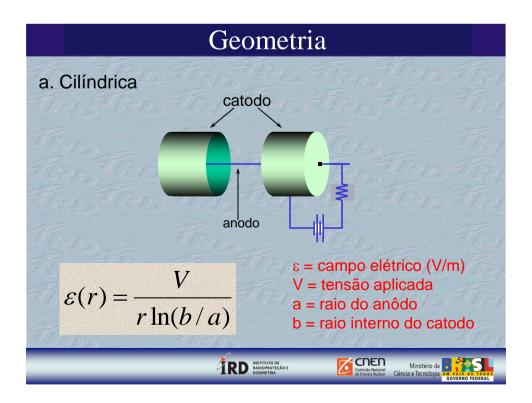


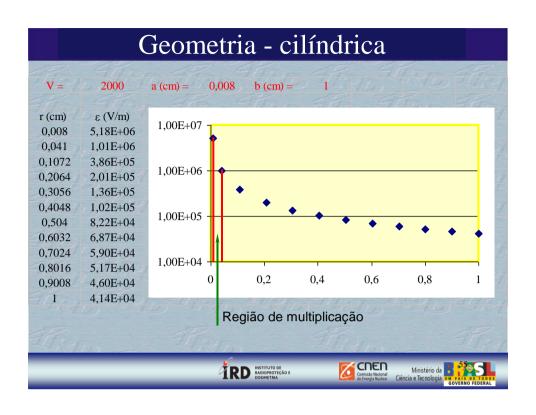
Formação da avalancha

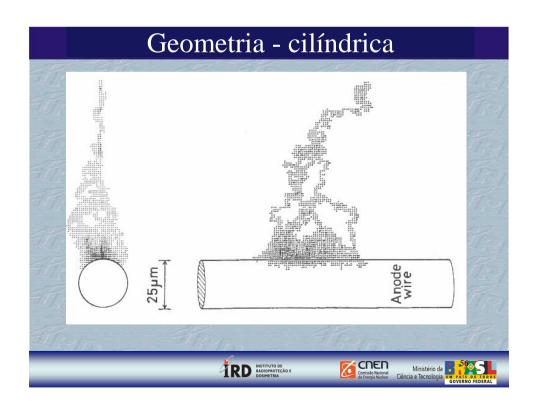
O aumento do número de elétrons por unidade de caminho percorrido é dado pela Equação de Townsend:

