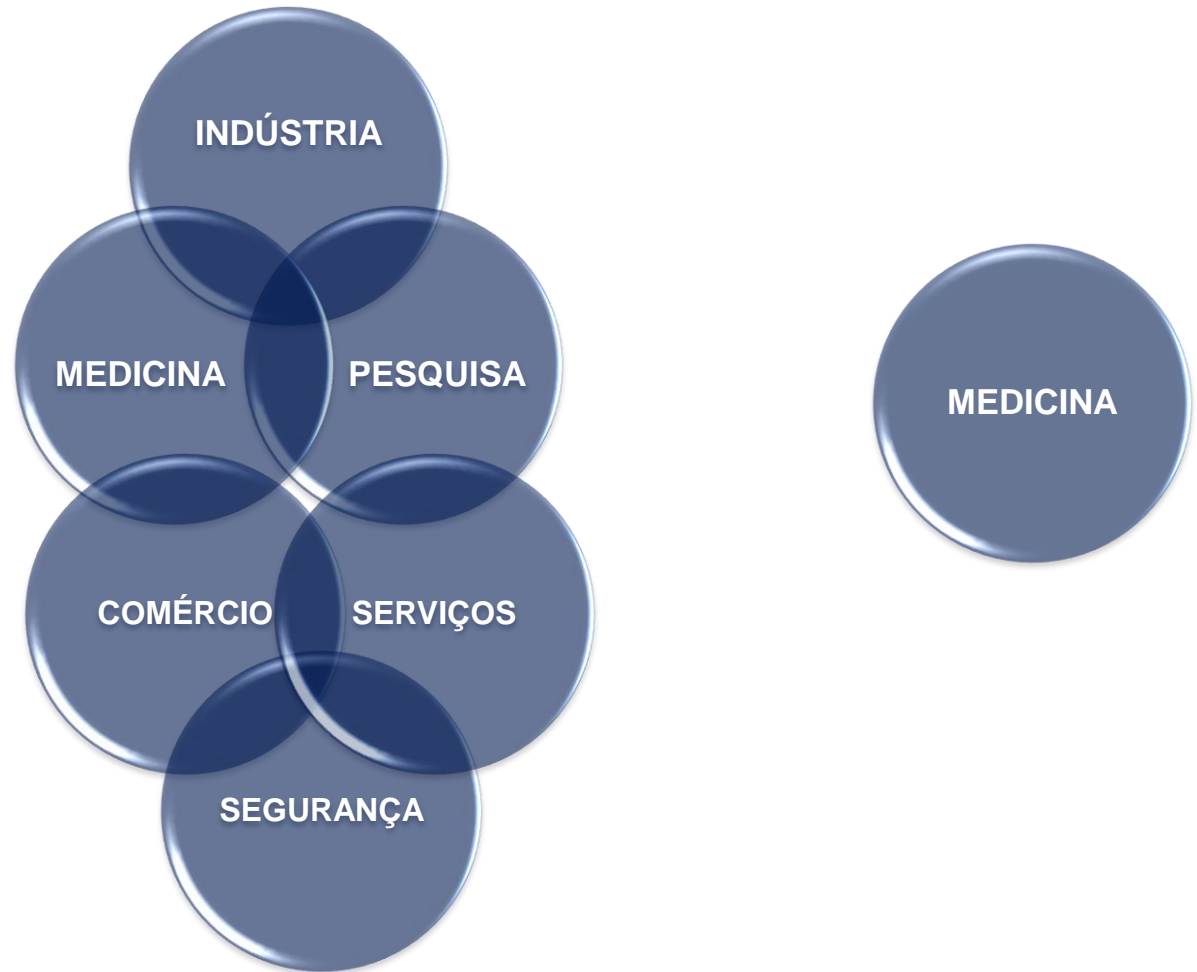


# *Proteção Radiológica em Medicina Nuclear*

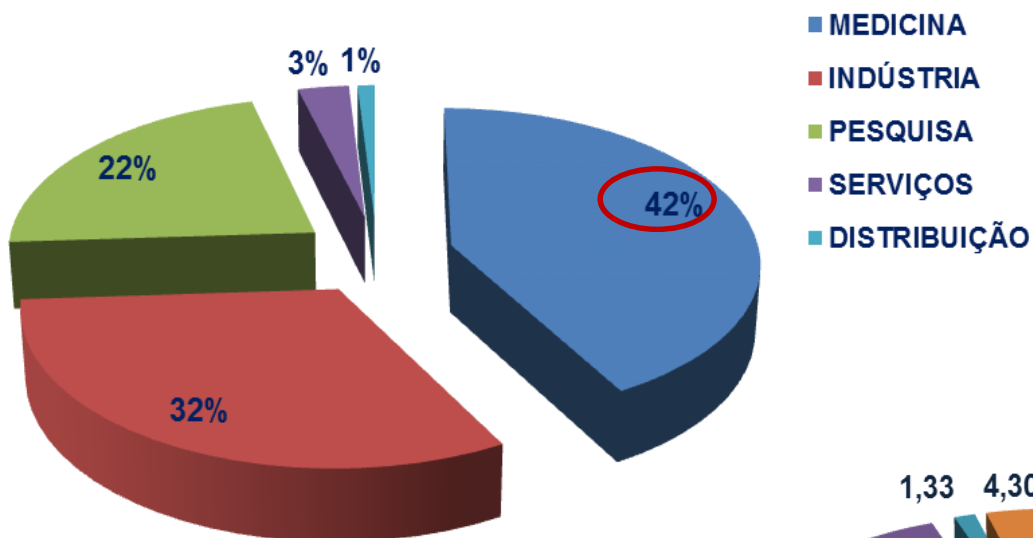
**DSc. Lidia Vasconcellos de Sá**

**2019**

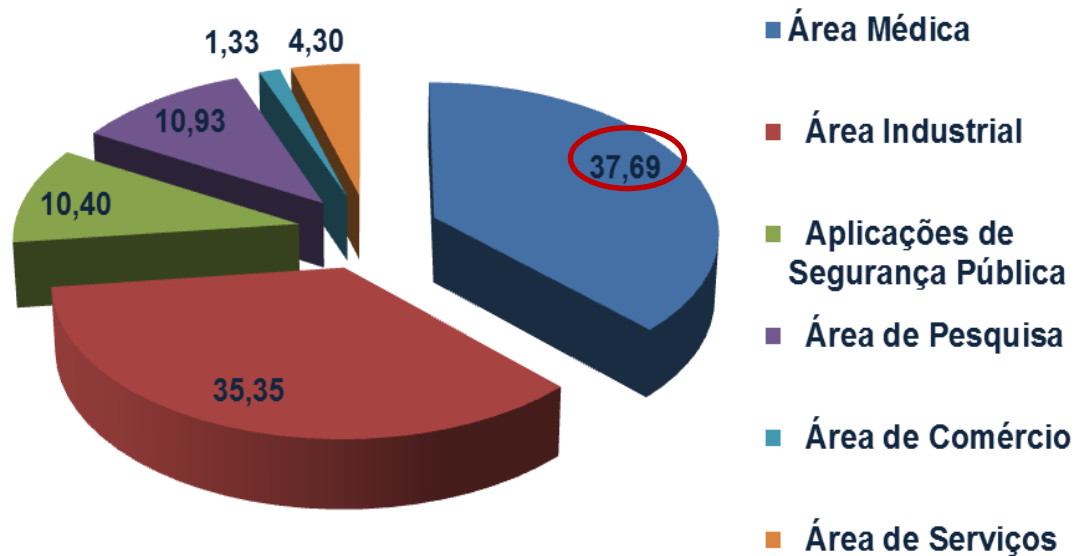
# APLICAÇÕES DA RADIAÇÃO IONIZANTE



## INSTALAÇÕES POR ÁREA

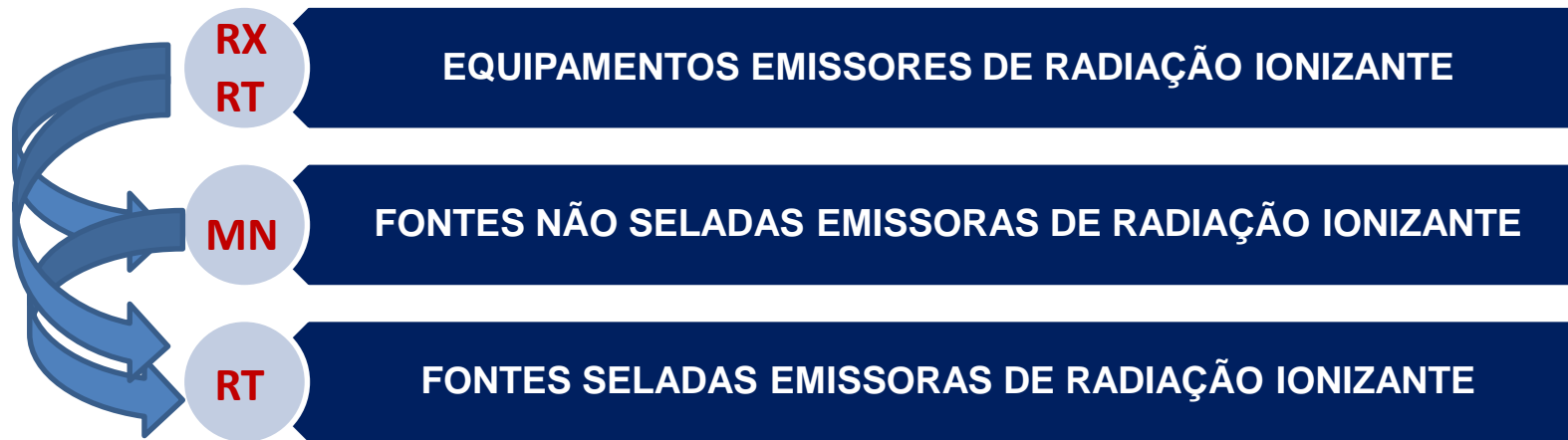


## TRABALHADORES % POR ÁREA



# APLICAÇÕES DA RADIAÇÃO IONIZANTE NA MEDICINA

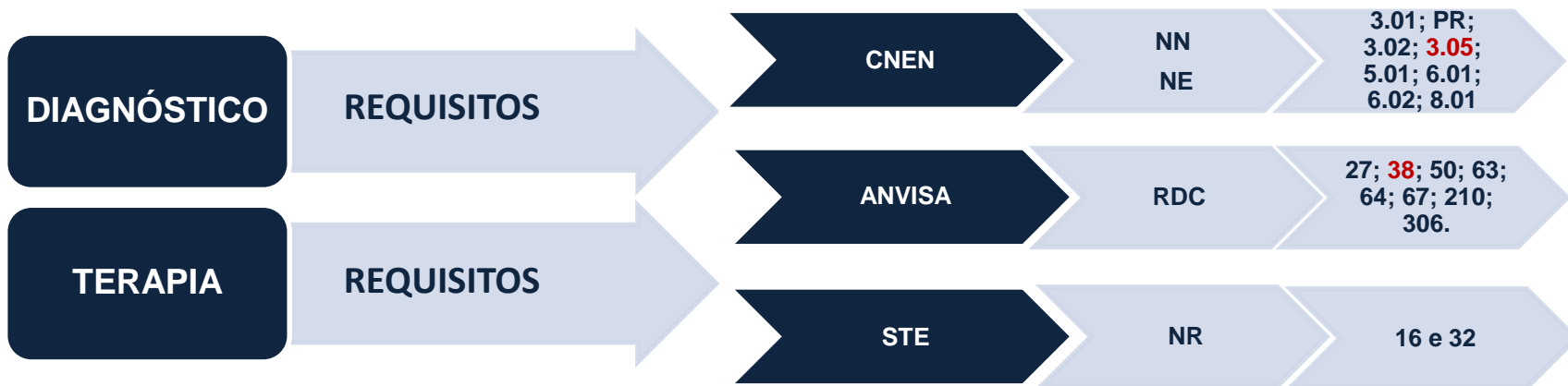
- ✓ **Medicina Nuclear**
- ✓ **Radiodiagnóstico**
- ✓ **Radioterapia : Braquiterapia e Teleterapia**



