



V CONGRESSO PCR-CPLP Coimbra 2016



DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DA TÉCNICA DE MONITORAÇÃO IN VIVO DE RADIONUCLÍDEOS DE ALTA ENERGIA NOS PULMÕES EM SITUAÇÕES DE EMERGÊNCIA

Dantas, A.L.A., Mello, J.Q., Lucena, E.A. &
Dantas, B.M.

Instituto de Radioproteção e Dosimetria
Rio de Janeiro, Brasil

- Acidentes envolvendo liberação de aerossóis na forma de particulados ou gases contendo materiais radioativos representam um risco de exposição interna via inalação nos locais próximos às áreas afetadas.
- Nos acidentes nucleares de Chernobyl (1986) e Fukushima (2011), radionuclídeos emissores gama de alta energia, tais como ^{85}Kr , ^{95}Zr , ^{95}Nb , ^{103}Ru , ^{127}Sb , ^{131}I , ^{132}I , ^{132}Te , ^{134}Cs , ^{136}Cs , ^{137}Cs , ^{140}Ba , ^{144}Ce , ^{239}Np entre outros, foram considerados críticos, do ponto de vista de exposição interna do público e dos trabalhadores.

- Estes radionuclídeos podem ser identificados e quantificados no corpo humano por meio de técnicas de monitoração *in vivo* e *in vitro*.
- A disponibilidade de técnicas é de grande importância para o planejamento de medidas de remediação em situações de acidente.



Chernobyl (1986)



Fukushima (2011)



Goiânia (1987)

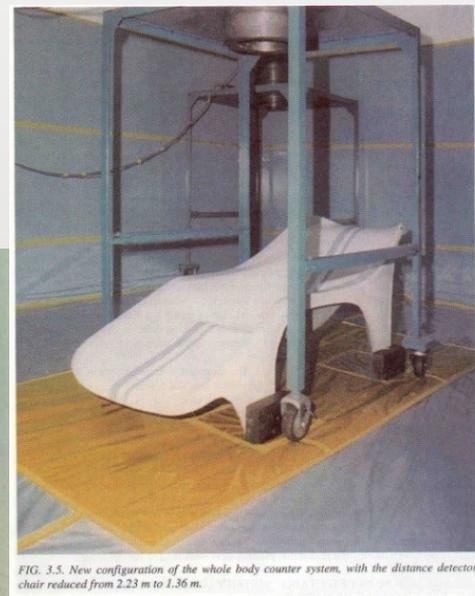


FIG. 3.5. New configuration of the whole body counter system, with the distance detector-chair reduced from 2.23 m to 1.36 m.

