

IMPLEMENTAÇÃO DAS GRANDEZAS DOSIMÉTRICAS NO BRASIL



Yvone M.
Mascarenhas



SUMÁRIO

Proteção Radiológica - princípios

O que avaliar - Grandezas

Dosimetria Individual Externa

Como atribuir uma dose com dosímetros OSL ou TL

O que esperar da mudança H_x para $H_p(10)$

O USO DA RADIAÇÃO SISTEMA DE PROTEÇÃO RADIOLÓGICA



- O uso de radiação ionizante deve ser **Justificado**
- Medico, Industrial
- Pesquisa e ensino
- Energia
- Militar e segurança.
- outros

Responsável: quem solicita o uso



- **Otimização** da proteção radiológica
- Para otimizar Temos que conseguir avaliar alguma grandeza.

Responsável: supervisor proteção radiológica da Instituição



- **Limitação** de doses individuais
- Para limitar temos que conseguir avaliar alguma grandeza.

PROTEÇÃO RADIOLÓGICA: PARA QUEM?



Público

- Desavisado
- Benefício zero
- Garantia de um local de público livre radiações.



Trabalhador

- Instruído
- Trabalho
- Treinamento
- Responsável também pela proteção do público e do paciente.



Paciente

- Necessidade
- Benefício
- Garante exame de qualidade com técnica apropriada e otimização de dose.

O QUE AVALIAR PARA PODER CONTROLAR?

O que avaliar é a **GRANDEZA**

Uma grandeza física é uma quantidade que pode ser medida e representada por um número associado a uma unidade de medida.

A **medição de uma grandeza** pode ser efetuada por

- 1) **Comparação direta** com um padrão ou com um aparelho de medida (**medição direta**),
- 2) **Ser calculada**, através de uma expressão conhecida, à custa das medições de outras grandezas (**medição indireta**).

EXEMPLO 1



Escolha da grandeza apropriada

- a) Avaliar se uma pessoa esta crescendo
Medimos a **GRANDEZA ALTURA** em **METROS**
- b) Avaliar a probabilidade de doenças cardíacas
Medimos a **GRANDEZA PERIMETRO ABDOMINAL** em **METROS**.

A grandeza ESCOLHIDA depende da análise a ser feita.

Neste caso usamos o mesmo instrumento de medida – fita métrica calibrada em cm.

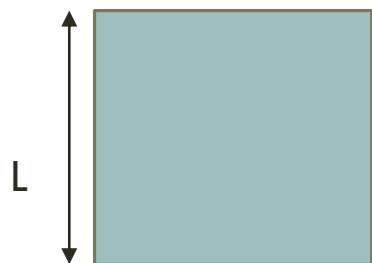
EXEMPLO 2 - PERÍMETRO E ÁREA (CONCEITO)

Barbante + régua + transferidor

Régua = aparelho de medida

Transferidor = aparelho de medida

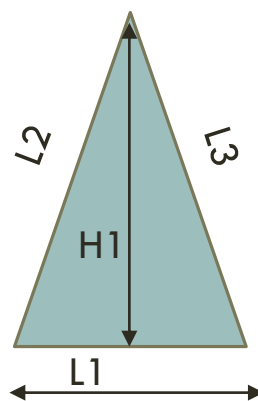
unidade



Perímetro = $4 * L$

Cálculo

Área = $L * L$

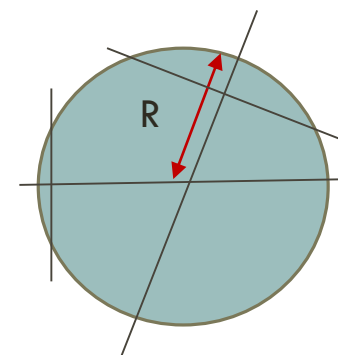


Perímetro = $L1 + L2 + L3$

Cálculo

Área = $\frac{1}{2} L1 * H1$

Tem que medir a altura
(outra grandeza)



Perímetro → mede raio !!

Medido com barbante + régua

Medimos o raio =

Calcula o perímetro = $2\pi R$

Calcula área = $\pi * R^2$

EXEMPLO

Limitantes da medida das grandezas

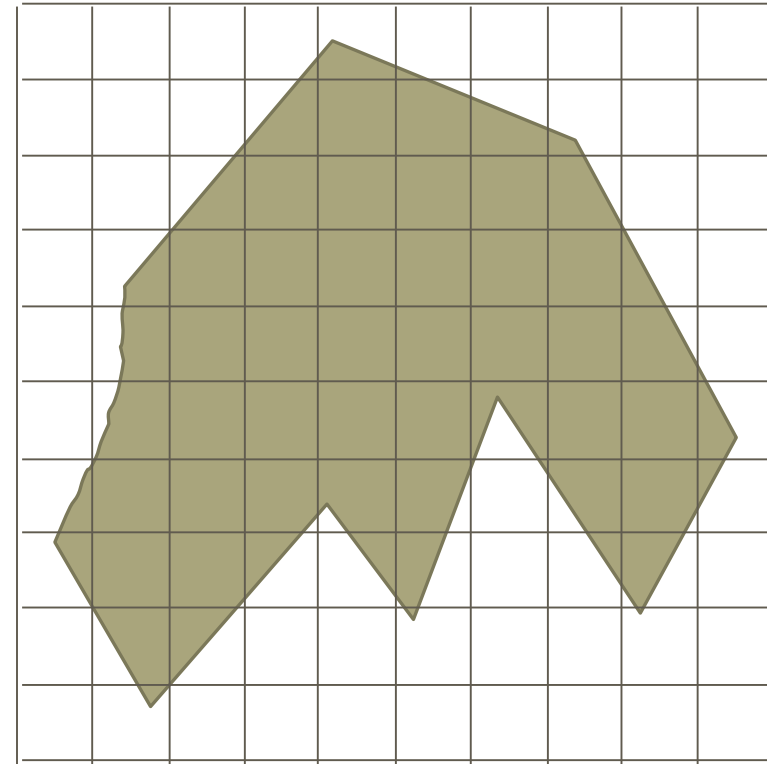
Barbante + régua + algoritmos

Comprimento barbante – limitante

Elasticidade do barbante - limitante

Precisão régua – limitante

.....



RADIAÇÃO

Uso da radiação – Benefícios e Riscos

Objetivo: Maximizar benefícios e minimizar riscos ao homem e ao meio ambiente

Para poder controlar o uso da radiação

Definição das Grandezas



Fundação 1928

Definição Unidades



Fundação 1925

Definição Normatização



Fundação 1957

RADIAÇÃO

Exposição $X = dQ/\delta m$ (Coulombs/Kg)

Sistema internacional – SI : Roentgen $2,58 \times 10^{-4}$ nas CNPT (bom para X e gama)

Dose Absorvida (D) = quantidade de energia absorvida por um elemento de massa.
[J/Kg] = Gray

Equivalente de dose H_x – equivale a medida do dosímetro avaliada em Kerma no ar multiplicado por um fator.

$$H_x = 1,14 * K_a$$

Dose equivalente pessoal $H_p(10)$ = Dose absorvida em tecido mole a uma profundidade de 10mm da superfície da pele. [J/kg] = Sievert

DOSIMETRIA PESSOAL

A) Se enquadra nos **Procedimentos** estabelecidos de **Proteção Radiológica** do trabalhador ocupacionalmente exposto radiação ionizante

B) É um requisito **mandatória**

Saúde (CNEN / MS/ MT)

Industria (CNEN / MT)

Ensino & pesquisa (CNEN/MS/MT)



Certificação Brasil
CASEC/IRD/CNEN
a) Como certificar
b) Limites certificação



SMIE – SERVIÇO
MONITORAÇÃO
INDIVIDUAL
EXTERNA

DOSIMETRIA PESSOAL

CERTIFICAÇÃO CASEC/IRD/CNEN

Início 1995

Serv. certificados no Brasil para H_x

Públicos: 5

Privados: 5

Resumo dos requisitos transição

a) Dose: (0,2 – 2.000) mSv

b) Incidências: normal e angular

c) Condições ambientais: Temp/Umidade/Luminos.

