

EXPOSIÇÕES OCUPACIONAIS

Silvia Maria Velasques de Oliveira

**INSTITUTO DE RADIOPROTEÇÃO E DOSIMETRIA
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA,
UNIVERSIDADE DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO**



EXPOSIÇÃO OCUPACIONAL

Exposição normal ou potencial de um indivíduo em decorrência de seu trabalho ou treinamento em práticas autorizadas ou intervenções, excluindo-se a radiação natural do local.



EXPOSIÇÃO POTENCIAL

Exposição cuja ocorrência não pode ser prevista com certeza, mas que pode resultar de um *acidente* de natureza probabilística envolvendo diretamente uma fonte de *radiação* (incluindo erros de *operação*).



CONTROLE DE EXPOSIÇÕES OCUPACIONAIS

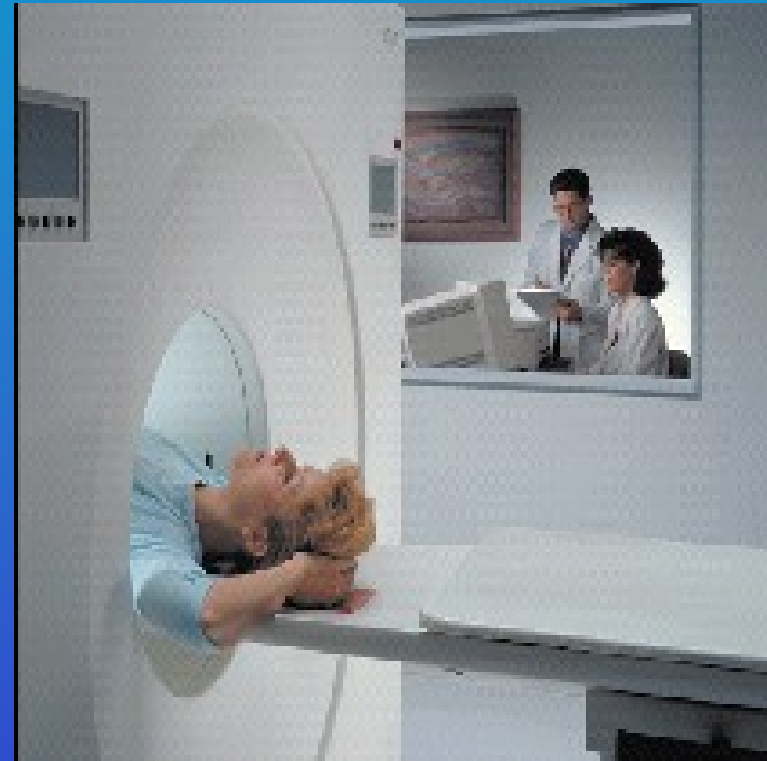
- Qualificação, treinamento e reciclagem
- Responsabilidades e cooperação
- Controle médico
- Sistema de garantia da qualidade
- Classificação de áreas de trabalho
- Condições especiais de trabalho
- Otimização de procedimentos
- Programas de monitoração



ÁREA CONTROLADA

Necessária a adoção de medidas específicas proteção e segurança para:

- garantir que as exposições ocupacionais normais estão em conformidade com os requisitos de otimização e limitação de dose
- prevenir ou reduzir a magnitude das exposições potenciais.



ÁREA SUPERVISIONADA

- Não requer adoção de medidas específicas de segurança
- Devem ser feitas reavaliações regulares para determinar se a classificação continua adequada



CLASSIFICAÇÃO DE ÁREAS DE TRABALHO EM MEDICINA NUCLEAR

- Considera o risco de contaminações
- Radiofarmácia, sala de injeção e sala da gama camara podem ser classificadas com áreas controladas e as demais como supervisionadas
- A classificação é pouco útil, porque a maioria dos trabalhadores opera em ambas as áreas

SISTEMA DE LIMITAÇÃO DE DOSES

Grandeza/órgão	Limite de dose para trabalhador
Dose efetiva	Média de 20 mSv/ano em um período de 5 anos; não deve exceder 50 mSv em um único ano
Dose equivalente anual	
Lentes dos olhos	150 mSv
pele	500 mSv
mãos e pés	500 mSv

CONDIÇÕES ESPECIAIS DE TRABALHO PARA ESTAGIÁRIOS

- Estagiários e estudantes entre 16 -18 anos: doses efetivas anuais de 6 mSv; 50 mSv para lentes dos olhos e 150 de efetivas mSv para extremidades (ICRP 75, 1997; IAEA, 1999)
- Treinamento em áreas supervisionadas (ICRP75,1997)



CONDIÇÕES ESPECIAIS DE TRABALHO PARA ESTAGIÁRIOS (cont.)