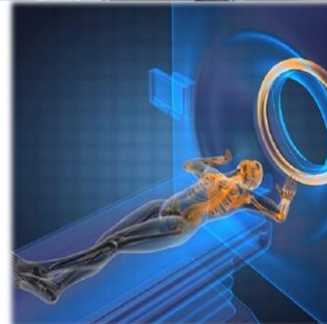
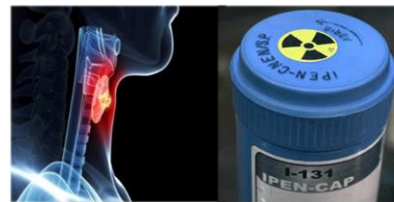
**Equipamentos de Radioterapia: Aceleradores lineares**

**Equipamentos Híbridos: PET/CT e SPECT/CT**

**Sistemas de Planejamento de Terapia: por CT e por PET/CT**



- INSUMOS E EQUIPAMENTOS
- PESSOAL
- PROTOCOLOS



# RADIONUCLÍDEOS



## TERAPIA

Emissores beta, alfa

- Iodo ( $^{131}\text{I}$ )
- Samário ( $^{153}\text{Sm}$ )
- Ítrio ( $^{90}\text{Y}$ )
- Lutécio ( $^{177}\text{Lu}$ )
- Rádio ( $^{223}\text{Ra}$ )

.....

