

Implantação de programas de monitoração ocupacional interna em serviços de medicina nuclear no Brasil

BERNARDO MARANHÃO DANTAS

DIVISÃO DE DOSIMETRIA – IRD/CNEN

Instalações

- ~ 430 Serviços de Medicina nuclear
- 4 Centros de Produção de radiofármacos em instituições federais:

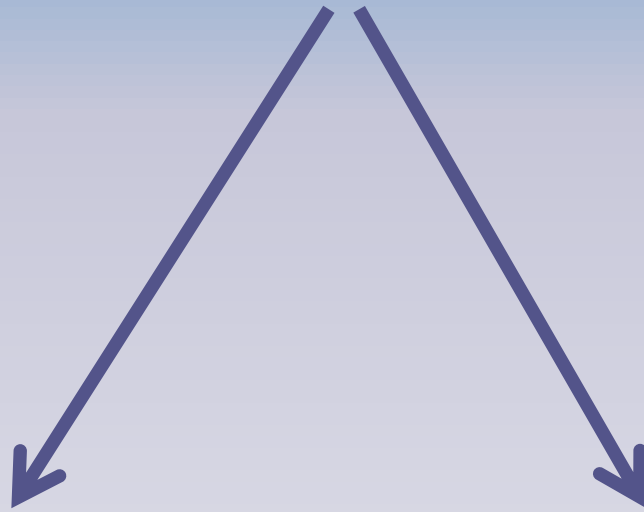
IPEN-SP, IEN-RJ, CDTN-MG e CRCN-PE

- ~ 10 Centros privados de Produção de radionuclídeos de meia-vida curta

Produção exclusiva de radiofármacos de meia-vida curta

INSTITUIÇÃO	CIDADE	UF
CYCLOPET RADIOFARMACOS LTDA	CURITIBA	PR
DELFIN FARMACOS E DERIVADOS LTDA	LAURO DE FREITAS	BA
USP - CENTRO DE MEDICINA NUCLEAR	SAO PAULO	SP
INDÚSTRIA BRASILEIRA DE FARMOQUÍMICOS S.A	S. J. RIO PRETO	SP
R2 SOLUÇÕES EM RADIOFARMACIA	PORTO ALEGRE	RS
UBEA - HOSPITAL SÃO LUCAS - INSTITUTO DO CÉREBRO	PORTO ALEGRE	RS
VILLAS BOAS RADIOFÁRMACOS BRASIL S/A	EUSEBIO	CE
VILLAS BOAS RADIOFÁRMACOS DO BRASIL S/A	BRASILIA	DF
CYCLOBRAS SERVIÇOS LABORATORIAIS LTDA	CAMPINAS	SP