- Proibição de trabalho para menores de 16 anos (ICRP 75, 1997; IAEA, 1999)
- Proibição de trabalho para menores de 18 anos (CNEN, 2005)



CONDIÇÕES ESPECIAIS DE TRABALHO PARA TRABALHADORAS GRÁVIDAS

- A primeira responsabilidade recai sobre a trabalhadora: a de notificar o empregador
- Após a declaração da gravidez, o empregador deve garantir que a dose para o embrião/feto não exceda 1 mSv

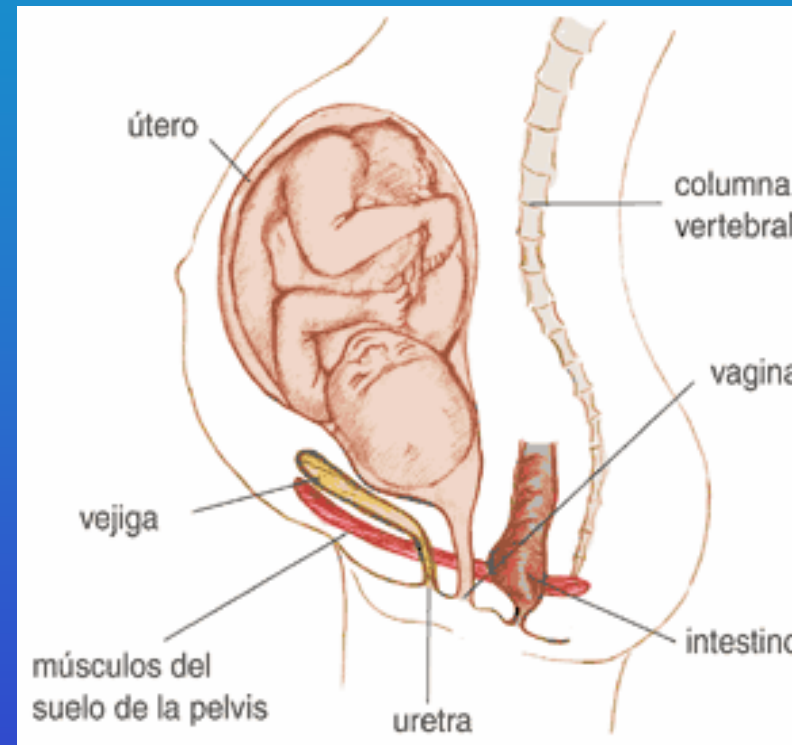
CONDIÇÕES ESPECIAIS DE TRABALHO PARA TRABALHADORAS GRÁVIDAS (cont.)

- A probabilidade de exposições acidentais deve ser reduzida
- Trabalhadoras grávidas não devem auxiliar pacientes com radionuclídeos incorporados

CONDIÇÕES ESPECIAIS DE TRABALHO PARA TRABALHADORAS GRÁVIDAS (cont.)

Para exposições
acidentais com doses
para o feto < 100 mGy:
não há indicação de
interrupção da gravidez

Doses para feto > 100
mGy: avaliação
dosimétrica e risco do
período gestacional



CONDIÇÕES ESPECIAIS DE TRABALHO PARA TRABALHADORAS EM PERÍODO DE ALEITAMENTO

Se a dose para o bebê exceder 1 mSv, o período de interrupção do aleitamento é calculado com base na atividade incorporada e na meia vida efetiva.