d) Estabilidade do sinal: mínimo 90 dias

Grandeza dosimétrica:

H_x (*transicionando para $H_p(10)$*)

Tipo de radiação: X e gama

N30 – ^{60}Co


Monitor de corpo inteiro

Na Transição para $H_p(10)$

1) É mandatório que tenhamos implantado as grandezas dosimétricas nos Lab. de Calibração para que os SMIES elaborem seu algoritmo apropriado

$\{m_1, m_2, \dots, m_n\} \rightarrow H_{\text{ref}} \text{ (mSv)} \quad H_p(10)$

DOSIMETRIA PESSOAL CERTIFICAÇÃO CASEC/IRD/CNEN

 COMITÊ DE AVALIAÇÃO DE SERVIÇOS DE ENSAIO E CALIBRAÇÃO INSTITUTO DE RADIOPROTEÇÃO E DOSIMETRIA COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR	
LABORATÓRIOS CERTIFICADOS PARA PRESTAÇÃO DE SERVIÇO DE MONITORAÇÃO INDIVIDUAL EXTERNA <i>Janeiro 2016</i>	
CDTN - Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear / CNEN Serviço das Radiações Aplicadas à Saúde - SERAS Av. Presidente Antônio Carlos, 6.627 - Campus da UFMG - Pampulha 31270-901 - Belo Horizonte - MG Tel.: 31-3069-3330 - Fax: 31-3069-3330 E-mail: lcmb@cdtn.br Responsável Técnico: Luiz Cláudio Meira Belo Técnica utilizada: Dosimetria Fotográfica	Laboratório de Proteção Radiológica - DEN / UFPE Av. Prof. Luiz Freire, 1000 - Cidade Universitária 50740-540 - Recife - PE Tel.: 81-3453-6340 - Fax: 81-3453-6340 E-mail: tuelido@lpr-des.com.br Responsável Técnico: Saldado Vira da Silveira Técnica utilizada: Dosimetria Fotográfica
ELETRONUCLEAR - Eletrobras Termonuclear S.A. Serviço de Monitoração Individual Externa BR 101 Sul - Rodovia Governador Mário Covas, km 517 (Rio Santos) - Inuaçu - 4º Dist. de Angra dos Reis 23948-000 - Angra dos Reis - RJ Tel.: 24-3362-9217 - Fax: 24-3362-8452 E-mail: fcruc@eletronuclear.gov.br Responsável Técnico: Frederico Augusto Rocha Cruz Técnica utilizada: Dosimetria Termoluminescente	MRA Comércio de Instrumentos Eletrônicos Laboratório de Dosimetria Pessoal Rua Domício Leite de Assis, 367 - Distrito Industrial Adib Rassi 14680-000 - Jandiraópolis - SP Tel.: 16-3663-8484 - Fax: 16-3663-6699 E-mail: ldp@metrobras.com.br Responsável Técnico: Tiago Chaud de Paula Técnica utilizada: Dosimetria Termoluminescente
IFUSP - Instituto de Física da Universidade de São Paulo Laboratório de Dosimetria Rua do Matão, travessa R. 187 05508-090 - São Paulo - SP Tel.: 11-3091-4993 - Fax: 11-3031-2742 E-mail: labdos@if.usp.br Responsável Técnico: Emílio Okuno Técnica utilizada: Dosimetria Termoluminescente	PRO-RAD Consultores em Radioproteção SS Ltda Rua Rui Barbosa, 118 - Vila Jardim América 94620-510 - Cachoeirinha - RS Tel.: 51-3204-3500 - Fax: 51-3287-3533 E-mail: prorad@prorad.com.br Responsável Técnico: Sérgio Luiz Lena Souto Técnica utilizada: Dosimetria Termoluminescente
IPDR - Instituto Paulista de Dosimetria das Radiações Ltda Rua Vergueiro, 2503 - Vila Mariana 04101-200 - São Paulo - SP Tel.: 11-5575-1426 - Fax: 11-5575-7727 E-mail: dosimetria@ipdr.com.br Responsável Técnico: Cláudio Manoel Cardenete Técnica utilizada: Dosimetria Termoluminescente	SAPRA LANDAUER - Serviços de Assessoria e Proteção Radiológica Rua Cid Silva Cesar, 600 13562-900 - São Carlos - SP Tel.: 16-3365-2700 - Fax: 16-3372-1324 E-mail: sapra@sapra.com.br Responsável Técnico: Yvone Maria Mascarenhas Técnica utilizada: Dosimetria Luminescente Ópticamente Estimulada Responsável Técnico: Maria de Fátima de Andrade Magou Técnica utilizada: Dosimetria Termoluminescente
IPEN - Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares / CNEN Laboratório de Dosimetria Termoluminescente Av. Prof. Lima Prestes, 2242 - Cidade Universitária 05508-000 - São Paulo - SP Tel.: 11-3133-0654 - Fax: 11-3133-0678 E-mail: mpmunes@ipen.br Responsável Técnico: Maria Goretti Nunes Técnica utilizada: Dosimetria Termoluminescente	TEC-RAD Tecnologia em Radioproteção Ltda Rua Paraná, 70 - Vila Jussara 06321-210 - Carapicuíba - SP Tel.: 11-4187-0450 - Fax: 11-4187-2443 E-mail: tec-rad@tec-rad.com.br Responsável Técnico: Edson Benedito Marcos Técnica utilizada: Dosimetria Termoluminescente
IRD - Instituto de Radioproteção e Dosimetria / CNEN Serviço de Monitoração Individual Externa Laboratório de Dosimetria de Fótons Av. Salvador Allende, s/n - Barra da Tijuca 22783-127 - Rio de Janeiro - RJ Tel.: 21-2173-2813; 2173-2814 - Fax: 21-2173-2806 E-mail: idf@ird.gov.br; idf-ldf@cnen.gov.br Responsável Técnico: Everson Rodrigues da Silva Técnica utilizada: Dosimetria Termoluminescente	

Observação:
Os Laboratórios listados estão Certificados pelo CASEC/IRD/CNEN
comente para prestar serviços de monitoração individual externa de
corpo inteiro para feixe de fótons. Relação constante no site
www.ird.gov.br.