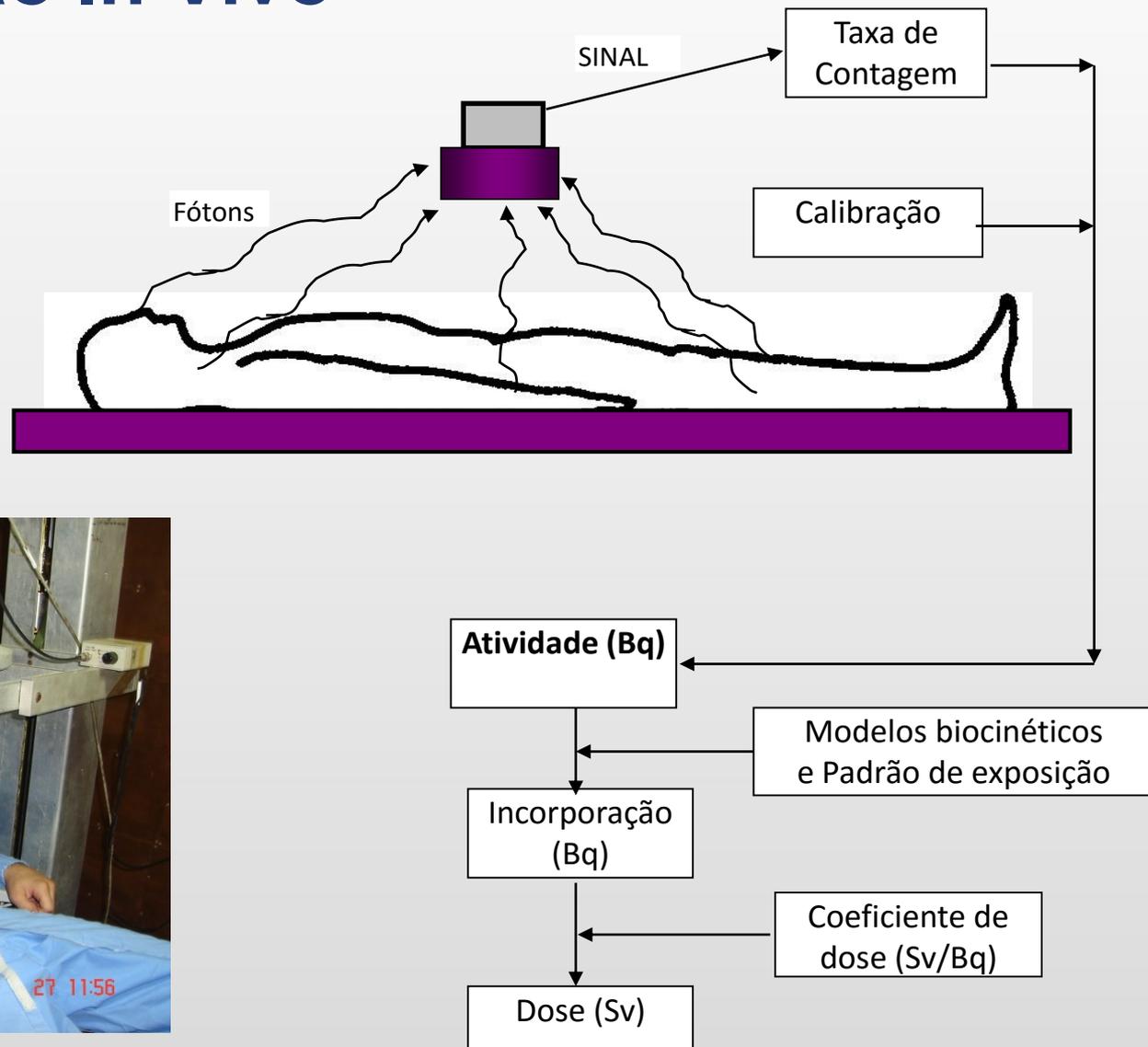


O Brasil possui atualmente duas Centrais Nucleares em operação e um terceira em construção na região da Costa Verde, ao sul do Estado do Rio de Janeiro, próximo à divisa com o Estado de São Paulo.



O objetivo deste trabalho é apresentar o desenvolvimento e a avaliação da técnica de medição *in vivo* de radionuclídeos de alta energia nos pulmões para utilização em situações de emergência radiológica

Monitoração In Vivo



Laboratório de Monitoração In Vivo (LABMIV) do IRD, possui disponíveis sistemas de detecção específicos para a identificação e quantificação de radionuclídeos emissores gama na faixa de energia de 10 a 3000 keV



sala de
medidas de
baixa
atividade



uma saleta de
medidas de alta
atividade

sistema móvel





O IRD participa, em conjunto com outras instituições civis e militares, no Plano de Resposta a Emergências Radiológica e Nucleares, estando este inserido no contexto do SIPRON (Sistema de Proteção ao Programa Nuclear Brasileiro).