## DIAGNÓSTICO

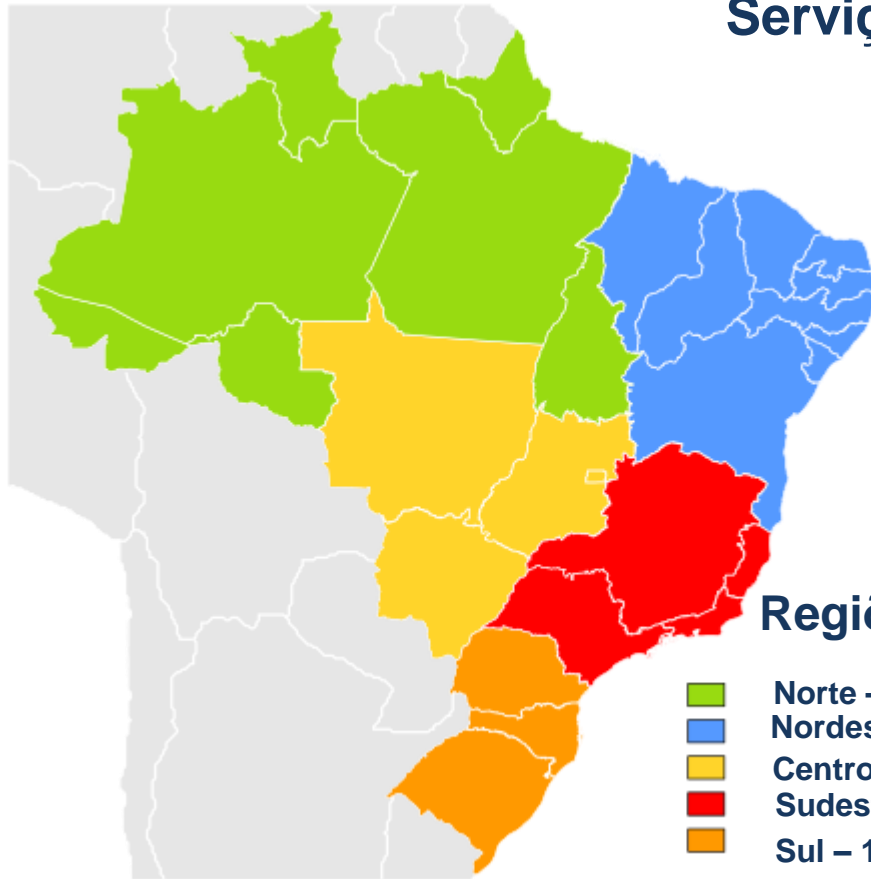
Emissores gama

- Tecnécio ( $^{99\text{m}}\text{Tc}$ )
- Índio ( $^{111}\text{In}$ )
- Gálio ( $^{67}\text{Ga}$ )
- Tálho ( $^{201}\text{Tl}$ )
- Iodo ( $^{123}\text{I}$ ,  $^{131}\text{I}$ )
- Germânio ( $^{68}\text{Ge}$ )
- Flúor ( $^{18}\text{F}$ )
- Carbono ( $^{11}\text{C}$ )

• .....

# MEDICINA NUCLEAR NO BRASIL

## Serviços de Medicina Nuclear - Total 450



- 130 PET/CT, 5 PET/RM
- 939 SPECT (~ 10 SPECT/CT)
- 100 Quartos terapêuticos

### Regiões

- Norte – 1%
- Nordeste – 16%
- Centro-oeste – 7%
- Sudeste – 60%
- Sul – 17%

**População: 208 milhões**  
**Área: 8.515.759 km<sup>2</sup>**

Fonte: CNEN, 2019

## EQUIPAMENTOS INSTALADOS (2016)

	Equipamento	Total	Sistema Público	Sistema Privado
<b>MEDICINA NUCLEAR</b>	Gama câmara (Planar e SPECT)	912	438	474
	PET/CT	130	34	96
	SPECT/CT	13	5	8
<b>RADIOLOGIA</b>	Raios X	140	36	104
	Raios X Dentário	46432	8029	38403
	Mamografia	46572	8065	38507
	Tomografia Computadorizada	4191	1993	2198
	Raios X Fluoroscopia	1473	825	648
	Raios X Densitometria	2112	735	1377
	Raios X Hemodinâmica	848	414	434
<b>RADIOTERAPIA</b>	Aceleradores Lineares LINAC	230	SD	SD
	RT Estereostática	3	SD	SD
	Telecobalto	84	SD	SD
	HDR/LDR - Braquiterapia	110	SD	SD
	Raios X baixa energia	98	SD	SD
	Tomoterapia	4	SD	SD