**Laboratórios de dosimetria
pessoal (SMIEs) certificados.
Temos hoje no Brasil:**

# Laboratório	Técnica
8	TLD
1	OSL
2	Filme - mudando para TLD ou OSL

DOSIMETRIA PESSOAL: TL OU OSL

Etapa 1: Material + Radiação Ionizante → Estado Excitado Meta Estável

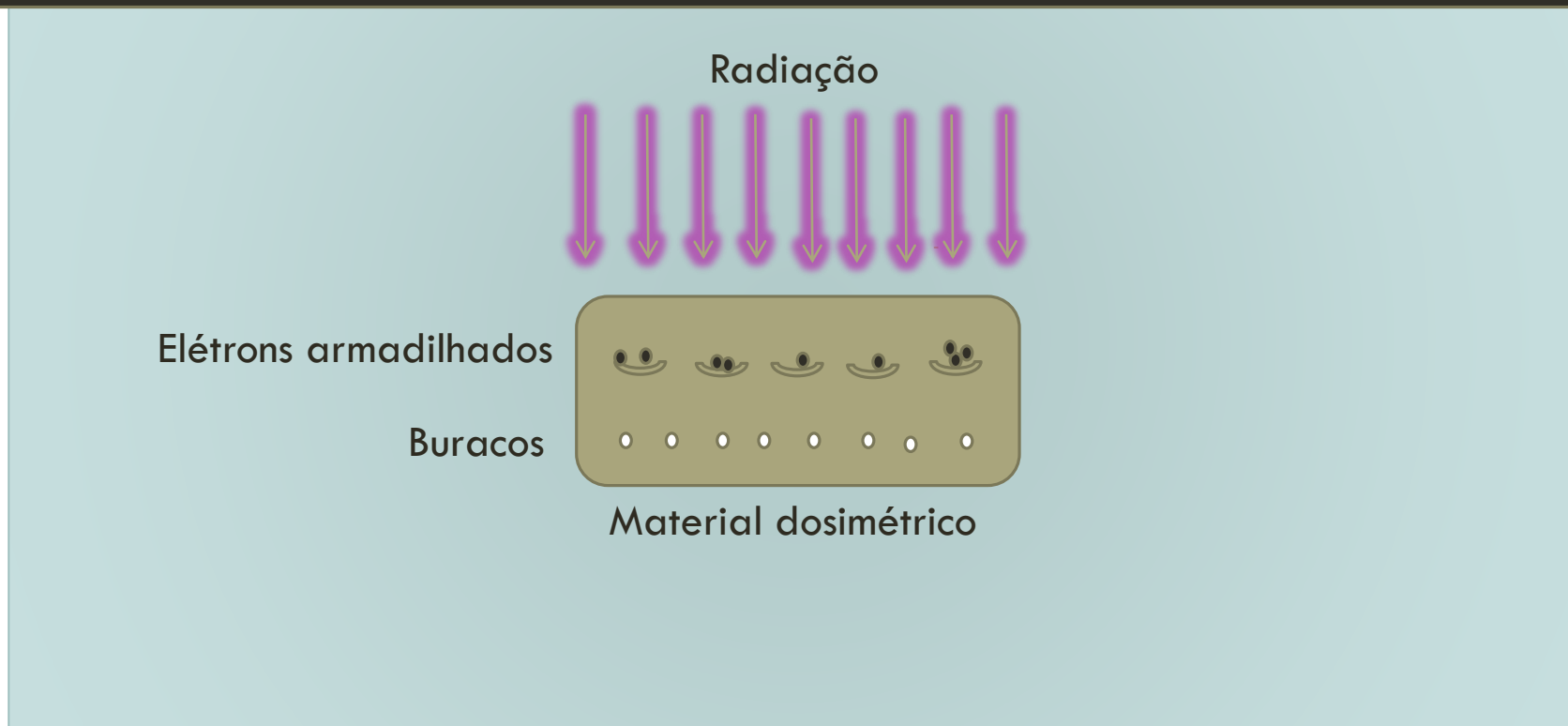
Etapa 2: Estado Meta Estável + Excitação Controlada → Luminescência

Etapa 3 : Luminescência + algoritmo → Dose

- Porta dosímetro que acomoda os elementos dosimétricos e filtros
- Para cada componente desse processo temos características específicas que devem ser consideradas.
- É somente na etapa 3 que temos a definição de **grandezas e unidades** para avaliação da dose objetivando a proteção radiológica de Indivíduo Ocupacionalmente Exposto - IOE

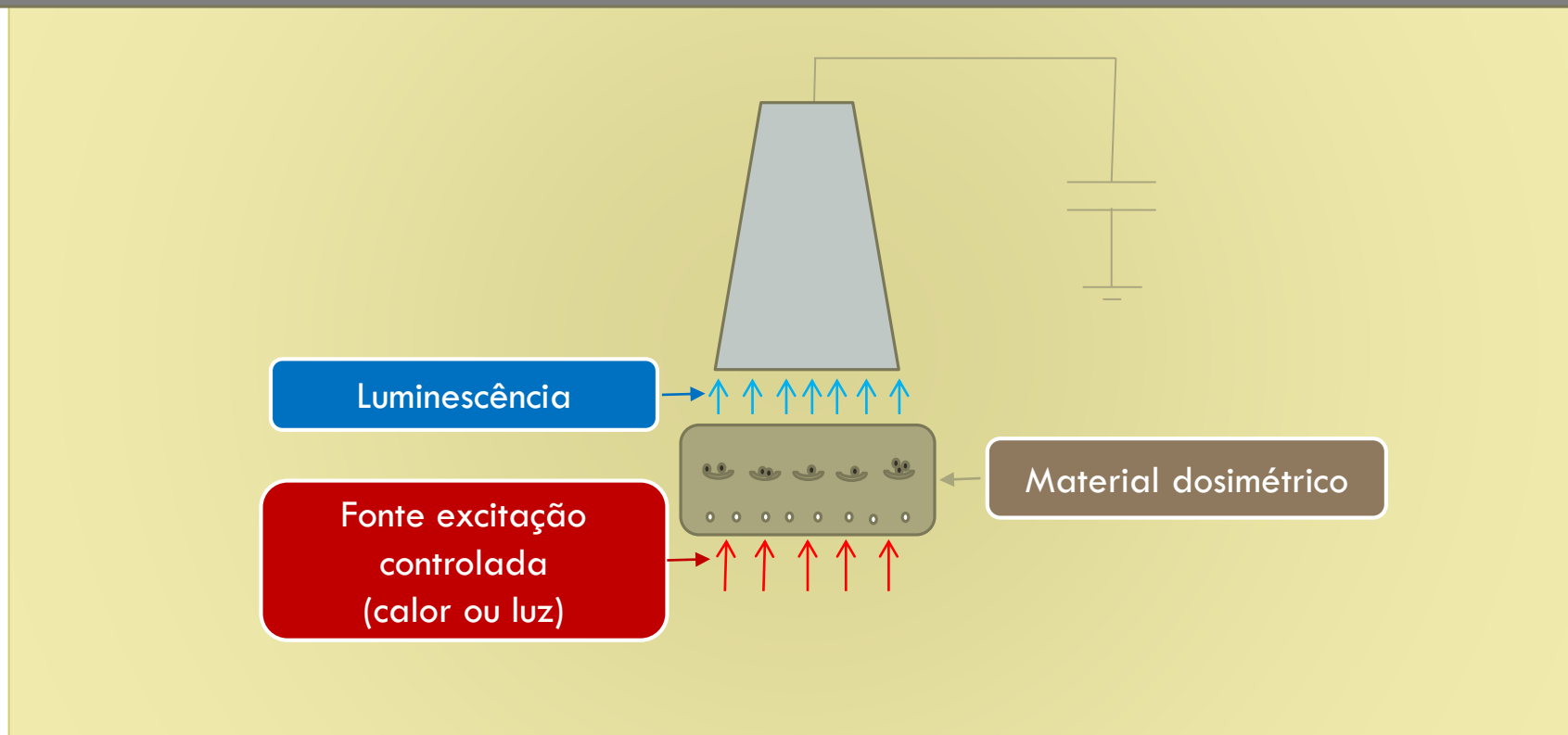
DOSIMETRIA PASSIVA, TEMOS VARIAS ESCOLHAS: TÉCNICA, MATERIAL, PORTA DOSÍMETRO, TEMPO, LOCAL E **GRANDEZA**