RESTRIÇÕES DE DOSES

- São relacionadas com o tipo de fonte ou quantidade do material radioativo manuseado (ICRP 60, 1991)
- Não são necessárias em áreas, tarefas ou operações que resultem em doses insignificantes para os trabalhadores (ICRP 75, 1997)

PRINCIPAIS DIFERENÇAS ENTRE OS PAÍSES (UNSCEAR, 2000)

- Níveis de registro variam em função do nível detectável;
- Técnicas de medidas (TLD, filme, etc); análise de doses em períodos com leituras perdidas;
- Tratamento de doses altas, não esperadas;
- Subtração de radiação de fundo;
- Protocolos para determinar quem na força de trabalho deve ser monitorado e uso;
- Categorias profissionais;
- Tratamento das exposições internas em separado



Doses efetivas médias anuais E (mSv) trabalhadores 1990-94 (UNSCEAR, 2000)

Práticas	N	\bar{E} monitorados	\bar{E} expostos
Médicas	707.988	0,29	1,30
Medicina nuclear	13.511	0,95	1,68
Radiologia médica	135.094	0,57	1,40
Radioterapia	19.840	0,65	1,38
Radiologia odontológica	81.434	0,05	0,75

Distribuição de doses efetivas anuais trabalhadores excedendo S_E mSv (1990-94)

(UNSCEAR, 2000)

Práticas	S_{15}	S_{10}	S_5	S_1
Médicas mundial	0,21	0,28	0,41	0,77
Medicina nuclear mundial	0,24	0,29	0,42	0,81

Distribuição de doses efetivas anuais de trabalhadores excedendo S_E mSv (UNSCEAR 2000)

Práticas	S_{15}	S_{10}	S_5	S_1
Médicas Brasil (1990-94)	0,35	0,49	0,71	0,94
Medicina nuclear Brasil (2000)	0,38	0,61	0,90	0,97

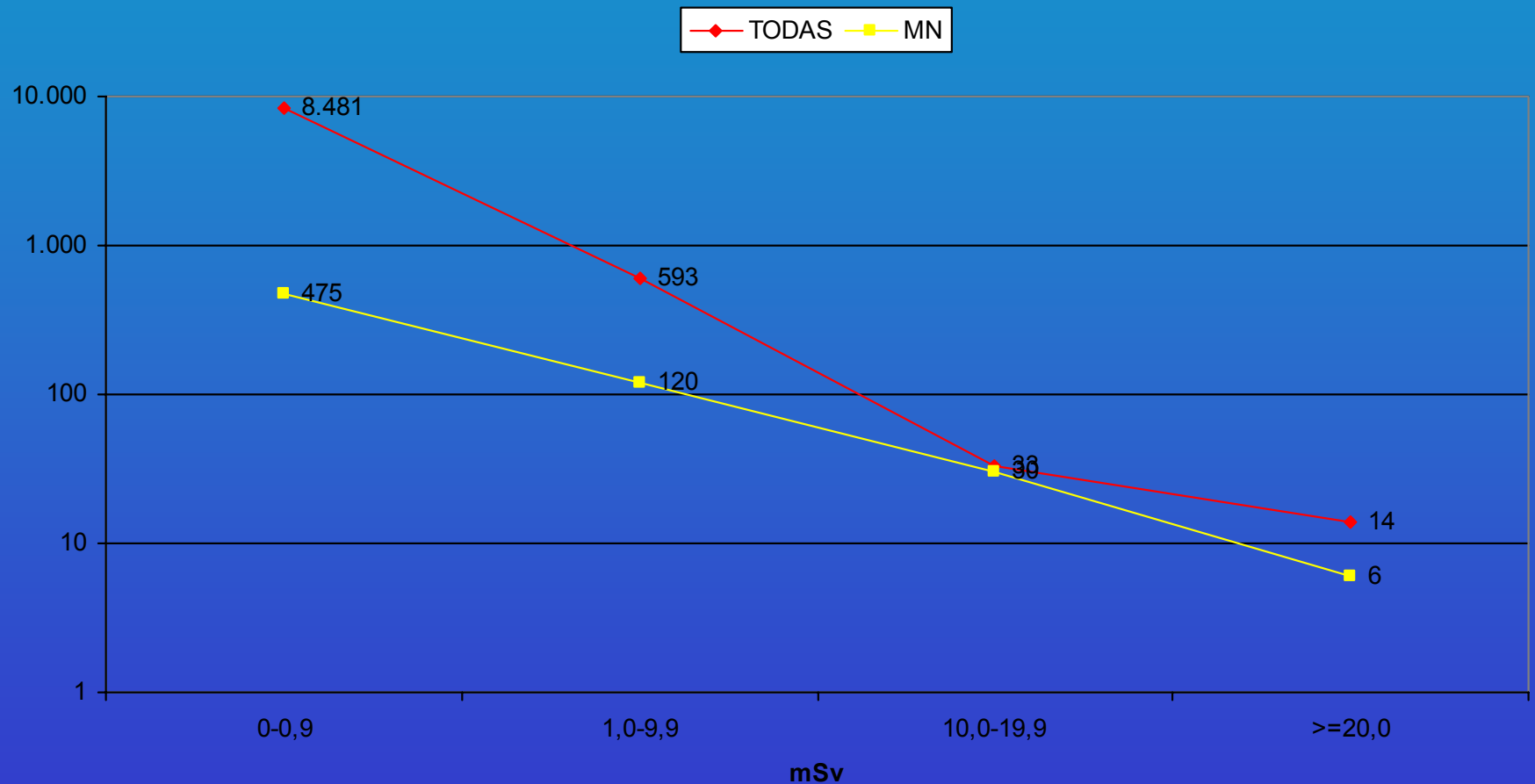
Doses efetivas medias anuales (mSv) por práticas (monitorados IRD, 2000)