Exposição ocupacional interna



Ingestão e Inalação

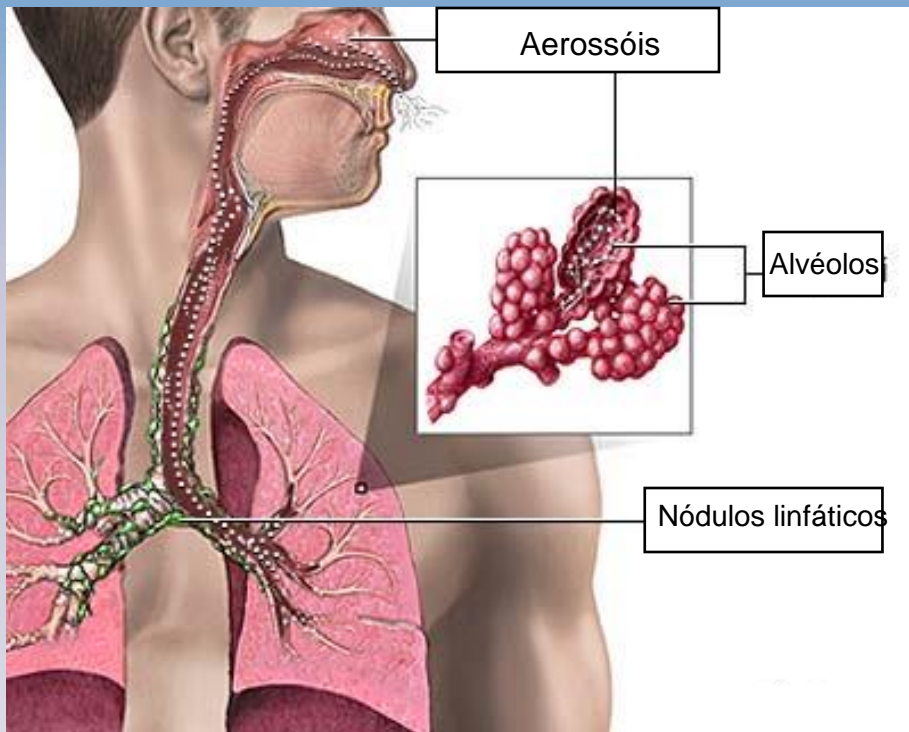
Ingestão

Frequentemente associada a maus hábitos de higiene no local de trabalho, p. ex. alimentação, fumo, etc.



Inalação

Associada às condições de ventilação e exaustão no local de trabalho



- Estima-se que até 3% da atividade de iodo-131 pode ser volatilizada dependendo do pH da solução
- O vapor de iodo alcança regiões profundas do Sistema Respiratório, onde as células são mais radiosensíveis.

Riscos de exposição interna na prática da Medicina Nuclear

^{99m}Tc

^{131}I

^{123}I

^{201}Tl

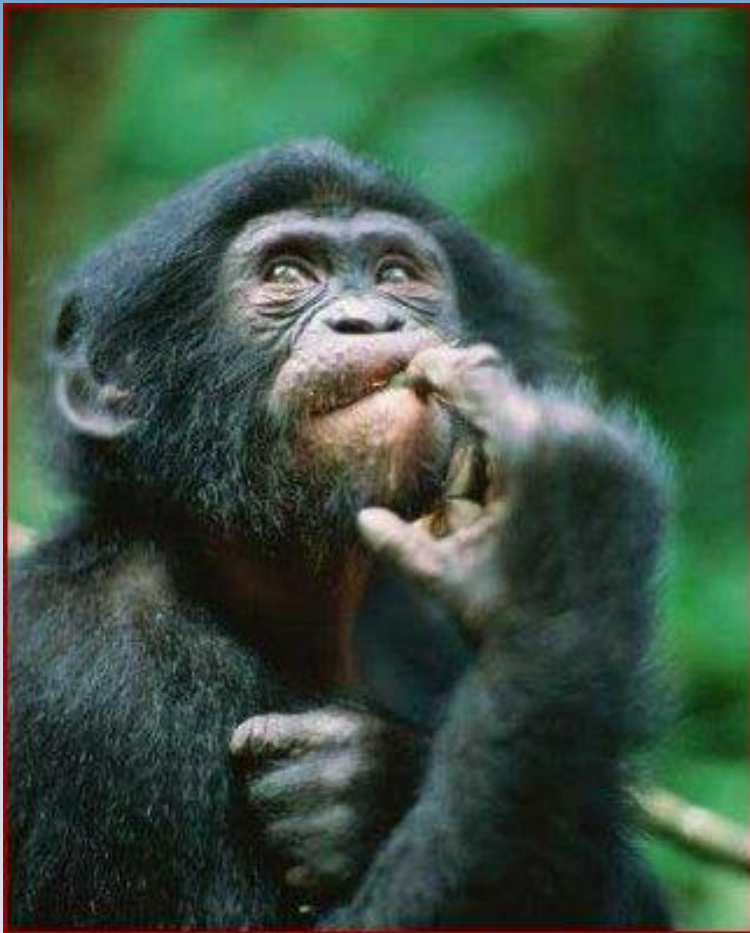
^{18}F

Uma grande variedade de isótopos radioativos são manipulados diariamente, resultando em um risco significativo de exposição dos trabalhadores.

131 I

- ✓ Utilizado em Diagnóstico e Terapia
- ✓ Emissor β^- de 191,5 keV
- ✓ Emissor γ de 364 keV.
- ✓ Volátil à temperatura ambiente
- ✓ Possui Meia vida de 8 dias
- ✓ Apresenta o maior coeficiente de dose interna (mSv/Bq) entre os radionuclídeos mais utilizados em MN.





Pergunta pertinente:

É realmente necessário
realizar monitoração
ocupacional interna em
Serviços de Medicina
Nuclear ???

CNEN RESPONDE...

COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR

DRS

POSIÇÃO REGULATÓRIA 3.01 /005

CRITÉRIOS PARA CÁLCULO DE DOSE EFETIVA A
PARTIR DA MONITORAÇÃO INDIVIDUAL

O critério para implementação do programa de monitoração individual de rotina para avaliação da dose devido à incorporação de radionuclídeos é baseado na dose efetiva comprometida potencial de 1mSv, conforme recomendado pela Agência Internacional de Energia Atômica em seu documento IAEA Safety Standards Series [7].

7. IAEA Safety Standards Series, "Assessment of Occupational Exposure Due to Intakes of Radionuclides", International Atomic Energy Agency, IAEA Safety Guide RS-G-1.2, 1999.

IAEA
SAFETY
STANDARDS
SERIES

Assessment of
Occupational Exposure
Due to Intakes of
Radionuclides

JOINTLY SPONSORED BY THE
INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY AND THE
INTERNATIONAL LABOUR OFFICE



SAFETY GUIDE

No. RS-G-1.2



INTERNATIONAL
ATOMIC ENERGY AGENCY
VIENNA

Situações em que a experiência recomenda a
implantação de programas de monitoração interna

Recomendação explícita da IAEA



Produção de Radiofármacos



Manipulação de ^{131}I para fins
de iodoterapia

Resposta da CNEN:

As instalações licenciadas pela CNEN devem avaliar os riscos de exposição INTERNA dos IOEs e implementar um Programa de Monitoração Individual adequado.

A monitoração periódica deve ser realizada por meio de Técnicas de bioanálise in vivo e in vitro, quando aplicáveis.

QUESTÕES CRÍTICAS A SEREM CONSIDERADAS

- **Grande demanda (~ 90 SMN realizam iodoterapia)**
- **Frequência de Monitoração mínima quinzenal**
- **Dimensões continentais do Brasil**

X

- **Pequena oferta de Serviços de Monitoração Interna no Brasil**

Serviços de monitoração interna disponíveis no Brasil

RJ

Laboratório de Monitoração In Vivo (LABMIV) – **IRD.**

MG

Laboratório de Dosimetria Interna (LDI) – **CDTN.**

SP

Laboratório de Monitoração In Vivo (LMIV) – **IPEN.**

PE

Laboratório de Dosimetria In Vivo (LDIV) – **CRCN/NE.**



A solução:

O IRD tem realizado avaliações da exposição de interna trabalhadores e desenvolveu técnicas propondo a utilização de equipamentos disponíveis nos próprios SMN para implantação de programas de monitoração interna de rotina e em situações de suspeita de acidentes