Etapa 1: Material + Radiação Ionizante → Estado Excitado Meta Estável



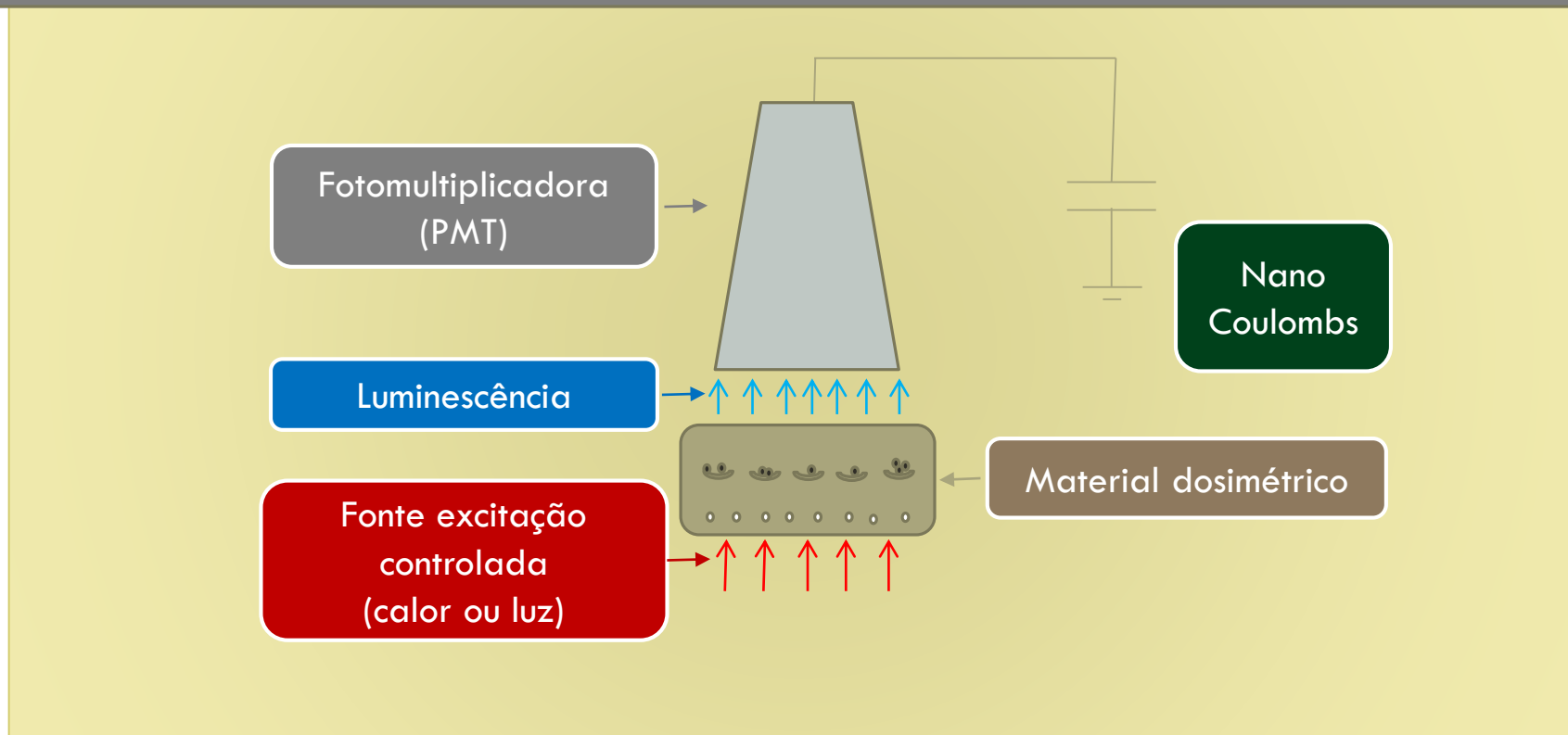
DOSIMETRIA PASSIVA, TEMOS VARIAS ESCOLHAS: TÉCNICA, MATERIAL, PORTA DOSÍMETRO, TEMPO, LOCAL E **GRANDEZA**

Etapa 2: Estado Meta Estável + Excitação Controlada → Luminescência



DOSIMETRIA PASSIVA, TEMOS VARIAS ESCOLHAS: TÉCNICA, MATERIAL, PORTA DOSÍMETRO, TEMPO, LOCAL E **GRANDEZA**

Etapa 2: Estado Meta Estável + Excitação Controlada → Luminescência



DOSIMETRIA PASSIVA, TEMOS VARIAS ESCOLHAS: TÉCNICA, MATERIAL, PORTA DOSÍMETRO, TEMPO, LOCAL E **GRANDEZA**

Etapa 3 : Luminescência + algoritmo → Dose

Como relacionar o que medimos?

$\{m_1, m_2, \dots, m_n\} \rightarrow \text{Dose (mSv)}$

H_x

$H_p(10)$

Exposição - Gy

Como ser preciso e correto no domínio necessário para dosimetria pessoal?

Considerar as variáveis de influência {tipo de radiação , energia, ângulo incidência, range de resposta, condições ambientais, estabilidade}

DOSIMETRIA PESSOAL – COMO ATRIBUIR DOSE

DIFERENÇA ENTRE H_x E $H_p(10)$

Não temos uma dosimetria absoluta – sempre é necessário elaborar um algoritmo que relacione as medidas com um **valor de Dose conhecido**.

$$\{m_1, m_2, \dots, m_n\} \rightarrow \text{Dose (mSv)}$$

É nesse momento que :

- 1) Conhecemos exposição – mGy livre no ar (câmara de ionização)
- 2) Como relacionar a Dose (mSv) com o valor de Exposição (mGy)

H_x : Equivalente de Dose (mSv)=1,14 mGy para todo o range de energia (Raios-x a ^{60}Co)

$H_p(10)$: Dose equivalente , definida como sendo a dose a uma profundidade de 10mm da superfície do fantom – depende da qualidade e ângulo de incidência do feixe de radiação .

Para energia $> 100\text{keV}$, os resultados são muito próximos $H_p(10) \sim H_x$

5.5.5. Grandeza operacional para monitoração individual

São grandezas definidas no indivíduo, em um campo de radiação real, e devem ser medidas diretamente sobre o indivíduo. Como seus valores podem variar de pessoa para pessoa e com o local do corpo onde são feitas as medições, é necessário se obter valores que sirvam de referência. Como os dosímetros individuais não podem ser calibrados diretamente sobre o corpo humano, eles são expostos sobre fantomas. Devido à dificuldade de fabricação da esfera ICRU, são utilizados simuladores alternativos, por exemplo, em forma de paralelepípedo, feitos de polimetilmetacrilato (PMMA) de dimensões 30 cm x 30 cm x 15 cm, maciços ou cheios de água.

5.5.5.1. *Equivalente de Dose Pessoal (Individual dose equivalent), $H_p(d)$*

O *Equivalente de dose pessoal* $H_p(d)$ é o equivalente de dose em tecido mole, numa profundidade d , abaixo de um ponto especificado sobre o corpo. A unidade utilizada é também o sievert. Da mesma forma que no *Equivalente de dose direcional*, tem-se: $H_p(0,07)$ e $H_p(3)$ para pele e cristalino para radiações fracamente penetrantes, respectivamente e, $H_p(10)$ para as radiações fortemente penetrantes.

O $H_p(d)$ pode ser medido com um detector encostado na superfície do corpo, envolvido com uma espessura apropriada de material tecido-equivalente.

5.5.5.2. *Equivalente de dose para fótons (Photon dose equivalent), H_X*


Para fótons com energia menor que 3 MeV, H_X é igual à leitura de um dosímetro de área que, calibrado na câmara de ar-livre com as radiações gama do ^{60}Co para a medição da *Exposição X* , em Roentgen, multiplicada pelo fator $C_1 = 38,76 \text{ Sv } \text{C}^{-1} = 0,01 \text{ Sv } \text{R}^{-1}$.

$$H_X = C_1 \cdot X \quad (\text{Sv})$$

Para monitoração individual para fótons, o *Equivalente de Dose $H_p(10)$* pode ser provisoriamente substituído pela *Dose Individual H_X* , superfície do tórax, calibrado em *Kerma no ar*, multiplicado pelo fator $f = 1,14 \text{ Sv } \text{Gy}^{-1}$.

$$H_p(10) \cong H_X = f \cdot K_{ar} \quad (\text{Sv})$$

LABORATÓRIOS DE CALIBRAÇÃO CERTIFICAÇÃO CASEC/IRD/CNEN



COMITÊ DE AVALIAÇÃO DE SERVIÇOS DE ENSAIO E CALIBRAÇÃO
INSTITUTO DE RADIOPROTEÇÃO E DOSIMETRIA
COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR

Janeiro 2016

LABORATÓRIOS CERTIFICADOS PARA PRESTAÇÃO DE SERVIÇO DE CALIBRAÇÃO DE INSTRUMENTOS DE MEDIÇÃO PARA RADIAÇÕES IONIZANTES USADOS EM RADIOPROTEÇÃO

Laboratório Designado pelo INMETRO como Laboratório Nacional de Metrologia das Radiações Ionizantes

IRD - Instituto de Radioproteção e Dosimetria / CNEN - Laboratório de Calibração
 Av. Salvador Allende, s/n - Recreio dos Bandeirantes - 22780-160 - Rio de Janeiro - RJ
 Tel: 21 - 2173-2858 - Fax: 21 - 2442-1605
 E-mail: cliente@ird.gov.br
 Responsável Técnico: Tânia S. Cabral

Laboratórios Certificados pelo CASEC/IRD/CNEN

CDTN - Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear / CNEN.
 Serviço das Radiações Aplicadas à Saúde - SERAS
 Av. Presidente Antônio Carlos, 6.627 - Campus da UFMG - Pampulha
 31270-901 - Belo Horizonte - MG
 Tel: 31-3069-3330; 3069-3429 - Fax: 31-3069-3425
 E-mail: soares@cdm.br
 Responsável Técnico: Carlos Manoel Assis Soares
 Certificação: Calibração de instrumentos com radiação gama e Calibração de monitores de contaminação alfa e/ou beta.

ELETRONUCLEAR - Eletrobrás Termonuclear S.A.
 Laboratório de Calibração de Monitores de Radiação
 Rodovia Governador Mário Covas BR101 Km 517 s/n - Praia de Itorna
 23948-000 - Angra dos Reis - RJ
 Tel: 24-3362-8189 - Fax: 24-3362-8189
 E-mail: lcnr@eletronuclear.gov.br
 Responsável Técnico: Willian Ferreira Cardoso
 E-mail: wilcar@eletronuclear.gov.br
 Certificação: Calibração de instrumentos com radiação gama e Calibração de monitores de contaminação alfa e/ou beta.

**Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares
 IPEN-CNEN/SP**
 Laboratório de Calibração de Instrumentos - LCI
 Av. Prof. Linus Pauling, 2242 - Cidade Universitária
 05508-900 - São Paulo - SP
 Tel: 11-3133-9661 - Fax: 11-3133-9671
 E-mail: sac.calibracao@ipen.br
 Responsável Técnico: Maria da Penha Albuquerque Potens
 Certificação: Calibração de instrumentos com radiação gama e Calibração de monitores de contaminação alfa e/ou beta.

**Laboratório de Metrologia das Radiações Ionizantes
 Universidade Federal de Pernambuco**
 Departamento de Energia Nuclear
 Av. Prof. Luiz Freire, 1000 - Cidade Universitária
 50740-540 - Recife - PE
 Tel: 81-2126-8708 - Fax: 81-2126-7988
 E-mail: metrologia@ufpe.br
 Responsável Técnico: Vinicius Saito M. de Barros
 Certificação: Calibração de instrumentos com radiação gama e Calibração de monitores de contaminação alfa e/ou beta.

METROBRAS - Centro de Ensaios e Pesquisas em Metrologia
 Laboratório de Calibração de Monitores de Radiação
 Rua Domiciano Leite de Assis, 367 - Distrito Industrial Adib Rassi
 14680-000 - Jandópolis - SP
 Tel: 16-3663-8484 - Fax: 16 - 3663-6699
 E-mail: sac@metrobras.com.br
 Responsável Técnico: Marina A. Pires
 Certificação: Calibração de instrumentos com radiação gama e Calibração de monitores de contaminação alfa e/ou beta.

Universidade do Estado do Rio de Janeiro
 Laboratório de Ciências Radiológicas
 Departamento de Biofísica e Biometria
 Rua São Francisco Xavier, 524 - Maracanã
 Pavilhão Haroldo Lisboa da Cunha - Sala 136 - Térreo
 20550-900 - Rio de Janeiro - RJ
 Tel: 21-2334-0725 - Fax: 21 - 2234-2143
 E-mail: labmetro@uerj.br
 Responsável Técnico: Elizabeth de Oliveira Fernandes e Mariano Gazimeu David.
 Certificação: Calibração de instrumentos com radiação gama e Calibração de monitores de contaminação beta; e Calibração de câmara de poço para braquiterapia.

Observação:
 Os Laboratórios acima listados estão Certificados para, também, prestar Serviços de Irradiação de Monitores Individuais com Fontes Radioativas Gama. Relação constante no site www.ird.gov.br.

6 Laboratórios de Calibração certificados pelo CASEC.

São os laboratórios de calibração que nos fornecem a informação que é o “coração” da dosimetria pessoal .

$\{m_1, m_2, \dots, m_n\}$ → Dose (mSv)
↑
 medidas dado de entrada

SISTEMA DOSIMETRIA PESSOAL

CASEC / IRD / CNEN

Projeto Regulatório /
certificação
primeiro ensaio em
Hp(10) já foi realizado

Requisitos sendo
finalizados

Serviços de dosimetria Individual Externa

Estão em processo de
adequação.

Grande esforço visto
que tudo acontece com
os serviços em
operação normal
Brasil ~ 180.000
usuários mês