Metodologia utilizada neste trabalho

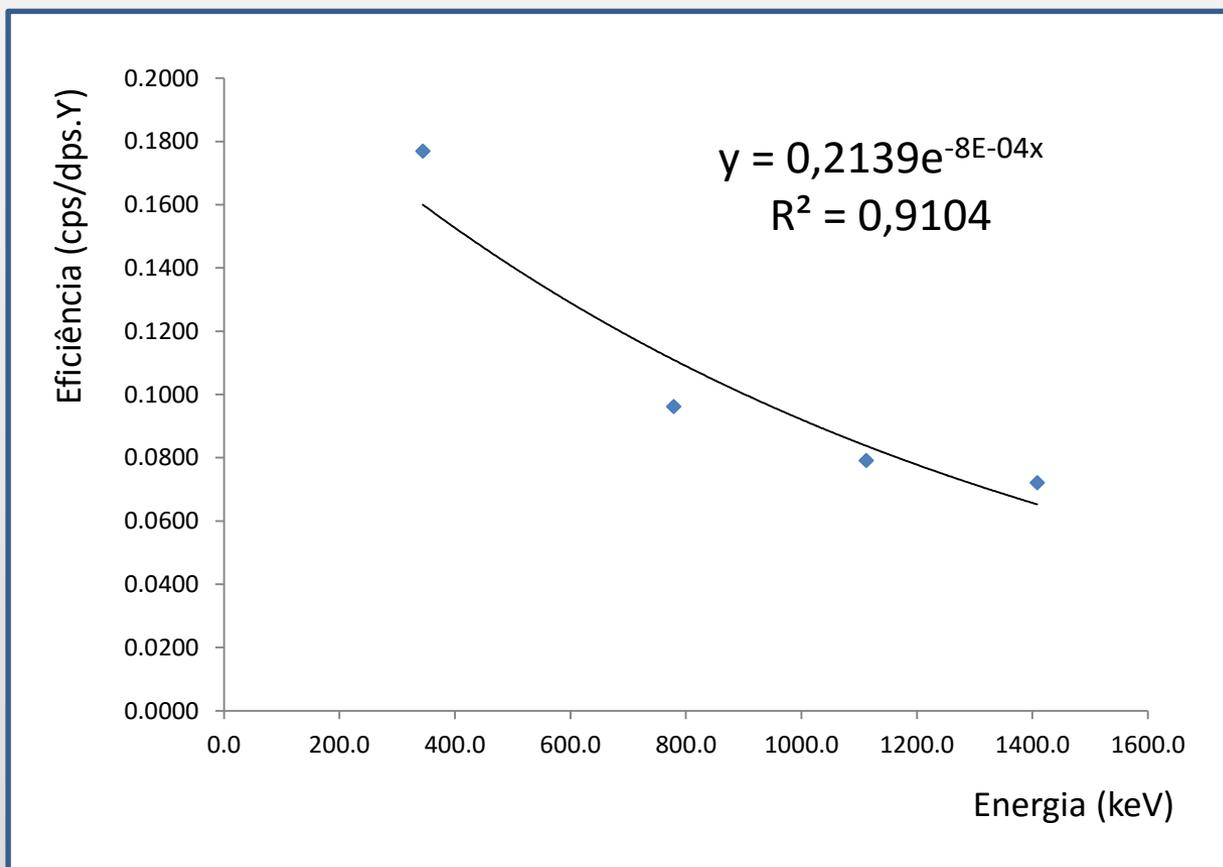
Calibração na Geometria Pulmão

- Sistema de detecção NaI(Tl) 3"x3" com colimador de chumbo
- Simulador físico-antropomórfico tipo LLNL, composto de um tórax e um par de pulmões contendo atividade certificada de ^{152}Eu

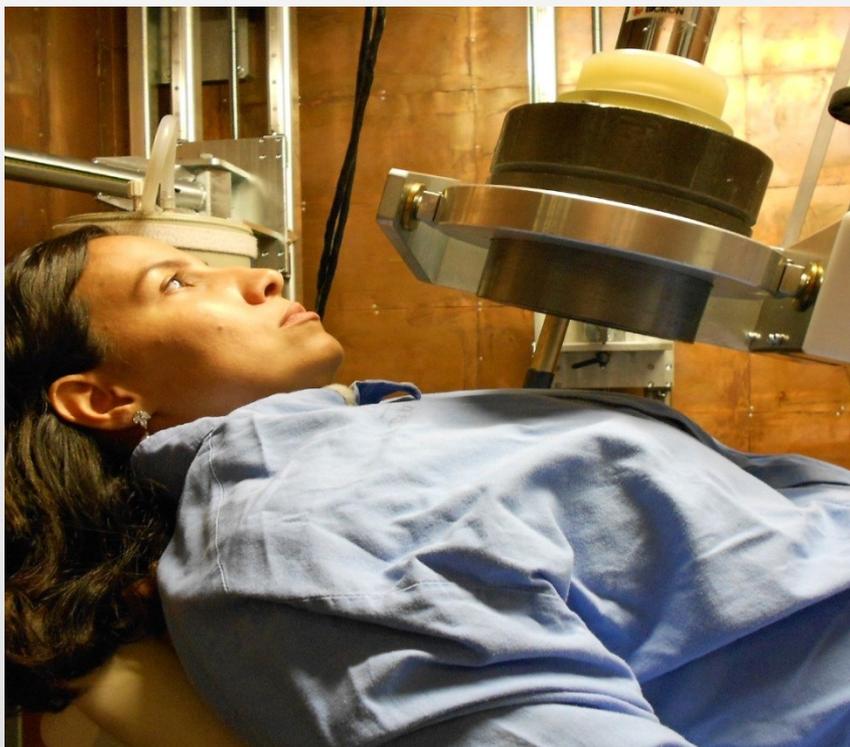


Calibração em Eficiência de detecção

Determinação da eficiência do sistema de detecção NaI(Tl) 3x3 correspondentes às energias dos fótons de radiação gama mais intensos emitidos pelo ^{152}Eu (344,3; 778,9; 1112,1; 1408,0 keV)



Avaliação da sensibilidade da técnica



Medição de um indivíduo não ocupacionalmente exposto

- Atividade mínima detetável (AMD)
- Incorporação mínima detetável (IMD)
- Dose efetiva mínima detetável (DEMD)