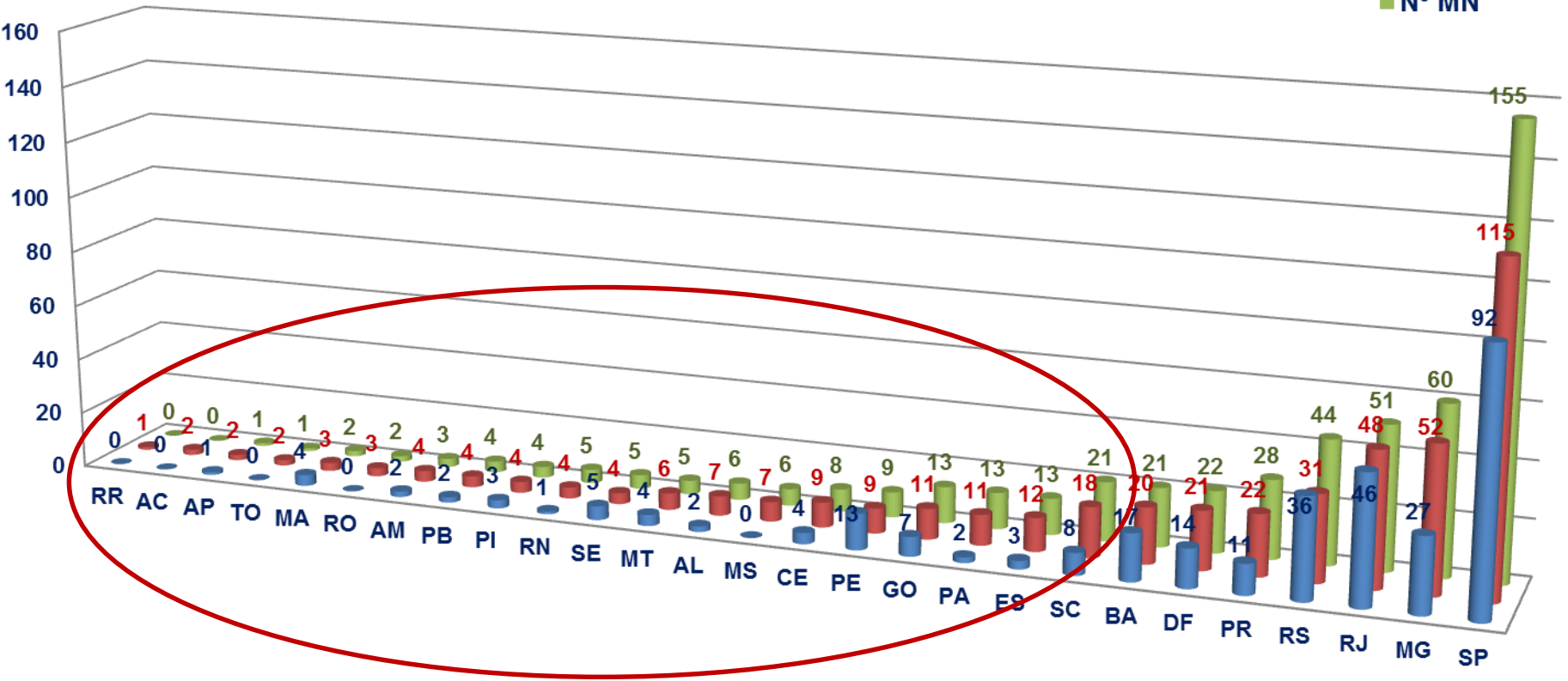
SD: sem dado específico

Fonte: CNES, CNEN



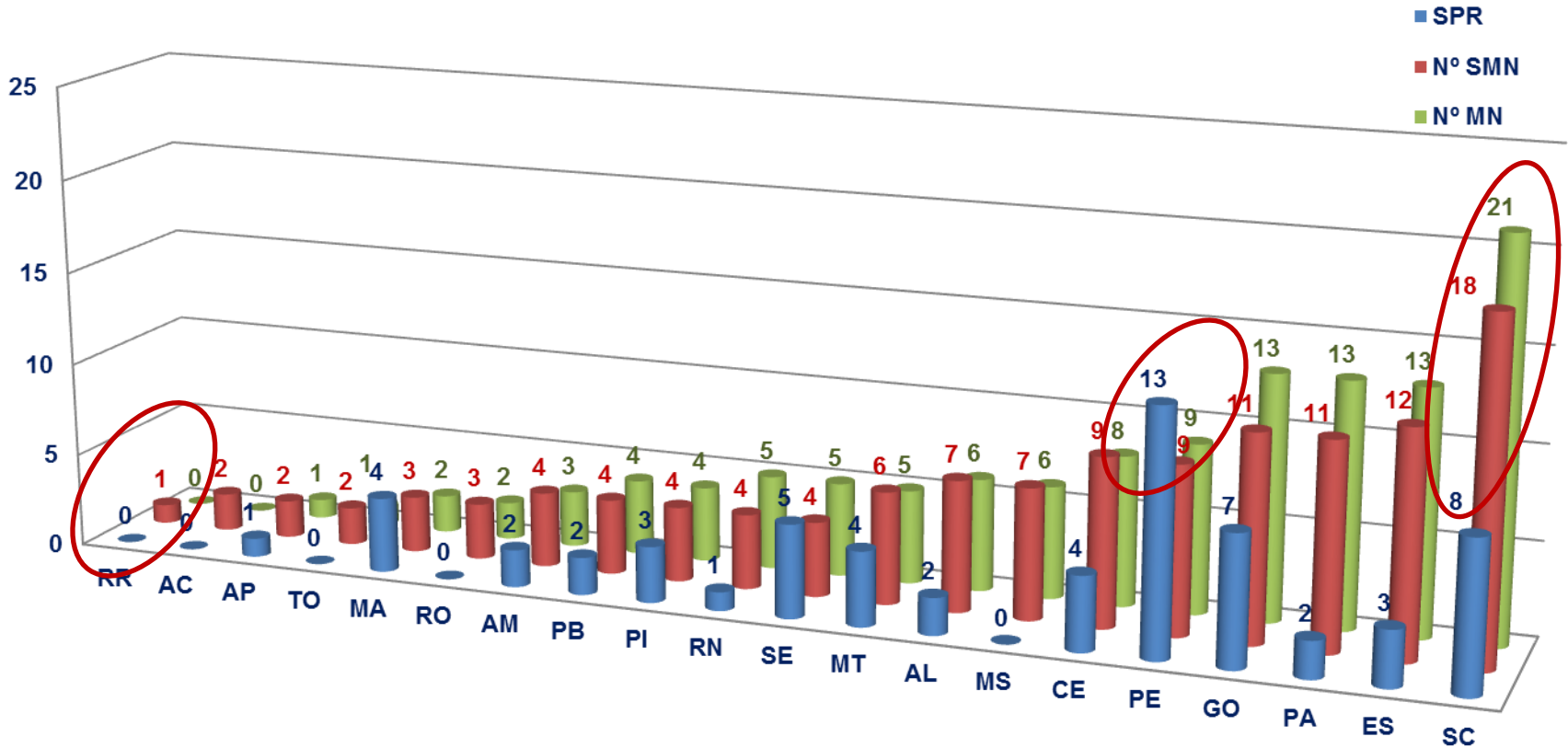
## MEDICINA NUCLEAR no BRASIL - 2019

■ SPR  
■ Nº SMN  
■ Nº MN



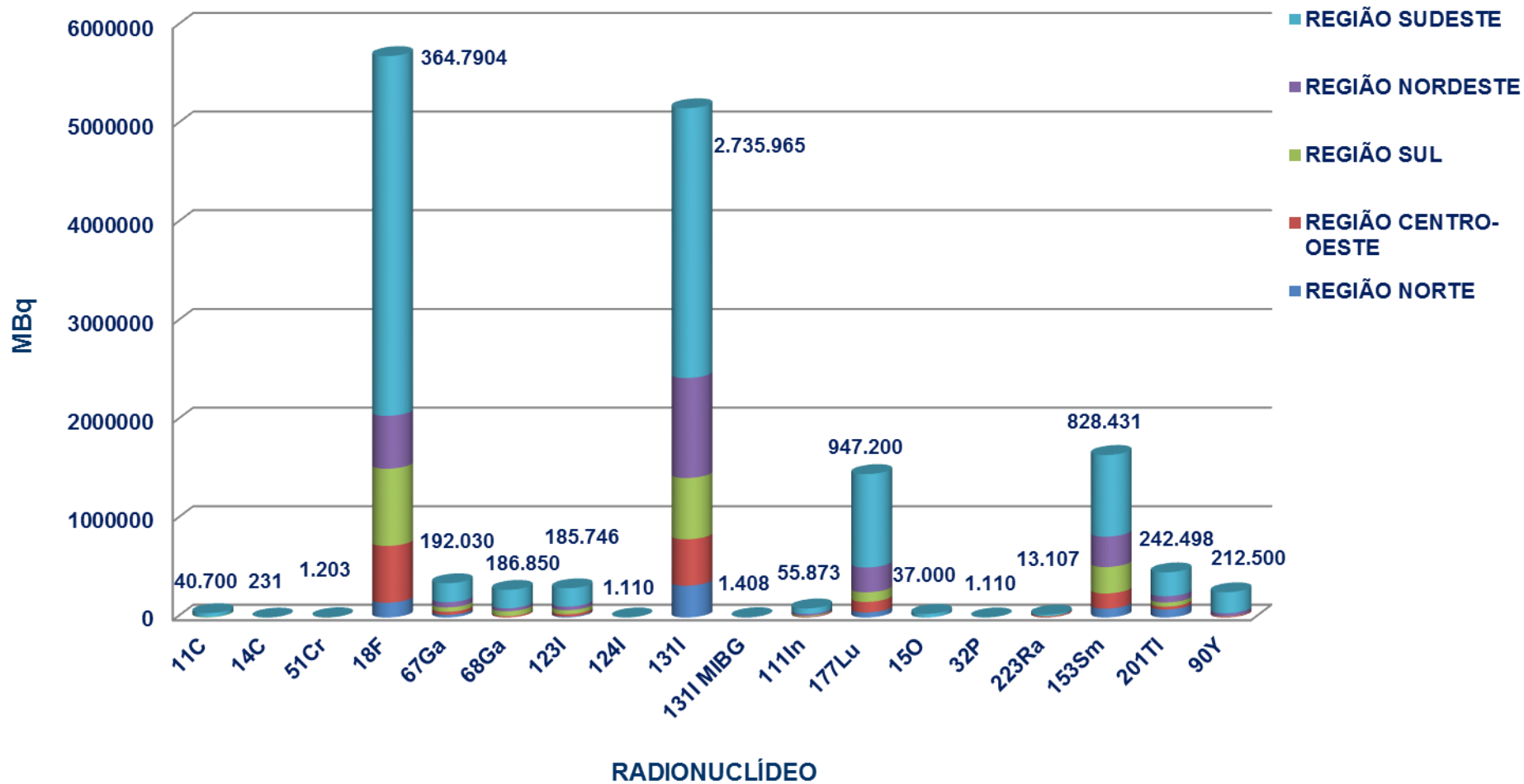
**SPR: Supervisor de Proteção Radiológica**  
**Nº SMN: Número de Serviços de Medicina Nuclear**  
**Nº MN: Número de Médicos Nucleares**