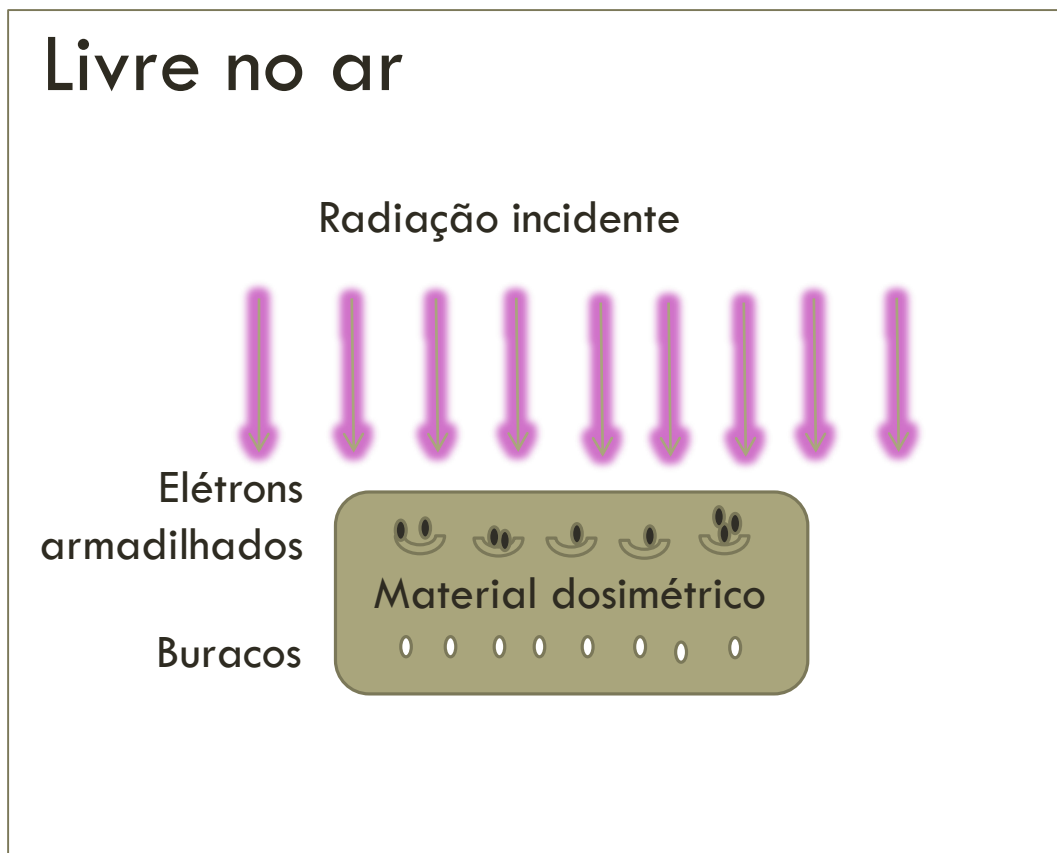
Laboratórios de Calibração

Estão adequados.
Certificação: CASEC



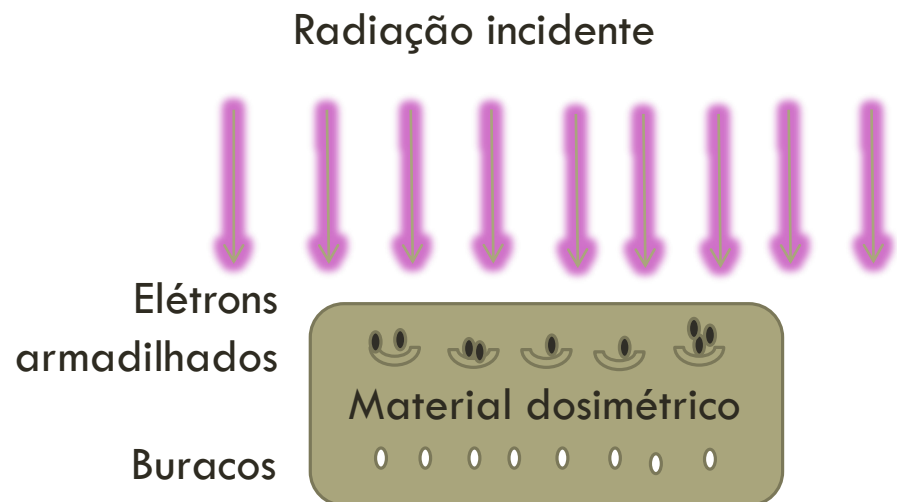
Forte inter-relação e dependência desses 3 agentes com objetivo de oferecer
ferramentas de proteção radiológica ao usuário.