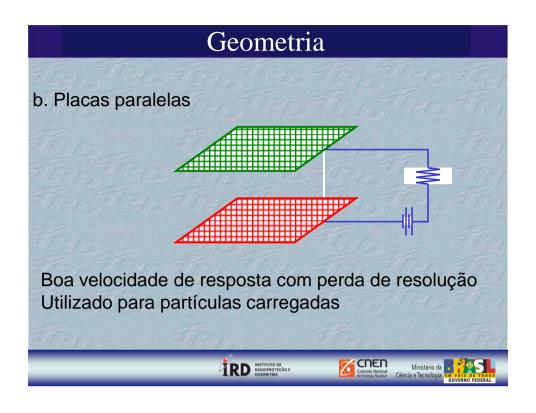


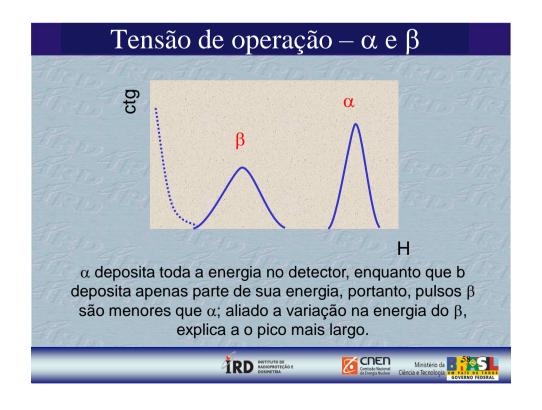


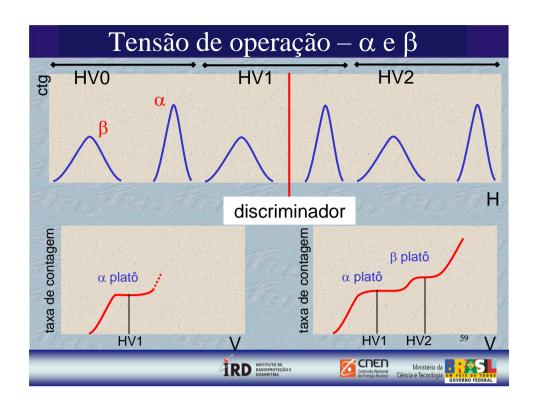


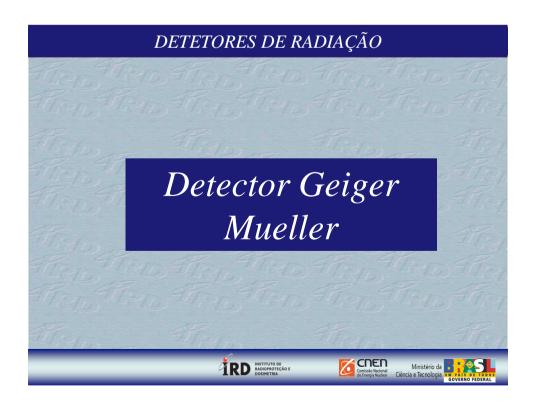












Considerações gerais

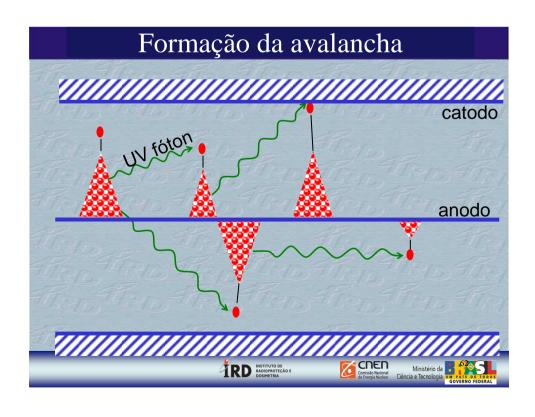
- Os proporcionais são baseados na formação de uma avalancha por elétron. Os Geigers são baseados na formação de várias avalanchas por elétron.
- ✓ Todos os pulsos apresentam a mesma amplitude (na ordem de volts).
- ✓ Eletrônica associada simples baixo custo.
- ✓ Alto tempo morto → utilizado em baixa taxa de contagem.