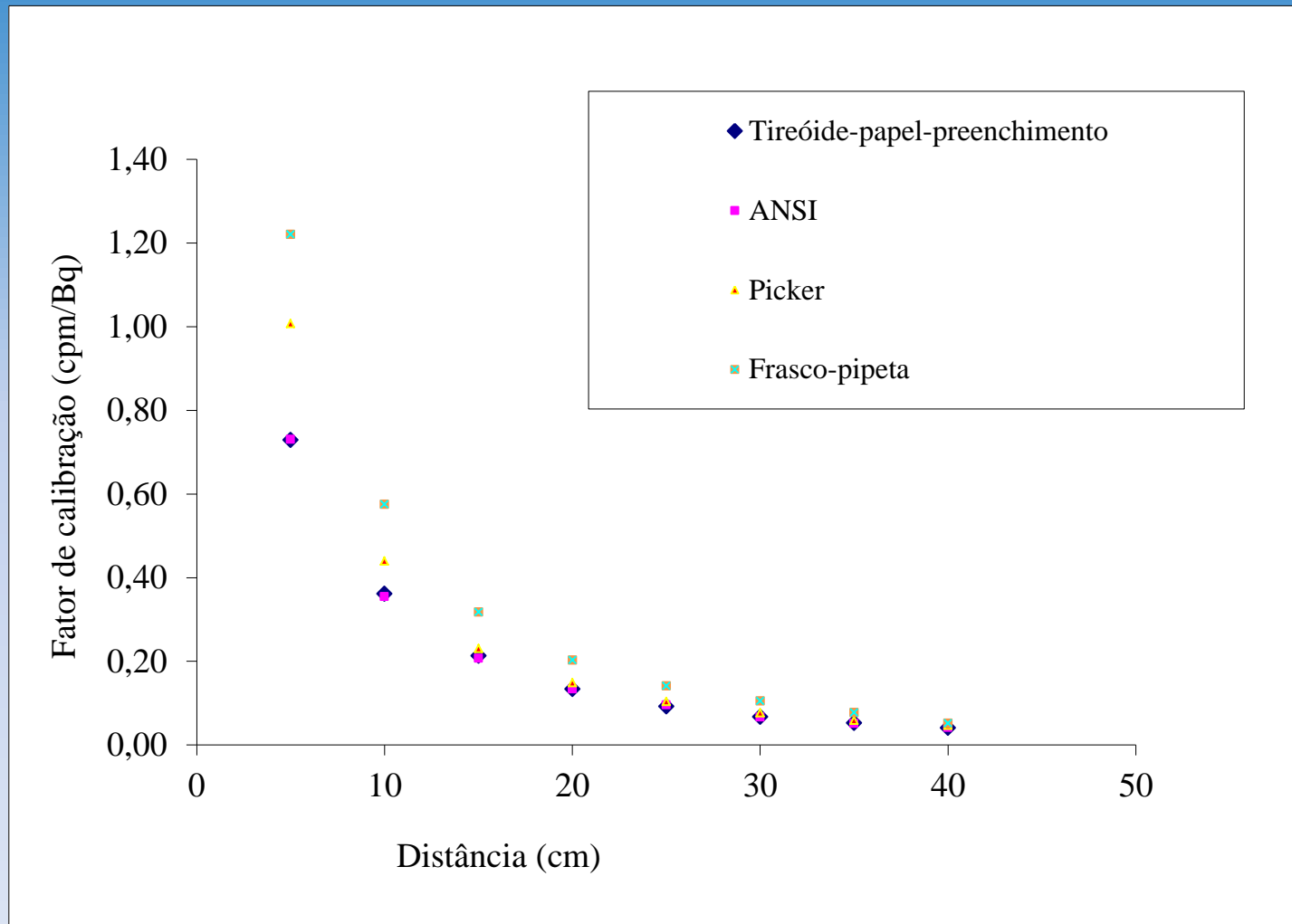


Estudo preliminar sobre exposição interna a iodo-131 em Serviços de Medicina Nuclear

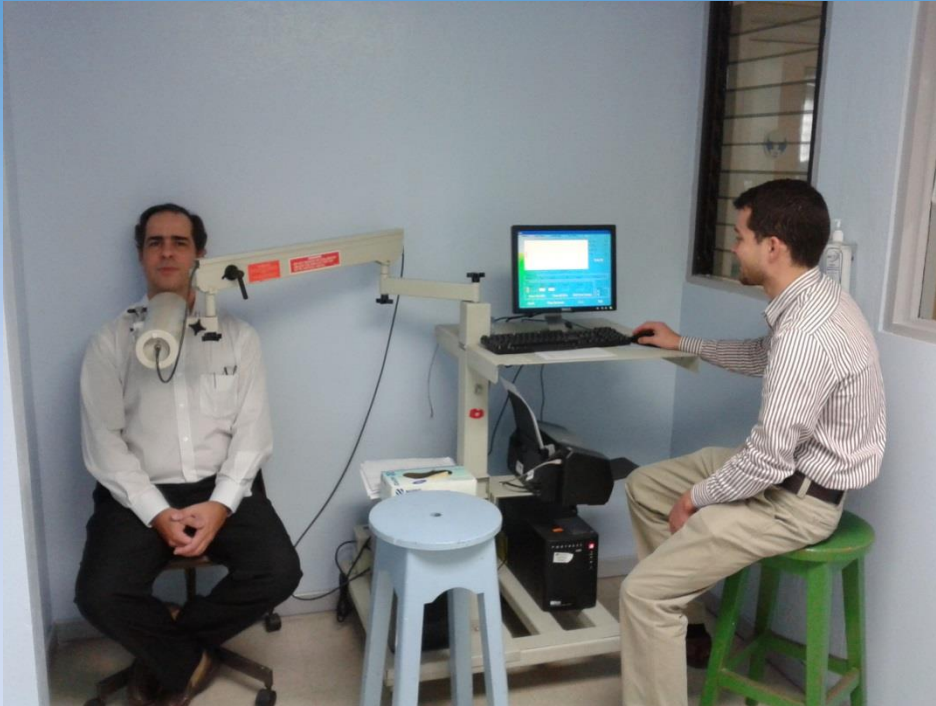
IOE	Incorporação (Bq)	Dose Efetiva (mSv/Manipulação)	Dose Efetiva Anual (mSv)
1	387	0,008	0,35
2	861	0,017	0,75
3	5930	0,119	5,24
4	426	0,009	0,40
5	591	0,012	0,53
6	78	0,002	0,09