PRINCIPAL DIFERENÇA FÍSICA — FEIXE NORMAL

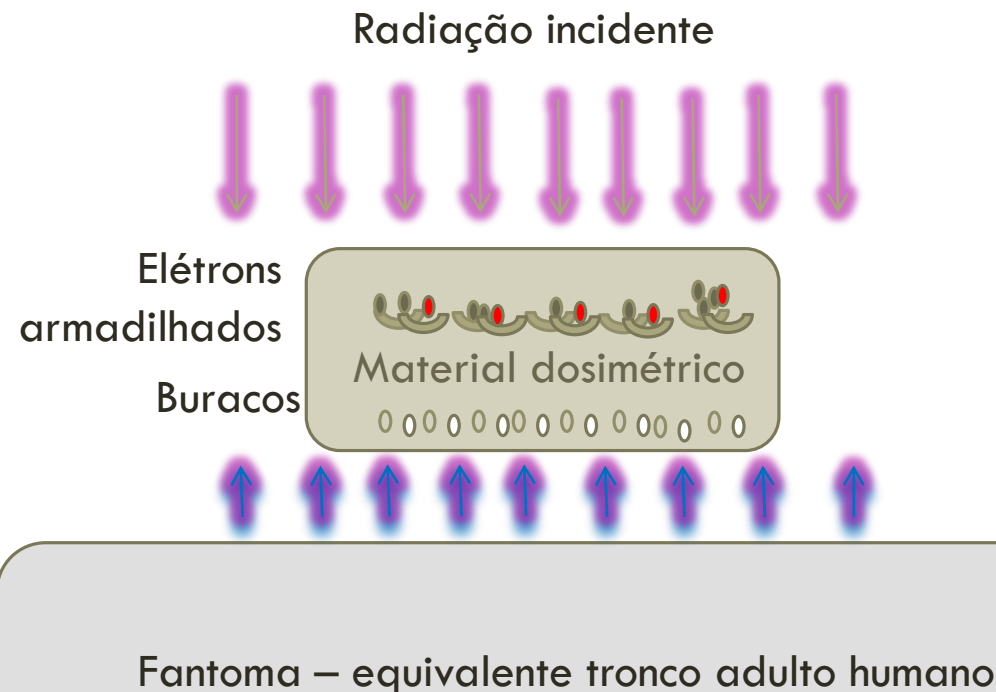


PRINCIPAL DIFERENÇA FÍSICA – FEIXE NORMAL

Livre no ar

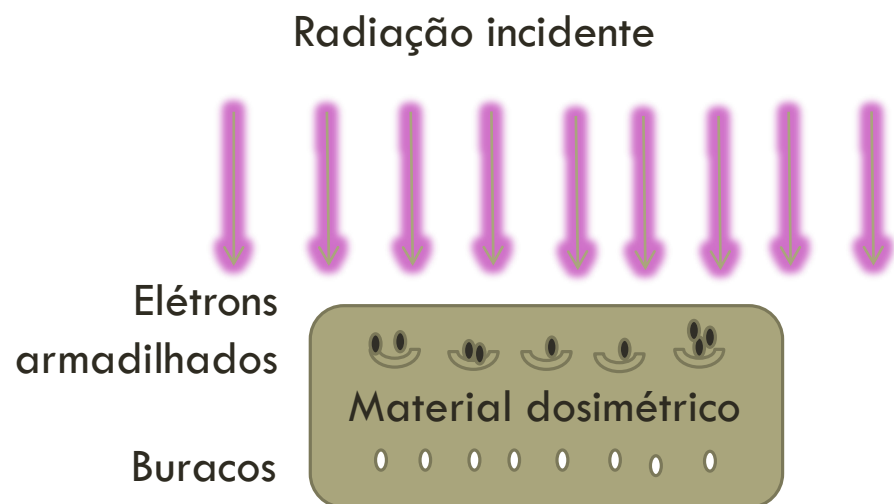


Sobre o fantoma

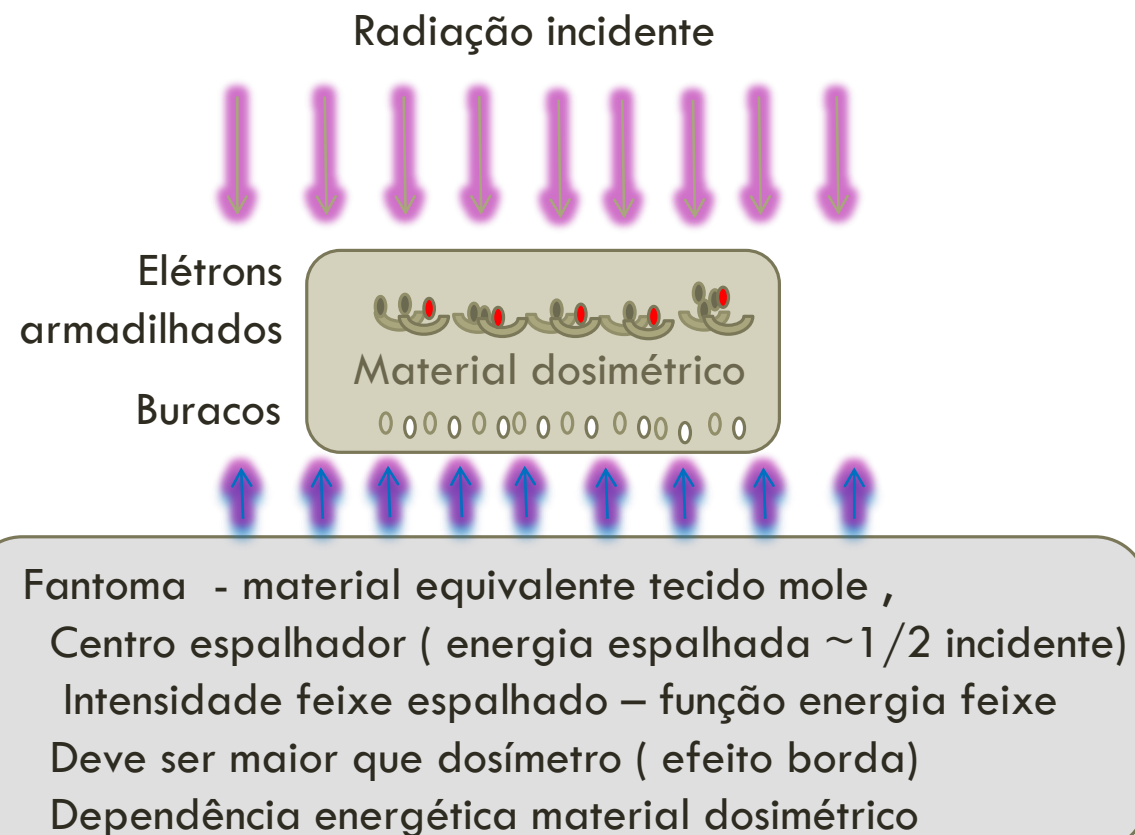


PRINCIPAL DIFERENÇA FÍSICA – FEIXE NORMAL

Livre no ar



Sobre o fantoma

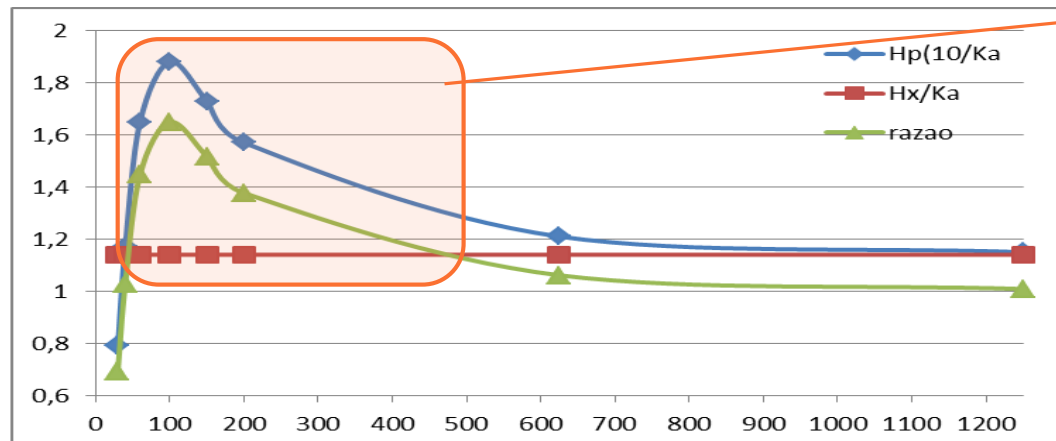


USUÁRIOS COM MAIOR IMPACTO

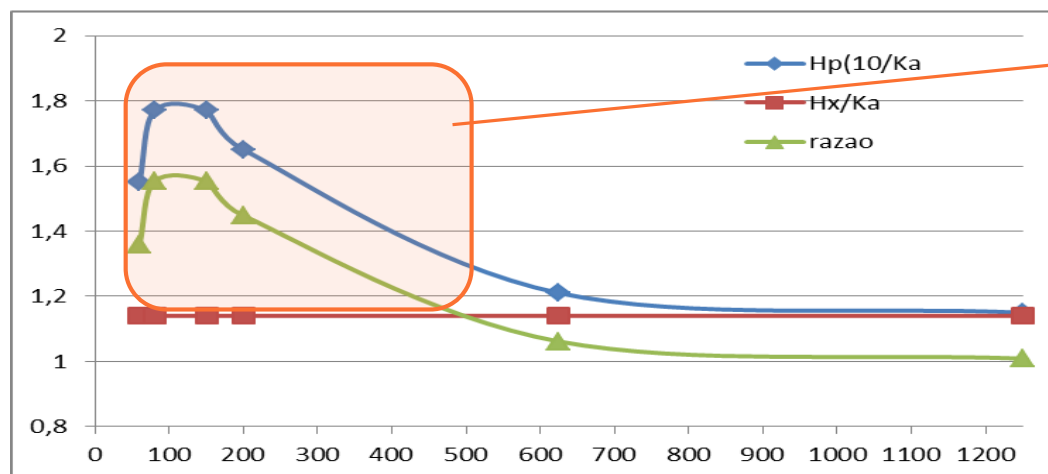
Coeficientes de Conversão – ISO 4037-3

Tese mestrado Christiana Santoro - UFPe

Incidencia Normal			
Qualidade N	Hp(10)/Ka	Hx/Ka	Razão Hp(10)/Hx
30	0,79	1,14	0,69
40	1,17	1,14	1,03
60	1,65	1,14	1,45
100	1,88	1,14	1,65
150	1,73	1,14	1,52
200	1,57	1,14	1,38
625	1,21	1,14	1,06
1250	1,15	1,14	1,01
			Ka = kerma no ar
Incidencia Normal			
Qualidade W	Hp(10)/Ka	Hx/Ka	Razão
60	1,55	1,14	1,36
80	1,77	1,14	1,55
150	1,77	1,14	1,55
200	1,65	1,14	1,45
625	1,21	1,14	1,06
1250	1,15	1,14	1,01



Região de maior impacto de mudança de unidade



Região de maior impacto de mudança de unidade

QUEM SÃO OS USUÁRIOS

Classificação de uso:

Saúde

*Radiodiagnóstico
Radioterapia
Medicina Nuclear
Radioimuno*

Indústria

*Produção Energia
Controle qualidade
Radiografia*

Ensino & pesquisa

*Raios X,
elétrons,
nêutrons,
marcadores*

O QUE TEMOS NO BRASIL

Estimativa ~180.000 – 200.000 usuários de dosimetria:

Tipo	% **	# Estimado de usuários	Relevância mudança unidade
Indústria	11%	22.000	baixa
Ensino & Pesquisa	2,6%	5.200	media
Saúde	77,4%	154.800	
Radioterapia	3,1%	6.200	baixa
Medicina Nuclear	6%	12.000	baixa
Radiodiagnostico	68,3%	136.600	Maior impacto
outros	9%	18.000	