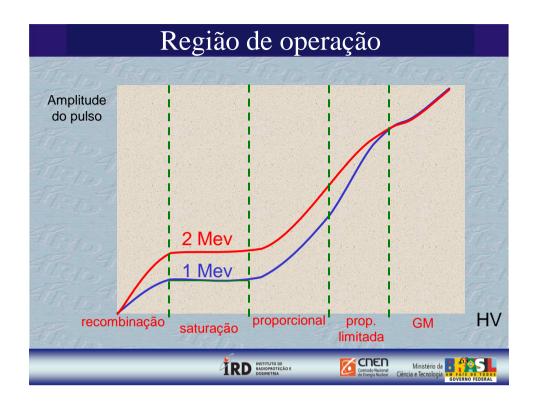


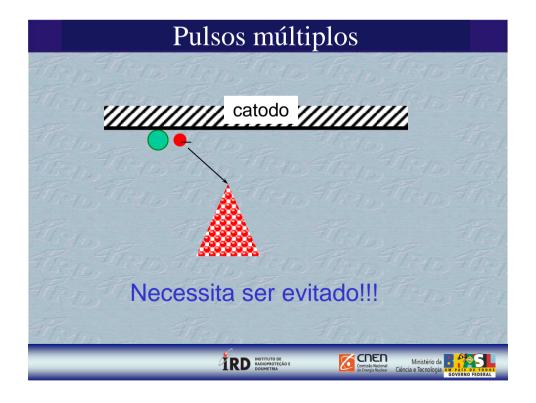












Quenching

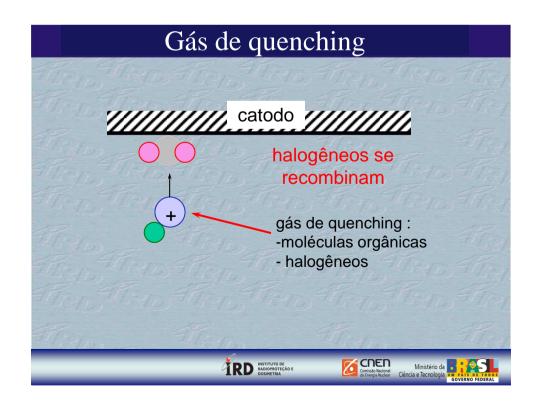
- a. External quenching : redução de HV por um período após cada pulso, inviabilizando nova descarga (dispositivo eletrônico).
- b. Internal quenching : adicionar gás (5-10%) de estrutura molecular complexa de baixo potencial de ionização que, através de colisões com os íons formados, cederão elétrons. Ao atingir o catodo, a energia será liberada pela dissociação destas moléculas complexas.
- Ex. de gás de quenching : moléculas orgânicas e halogêneos. A grande vantagem dos halogêneos é que se recombinam, aumentando a vida útil do detector.