(Ref: LUCENA, Eder Augusto de, REBELO, A. M. O., ARAÚJO, Francisco de, SOUSA, Wanderson de Oliveira, DANTAS, Ana Letícia Almeida, DANTAS, B. M., CORBO, R. Evaluation of internal exposure of nuclear medicine staff through in vivo and in vitro bioassay techniques. Radiation Protection Dosimetry. , v.127, p.465 - 468, 2007.

Comparação entre simuladores para obtenção de fatores de calibração de iodo-131 na tireoide



Disseminação de técnicas de monitoração ocupacional interna na América Latina e Caribe (Projeto IAEA RLA 0056)



Simulador de Tireoide-pescoço - IRD





Metas atuais

- 1 Calibrar os equipamentos de detecção disponíveis nos SMN participantes;
- 2 Implementar as metodologias de interpretação de dados de bioanálise para o cálculo da dose efetiva comprometida com base na medida *in vivo* de ^{131}I na tireoide do IOE;
- 3 Disponibilizar um protocolo de monitoração e prover treinamento de pessoal para a aplicação das metodologias;
- 4 Promover um exercício de intercomparação entre os SMN participantes do projeto.

RJ 6

**Hospital Universitário
Clementino Fraga Filho (HUCFF);**

**Hospital Central do
Exército (HCE);**

**Hospital Naval Marcílio
Dias (HNMD);**

Hospital dos Servidores
do Estado (HSE);

Hospital de Câncer (INCA);

Hospital de Força Aérea
do Galeão (HFAG).

SP 3

Hospital de Clínicas de
Uberlândia

Hospital de Clínicas da
Faculdade de Medicina da
USP;

Hospital de Clínicas da
Faculdade de Medicina da
USP de Ribeirão Preto.

GO 1

**Instituto Goiano de
Radiologia (IGR).**

RS 1

Hospital de Clínicas da
Universidade federal do
Rio Grande do Sul
(UFRGS).

PE 1

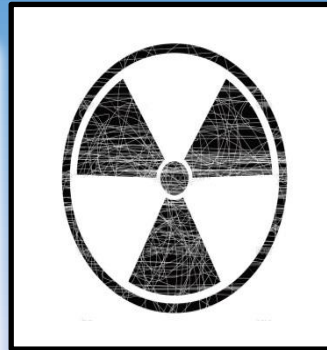
Hospital de Clínicas da
Universidade Federal de
Pernambuco (UFPE).

12

Hospitais

Participantes

Materiais



1

Simulador
de tireoide-
pesçoço

2

Detectores de
contaminação de
superfície

3

Gama Câmara

4

Sonda de
Captação

Os materiais utilizados neste projeto são de posse dos **próprios SMN** e do **IRD**.