Práticas	N	monitorados	expostos
Todas	9.121	0,3	2,1
Reatores nucleares	3.190	0,4	4,6
Médicas (inclui MN)	3.321	0,2	2,1
Medicina nuclear	346	2,3	5,4
Registros múltiplos	1.134	-	

Número de trabalhadores por intervalos de doses efetivas anuais N_E (mSv) (2000)

Práticas	0-0,99	1,0-9,9	10,0-19,9	$\geq 20,0$
Todas (inclui MN)	8.481	593	33	14
Medicina nuclear	475	120	30	6

Número de trabalhadores por intervalos de doses efetivas anuais (mSv) (monitorados IRD, 2000)



Doses efetivas médias anuais por categoria profissional

(monitorados pelo IRD, 2000)

Categoria	N	$\bar{E} \pm DP$ (mSv)
Biólogo MN	14	9,2\pm8,5
Enfermeiro MN	20	6,7\pm7,6
Aux. Enfermagem MN	23	2,9\pm4,5
Técnico MN	66	2,9\pm4,7
Farmacêutico MN	6	1,7\pm2,4
Médico MN	88	1,0\pm3,7
Técnico radiologia	26	2,8\pm4,5

**Doses efetivas anuais maiores do que 15,0 mSv
por categoria profissional (dose externa)
(IRD, 2001-2003)**

Categoria	N trabalhadores	N doses
Enfermeiro	8	12
Biólogo	5	9
Técnico MN	4	6
Aux. laboratório	3	5
Atendente	3	4
Médico MN	2	3
TOTAL	25	39

NÍVEIS DE INVESTIGAÇÃO PARA EXPOSIÇÃO OCUPACIONAL

➤ Qualitativos:

observação dos procedimentos de trabalho;

➤ Quantitativos:

quando os resultados da monitoração individual excedem as doses esperadas para trabalhos rotineiros.

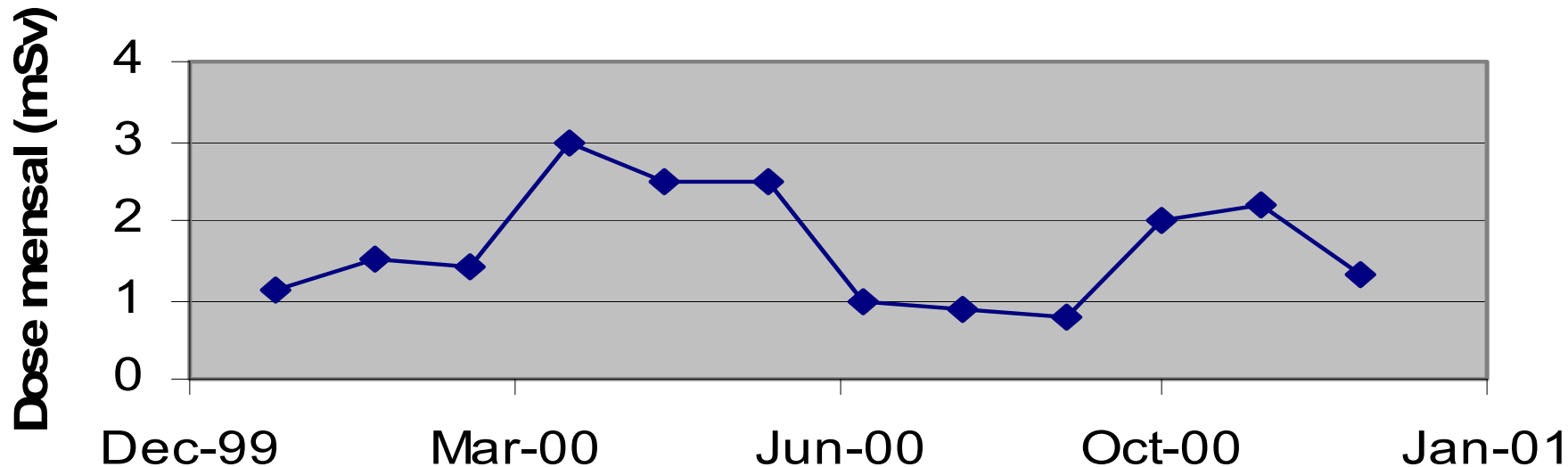
São usados retrospectivamente.