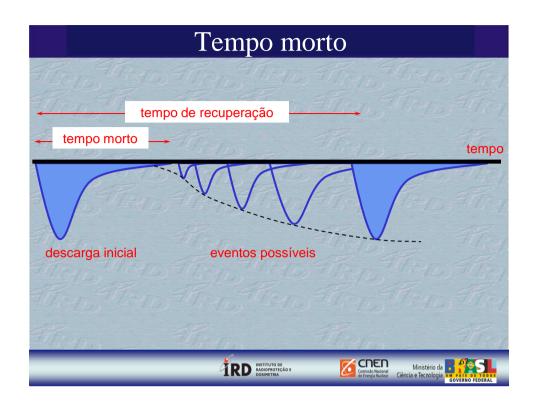


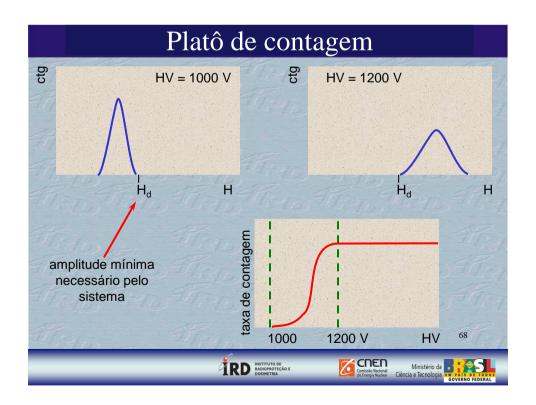


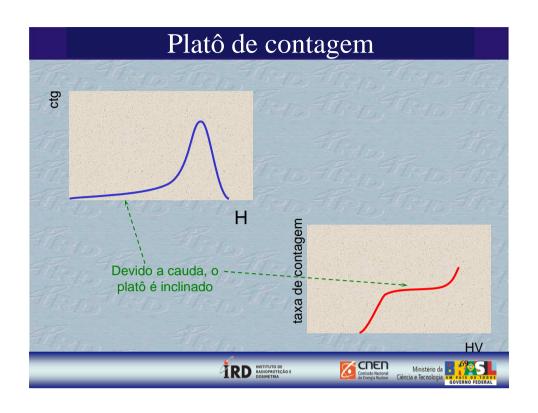


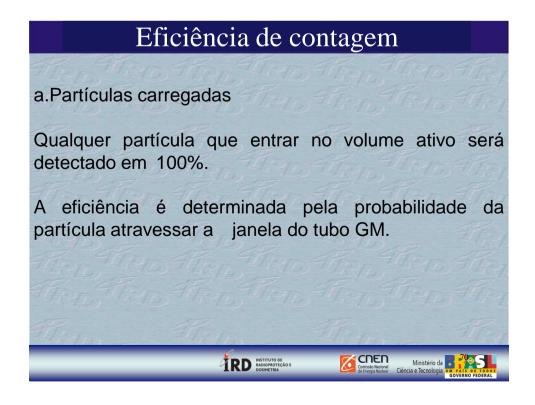












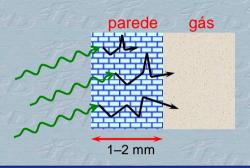
Eficiência de contagem

b. Fótons

A resposta à fótons ocorre devido a interação com a parede do tubo GM.

A eficiência depende de dois fatores:

- 1) da probabilidade da interação.
- 2) da probabilidade de um elétrons atingir o gás.











Eficiência de contagem

A eficiência é dependente da energia do fóton. Alta eficiência para baixas energias comparado com altas energias nas interações com o gás.

Para correlacionar a taxa de contagem com exposição, é necessária a correção de eficiência.

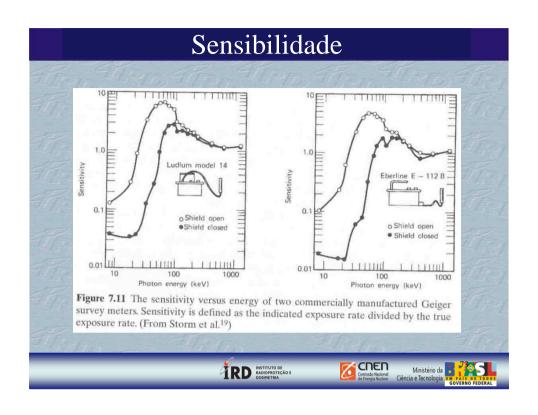
O tubo deve ser recoberto com com uma camada de metal externa para diminuir a eficiência para baixas energias (energy compensation).

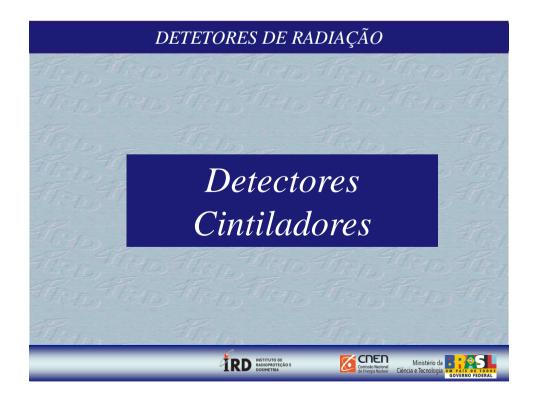












Material cintilador

O material cintilador ideal deveria apresentar as seguintes características:

- 1. Converter a energia cinética de partículas carregadas em luz com alta eficiência de cintilação.
- Conversão linear da quantidade de energia em luz.
- 3. Meio transparente.
- Tempo de decaimento da luminescência curto para geração rápida de pulsos.
- 5. Material de boa qualidade óptica e fácil de produzido em dimensões necessárias para serem utilizadas como detector.
- 6. Índice de refração perto do vidro para permitir o acoplamento do cristal com a fotomultiplicadora.









Material cintilador

Nenhum material apresenta todas estas qualidades, é necessário pesar os prós e contras.

Cintiladores inorgânicos \rightarrow Melhor emissão de luz e linearidade, mas lentos na responta. Devido ao alto Z e ρ , aplicados em espectroscopia gama.

Cintiladores orgânicos → rápidos, mas emitem menos luz. Aplicados em espectroscopia beta e detecção de neutrons rápidos (devido à presença de hidrogênio).