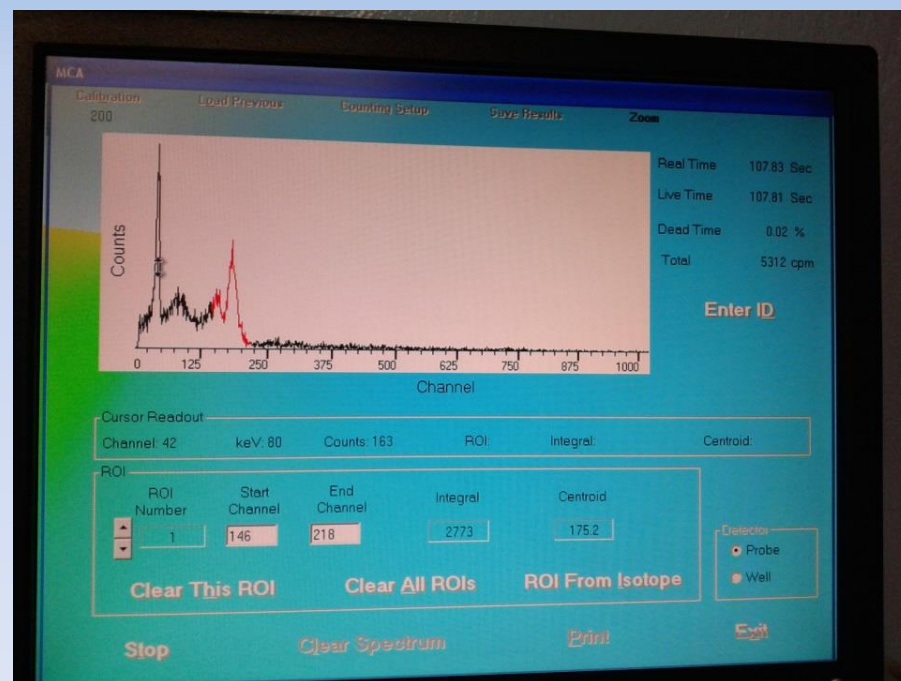
Métodos

Calibração do Sistema



$$FC_{cpm/Bq} = \frac{Cpm}{A_{eq}}$$

Calibração de uma sonda de captação



Calibração de monitor de contaminação superficial

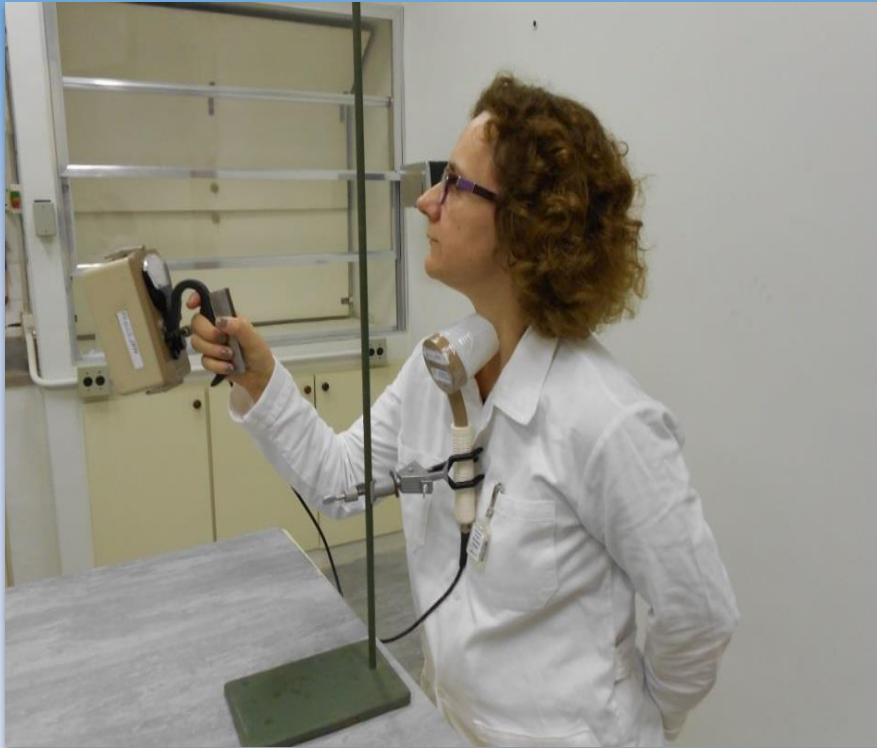


Calibração de Gama Câmera



Métodos

Avaliação da Sensibilidade do sistema de detecção



AMD



IMD



DEMD



1 | Calibração a 0 ou 12 cm de distância
| entre o fonte e o detetor;
| Monitoração nas mesmas condições
| da calibração

2 | Determinação do menor tempo de
| contagem necessário para atingir a
| sensibilidade necessária

3 | Determinação de sensibilidade
| para até **7 dias** após a manipulação
| de ^{131}I ;

Protocolo de Monitoração

Interface em MS-Excel

CALIBRAÇÃO DO DETECTOR						
Tipo		Fabricante			Modelo	
Gama-Câmara						
Distância (cm)		Tempo de contagem		Número de Medidas		
12		2		Medida única		
	1°	2°	3°	4°	5°	Média Líquida
Contagens	71103	71150				53456
BG	17647	17598				
Atividade Equivalente de I-131 no Simulador (Bq)						
13874						
FC	AMD (Bq)	IMD (Bq)	DEMD (mSv)	Monitoração		
1,9265	160	700	0,014	7 dias		
Monitorações Anuais			Sensibilidade Anual (mSv)			
48			0,665			

Interface em MS-Excel

Monitoração Individual I-131

Intervalo de Monitoração

Resultados da Bioanálise

Atividade (Bq)