## MEDICINA NUCLEAR no BRASIL - 2019

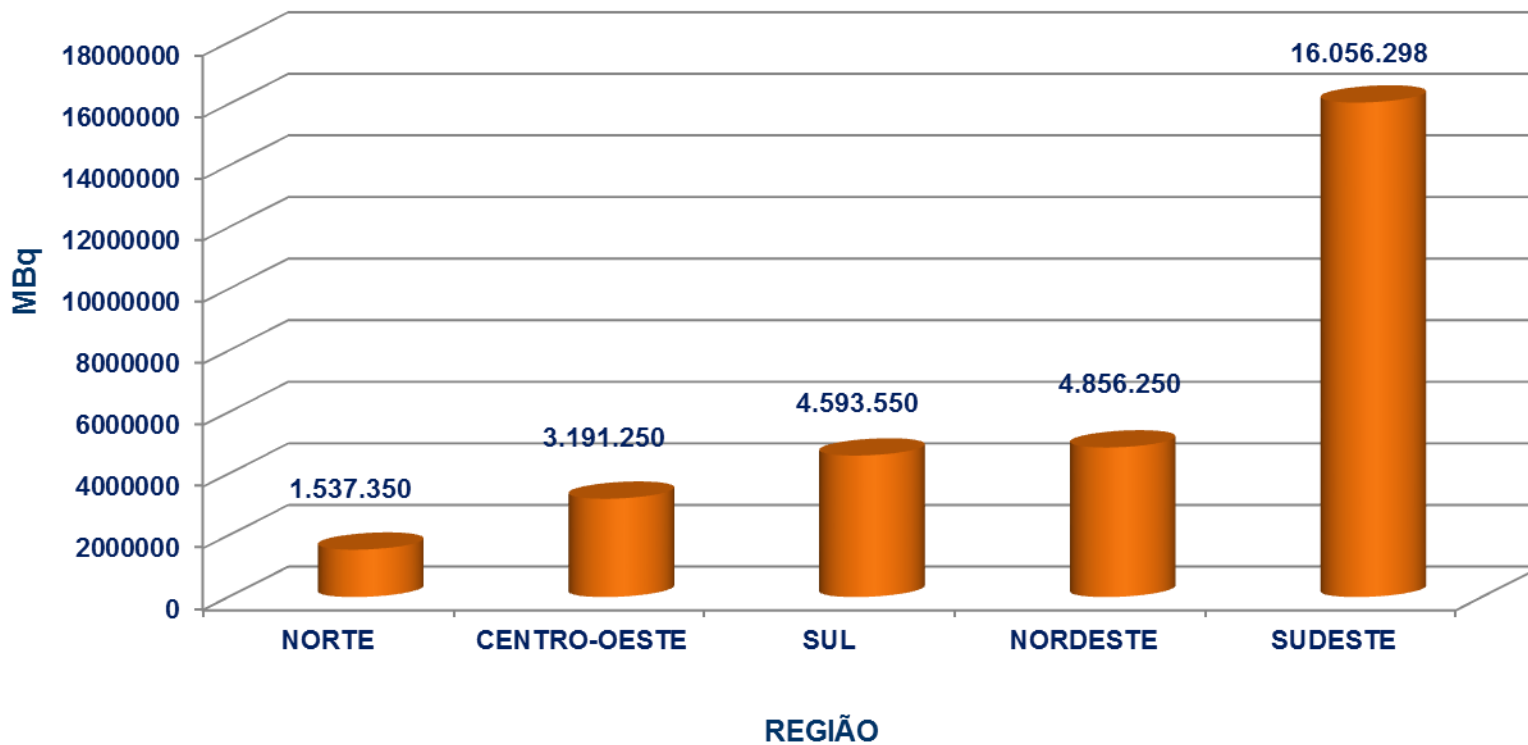


**SPR:** Supervisor de Proteção Radiológica  
**N° SMN:** Número de Serviços de Medicina Nuclear  
**N° MN:** Número de Médicos Nucleares

## Consumo semanal de Radionuclídeos por Região - 2019



## Consumo semanal de $^{99m}\text{Tc}$ - 2019



# PRODUÇÃO DE RADIOFÁRMACOS NO BRASIL

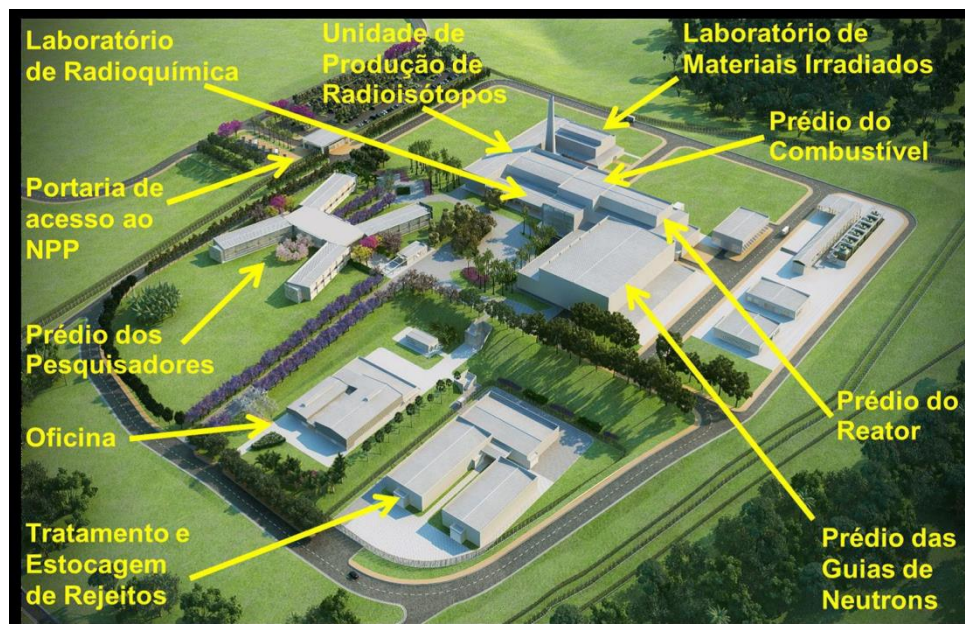
## Cíclotrons

Instituição	Cidade	UF
INSTITUTO DE PESQUISAS ENERGÉTICAS E NUCLEARES – IPEN/CNEN	SÃO PAULO	SP
CENTRO DE DESENVOLVIMENTO DE TECNOLOGIAS NUCLEARES – CDTN/CNEN	BELO HORIZONTE	MG
INSTITUTO DE ENERGIA NUCLEAR – IEN/CNEN	RIO DE JANEIRO	RJ
CENTRO REGIONAL DE CIÊNCIAS NUCLEARES DO NORDESTE CRCN/CNEN	RECIFE	PE
CYCLOBRAS SERVIÇOS LABORATORIAIS LTDA	CAMPINAS	SP
HOSPITAL DAS CLINICAS DA FACULDADE DE MED DA USP- CENTRO DE MEDICINA NUCLEAR	SÃO PAULO	SP
IBF – INDÚSTRIA BRASILEIRA DE FARMOQUÍMICOS S.A	SÃO JOSE DO RIO PRETO	SP
CYCLOPET RADIOFARMACOS LTDA	CURITIBA	PR
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
DELFIN FARMACOS E DERIVADOS LTDA	LAURO DE FREITAS	BA <sub>13</sub>

## RADIOFARMÁCIAS CENTRALIZADAS

Instituição	Cidade	UF
R2 SOLUÇÕES EM RADIOFARMÁCIA LTDA	PORTO ALEGRE	RS
RPH RADIOFARMACIA CENTRALIZADA LTDA	SAO PAULO	SP
VILLAS BOAS RADIOFÁRMACOS BRASIL S/A	BRASILIA	DF

### RMB Reator Multipropósito Brasileiro em IPERÓ SÃO PAULO Licença prévia do IBAMA, licença de local CNEN



**RMB**  
Reator  
Multipropósito  
Brasileiro

# CONSIDERAÇÕES



- A radiação ionizante representa um **risco**
- Isso requer a **implantação** de um **sistema de proteção** que assegure que as doses recebidas sejam baixas
- **Quantidades e unidades específicas** são necessárias de forma a **expressar o risco da exposição** à radiação, estabelecer **limites** e conduzir as atividades de proteção em cada prática

JUSTIFICAÇÃO

PROTEÇÃO  
RADIOLÓGICA

OTIMIZAÇÃO

LIMITAÇÃO  
DE DOSE





## ➤ **Justificação**

Qualquer atividade envolvendo radiação ou exposição deve ser **justificada** em relação a outras alternativas e produzir um benefício líquido positivo para a sociedade