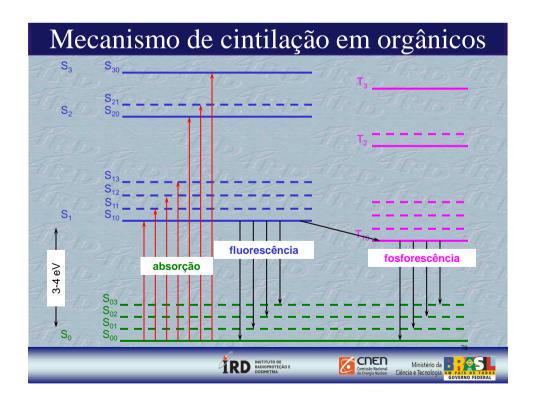


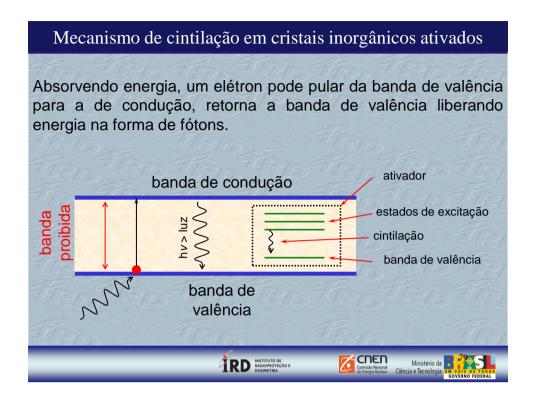


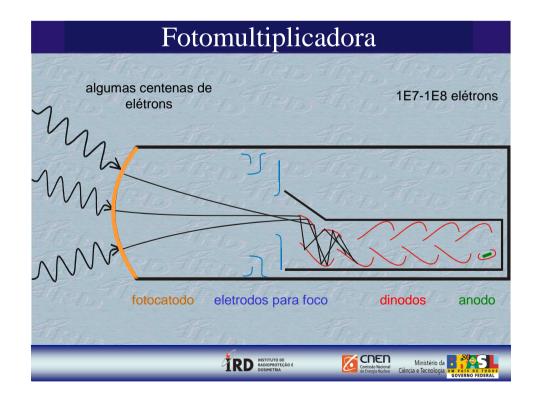


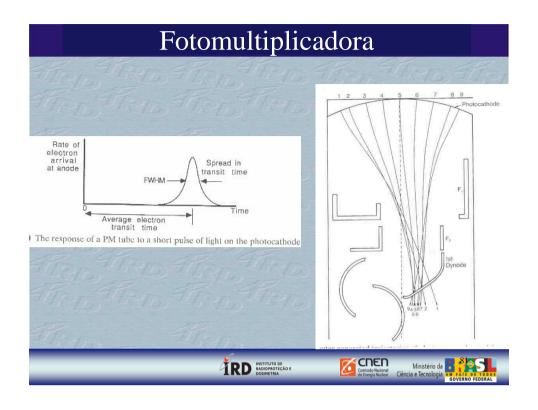


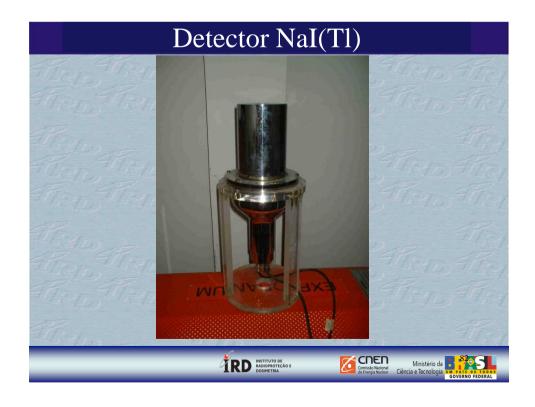
Emissão de luz. Fluorescência → emissão imediata de luz. Fosforescência → maior comprimento de onda e mais lento. Fluorescência retardada → maior tempo de emissão após excitação.