A atividade mínima detetável (AMD) é calculada de acordo com a equação abaixo

$$AMD = 4,65 \times \text{Raiz (N)} / E \times T \times \lg$$

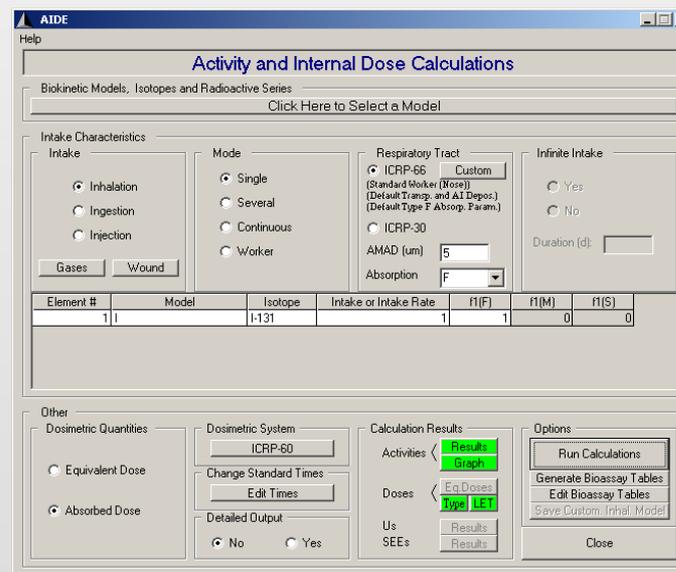
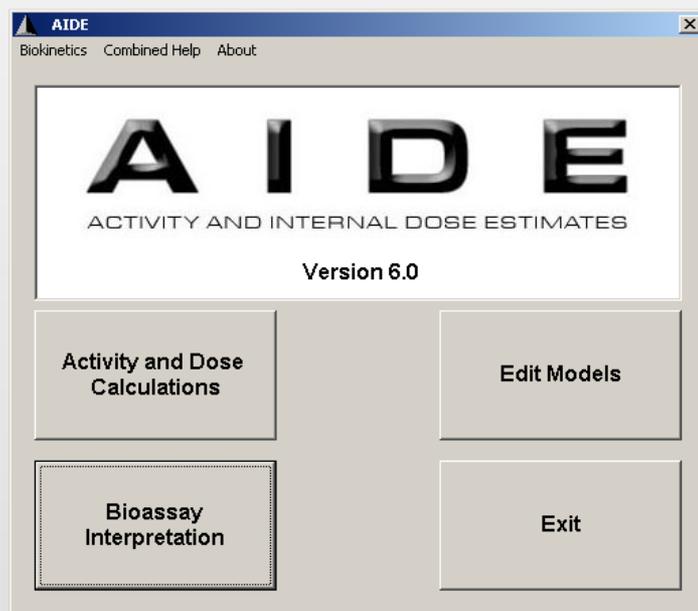
A incorporação mínima detetável (IMD), é uma função direta da AMD e depende do cenário de exposição e do tempo decorrido entre a incorporação e a medição.

$$IMD = AMD / m(t)_{inh}$$

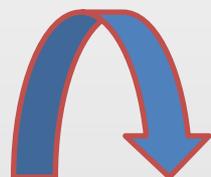
Dose efetiva mínima detetável (DEMD), que é diretamente proporcional ao valor da IMD e ao coeficiente de dose, $e(g)$, específico para cada radionuclídeo de interesse, considerando o cenário de exposição adotado.

$$DEMD_{Bq} = IMD_{inh} \times e(g)_{inh}$$

Os cálculos de dose interna, assim como a estimativa da sensibilidade das técnicas de medição se baseiam em fatores de retenção e coeficientes de dose. Tais parâmetros podem ser obtidos com o auxílio do Software AIDE



Radionuclídeo	Energia (keV)	Int. gama (γ)	Ef (cps/dps)	Contagens indivíduo não exposto
Cs-134	795,90	0,855	0,1132	185
Cs-137	661,60	0,851	0,1260	292
Ru-103	497,10	0,909	0,1437	443



Radionuclídeo	mt (inalação) AMAD 1 composto M		e(50) (mSv/Bq)
	1 dia (Bq/Bq)	7 dias (Bq/Bq)	
Cs-134	1,69E-01	9,85E-02	8,23E-06
Cs-137	1,70E-01	9,91E-02	8,84E-06
Ru-103	1,67E-01	8,76E-02	2,26E-06

Radionuclídeo	AMD (Bq)	IMD (Bq)	IMD (Bq)	DEMD (mSv)	DEMD (mSv)
	[300 s]	1 dia	7 dias	1 dia	7 dias
Cs-134	0,889	5,26	9,03	4,33E-05	7,43E-05
Cs-137	1,008	5,93	10,18	5,24E-05	9,00E-05
Ru-103	1,020	6,10	11,64	1,38E-05	2,63E-05

Etapas em andamento

- Avaliação da Técnica aplicada aos demais sistemas de monitoração disponíveis na LABMIV
- Avaliação desta técnica de medição in vivo, considerando diferentes cenários de incorporação
- Utilização desta técnica para medição de demais radionuclídeos de interesse



Obrigada pela atenção.