## ➤ **Otimização**

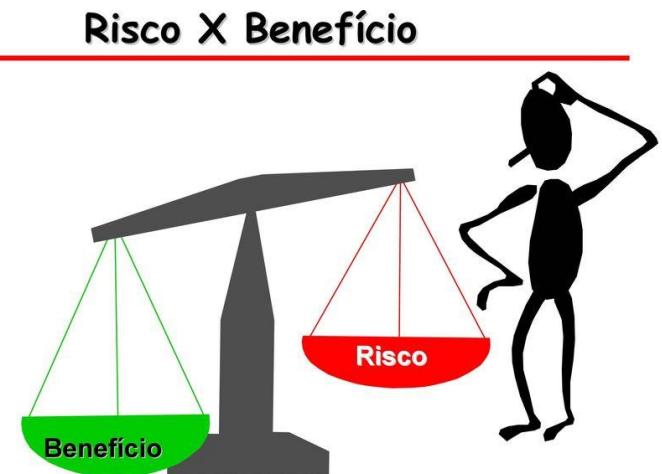
O projeto, o planejamento do uso e a operação de instalação e de fontes de radiação devem ser feitos de modo a garantir que as exposições sejam tão **reduzidas quanto razoavelmente exequível**, levando-se em consideração fatores sociais e econômicos (ALARA)

## ➤ **Limitação da Dose Individual**

As doses individuais de **trabalhadores** e de indivíduos do **público** não devem exceder os **limites anuais de dose equivalente e de dose efetiva** estabelecidos em Norma

# JUSTIFICAÇÃO

- O uso de radiação não é justificada se não há benefício
- Todas as aplicações devem ser justificadas
- Isso implica: todas, mesmo as menores exposições são potencialmente danosas e o **risco deve ser menor do que o benefício**



## OTIMIZAÇÃO

- Quando a radiação é usada, a exposição deve ser **otimizada** para **minimizar** qualquer possibilidade de **detrimento**
- Otimização é “**fazer o melhor que se pode sob condições eficientes**”
- Necessário estar familiarizado com as **técnicas de otimização** e aplicações da radiação ionizante



Tanto o **médico de referência** quanto o **médico nuclear** devem contribuir para melhorar a aplicação da justificação e otimização na prática diária.

As ferramentas de tomada de decisão devem ser desenvolvidas, como **critérios de referência** para exames, com base no julgamento dos especialistas



**Discussões entre médico solicitante e o médico nuclear** sobre a conduta e o resultado dos exames levará a **maior compreensão mútua** de quando os diferentes procedimentos são mais adequados



## Princípio do Triplo A: Awareness, Appropriateness, Audit

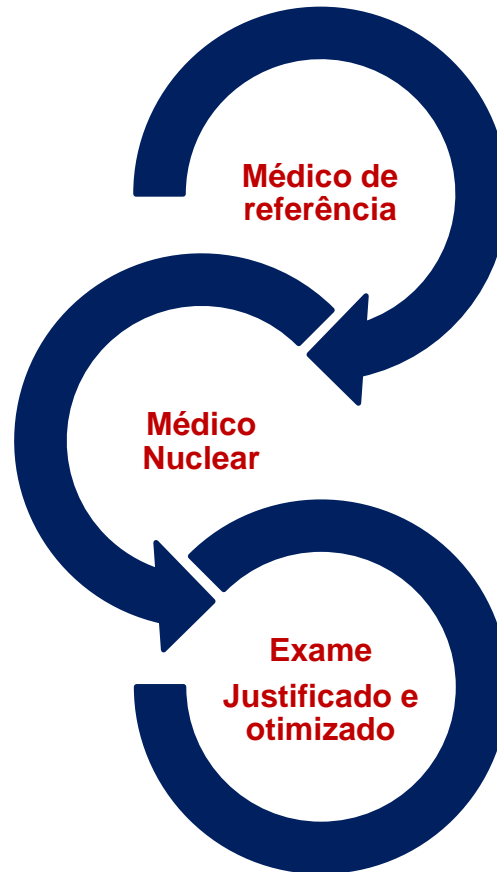
**Conscientização** sobre os riscos;  
**Adequação** para garantir que os pacientes encaminhados para exames radiológicos realmente precisem deles; e  
**Auditoria** para verificar a qualidade do encaminhamento e a eficácia dos processos relacionados.

### ADEQUAÇÃO

Conhecimento

Critérios de solicitação

Comunicação dos riscos



Exames anteriores

Pacientes específicos



## Princípio do Triplo A: Awareness, Appropriateness, Audit

**Conscientização** sobre os riscos;

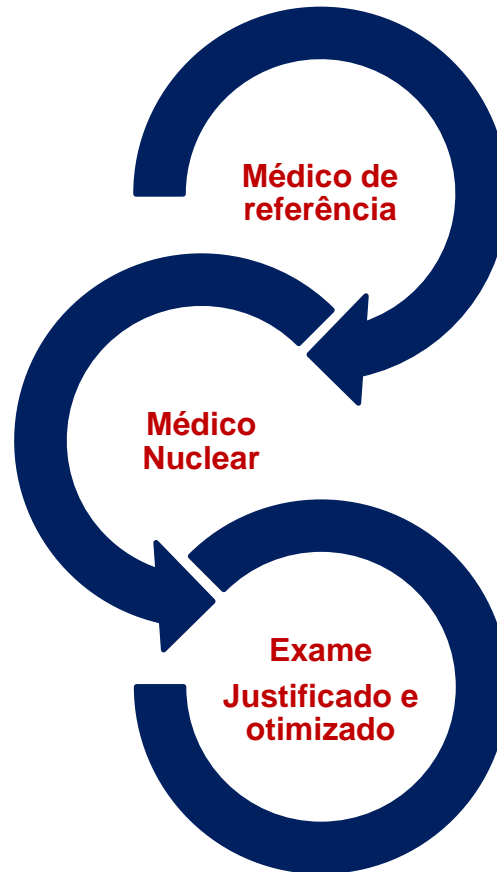
**Adequação** para garantir que os pacientes encaminhados para exames radiológicos realmente precisem deles; e

**Auditoria** para verificar a qualidade do encaminhamento e a eficácia dos processos relacionados.

### CONSCIÊNCIA

Outros métodos

Comunicação



Otimização

Cooperação entre os médicos

Pacientes específicos



## AUDITORIAS

### Auditorias clínicas

#### Proteção do Paciente

- Normas e Regulamentos
- Procedimentos

### Auditorias internas e externas

#### Formação de pessoal

- . *Equipes de auditoria*
- . *Self assessment*

### Intercâmbio

#### Troca de informações

- Entre instalações
- Entre países e especialistas



Não - governamental

BASE CIENTÍFICA



*International Commission on Radiological Protection*

Governamental



*United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation*



*International Atomic Energy Agency*

Avanços na compreensão científica dos **mecanismos** pelos quais os efeitos na saúde induzidos pela radiação podem ocorrer. Forneceram **base científica utilizada pela ICRP** no desenvolvimento de recomendações sobre **proteção contra radiações** e para agências relevantes no sistema da ONU (**IAEA**) na formulação de padrões internacionais de proteção





### Radiological Protection of Patients in Diagnostic and Interventional Radiology, Nuclear Medicine and Radiotherapy



Proceedings of an international conference held in Málaga, Spain, 26–30 March 2001, organized by the International Atomic Energy Agency and co-sponsored by the European Commission, the Pan American Health Organization and the World Health Organization





## 2012 Conferência em Bonn

International Conference on  
**RADIATION PROTECTION IN MEDICINE**  
Setting the Scene for the Next Decade