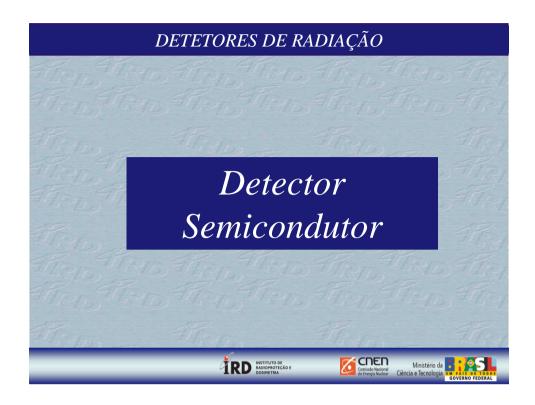












O que é um semicondutor?

Nos materiais cristalinos há 3 bandas de energia: valência, condução e proibida.

Banda de Valência → Camada mais externa onde os elétrons estão ligados à rede cristalina. Nesta banda os elétrons se localizam quando não estão excitados.

Banda de Condução → Banda em que os elétrons se encontram livres e migram pelo cristal.

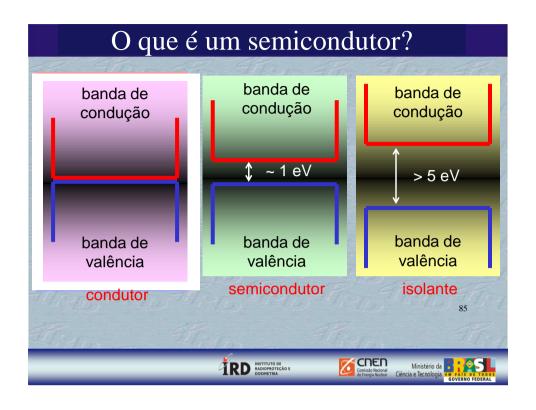
Banda Proibida → Não é premitida a presença de elétrons.

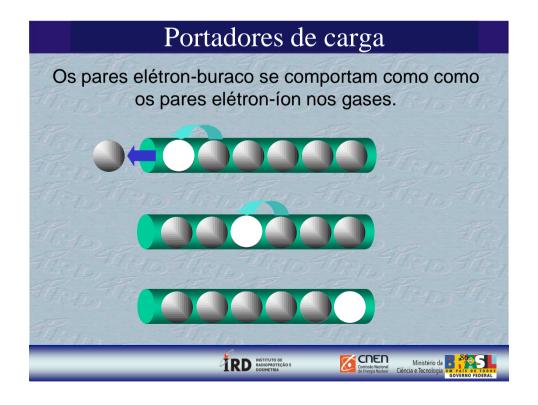


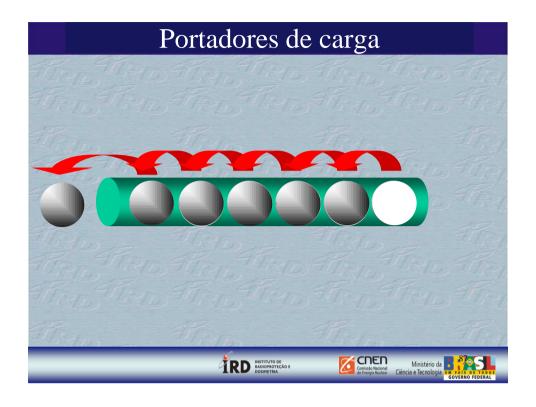






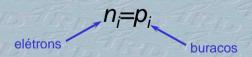






Semicondutor intrínseco

Semicondutores completamente puros apresentam o número de elétrons na banda de condução exatamente igual ao número de buracos na banda de valencia (devido apenas a excitação térmica).



- Embora seja possível sua descrição teórica, não é obtido na prática devido a inviabilidade deste grau de pureza.
- A propriedades elétricas destes materiais são dominados pela impureza residual.