Exemplo de nível de investigação

Usuário 3 em 2000

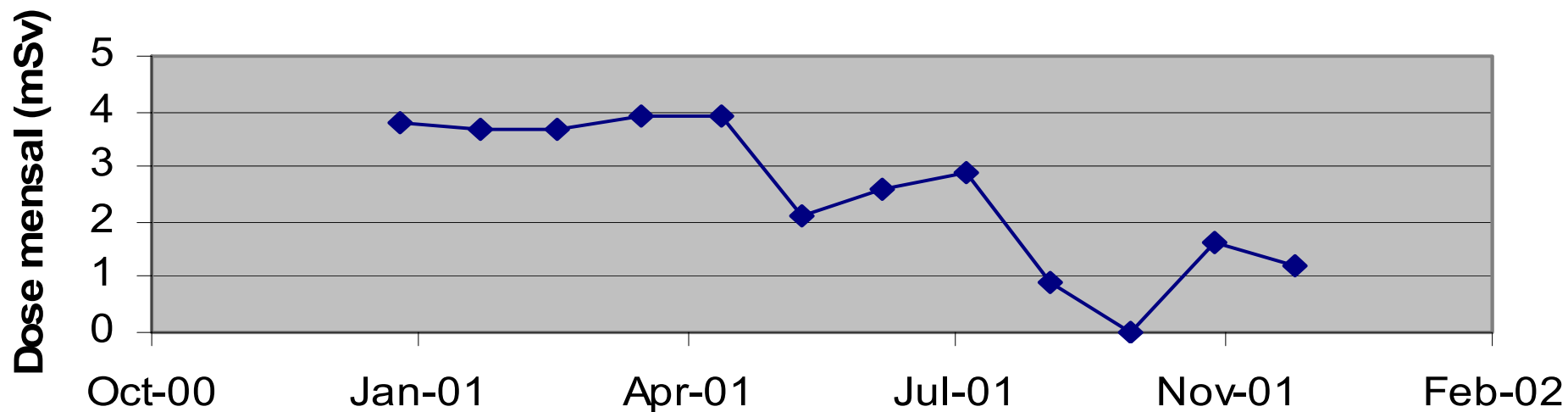
—◆— 20,2 mSv



Exemplo de nível de investigação (cont.)