3–7 December 2012  
Bonn, Germany



Organized by the  
 **IAEA**  
International Atomic Energy Agency

Co-organized by the  
 **World Health Organization**

Hosted by the  
Government of Germany

Through the  
 **International Commission on Radiological Protection (ICRP)**

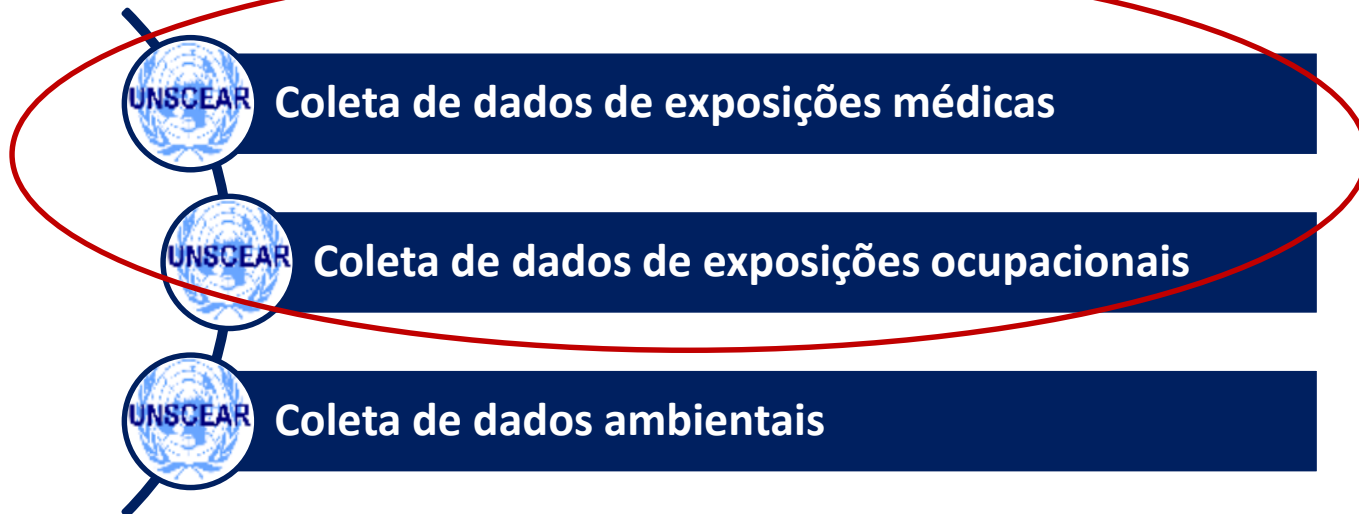
www.icrpmeeting2012.org  
08-142

### 10 ações *Bonn call for actions*

1. Melhorar a aplicação do princípio da justificação;
2. Melhorar a implementação do princípio da otimização da proteção e segurança;
3. Reforçar o papel dos fabricantes na contribuição para o regime geral de segurança;
4. Fortalecer a educação e a formação dos profissionais de saúde em proteção radiológica;
5. Delinear e promover uma agenda de investigação estratégica para a proteção radiológica em medicina;
6. Aumentar a disponibilidade e qualidade de informações globais sobre as exposições médicas e ocupacionais em medicina;
7. Melhorar a prevenção de incidentes e acidentes com radiação utilizada em contexto clínico;
8. Fortalecer a cultura de segurança radiológica na área da saúde;
9. Fomentar um melhor diálogo sobre o risco-benefício no uso da radiação;
10. Fortalecer a implementação de requisitos de segurança a nível global.

**Fontes e exposições - mapeamento e avaliação dos níveis de exposição das pessoas às fontes de radiação ionizante no cotidiano, no ambiente ocupacional, quando submetidos a procedimentos médicos e resultantes de acidentes**

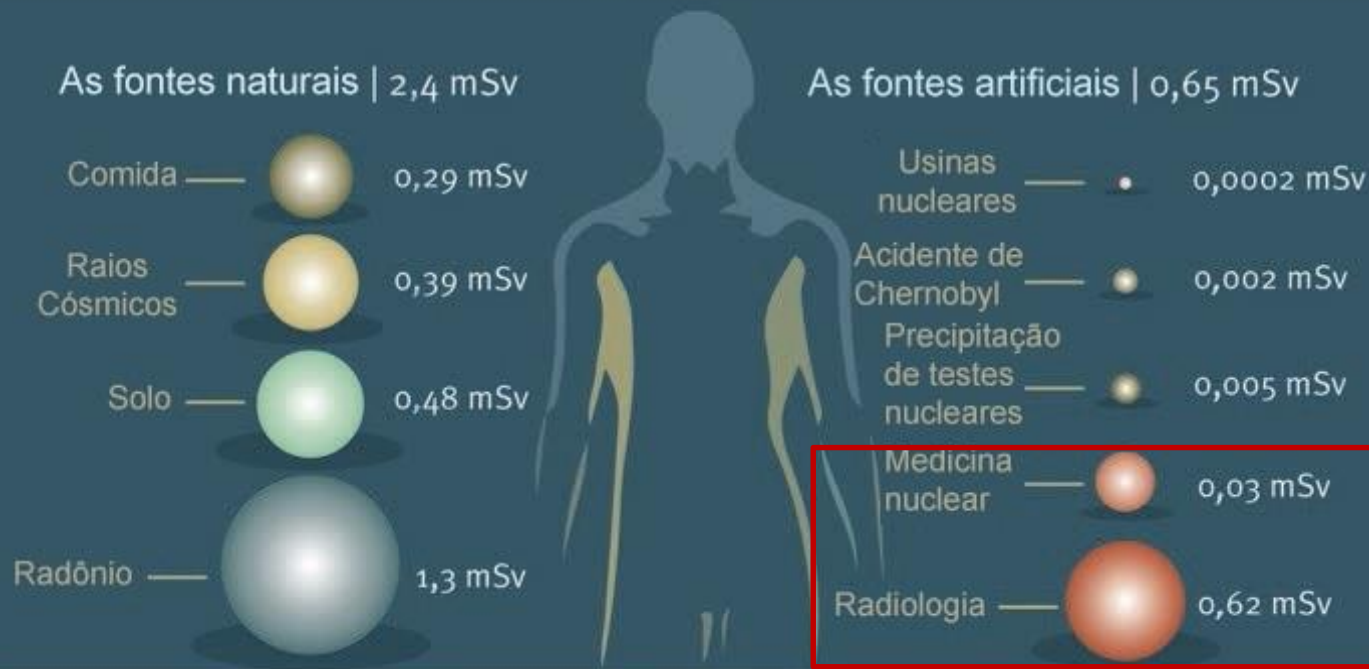
**Dados atualizados sobre exposições e suas tendências em diferentes áreas geográficas, características demográficas, indicadores de saúde, entre outras**



**Primeiro relatório em 2008 – próximo em 2020**  
<http://www.unscear.org/>

# EXPOSIÇÃO DA POPULAÇÃO

## Exposição pública média por fontes de radiação \*



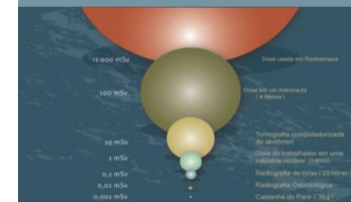
\* Estimativa arredondadas da dose efetiva para uma pessoa em um ano (m3dia mundial)



## Radia33o

Efeitos e fontes

O que 3 a Radia33o?  
O que a Radia33o pode fazer?  
De onde vem a Radia33o?