** Dados baseados na distribuição do BD da Sapra

CONCLUSÃO

Vamos ter uma dosimetria pessoal

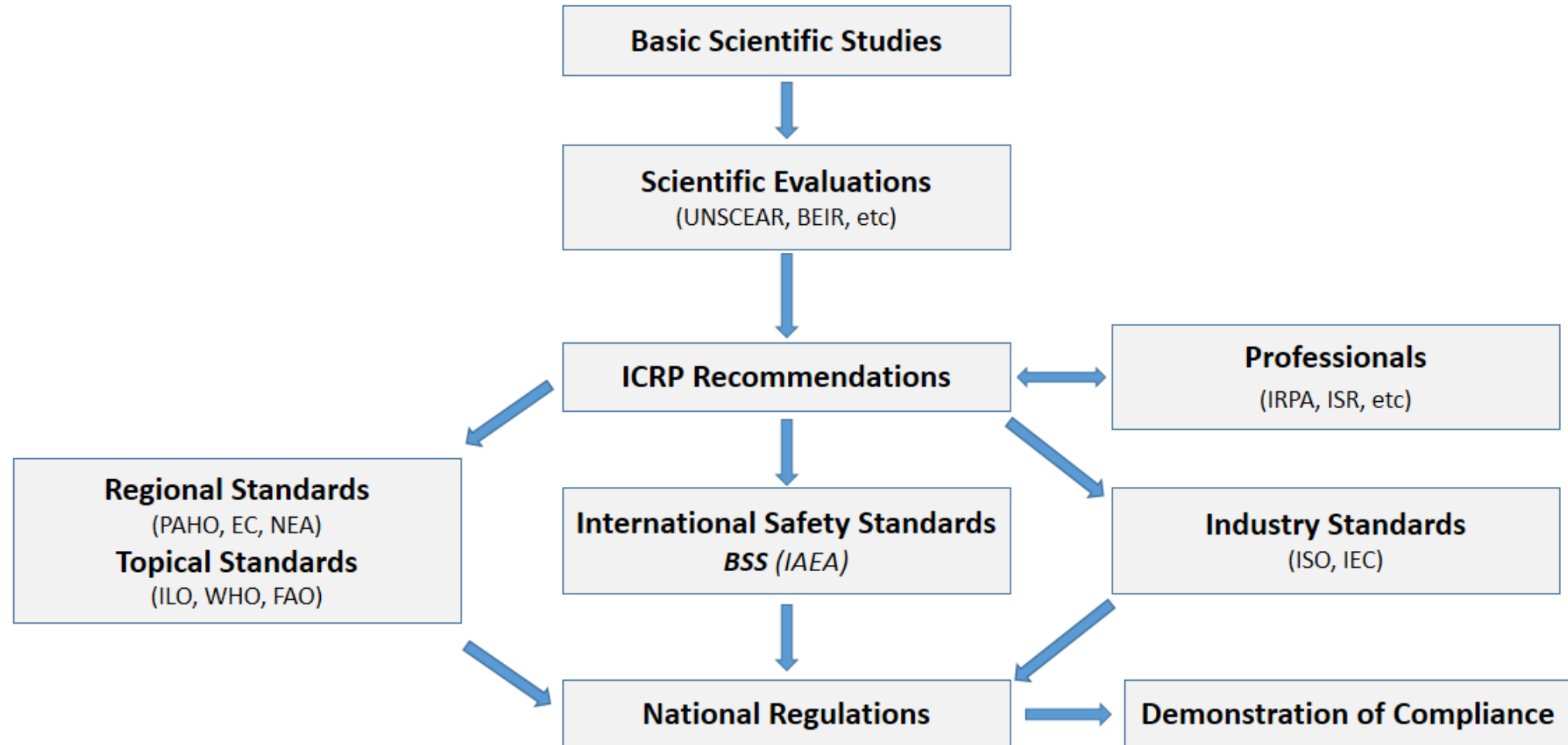
- Fisicamente mais adequada ao individuo
- Alinhada internacionalmente com os princípios de proteção radiológica
- Rastreável internacionalmente em diversos laboratórios
- Compatível para IOE que trabalham em diferentes países

FIM

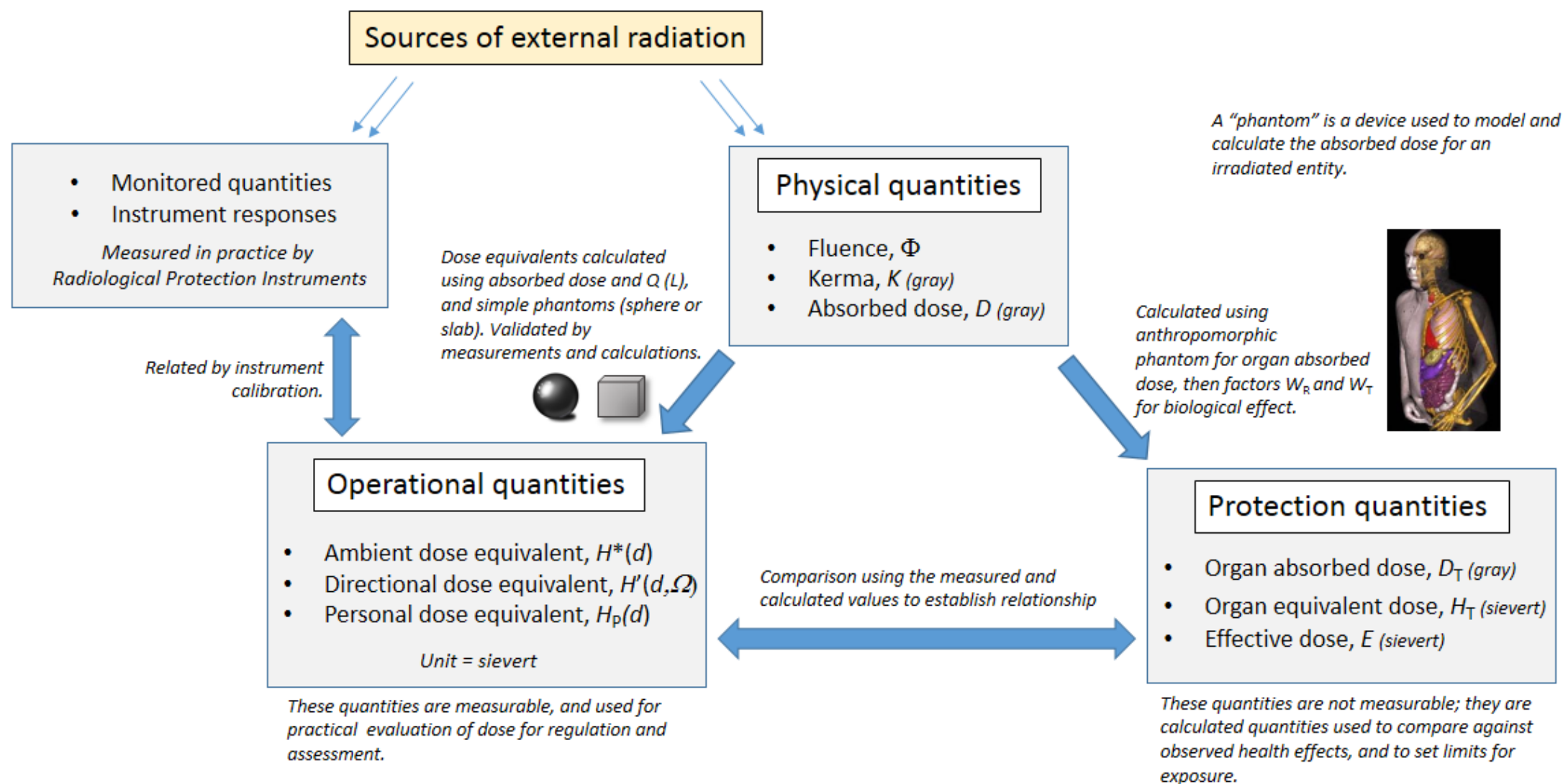
Muito obrigada pela atenção!

yvone@sapra.com.br
0800 553 567

International Policy Relationships for Radiological Protection



Dose quantities in SI units for external radiological protection



Ionising radiation - Protection Dose quantities in SI units

Quantity	Absorbed dose D_T	W_R	Equivalent dose H_T	<div> <p>All parts of body uniformly irradiated $W_T = 1$</p> <p>Only some parts of body irradiated: tissues T_1, T_2, T_3, etc</p> <p>W_{T1}</p> <p>W_{T2}</p> <p>W_{T3}</p> </div>	<div> <p>Effective dose E</p> <p>Whole body dose to all tissue $= E$</p> <p>or</p> <p>Organ dose to tissue T_1</p> <p>Organ dose to tissue T_2</p> <p>Organ dose to tissue T_3 $= E$</p> </div>
SI unit or modifier	gray (Gy)	Radiation weighting Factor - W_R	sievert (Sv)	Tissue weighting factor - W_T	sievert (Sv)
Derivation	joule/kg	Dimensionless factor	joule/kg	Dimensionless factor	joule/kg
Meaning	Energy absorbed by irradiated sample of matter - a physical quantity.		<p>Biological effect of radiation type R with weighting factor W_R.</p> <p>Multiple radiation types require calculation for each, which are then summated.</p>		<p>Biological effect on tissue type T having weighting factor W_T</p> <p>Partial irradiation Effective dose = summation of organ doses to those parts irradiated</p> <p>Complete (uniform) irradiation If whole body irradiated uniformly, the weightings W_T summate to 1. Therefore, Effective dose = Whole body Equivalent dose</p>