Usuário 3 em 2001

—◆— 30,3 mSv

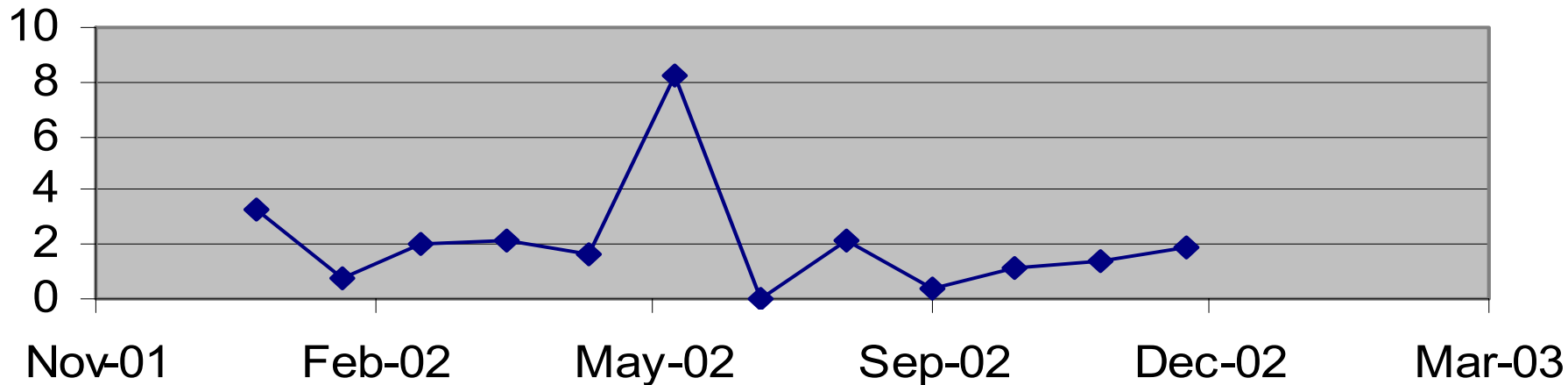


Exemplo de nível de investigação (cont.)

Usuário 3 em 2002

—◆— 24,9 mSv

Dose mensal (mSv)



Exemplo de dose efetiva (mSv) para equipe em evento médico com paciente

- Paciente foi a óbito após cirurgia realizada 6 dias após a dose terapêutica de ^{131}I (3.011 MBq)
- Autopsiado e cremado
- Cirurgião: 20 μSv
- Enfermeiro UTI: 20 μSv
- Assistente do crematório: 14 μSv
- Contaminação da UTI e lavanderia: 6 MBq



PROJETOS DE INSTALAÇÕES

- Blindagens;
- Iluminação
- Ventilação;
- Armazenamento de materiais tóxicos e rejeitos radioativos.



Tipo de operação e potencial de irradiação

Tipo de operação	Uso de material protetor	Exposição
Eluição do gerador ^{99m}Tc	Blindagem de vidro plumbífero	Exposição externa
Manipulação do ^{131}I	Capela ou fluxo laminar	Exposição externa e interna
Armazenamento de rejeitos	Avental e luvas	Exposição e contaminação externas
Injeção de radiofármacos	Avental e luvas	Exposição e contaminação externas
Operação da gama câmara	Biombo protetor	Exposição externa
Atendimento ao paciente	Avental e luvas	Exposição externa e contaminação externa.

MONITORAÇÃO DE ÁREAS

- **monitoração eventual:**
confirmar a classificação das áreas de trabalho
- **monitoração de rotina:**
periodicidade previamente definida no plano de trabalho
- **monitoração especial:**
investigar doses



MONITORAÇÃO INDIVIDUAL EXTERNA

- Áreas controladas: obrigatória
- Áreas supervisionadas: não é obrigatória mas pode ser considerada uma boa prática



MONITORAÇÃO INDIVIDUAL EXTERNA (cont.)

- Qualquer indivíduo ocupacionalmente exposto (IOE) deve ser submetido à monitoração individual, sempre que adequada, apropriada e factível.
- Nos casos em que a monitoração individual não for aplicável, pode tomar-se como base os resultados da monitoração de área e as informações sobre o IOE na área.

MONITORAÇÃO INDIVIDUAL EXTERNA (cont.)

Quando a dose de extremidade superar em 10 vezes a dose para corpo inteiro, devem ser usados um ou mais dosímetros para extremidades, na região do corpo onde são esperadas as maiores doses.