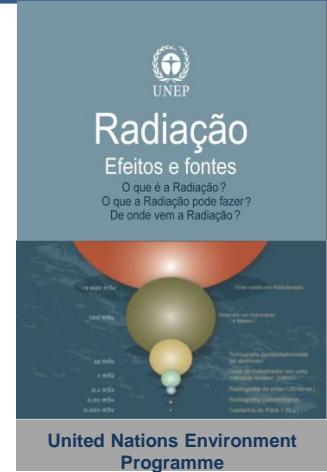
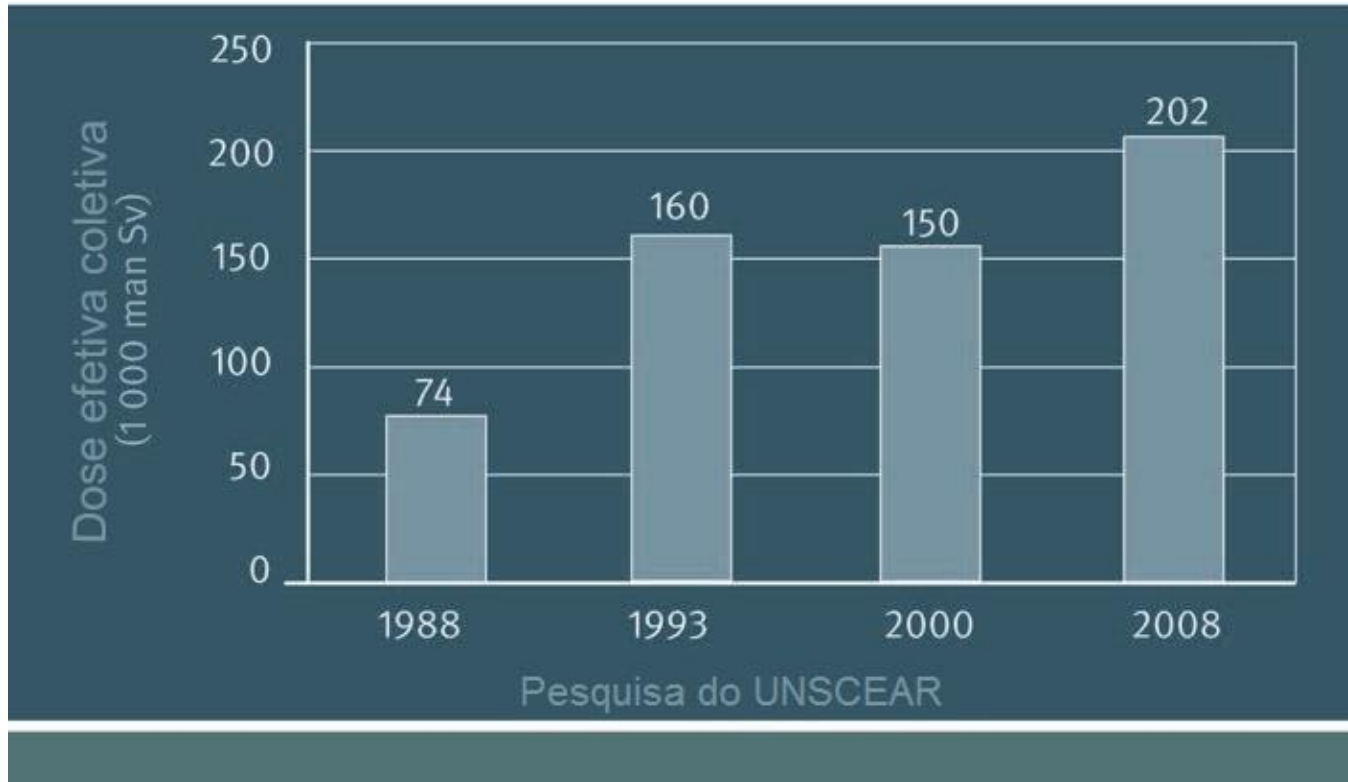


United Nations Environment Programme

UNSCEAR 2008  
UNEP livreto

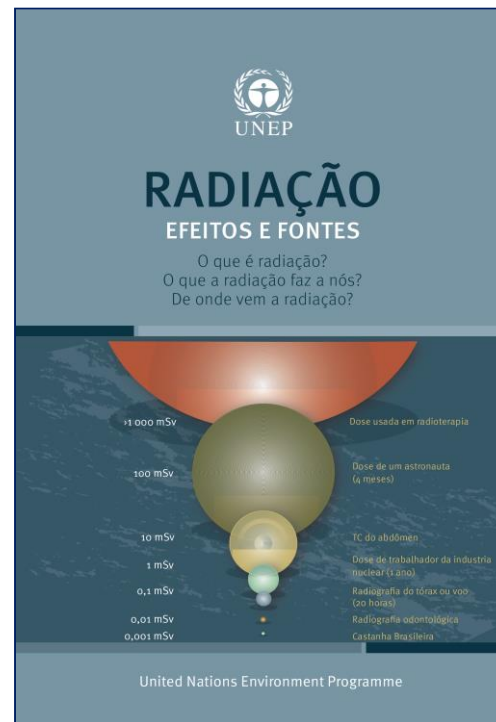
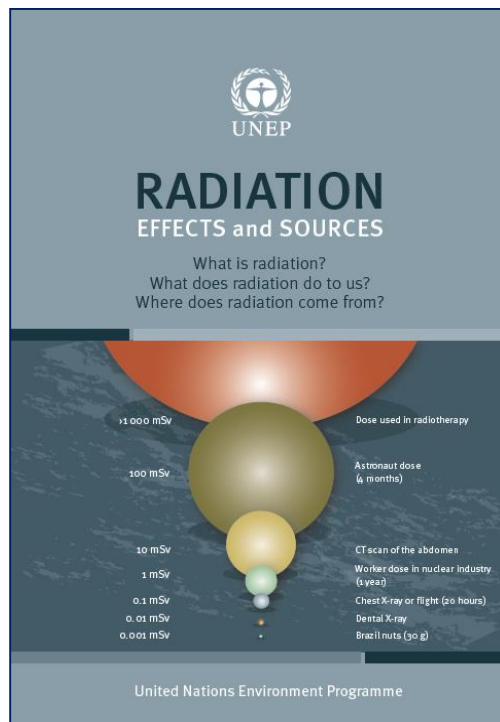
# MEDICINA NUCLEAR

## Exposição mundial por medicina nuclear (1988–2008)



**UNSCEAR**  
**UNEP livreto**

<http://www.unscear.org/unscear/en/publications/booklet.htm>



Baseado nos principais relatórios científicos do Comitê Científico das Nações Unidas sobre os Efeitos da Radiação Atômica (UNSCEAR) publicados nos últimos 25 anos. Pretende expandir o **conhecimento público** sobre os **níveis de exposição a radiações ionizantes e possíveis efeitos associados**. Fornece informações sobre **ciências básicas relacionadas à radiação** (origem, quantidades e unidades), sobre os **efeitos de radiação** (nos seres humanos e no meio ambiente) e as **fontes de radiação** (naturais e artificiais). Acidentes também são abordados, inclusive o de Goiânia

# PRINCIPAIS AÇÕES

- ✓ **Formação de Pessoal:** cursos, cadeiras de graduação em PR e informes CBR
- ✓ **Informação ao público:** material disponível em língua portuguesa da UNSCEAR, ICRP, WHO, ORPAS. Companhas *Image Gently* e *Image Wisely*
- ✓ **Individualização de protocolos:** formação de pessoal em dosimetria, estabelecimento de níveis de referência em diagnóstico
- ✓ **Desempenho de equipamentos:** trazendo para as Normas brasileiras os mesmos requisitos de Normas internacionais (IEC, ISO)
- ✓ **Garantia de qualidade:** promoção de sistema de auditorias internas, formação de pessoal, Sistema PADI e auditorias pela IAEA (QUANUM)
- ✓ **Comissão de Proteção Radiológica CBR**
- ✓ **Este encontro.....**





# MEDICINA NUCLEAR