Incorporação (Bq)

Contagens

Background

Dose Efetiva Comprometida Estimada (mSv)

Interface em MS-Excel

Monitoração Individual I-131

Intervalo de Monitoração

7 dias



Resultados da Bioanálise

Atividade (Bq)

Incorporação (Bq)

Contagens

Background

Dose Efetiva Comprometida Estimada (mSv)

Interface em MS-Excel

Monitoração Individual I-131

Intervalo de Monitoração

7 dias

Resultados da Bioanálise

Atividade (Bq)

Incorporação (Bq)

Contagens

Background

22000

17623

Dose Efetiva Comprometida Estimada (mSv)

Interface em MS-Excel

Monitoração Individual I-131

Intervalo de Monitoração

7 dias

Resultados da Bioanálise		Atividade (Bq)	Incorporação (Bq)
Contagens	Background	1135	8166
22000	17623		

Dose Efetiva Comprometida Estimada (mSv)

Interface em MS-Excel

Monitoração Individual I-131

Intervalo de Monitoração

7 dias

Resultados da Bioanálise		Atividade (Bq)	Incorporação (Bq)
Contagens	Background	1135	8166
22000	17623		

Dose Efetiva Comprometida Estimada (mSv)

0.162



Protocolos implantados

✓ Hospital Central do Exército (HCE-RJ)

Sensibilidade de detecção - 48 monitorações/ ano (mSv)

Detetor CS (Pancake)

Gama-câmara

Cont. Instantâneas

3 min de contagem

1 dia

7 dias

1 dia

7 dias

8,6

13,6

0,51

0,97

✓ Hospital Universitário UFRJ -RJ

Sensibilidade de detecção - 48 monitorações/ano (mSv)

Detetor CS (Pancake)		Gama-câmara		Captador de Tireoide	
Cont. Instantâneas		7 min de contagem		4 min de contagem	
1 dia	7 dias	1 dia	7 dias	1 dia	7 dias
7,9	12,9	0,55	0,92	0,94	1,55

✓ Instituto Goiano de Radiologia (IGR-GO)

Sensibilidade de detecção - 48 monitorações/ ano (mSv)

Gama-câmara

3 min de contagem

1 dia

0.60

7 dias

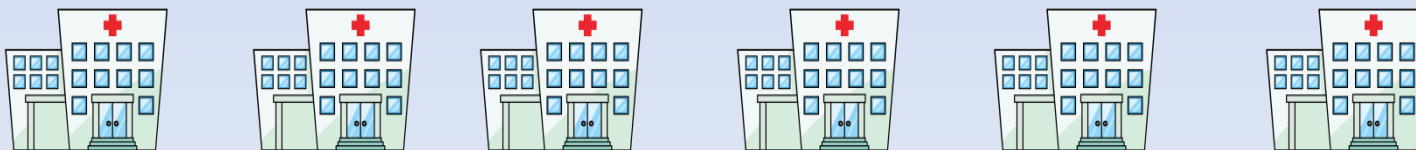
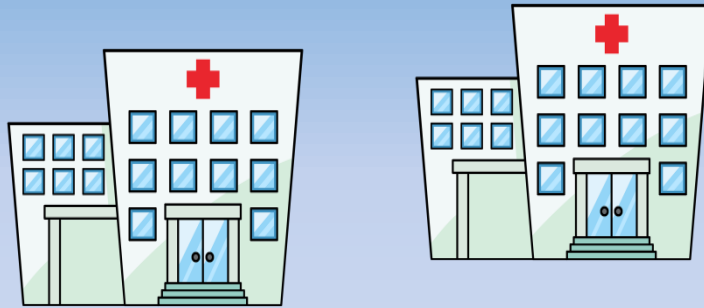
0.99

✓ Hospital Naval Marcílio Dias (HNMD-RJ)

Sensibilidade de detecção - 48 monitorações/ ano (mSv)

Gama-câmara 1		Gama-câmara 2	
3 min de contagem		2 min de contagem	
1 dia	7 dias	1 dia	7 dias
0.57	0.94	0.45	0.74

Disseminação das técnicas em outros hospitais de referência no Brasil visando à implantação de programas de monitoração interna em medicina nuclear



**Perspectivas
Futuras**

Obrigado!

Bernardo Dantas
bmdantas@ird.gov.br