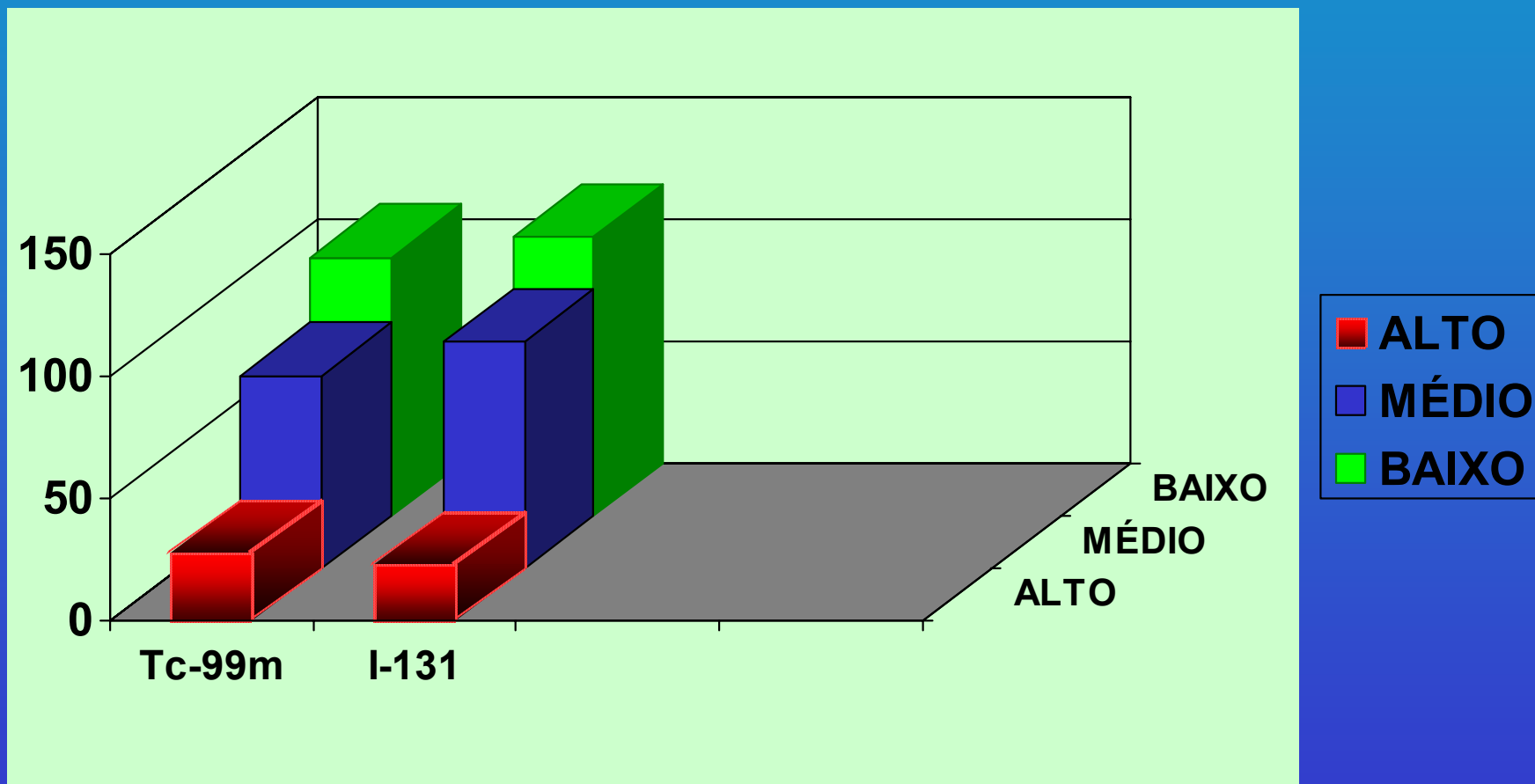
MONITORAÇÃO INDIVIDUAL INTERNA

APLICAÇÕES

- Materiais gasosos ou voláteis;
- Processamento de plutônio, tório, urânio;
- Enriquecimento de urânio;
- Produção de radioisótopos;
- Manuseio de grandes quantidades de radiofármacos;
- Manutenção de reatores.

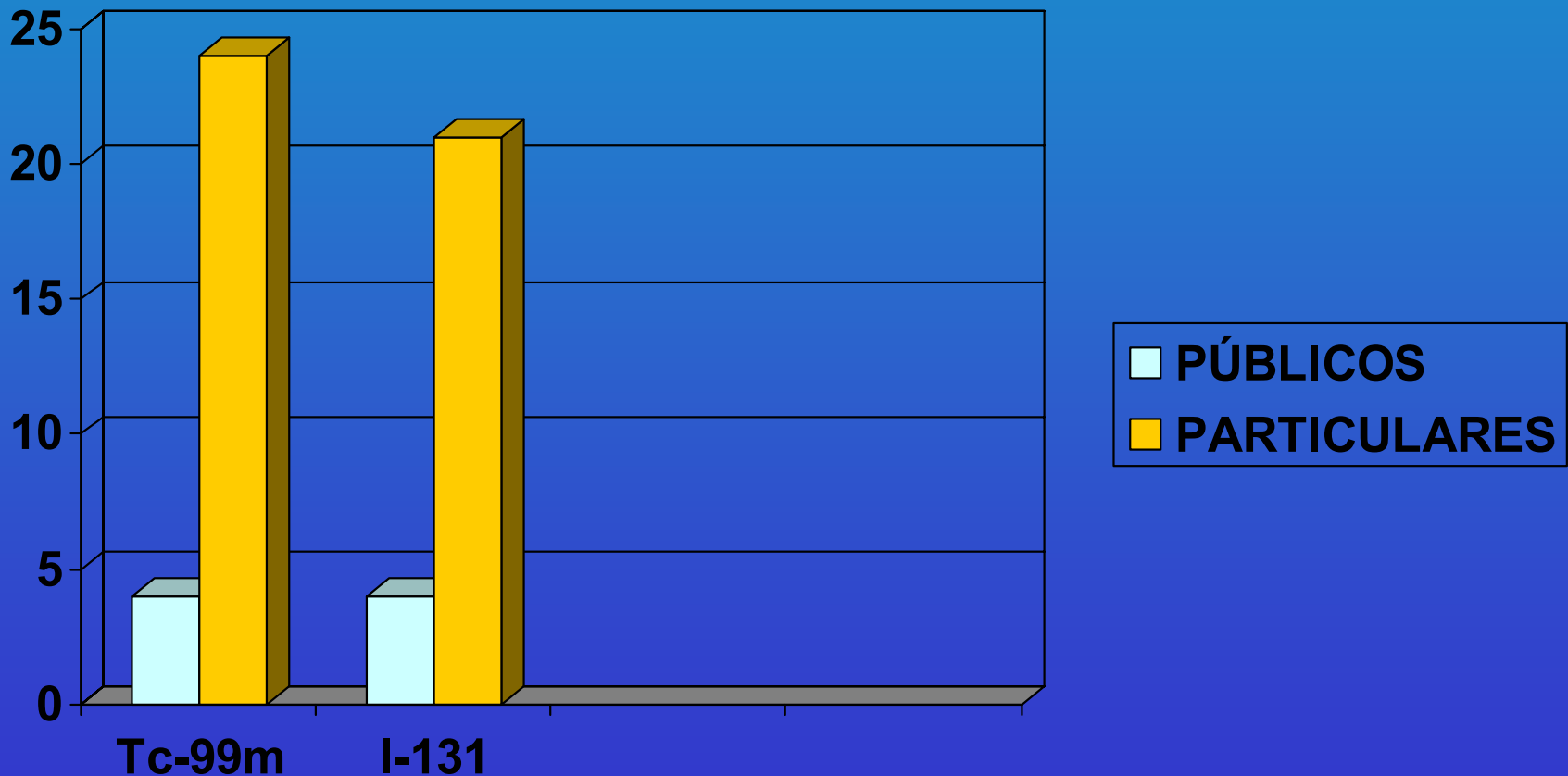


Classificação de serviços de medicina nuclear no Brasil quanto ao consumo semanal de radioisótopos



Número de serviços com alto consumo semanal

$^{99m}\text{Tc} > 2 \text{ Ci}$ (n=41) e ^{131}I iodeto $> 100 \text{ mCi}$ (n=33)



Como é calculado o custo da proteção radiológica para análises da otimização



CONCLUSÃO

- A radiação representa apenas um entre diversos tipos de riscos que podem ser encontrados no local de trabalho e não deve ser tratada de forma isolada de outros riscos que possam existir.
- Seria inapropriado tomar providências para reduzir a exposição à radiação que possam aumentar o risco total.
- Por essas razões, há vantagens em garantir que a proteção radiológica é gerenciada como parte de um programa de saúde e segurança.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ICRP. Recommendations of the ICRP, Publication 60, 1991.
2. IAEA. International Basic Safety Standards for Protection Against Ionizing Radiation and for the Safety of Radiation Sources. Safety Series No. 115. Viena, 335 p, 1996.
3. ICRP. General Principles of Radiation Protection of Workers. Publication 75, 1997.
4. IAEA. Occupational radiation protection. Safety Standards Series RS-G-1.1, Viena, 1999a.
5. IAEA. Assessment of occupational exposure due to intakes of radionuclides. Safety Standards Series RS-G-1.2, Viena, 1999b.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS (cont.)

6. IAEA. Assessment of occupational exposure due to external sources of radiation. Safety Standards Series RS-G-1.3, Viena, 1999c.
7. ICRP. Pregnancy and medical radiation. Publication 84, 2000.
8. UNSCEAR. Report to the general assembly with annexes. NY, 2000.
9. ICRP. Release of patients after therapy with unsealed radionuclides. Publication 94, 2004.
10. CNEN. Diretrizes básicas de proteção radiológica, Rio de Janeiro, 2005.





OBRIGADO